

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
Б. Е. Патон

С. В. Ахонин, Г. М. Григоренко (зам. гл. ред.),
Д. М. Дяченко (отв. секр.), И. В. Кривцун,
Л. Б. Медовар, Б. А. Мовчан, А. С. Письменный,
А. И. Устинов, В. А. Шаповалов
(ИЭС им. Е. О. Патона, Киев, Украина),
М. И. Гасик (НМетАУ, Днепр, Украина),
О. М. Ивасишин (Ин-т металлофизики, Киев, Украина),
П. И. Лобода (НТУУ «КПИ», Киев, Украина),
А. Н. Петрунько (ГП «ГНИП Институт титана»,
Запорожье, Украина),
А. А. Троянский (ДонНТУ, г. Днепр, Украина)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Г. М. Григоренко
(ИЭС им. Е. О. Патона, Киев, Украина),
К. В. Григорович
(МИСиС, Москва, РФ),
А. А. Ильин
(МАТИ-РГТУ, Москва, РФ),
А. Митчелл
(Ун-т Британской Колумбии, Канада),
Б. Е. Патон
(ИЭС им. Е. О. Патона, Киев, Украина),
Г. Ф. Тавадзе
(Ин-т металлург. и материаловед.
им. Фердинанда Тавадзе, Тбилиси, Грузия),
Цоуха 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

Институт электросварки
им. Е. О. Патона НАН Украины
Украина, 03680, г. Киев-150,
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
Электронная верстка
Л. Н. Герасименко, Т. Ю. Снегирева

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

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

Цена договорная

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**Стовпченко Г. П., Лісова Л. О., Медовар Л. Б., Гончаров І. О.,
Полішко Г. О., Судацова В. С.** Розробка шлаку електрошлакового
переплаву, схильного до саморозпаду 3

**Корниевский В. Н., Панченко А. И., Сальников А. С.,
Давидченко С. В., Скрипка Л. М., Гасик М. И.,
Горобец А. П.** Разработка и исследование сквозной технологии
выплавки подшипниковой стали для электрошлакового переплава
и производства сортопроката крупных профилеразмеров 9

Протоковиллов И. В., Петров Д. А., Порохонько В. Б. Электро-
шлаковая выплавка и термомеханическая обработка высокопрочного
титанового псевдо-β-сплава ТС6 16

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ

**Ахонин С. В., Северин А. Ю., Березос В. А., Пикулин А. Н.,
Ерохин А. Г.** Особенности выплавки слитков титановых сплавов,
легированных оловом, в электронно-лучевых установках 21

Пикулин А. Н. Электронно-лучевое оплавление слитков
сложнолегированных титановых сплавов 26

ВАКУУМНО-ДУГОВОЙ ПЕРЕПЛАВ

**Калашник Д. А., Никитенко Ю. А., Шаповалов В. А.,
Шейко И. В., Кожемякин В. Г., Веретильник А. В.** Форма и
геометрические размеры быстрозакаленных материалов,
полученных диспергированием из расплава при ИПСК 31

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТАЛЛУРГИИ

**Белявин А. Ф., Куренкова В. В., Федотов Д. А., Салий С. Г.,
Щербинин А. П.** Оптимизация процесса восстановительной
наплавки и термообработки компонентов ГТД из сплава
Inconel 738 35

Гайдук С. В., Кононов В. В., Куренкова В. В. Регрессионные
модели для прогнозирования коррозионных параметров литейных
жаропрочных никелевых сплавов 51

ИНФОРМАЦИЯ

Стовпченко А. П. Специальная электрометаллургия для энергетики
будущего 57

Ковальчук Д. В. 12-я Международная конференция по электронно-
лучевым технологиям «ЕВТ-2016» 59

Л. Я. Шварцману — 75. Опыт, определяющий перспективы науки 61

*Журнал переиздается в полном объеме на английском языке под названием
«Advances in Electrometallurgy» (ISSN 1810-0384)
издательством «Cambridge International Science Publishing», Великобритания
www.cisp-publishing.com*

