

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Б. Е. Патон

С. В. Ахонин, Г. М. Григоренко (зам. гл. ред.),
Д. М. Дяченко (отв. секр.), 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, Днепропетровск, Украина),
О. М. Ивасишин (Ин-т металлофизики, Киев),
П. И. Лобода (НТУУ «КПИ», Киев, Украина),
А. Н. Петрунько (ГП «ГНИП Институт титана», Запорожье,
Украина),
А. Д. Рябцев, А. А. Троянский (ДонНТУ, Украина)

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Д. Аблизер

(Ун-т Лотарингии, Нанси, Франция),

Г. М. Григоренко

(ИЭС им. Е. О. Патона, Киев, Украина),

К. В. Григорович

(МИСиС, Москва, РФ),

А. А. Ильин

(МАТИ-РГТУ, Москва, РФ),

Б. Короушич

(Ин-т металлов и технол., Любляна, Словения),

С. Ф. Медина

(Нац. центр металлург. исслед., Мадрид, Испания),

А. Митчелл

(Ун-т Британской Колумбии, Канада),

Б. Е. Патон

(ИЭС им. Е. О. Патона, Киев, Украина),

Ц. В. Рашев

(Ин-т металлург. и технол. металлов,
София, Болгария),

Ж. Фокт

(Науч.-технол. ун-т Лилля, Франция),

Цохау 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

Украина, 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11
Институт электросварки
им. Е. О. Патона НАН Украины
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, Н. А. Притула

Электронная верстка

Л. Н. Герасименко, Т. Ю. Снегирева, А. И. Сулима

Свидетельство

о государственной регистрации

КВ 6185 от 31.05.2002

ISSN 0233-7681

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

Протокивиллов И. В., Назарчук А.Т., Петров Д.А., Порохонько В. Б.
Использование разрядов конденсаторов для управления кристаллизацией
металла при ЭШП 3

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ

**Ахонин С. В., Березос В. А., Пикулин А. Н., Северин А. Ю.,
Ерохин А.Г.** Электронно-лучевая плавка жаропрочных сплавов на основе
никеля 9

ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**Григоренко Г.М., Адеева Л.И., Туник А.Ю., Коржик В.Н.,
Степанюк С.Н., Дорошенко Л.К., Чайка А.А., Лютик Н.П.,
Еремеева Л.Т.** Особенности металлургических процессов при
плазменно-дуговом напылении покрытий, полученных из стальной
проволоки с порошковыми наполнителями WC и WC-Co 14
**Кожемякин В.Г., Шаповалов В.А., Бурнашев В.Р., Ботвинко Д.В.,
Бирюченко Д.А.** Исследование качества восстановленного и
легированного поверхностных слоев медных плит при ПДРП 25

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТАЛЛУРГИИ

Гайдук С.В., Кононов В.В., Куренкова В.В. Получение прогнозирующих
математических моделей для расчета термодинамических параметров
литейных жаропрочных никелевых сплавов 31

ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЯ СТАЛИ И ФЕРРОСПЛАВОВ

**Корниевский В.Н., Панченко А.И., Логозинский И.Н.,
Сальников А.С., Касьян С.Л., Шибeko П.А., Мазурук С.Л.,
Яковицкий А.В., Гасик М. И., Горобец А.П.** Разработка технологии
внепечной обработки электростали с применением пегматита как
заменителя плавикового шпата 38

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Курапов Ю.А., Борецкий В.В. Адгезия толстых углеродных пленок,
полученных электронно-лучевым испарением углерода 47
Стельмах Я.А., Крушинская Л.А. Формирование структуры Al₂O₃ с
использованием удаляемых в процессе конденсации добавок In и NaCl 52

ИНФОРМАЦИЯ

Полишко А.А. IX Международная конференция «Чистая сталь» 56
Зельниченко А.Т. XIV Международный промышленный форум 57
К.А. Ющенко — 80 59
Указатель статей, опубликованных в 2015 г. 62
Указатель авторов 63

*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. Akhoniin, G. M. Grigorenko (vice-chief ed.),
D. M. Dyachenko (exec. secr.), 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, Dnipropetrovsk),
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. D. Ryabtsev, A. A. Troyansky
(DonNTU, Donetsk, Ukraine)