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief
B. E. Paton

S.V. Akhonin, G. M. Grigorenko (vice-chief ed.),
D. M. Dyachenko (exec. secr.), I. V. Krivtsun,
L. B. Medovar, B. A. Movchan, A. S. Pismenny,
A. I. Ustinov, V. A. Shapovalov
(PWI of the NASU, Kyiv, Ukraine),
M. I. Gasik (NMetAU, Dnepr, Ukraine),
O. M. Ivasishin (Institute of Metal Physics, Kyiv, Ukraine),
P. I. Loboda (NTUU «KPI», Kyiv, Ukraine),
A. N. Petrunko (Institute of the Titan,
Zaporozhye, Ukraine),
A. A. Troyansky (DonNTU, Dnepr, Ukraine)

**THE INTERNATIONAL
EDITORIAL COUNCIL**

G. M. Grigorenko
(PWI of the NASU, Kyiv, Ukraine),
K. V. Grigorovich
(MISIS, Moscow, Russia),
A. A. Iljin
(MATI, Moscow, Russia),
A. Mitchell
(University of British Columbia, Canada),
B. E. Paton
(PWI of the NASU, Kyiv, Ukraine),
G. F. Tavazde
(Institute of Metallurgy and Materials Science
of Ferdinand Tavazde, Tbilisi, Georgia),
Zhouhua Jiang
North-Eastern University, Shenyang, China

Founders

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

Address

The E. O. Paton Electric Welding Institute, NASU
11, Kazimir Malevich Str., 03680, Kyiv, Ukraine
Tel./Fax: (38044) 200 82 77; 200 54 84
Tel.: (38044) 205 22 07
E-mail: journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com

Editors

D. M. Dyachenko
Electron galley
L. N. Gerasimenko, T. Yu. Snegiryova

State Registration Certificate
KV 6185 of 31.05.2002
ISSN 2415-8445

All rights reserved.

This publication and each of the articles contained here in
are protected by copyright

Permission to reproduce material contained in this journal
must be obtained in writing from the Publisher

CONTENTS

ELECTROSLAG TECHNOLOGY

Stovpchenko G.P., Lisova L.O., Medovar L.B., Goncharov I.O., Polishko G.O., Sudavtsova V.S. Development of electroslag remelting slag, tended to autodecomposition (In Ukrainian) 3

Kornievsky V.N., Panchenko A.I., Salnikov A.S., Davidchenko S.V., Skripka L.M., Gasik M.I., Gorobets A.P. Development and investigation of end-to-end technology of bearing steel melting for electroslag remelting and production of section rolled metal of large profile sizes 9

Protokovilov I.V., Petrov D.A., Porokhonko V.B. Electroslag melting and thermomechanical treatment of high-strength titanium pseudo- β -alloy TS6 16

ELECTRON BEAM PROCESSES

Akhonin S.V., Severin A.Yu., Berezos V.A., Pikulin A.N., Erokhin A.G. Peculiarities of melting of ingots of titanium alloys, alloyed with tin, in electron beam installations 21

Pikulin A.N. Electron beam fusion of ingots of complexly-alloyed titanium alloys 26

VACUUM-ARC REMELTING

Kalashnik D.A., Nikitenko Yu.A., Shapovalov V.A., Sheiko I.V., Kozhemyakin V.G., Veretilnik A.V. Shape and geometric sizes of rapid-hardening materials produced by dispersion from melt in IMMS 31

GENERAL PROBLEMS OF METALLURGY

Belyavin A.F., Kurenkova V.V., Fedotov D.A., Salij S.G., Shcherbinin A.P. Optimization of process of restoration surfacing and heat treatment of GTE components of alloy Inconel 738 35

Gaiduk S.V., Kononov V.V., Kurenkova V.V. Regression models for prediction of corrosion parameters of casting heat-resistant nickel alloys 51

INFORMATION

Stovpchenko A.P. Special electrometallurgy for future power engineering 57

Kovalchuk D. V. 12th International Conference on electron beam technologies «EBT-2016» 59

L.Ya. Shvartsman is 75 61

«Sovremennaya Elektrometallurgiya» journal (*Electrometallurgy Today*)
is published in English under the title of «*Advances in Electrometallurgy*»
by Cambridge International Science Publishing, United Kingdom
www.cisp-publishing.com

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ БУДУЩЕГО



Международный симпозиум в честь 100-летия со дня рождения академика НАН Украины Бориса Израилевича Медовара — ученого-металлурга, сварщика и металловеда, выдающегося представителя Патоновской научной школы, верного соратника Евгения Оскаровича и Бориса Евгеньевича Патонов прошёл в Киеве 7–10 июня 2016 г. Между-

народный организационный комитет включил в тематику симпозиума не только электрошлаковые процессы, но и другие направления деятельности ученого. В частности, были представлены доклады по технологии сварки низко-, средне- и высоколегированных сталей и сплавов, управлению затвердеванием слитков и отливок, созданию новых металлических материалов.

Работа симпозиума состояла из 8-ми пленарных заседаний и завершилась открытой дискуссией по проблеме получения крупных кузнечных слитков и тяжелых поковок ответственного назначения, в частности, для энергетики.

Открыл симпозиум академик НАНУ К. А. Ющенко (ИЭС им. Е. О. Патона, г. Киев) приветствием специалистов из Австрии, Германии, Китая, Польши, США и Украины. Он коротко рассказал о творческом наследии Б. И. Медовара и его работе в ИЭС им. Е. О. Патона.

С докладом о развитии идей Б. И. Медовара в области ЭШП выступил Л. Б. Медовар (ИЭС им. Е. О. Патона, г. Киев). В докладе освещены достижения в области ЭШП титана и показано, что при всех известных ограничениях ЭШП может найти место в современной промышленности для очистки титана от остроугольных нитридных включений, а также при реализации давней мечты «титанистов» — непрерывной или полунепрерывной разливки титана в заготовки небольших сечений. Приведены результаты новых исследований процесса получения заготовок под прокатку особо высокого металлургического качества на основе комбинирования ЭШП и непрерывной разливки, предложенного Б. И. Медоваром более полувека назад. Сегодня разработка комбинированного процесса МНЛЗ + ЭШП ведется с целью повышения

качества рельсов за счет подавления осевой неоднородности, свойственной блюмам непрерывной разливки, получаемых даже на самых современных МНЛЗ.

На первом заседании, проходившем под председательством президента фирмы «CONSARC» (США) Р. Робертса, неоднократно встречавшегося с Борисом Израилевичем лично, были представлены доклады основных участников международного рынка в области специальной электрометаллургии, включая фирмы «CONSARC», «INTECO» (Австрия) и «ALD» (Германия). Все эти доклады посвящены основному направлению развития ЭШП на современном этапе — получению крупных кузнечных слитков массой вплоть до 300 т и более, прежде всего для нужд энергетического машиностроения. В каждом из них содержалось немало новой информации. Например, в докладе фирмы «CONSARC» представлены расчетные данные, свидетельствующие о влиянии частоты тока на профиль и, что принципиально важно, глубину жидкометаллической ванны и двухфазной зоны слитка ЭШП.

Доклад компании «ИНТЕКО» о промышленном опробовании предложенной Б. И. Медоваром технологии управления затвердеванием крупных слитков ЭШП за счет отдельного подвода тепла в шлаковую ванну через расходоуемый и нерасходоуемый электроды представил исполнительный директор фирмы господин А. Шериау. Показано, что такая схема ЭШП обеспечивает значительное расширение возможных пределов производительности переплава и позволяет уменьшить скорость формирования слитка на 25...30 % и, соответственно, уменьшить глубину двухфазной зоны. Опыты проводили на слитках ЭШП диаметром 750 мм из стали X12CrNiMoV типичной для современных материалов роторов паровых турбин на рабочую температуру 650 °С. Исследования макро- и микроструктуры слитков, выплавленных при обычных и пониженных скоростях, показали заметное ослабление основных видов сегрегации. Отмечено также, что применение двухконтурной схемы ЭШП позволило за счет обогрева поверхности слитков через нерасходоуемый электрод-токоподводящий кристаллизатор избежать ухудшения качества поверхности слитков, сопровождающее снижение скорости переплава. Заметим, что замечательное изобретение — токоподводящий кристаллизатор, разработан сотрудниками ИЭС им. Е. О. Патона более 40 лет назад¹. Заключительный доклад на этом заседании представил

¹Г. В. Ксендзык, И. И. Фрумин, А. С. Ширин, USA patents № 4, 185,682 и 4, 305,451.