**THE INTERNATIONAL
EDITORIAL COUNCIL**

D. Ablitzer

(Universite de Lorraine, Nancy, France),

G. M. Grigorenko

(PWI of the NASU, Kyiv, Ukraine),

K. V. Grigorovich

(MISIS, Moscow, Russia),

A. A. Iljin

(MATI, Moscow, Russia),

B. Koroushich

(IMT, Ljubljana, Slovenia),

S. F. Medina

(CENIM, Madrid, Spain),

A. Mitchell

(University of British Columbia, Canada),

B. E. Paton

(PWI of the NASU, Kyiv, Ukraine),

Ts. V. Rashev

(Institute of Metals Science, Sofia, Bulgaria),

J. Foct

(Universite de Lille, France),

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, Bozhenko 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, N. A. Pritula

Electron galley

L. N. Gerasimenko, T. Yu. Snegiryova, A. I. Sulima

State Registration Certificate
KV 6185 of 31.05.2002
ISSN 0233-7681

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

Protokovilov I.V., Nazarchuk A.T., Petrov D.A., Porokhonko V.B.

Application of discharges of capacitors for control of metal crystallization
in ESR 3

ELECTRON BEAM PROCESSES

Akhoniin S.V., Berezos V.A., Pikulin A.N., Severin A.Yu., Erokhin A.G.

Electron beam melting of heat-resistant alloys on nickel base 9

PLASMA-ARC TECHNOLOGY

**Grigorenko G.M., Adeeva L.I., Tunik A.Yu., Korzhik V.N., Stepanyuk S.N.,
Doroshenko L.K., Chaika A.A., Lyutik N.P., Eremeeva L.T.** Peculiarities of
metallurgical processes in plasma-arc spraying of coatings produced from steel
wire with powder fillers WC and WC-Co 14

**Kozhemyakin V.G., Shapovalov V.A., Burnashev V.R., Botvinko D.V.,
Biryuchenko D.A.** Investigation of quality of restored and alloyed surface
layers of copper plates in PARS 25

GENERAL PROBLEMS OF METALLURGY

Gaiduk S.V., Kononov V.V., Kurenkova V.V. Design of prediction
mathematical models for calculation of thermodynamic parameters of cast
heat-resistant nickel alloys 31

ELECTROMETALLURGY OF STEEL AND FERROALLOYS

**Kornievsky V.N., Panchenko A.I., Logozinsky I.N., Salnikov A.S.,
Kasian S.L., Shibeko P.A., Mazuruk S.L., Yakovitsky A.V., Gasik M.I.,
Gorobets A.P.** Development of technology of ladle treatment of electric
steel by using pegmatite as substitute for fluorspar 38

NEW MATERIALS

Kurapov Yu.A., Boretsky V.V. Adhesion of thick carbon films, produced by
electron beam evaporation of carbon 47

Stelmakh Ya.A., Krushinskaya L.A. Formation of Al₂O₃ structure by using
In and NaCl additions removed during condensation process 52

INFORMATION

Polishko A.A. IX International Conference «Pure Steel» 56

Zelnichenko A.T. XIV International Industrial Forum 57

Yushchenko K.A. is 80 59

Index of articles published in 2015 62

Index of authors 63

«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



IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЧИСТАЯ СТАЛЬ»

8–10 сентября 2015 г. в г. Будапешт (Венгрия) состоялась IX Международная конференция «Чистая сталь». Организатором конференции выступило Венгерское горно-металлургическое общество при поддержке Европейской Комиссии, Исследовательского фонда угля и стали (RFCS), Европейской конфедерации производства чугуна и стали (EUROFER), Конфедерации европейских институтов стали (ESIC), Международного общества металлургических институтов (ISSI), Международной ассоциации стали (Worldsteel).

Сессию пленарных докладов открыл профессор П. Тарди, сделавший обзор насущных проблем получения и оценки чистых сталей. Будучи одним из организаторов конференции «Чистая сталь» в 1970 г. он отметил, что за 45-летнюю историю появилось много новых идей и направлений улучшения качества стали. Интересно и то, что «чистая» сталь, как ее понимали в 1970-х г.г. была бы не актуальна на современном рынке.

На конференции рассмотрен широкий спектр вопросов получения и оценки чистоты стали: формирование и модификация неметаллических включений, их поведение в процессе производства; повышение качества и контроль чистоты стали в промышленности, технологии производства сталей с низким содержанием C, O, S и N; выплавка и внепечная обработка стали, непрерывная разливка; вопросы моделирования.