руководитель исследовательского департамента фирмы «ALD» господин Г. Брукманн. В его докладе суммирован многолетний опыт фирмы по созданию оборудования и технологии ЭШП кузнечных слитков в коротких кристаллизаторах с вытяжкой. Компания «ALD» первая в мире запустила в 1971 г. (Германия) в работу печь ЭШП, позволявшую получать кузнечные слитки диаметром до 2500 мм и массой до 165 т. Эта печь и сегодня после модернизации успешно работает на фирме «Saarschmiede» (г. Саарбрюкен), производя слитки массой до 220 т. Интересно, что давнюю проблему ЭШП с вытяжкой слитка (определение местонахождения границы раздела «шлак–металл») фирма «ALD» решила установкой в стенке кристаллизатора термопар, позволяющих по изменению температуры определять это местоположение с точностью ± 5 мм, что вполне достаточно для практических целей.

Уже эти первые доклады показали, что интерес мировых лидеров рынка оборудования и технологий ЭШП сосредоточен на нуждах энергетики и, прежде всего, связан с производством крупных кузнечных слитков из сложнолегированных сталей и т. н. суперсплавов. По этой же теме представил доклад доктор Лиу Джонгли (Университет Циндао, КНР), посвященный применению ЭШП для нужд атомной энергетики Китая. Отметим, что сегодня в Китае построена самая большая в мире печь ЭШП, спроектированная для производства кузнечных слитков массой до 450 т. Из этого обзорного доклада стало понятно, что КНР делает ставку на ускоренное развитие атомной энергетики. Более того, докладчик отметил, что после аварии на АЭС в г. Фукусима многие проекты строительства новых АЭС приостановлены, но сегодня им вновь дан «зеленый свет». Обратил на себя внимание участников примечательный технический факт из этого доклада. Специалистам атомного машиностроения хорошо известны трудности, связанные с изготовлением различных толстостенных труб для АЭС, изготавливаемых, как правило, с внутренней плакировкой из нержавеющей сталей. Сегодня фирма «ТНМ» (г. Яньай, КНР) изготавливает такие трубы целиком из нержавеющей стали свободной ковкой из слитков ЭШП массой 80...100 т.

Интересно, что практически все последующие доклады по специальным способам плавки были посвящены сталям и сплавам для энергетики. Это вполне объяснимо, т.к. в последнее время все больше ощущается разрыв между потребностями мировой экономики в электроэнергии и известны-

ми ограничениями традиционных циклов ее производства, а также возможностями металлургов удовлетворить спрос энергетического машиностроения на стали и сплавы для работы при все более высоких температурах и давлениях. В частности, во время открытой дискуссии по проблеме крупного кузнечного слитка американские коллеги упомянули, что планировавшийся на 2016 г. пуск в эксплуатацию опытного блока ТЭС с рабочей температурой пара 700 °С отложен из-за того, что не решена проблема ротора паровой турбины на ультра сверхвысокие параметры. Всеобщий интерес вызвал доклад А. И. Балицкого (ФМИ им. Г. В. Карпенко, Украина), в котором сделан подробный обзор материалов для современной энергетики.

Именно информация о новых сталях и сплавах стала связующим звеном между металлургами и сварщиками, принимавшими участие в симпозиуме. Ряд докладов, представленных ведущими специалистами по сварке ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ, вызвал неподдельный интерес и у металлургов. Это касается исследований свариваемости никелевых суперсплавов (доклады К. А. Ющенко и Н. О. Червякова), высокопрочных сталей (В. Д. Позняков) и сварки в энергетическом машиностроении (В. Ю. Скульский). Особенно интересной была четко проведенная в этих докладах взаимосвязь между металлургическим качеством (чистотой) сталей и сплавов и их свариваемостью.

Практически каждый доклад вызывал немало вопросов к выступающим и постоянные дискуссии стали основой для оживленных обсуждений проблемы получения крупного качественного кузнечного слитка. Одним из интересных результатов этих обсуждений стало поддержанное многими специалистами заключение о том, что на новом этапе при изготовлении все больших и больших машин возможно появление комбинированной технологии изготовления многотонных деталей сваркой из поковок сравнительно небольшой массы из новых материалов.