В работе конференции приняли участие 170 специалистов из 35 стран мира, которые представили 54 доклада от ведущих промышленных компаний, таких как ArcelorMittal, POSCO, Tata Steel, Nucor, Krupp, Kobe Steel. Результаты своих исследований представили ученые из 16 университетов и институтов — TU Bergakademie Freiberg (Германия), Akita University (Япония), Montanuniversität Leoben (Австрия) и других. От ИЭС им. Е.О. Патона выступили с докладами: «Возможности повышения качества рельсовой стали методом ЭШП» (П. Кайда, Л. Медовар, А. Полишко, А. Стовпченко); «Использование кислых шлаков и огнеупоров: поиск компромиссов с чистотой стали» (Л. Медовар, А. Стовпченко, Я. Гусев, Л. Лисова).

Исчерпывающий анализ сделал Ж.-П. Бират (European Steel Technology Platform ESTEP, Бель-

гия) в докладе о современном состоянии производства «чистой» стали, новых технологиях, мировых тенденциях и направлениях для ее повышения. Главными процессами для получения «чистой» стали высокого качества названы ЭШП и ВДП, а повышение чистоты рядовой стали требует дальнейшего усовершенствования технологии внепечной обработки. Основными параметрами чистоты стали по-прежнему являются показатели по неметаллическим включениям, фазовому составу и структуре.

Ряд докладов вызвал интерес всех участников конференции.

Оригинальную методику исследования механизма формирования комплексных включений, состоящих из мелких частиц, представил проф. Р. Иное (Akita University, Japan). По его мнению удаление крупных включений является технологическим ключом для производства чистой стали в современном стелеплавильном процессе. Мелкие неметаллические включения преимущественно влияют на рост зерна и могут способствовать повышению механических свойств стали.

Новый технологический подход к контролю чистоты стали при ЭШП представил проф. Дж. Джан (Northeastern University, Shenyang, China). Известно, что дефосфорация практически отсутствует при классическом ЭШП из-за невысокого содержания CaO, низкого содержания FeO в шлаке и высоких температур. Однако добавление CaF_2 –BaO в шлак при содержании 15...30 % BaO повышает основность шлака и степень дефосфорации. Применение шлаков системы Ca– CaF_2 при выплавке нержавеющей сталей уменьшает содержание фосфора в процессе ЭШП на порядок в сравнении с исходным металлом. Сера удаляется достаточно эффективно (50...80 %), однако в защитной атмосфере аргона, степень десульфурации снижается. Поэтому необходимо использовать шлаки с высоким содержанием CaO. Уменьшение содержания FeO, MnO, SiO_2 в шлаке снижает содержание кислорода и оксидных включений в сталях.

Интересные результаты исследований по специфике использования неметаллических включений для формирования игольчатой ферритной струк-



туры представила Д. Лодер (Montanuniversitaet Leoben, Austria). Программа исследований включает термодинамическое моделирование с применением программы FactSage и лабораторные испытания, выплавку экспериментальных образцов и натурные исследования с применением лазерного конфокального микроскопа при высоких температурах до 1700 °С.

В результате определены основные параметры, влияющие на рост игольчатого феррита: химический состав стали, неметаллические включения, скорость охлаждения и размер аустенитного зерна.

При подведении итогов конференции Ж.-П. Бират отметил, что чистота стали по неметаллическим включениям, снижению содержания примесей P и S, разноплановые вопросы качества по прежнему требуют внимания специалистов. Традиционно значительное внимание уделяется обработке стали кальцием. К новым методам могут быть отнесены: удаление включений пульсирующим электрическим током (ранний сигнал)

и разработка стали низкой плотности. Среди новых технологий была отмечена идея объединения ЭШП + МНЛЗ, а также перспективность электрошлаковой выплавки полых заготовок.

Доклад «Возможности повышения качества рельсовой стали методом ЭШП» (Институт электросварки им. Е.О. Патона НАНУ, г. Киев) Ж.-П. Бират оценил как один из десяти лучших на конференции.

Закрывая конференцию П. Гарди поблагодарил участников за проявленный интерес к мероприятию и пригласил на X Международную конференцию «Чистая сталь», которая состоится в г. Будапешт (Венгрия) в 2018 г.