В ходе этого обсуждения специалист в области ЭШП тяжелых листовых слитков А. Г. Богаченко предложил учредить премию имени его Учителя — Б. И. Медовара для награждения авторов лучших работ по ЭШП, широко представляемых на международных конференциях по специальной электрометаллургии. Это предложение одобрили коллеги из США, где будет проходить следующая конференция в 2017 г. На правах организаторов они обещали включить такое награждение в ее работу.

А. П. Стовпченко

*С трудами симпозиума «Proceedings of the Medovar Memorial Symposium»
можно ознакомиться в библиотеке ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины*

12-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ «ЕВТ-2016»



13–18 июня 2016 г. в Варне (Болгария), состоялась традиционная 12-я Международная конференция по электронно-лучевым технологиям «ЕВТ-2016». Конференция организована Технологическим центром электронно-лучевых и плазменных технологий, созданным на базе Института электроники Болгарской академии наук. Председателем оргкомитета конференции традиционно был всемирно известный ученый в области электронно-лучевых технологий профессор Георгий Младенов.

Как и на всех предыдущих конференциях «ЕВТ», основной тематикой были технологии, основанные на использовании в качестве источников нагрева лучей высокой мощности, главным образом электронных. Рассматривались как традиционные аспекты теории и практики применения электронных лучей в промышленности и научных исследованиях, так и современные тенденции в использовании электронно-лучевых устройств для реализации новых технологических решений в наиболее перспективных направлениях науки и техники.

Учеными из 19 стран (Болгарии, Германии, Украины, Великобритании, Японии, Китая, США, России, Чехии, Словакии, Турции, Румынии, Франции, Испании, Италии, Финляндии, Таиланда, Беларуси, Казахстана) представлено более 70 пленарных и стендовых докладов по следующим основным темам:

- физика электронных лучей высокой мощности;
- электронно-оптические системы, средства контроля и управления электронными лучами;
- электронно-лучевая сварка;
- электронно-лучевая плавка и рафинирование;
- аддитивное производство;
- нанесение металлических покрытий из паровой фазы;
- электронно-лучевая модификация поверхности и нанесение тонких пленок;
- электронно-лучевая термообработка;

- электронно-лучевая литография;
- применение электронных лучей для обработки полимеров и композиционных материалов;
- ионная литография, ионная имплантация;
- моделирование физических процессов при взаимодействии потоков заряженных частиц с материалами;
- применение потоков заряженных частиц в нанотехнологиях и нанoeлектронике;
- применение потоков заряженных частиц в медицине и обработке пищевых продуктов;
- электронно-лучевое оборудование и автоматизация технологических процессов.

Некоторые темы, например аддитивное производство, электронно-лучевая литография и ряд других, были представлены на конференции «ЕВТ» впервые. В целом, такая широта и разнообразие тематик исследований, объединенных иногда не более чем только ключевыми словами «электронный луч», стала главным отличительным качеством и достоинством конференции «ЕВТ-2016» по сравнению с предыдущими. Существенно расширилась и география участников, причем как количественно, так и качественно.

Большинство докладов отличались весьма высоким исследовательским уровнем, проработанным научным обоснованием и убедительными экспериментальными данными. Прикладной характер большинства работ и нацеленность на конкретный конечный результат в виде отработанной технологии, подготовленной к внедрению в промышленность, является тенденцией последних конференций «ЕВТ». Высокие требования к разрабатываемым технологиям, выдвигаемые заказчиками из реального промышленного сектора, которые финансируют многие исследования





и разработки, безусловно повышают ответственность исследовательских центров и лабораторий за практический результат таких работ, что, несомненно, положительно сказывается на уровне докладов.