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

(<http://www.cleansteel9.com>)

А.А. Полишко

XIV МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

С 24 по 27 ноября 2015 г. в Киеве на территории Международного выставочного центра прошел XIV Международный промышленный форум, который вошел в список ведущих мировых промышленных выставок, официально сертифицированных и признанных Всемирной ассоциацией выставочной индустрии. Он ежегодно подтверждает статус крупнейшего выставочного события Украины в машиностроении и металлообрабатывающей промышленности. Организатором форума является ООО «Международный выставочный центр».

Экспозиции промышленного форума заняли площадь 10000 квадратных метров. В специализированных выставках приняли участие 298 компаний, представив оборудование и технологии из 28 стран мира. Мероприятие посетили более 7560 человек. В рамках промышленного форума проведены специализированные выставки: «Металлообработка», «УкрСварка», «Безопасность производства», «УкрПромАвтоматизация», «Образцы, стандарты, эталоны, приборы» и др.

Участники специализированных выставок «УкрПромАвтоматизация» и «Образцы, стан-



«Желтый мир» роботов на стенде компании «Фанук Украина»



Директор ООО ПИИ «Бинцель Украина» Ю.А. Дидус на стенде компании



Система технического зрения для промышленных сварочных роботов, разработанная в ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ

дарты, эталоны, приборы» представили на своих стендах весь спектр оборудования и программного обеспечения, необходимых для производства в любой отрасли.

На специализированной выставке «Безопасность производства» как всегда была представлена продукция отечественных производителей: спецодежда, спецобувь и средства индивидуальной и коллективной защиты.

Государственная служба Украины по вопросам труда в рамках форума провела свою коллегию, что, бесспорно, подтверждает большое значение его в части повышения эффективности мероприятий, проводимых на государственном уровне для обеспечения безопасности труда на производствах.

Традиционно ядром форума являются выставки «Металлообработка» и «УкрСварка». На своих стендах новейшие образцы оборудования и инструмента продемонстрировали как отечественные, так и зарубежные производители. Промышленные компании Чешской Республики, Республики Словения и Турции были представлены коллективными экспозициями. ООО «Арамис» — отечественный производитель технологического оборудования для обработки материалов, продемонстрировал новейшую модель станка для лазерной резки серии AFL-3000, имеющую усиленную механику порталного механизма, что дает возможность максимально реализовать потенциал мощных лазеров. Яркой страницей Промышленного форума была крупнейшая за все годы его существования экспозиция промышленных роботов. Погружение в свой «желтый мир» на одном из центральных стендов выставки про-



Стенд журналов, издаваемых ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ

водили специалисты компании «Фанук Украина». Посетители имели отличную возможность ознакомиться с инновационными решениями, представленными сразу на двух выставочных стендах ООО «Фрониус Украина». Основной его новинкой, торжественно презентованной, стала сварочная платформа TPS/iRobotics — инновационная система для решения различных сварочных задач, которая устанавливает новые стандарты взаимодействия между человеком и машиной. Роботы ТМ Panasonic на стенде ООО «КБ Роботикс Инженерия», ТМ MOTOMAN на стенде компании ООО «Триада Лтд Ко», ТМ KUKA на стенде компании ООО «Центросплав-Украина» пользовались неслабевающим интересом посетителей выставки.

Сварочные работы в реальном времени велись на стендах ООО «Фрониус Украина», ООО «Саммит», ООО «Центросплав-Украина», ЧП «Идель» и других. Самобытными и насыщенными представлены стенды ООО «Сварка», ООО ПИИ «Бинцель Украина ГмбХ» и Jackle Schweiss- und Schneidtechnik GmbH.

Постоянный поток посетителей был у стендов отечественных производителей: ООО «Завод автогенного оборудования «Донмет» (в этом году отметил свое 25-летие), ОДО «Зонт», НПП «Техмаш», ООО «Сумы-Электрод». Открытием выставки стала компания ООО «Витаполис» — новый отечественный производитель широкой номенклатуры сварочных проволок.

ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины представил свои разработки в области роботизированной сварки. На стенде компании ООО «Фрониус Украина» демонстрировалась система технического зрения для промышленных сварочных роботов,



яка дозволяє компенсувати неточності збирання та підготовки стыка під сварку. В основу роботи покладено лазерний триангуляційний метод, суть якого заключається в формуванні світлового сліда на зварюваних поверхнях з наступною його фіксацією спеціалізованою відеокамерою. Завдяки системі технічного зору робот не тільки визначає просторове положення деталей та стыкового з'єднання перед сваркою, але й отримує додаткову технологічну інформацію, таку як ширина та глибина розділки, величина зазору, перевищення однієї кромки відносно іншої. Ця інформація дуже важлива, так як відкриває перед технологами можливість адаптивного автоматичного управління процесом сварки.