Целый ряд докладов посвящен применению разнообразных электронно-лучевых технологий в широко распространенных во всем мире гражданских отраслях промышленности, например медицине, автомобилестроении, производстве пищевых продуктов и прочих. Спектр материалов, для обработки которых применяются электронно-лучевые технологии, также смещается в сторону обычных дешевых промышленных материалов, таких как сплавы алюминия, меди, никеля и даже чугунов. Конференция «ЕВТ-2016» доказывает, что электронно-лучевые технологии перестают быть экзотикой, применяемой только в отдельных случаях для работы с дорогими металлами, а становятся нормальной промышленной практикой. Это не может не радовать и не обнадеживать наших ученых и инженеров, имеющих богатый опыт в разработке разнообразных технологий специального назначения, и заинтересованных в новом применении своих знаний и опыта.

Следует подчеркнуть, что разработка новых промышленных электронно-лучевых технологий продвигает как научные исследования в этой области, так и способствует прогрессу в развитии электронно-лучевого оборудования, средств контроля и автоматизации технологических процессов. Именно в Болгарии на конференциях «ЕВТ» представляли альтернативные способы и средства генерирования электронного луча, например газоразрядные электронные пушки и источники электронов с плазменным катодом, которые тра-

диционно разрабатывались в Украине и России соответственно.

Украина была достойно представлена на конференции «ЕВТ-2016» рядом интересных и разнообразных докладов. ПрАТ «НВО «Червона Хвиля» представило новую технологию и оборудование для аддитивного производства, в основе которой лежит использование уникального полого конического электронного луча. Совместный доклад ПАО «Мотор Сич» и ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ посвящен гибридной технологии сварки магниевых сплавов. НПП «Элтехмаш» представило новые композиционные материалы на основе меди, получаемые осаждением из паровой фазы. В докладе ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ проанализированы гидродинамические и тепловые процессы в жидком металле при электронно-лучевой сварке в особых условиях. Доклад НТУУ «КПИ» посвящен рассмотрению некоторых числовых алгоритмов, используемых для симуляции высоковольтного тлеющего разряда в газоразрядных электронных пушках. Таким образом, украинские докладчики подтвердили высокий уровень украинской электронно-лучевой школы, продемонстрировав как глубокие теоретические исследования, так и передовые разработки для решения прикладных промышленных задач.

Необходимо отметить традиционно прекрасную организацию проведения мероприятия и исключительное болгарское гостеприимство оргкомитета конференции во главе с профессором Георгием Младеновым. Все без исключения участники и гости были окружены поистине семейным вниманием и заботой. Благодаря этим качествам конференции «ЕВТ» всегда являются не только официальным мероприятием, но и дружеской встречей коллег.

Д.В. Ковальчук

Л. Я. ШВАРЦМАНУ — 75. ОПЫТ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ПЕРСПЕКТИВЫ НАУКИ

18 июля 2016 г. исполнилось 75 лет со дня рождения и 50 лет научной и педагогической деятельности известного ученого в области металлургии, лауреата премии Совета Министров СССР, заслуженного изобретателя Украины, доктора философии, кандидата технических наук Леонида Яковлевича Шварцмана.

Вся многолетняя научная деятельность Леонида Яковлевича связана с решением актуальных проблем теории и технологии получения кремния, германия, титана и магния и физико-химических процессов образования неорганических соединений. Многообразие и сложность проблем термодинамики и кинетики процессов в реальных условиях промышленного производства были источником целеустремленного поиска этих решений, обеспечивающих эффективность производства.

30 лет работы Л. Я. Шварцмана в Центральной лаборатории заводского сектора науки связаны с вопросами получения полупроводникового кремния (уникальная плазмохимическая технология получения синтетических кварцевых тиглей, технология кремниевого литья, рециркуляционная технология производства поликристаллического кремния), ректификации и хлорирования в расплаве, легирования германия и титана.

На сегодняшний день ученым ведутся работы в области аддитивных технологий, позволяющие сделать настоящий прорыв в титановой отрасли.

Многие решения были пионерскими, обеспечивая внедрение современных достижений науки в реальное производство и являлись элементами в значительной степени оригинального технологического комплекса титано-магниевого и полупроводникового производства в городе Запорожье. Значимость работ характеризуется созданием экологически оптимальной технологии получения кремния.

За создание безотходной технологии производства полупроводникового кремния Леониду Яковлевичу, в составе творческого коллектива, была

присуждена премия Совета Министров СССР (1985 г).

Л. Я. Шварцман — заслуженный изобретатель Украины, автор 150 патентов и 250 публикаций в научно-технических изданиях.