Як і на попередніх виставках «УкрСварка» на своїх стендах представляла журнали, видавані

ІЕС ім. Е. О. Патона НАН України: «Автоматична сварка», «Технічна діагностика та неруйнівний контроль», «Сучасна електрометалургія» та «Сварщик». Великий інтерес у відвідувачів викликала тематика листопадового випуску журналу «Автоматична сварка», приуроченого видавцем спеціально до проведення Промислового форуму.

В ці дні пройшов ХІ конкурс зварників України «Золотий кубок Бенардоса-2015». Церемонія нагородження переможців конкурсу відбулася в урочистій обстановці у стендових учасників виставки «УкрСварка», яка є головною виставочною майданчиком для фахівців в області технології сварки, різки, наплавки та родических технологій в Україні.

А.Т. Зельніченко

К.А. ЮЩЕНКО — 80

В грудні виповнилось 80 років відомому вченому в галузі технології зварювання та зварювального матеріалознавства, доктору технічних наук, академіку НАН України, професору, заслуженому діячу науки та техніки України, лауреату Державної премії СРСР, Премії РМ СРСР, Премії ім. Є.О. Патона, заступнику директора з наукової роботи Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона Костянтину Андрійовичу Ющенку.

К.А. Ющенко працює в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України з 1958 р. Основний напрямок його наукової діяльності — нові металічні матеріали, процеси їх одержання та обробки поверхні, технологія зварювання. Наукова діяльність К.А. Ющенка пов'язана із створенням добре зварюваних сталей та сплавів, зокрема таких, що використовуються в агресивних середовищах, умовах випромінювання, при криогенних та високих температурах, розробкою теоретичних основ їх зварювання.

У 1962–1965 рр. ним було виконано цикл робіт по теорії зварювання сталей феритно-аустенітного класу. Було встановлено закономірності змінення фізико-механічних та корозійних властивостей металу з багатокомпонентним фазовим складом. Вивчення мікропроцесів вибіркового електрохімічного розчинення фаз дозволило встановити взаємозв'язок між ступенем їх легування в активних середовищах. Це стало основою для розробки нових систем економно легированих нікелем сталей та швів, створення зварювальних ма-

теріалів і процесів, які забезпечують їх широке використання в хімічному машинобудуванні. Виконані дослідження узагальнені К.А. Ющенко у кандидатській дисертації (1965 р.).

У 1965–2005 рр. К.А. Ющенко очолює в ІЄЗ дослідження по створенню нових конструкційних зварюваних сталей та сплавів для криогенної техніки, нових технологій по інженерії поверхні.

Однією з найважливіших проблем світового рівня є оптимізація складу сталі і шва, виходячи з вимог високої питомої міцності, стійкості проти скрихнення за різних умов навантаження в інтервалі 4,2...293 К, в тому числі при дії сильних магнітних полів, радіаційного випромінювання, термоциклах. Проведені К.А. Ющенко дослідження, поряд з теоретичними роботами, дозволили створити гаму нових добре зварюваних сталей для криогенної техніки, а також зварювальних матеріалів і процесів. Це стало основою для розвитку нового наукового напрямку — зварювального криогенного матеріалознавства, яке одержало визнання і розвиток не тільки в країнах СНД, але й за кордоном.

К.А. Ющенко із співробітниками виконано великий цикл робіт по оцінці конструкційної





міцності зварних з'єднань при криогенних температурах. Теоретичні дослідження були реалізовані при створенні методів розрахунку і норм проектування конструкцій, прийнятих в Україні, Росії та інших країнах.

Понад 80 нових марок сталей, зварювальних дротів, флюсів, технологій, створених під керівництвом і за участю К.А. Ющенко, використовуються у вітчизняному криогенному машинобудуванні. Їх використання реалізовано в новітніх великих національних проектах, таких, як «Буран» (стартовий комплекс), «Токамак-7», «Токамак-15» (силова надпровідна магнітна система), великі імітатори космосу, МГД-генератори, пристрої життєзабезпечення та бортові двигуни космічних систем, нове покоління газотурбінних двигунів. Нові сталі та матеріали, розроблені К.А. Ющенко, включені як кандидатні при створенні міжнародного термоядерного реактору «ІТЕР» і магнітної системи установки «Стеларатор». В останні роки розроблено і освоєно заводами Дніпроспецсталь, НКМЗ і Запоріжсталь промислову технологію виробництва товстолистового прокату великих поковок (масою до 20 т) стабільноаустенітної сталі для здійснення будівництва прототипу реактора з керованим термоядерним синтезом.

Наукові дослідження та технологічні розробки у галузі криогенного матеріалознавства узагальнено К.А. Ющенко у докторській дисертації (1982 р.).

Розвиваючи теоретичні роботи по матеріалам для зварювання високолегованих сталей, К.А. Ющенко у 1985 р. розробив нові положення та ідеї щодо процесів, які викликають утворення тріщин у швах при кристалізації та повторних нагріваннях. Теоретично обгрунтовано та експериментально підтверджено роль дислокаційних і сегрегаційних процесів у верхньому та нижньому інтервалах крихкості на утворення тріщин. Одержані дані реалізовано при створенні нових оригінальних систем легування швів та матеріалів електродних дротів, які знайшли застосування при зварюванні спеціальних сплавів на основі нікеля.

В останні роки К.А. Ющенко із співробітниками на основі дослідження процесів скрихчення високохромистих сталей з ОЦК-структурою системи Fe-20Cr запропонував керувати сегре2/2015 59 гаційними явищами при рекристалізації металу за рахунок контрольованого диспергування домішок в зерні. Ці роботи відкрили перспективний напрямок у розробці технологічних безнікелевих корозійностійких високохромистих ферітних сталей, що дозволило запропонувати гаму добре зварюваних сталей масового призначення. Нові сталі

типу 04X19АФТ з нітрідно-ванадієвим дисперсійним мікролегуванням, освоєні металургійними виробництвами, знайшли широке застосування у промисловості.

Одним із значних наукових досягнень є створення К.А. Ющенко із співробітниками теорії зварювання високолегованих сталей із понадрівноважним вмістом азоту. Цикл робіт дозволив обгрунтувати принципи одержання якісних з'єднань металів нового класу із понадрівновісним легуванням газами. Дослідження з кінетики деазотації дозволили встановити умови існування квазірівновісних станів у приграничних зонах металу, що кристалізується, роль фазових змін металу в системі «рідина-газ». Вперше у світовій практиці розроблено матеріали та процеси, що дозволяють зварювати метал із понадрівновісним вмістом азоту до 1 %.

У 1990–1995 рр. К.А. Ющенко виконано цикл робіт по зварюванню кераміки та кераміки з металом. Досліджено процеси взаємодії оксидної, боридної та нітрідної кераміки з металізованою плазмою в умовах прикладення високоенергетичних імпульсних навантажень. Теоретично обгрунтовано можливість одержання якісних нерознімних з'єднань різних видів кераміки. Одержано унікальні характеристики міцності з'єднань кераміки на основі карбіду кремнію при температурах понад 1800 °С.

У 1986–2015 рр. К.А. Ющенко бере участь у роботах по створенню нових матеріалів та процесів щодо обробки поверхні та нанесення покриттів. Він провадить дослідження по створенню і використанню спеціальних порошкових дротів для стійкого проти зносу та корозійностійкого наплавлення, нових видів дротів та порошоків на основі тугоплавких матеріалів, розробці нових композицій сплавів з аморфною структурою. Нові матеріали та процеси знайшли використання у промисловості, багато з яких є оригінальними та запатентовані. До них відносяться нові технологічні процеси, такі як карбованадування, плазмо-детонаційна обробка, мікроплазмове наплавлення і напилення.

У 1980 р. за роботи по створенню спеціалізованих комплексів для металургійного виробництва К.А. Ющенко присуджено Премію Ради Міністрів СРСР. У 1983 р. — Премію ім. Є.О. Патона НАН України за роботи з криогенного матеріалознавства. У 1985 р. К.А. Ющенка удостоєно Державної премії СРСР за створення нових сталей та сплавів.