Работы по ключевым проблемным вопросам металлургии и химии полупроводникового кремния (вопросы химической технологии), выполненные при участии и под руководством Л. Я. Шварцмана, обобщены в монографии «Технология полупроводникового кремния», созданной коллективом авторов Запорожского титано-магниевого комбината. Следует отметить, что указанная монография стала настольной книгой для инженеров и научных работников, обеспечивающих развитие технологии полупроводников.

Являясь признанным и известным специалистом в полупроводниковой и титановой отрасли, Леонид Яковлевич достойно представляет научную школу производственного коллектива, которая воспитала более ста кандидатов технических наук и четырех докторов наук.

Великолепно владея методикой научного анализа и научных исследований, Леонид Яковлевич предвидит революционный прорыв в технологии производства полупроводников. Накопленные знания и опыт в развитии отдельных переделов и оборудования существующих типовых технологий подводят к пониманию необходимости качественно новых технологических решений в области металлургии кремния, германия, титана и магния. И эти решения есть. Есть и желание их реализовать.

От всей души, с благодарностью за помощь и сотрудничество, поздравляем юбиляра. Желаем ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

Коллектив ООО «Инфоком»
и ООО «Солнечные стандартные решения»

ПОДПИСКА–2017 на журнал «Современная электрометаллургия»

Украина		Россия		Страны дальнего зарубежья	
на полугодие	на год	на полугодие	на год	на полугодие	на год
240 грн	480 грн	1800 руб.	3600 руб.	30 дол. США	60 дол. США

В стоимость подписки включена доставка заказной бандеролью.

Подписку на журнал «Современная электрометаллургия» можно оформить непосредственно через редакцию или по каталогам подписных агентств «Пресса», «Идея», «Прессцентр», «Информнаука», «Блицинформ», «Меркурий» (Украина) и «Пресса России» (Россия).



Подписка на электронную версию журнала
«Современная электрометаллургия»
на сайте: www.patonpublishinghouse.com

Правила для авторов: www.patonpublishinghouse.com/rus/journals/sem/rules
Лицензионное соглашение: www.patonpublishinghouse.com/rus/journals/sem/license
В 2016 г. в открытом доступе архивы статей журнала за 2008–2014 гг.

РЕКЛАМА в журнале «Современная электрометаллургия»

Реклама публикуется на обложках и внутренних вклейках следующих размеров

- Первая страница обложки (190×90 мм)
- Вторая, третья и четвертая страницы обложки (200×290 мм)
- Первая, вторая, третья, четвертая страницы внутренней обложки (200×290 мм)
- Вклейка А4 (200×290 мм)
- Разворот А3 (400×290 мм)

Контакты:

тел./факс: (38044) 200-82-77;
200-54-84; 205-22-07
E-mail: journal@paton.kiev.ua

Технические требования к рекламным материалам

- Размер журнала после обрезки 200×290 мм
- В рекламных макетах для текста, логотипов и других элементов необходимо отступать от края модуля на 5 мм с целью избежания потери части информации

Все файлы в формате IBM PC

- Corell Draw, версия до 10.0
- Adobe Photoshop, версия до 7.0
- QuarkXPress, версия до 7.0
- Изображения в формате TIFF, цветовая модель CMYK, разрешение 300 dpi
- **Стоимость рекламы и оплата**
- Цена договорная

- По вопросам стоимости размещения рекламы, свободной площади и сроков публикации просьба обращаться в редакцию
- Оплата в гривнях или рублях РФ по официальному курсу
- Для организаций-резидентов Украины цена с НДС и налогом на рекламу
- Для постоянных партнеров предусмотрена система скидок
- Стоимость публикации статьи на правах рекламы составляет половину стоимости рекламной площади
- Публикуется только профильная реклама
- Ответственность за содержание рекламных материалов несет рекламодатель

Подписано к печати 14.09.2016. Формат 60×84 / 8. Офсетная печать.
Усл. печ. л. 7,8. Усл. кр.-отт. 8,1. Уч.-изд. л. 9,3
Печать ООО «Фирма «Эссе». 03142, г. Киев, пр. Акад. Вернадского, 34 / 1.