К.А. Ющенко — автор більш, як 900 друкованих робіт та винаходів, серед яких 5 монографій, 1



довідник. Багато років він очолює один із провідних відділів Інституту електрозварювання. Під керівництвом К.А. Ющенко підготовлено понад 40 кандидатських та 6 докторських дисертацій. К.А. Ющенко веде велику науково-організаційну діяльність. У 1989 р. його обрано віце-президентом Міжнародного інституту зварювання. З 1986 по 1992 рр. він — заступник голови Національного комітету СРСР по зварюванню. З 1993 р. — голова Національного комітету по зварюванню України. К.А. Ющенко — науковий керівник проблеми «Газотермічні та вакуумні покриття...», Комплексної програми науково-технічного прогресу країн РЕВ, з 1990 р. — керівник напрямку «Нерознімні з'єднання та покриття», програми «Нові речовини та матеріали». Очолює секцію по покриттям науково-технічної ради по одержанню та обробці нових матеріалів, член Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства НАН України (1983–2015 рр.), член Спеціалізованої ради по захисту дисертацій при Інституті електрозварювання, член редколегії журналу «Автоматическая

сварка». К.А. Ющенко є виконавчим директором київського відділення Американського міжнародного товариства по матеріалам (ASM International) та членом керівної ради Європейського відділення цього товариства по матеріалам, членом технічного комітету та головою спеціального комітету Міжнародного інституту зварювання по з'єднанням та покриттям перспективних матеріалів в авіаційній техніці. Керував виконанням робіт ряду міжнародних європейських проектів по матеріалам та технологіям у галузі покриттів (ІНТА С, БРАЙТ, ТА СІС).

К.А. Ющенка нагороджено Почесною Грамотою Верховної Ради УРСР, орденом Дружби народів, орденом князя Ярослава Мудрого V ступеня, медалями. У 2001 р. йому присуджено звання Заслужений діяч науки і техніки України.

З 2005 р. очолює роботи по створенню технологій і обладнання для зварювання і ремонту авіаційних двигунів спеціального призначення. Нові розробки і обладнання використовуються на авіаційних підприємствах України.

ДЕСЯТЬ МИРОВЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СТАЛИ



Согласно последним статистическим данным, опубликованным Всемирной ассоциацией производителей стали, выход сырой стали в 66 странах мира в октябре 2015 г. составил 133,640 млн. т. Ежемесячный выход снизился на 3,1 % по сравнению с октябрём прошлого года. На долю этих стран приходится примерно 99 % от общего объёма производства стали в мире.

Крупнейшие мировые производители стали в октябре 2015 г., тыс. т:

- | | | | |
|-----------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| 1. Китай — 66124 | 2. Япония — 9003 | 3. Индия — 7500 | 4. США — 6739 |
| 5. Южная Корея — 5830 | 6. Россия — 5678 | 7. Германия — 3638 | 8. Бразилия — 2983 |
| | 9. Турция — 2774 | 10. Украина — 2055 | |

Список десяти стран по совокупному производству стали в течение января-октября 2015 г., тыс. т:

- | | | | |
|-------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| 1. Китай — 675104 | 2. Япония — 87815 | 3. Индия — 75075 | 4. США — 67243 |
| 5. Россия — 59307 | 6. Южная Корея — 57672 | 7. Германия — 36208 | 8. Бразилия — 28236 |
| | 9. Турция — 26554 | 10. Украина — 19148 | |

<http://www.azovpromstal.com/news>



УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2015 г.

Автор(ы) и название статьи	№ журнала	Автор(ы) и название статьи	№ журнала
Евгений Оскарович Патон — выдающийся ученый в области сварки и мостостроения (к 145-летию со дня рождения)	1	Кожемякин В.Г., Шаповалов В.А., Бурнашев В.Р., Ботвинко Д.В. Влияние технологических параметров на размеры жидкой металлической ванны при плазменно-дуговой наплавке медных плит кристаллизаторов МНЛЗ	1
Журналу «Современная электрометаллургия» — 30 лет!	1	Кожемякин В.Г., Шаповалов В.А., Бурнашев В.Р., Ботвинко Д.В. Восстановление поверхностного слоя медной плиты кристаллизатора МНЛЗ с использованием плазменно-дуговой технологии	3
Интервью с заместителем директора ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины академиком С.И. Кучуком-Яценко	3	Кожемякин В.Г., Шаповалов В.А., Бурнашев В.Р., Ботвинко Д.В., Бирюченко Д.А. Исследование качества восстановленного и легированного поверхностных слоев медных плит при ПДРП	4
ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ		Кожемякин В.Г., Шаповалов В.А., Бурнашев В.Р., Жданов В.А., Ботвинко Д.В. Упрочнение поверхностного слоя медных плит кристаллизаторов МНЛЗ гафнием с применением плазменно-дуговой технологии	2
Гнатушенко А.В. Изучение поведения легирующих элементов при электрошлаковой плавке отходов бронзы КН 1-3	1	ВАКУУМНО-ИНДУКЦИОННАЯ ПЛАВКА	
Макаренко Н.А., Власов А.Ф., Волков Д.А., Куций А.М. Исследование и разработка составов экзотермических флюсов для электрошлаковых процессов	2	Калашник Д.А., Шаповалов В.А., Шейко И.В., Никитенко Ю.А., Якуша В.В. Анализ технологических особенностей получения быстрозакаленных сплавов (Обзор)	3
Медовар Л.Б., Стовпченко А. П., Федоровский Б.Б. Листовые печи и толстолистовая сталь ЭШП — опыт истории и требования современности	2	ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТАЛЛУРГИИ	
Протоковиллов И.В., Назарчук А.Т., Петров Д.А., Порохонько В.Б. Использование разрядов конденсаторов для управления кристаллизацией металла при ЭШП	4	Белявин А.Ф., Куренкова В.В., Федотов Д.А. Термическая долговечность теплозащитного покрытия на монокристалльной лопатке после восстановления торца пера наплавкой TiG	1
Протоковиллов И.В., Порохонько В.Б. Физическое моделирование процесса плавления расходуемого электрода при ЭШП в условиях внешнего электромагнитного воздействия	1	Гайдук С.В., Кононов В.В., Куренкова В.В. Получение прогнозирующих математических моделей для расчета термодинамических параметров литейных жаропрочных никелевых сплавов	4
Протоковиллов И.В., Порохонько В.Б., Гончаров И.А., Мищенко Д.Д. Исследование физических и технологических свойств солевых флюсов для ЭШП титана	3	Гайдук С.В., Кононов В.В., Куренкова В.В. Расчет фазового состава литейного жаропрочного коррозионно-стойкого никелевого сплава методом CALPHAD	3
ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ		Григоренко Г.М., Костин В.А., Головкин В.В., Жуков В.В., Зубер Т.А. Влияние нанопорошковых инокуляторов на структуру и свойства литого металла высокопрочных низколегированных сталей	2
Ахонин С.В., Березос В.А., Пикулин А.Н., Северин А.Ю., Ерохин А.Г. Электронно-лучевая плавка жаропрочных сплавов на основе никеля	4	Демченко В.Ф., Федоров О.П., Шуба И.В., Аснис Ю.А., Лісний А.Б. Математичне моделювання гідродинамічних та теплових процесів при вирощуванні кристалів із розплаву	2
Ахонин С.В., Северин А.Ю., Березос В.А. Разработка технологии введения тугоплавких легирующих элементов в сплавы на основе интерметаллида Ti ₂ AlNb при электронно-лучевой плавке	3	Шаповалов В.А., Григоренко Г.М. Подавление ликвационных процессов в крупных слитках	1
Мельник В.И., Мельник И.В., Тугай Б.А., Ковальчук Д.В. О расширении технологических возможностей современных газоразрядных электронно-лучевых пушек	2	ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЯ СТАЛИ И ФЕРРОСПЛАВОВ	
Пикулин А.Н., Ахонин С.В., Березос В.А., Селин Р.В. Получение слитков сложнолегированного титанового сплава VT23 способом ЭЛП	2	Ефимов Н.В., Синяков Р.В., Троянский А.А., Рябцев А.Д., Селютин А.А. Влияние остаточного алюминия в стали на загрязнение крупных слитков неметаллическими включениями	3
Северин А.Ю., Березос В.А., Пикулин А.Н. Деформационная обработка сплава Ti-Ni с эффектом памяти формы, полученного способом электронно-лучевой плавки	1	Корниевский В.Н., Панченко А.И., Логозинский И.Н., Сальников А.С., Касьян С.Л., Шибко П.А., Мазурук С.Л., Яковицкий А.В., Гасик М.И., Горобец А.П. Разработка технологии внепечной обработки электростали с применением пегматита как заменителя плавикового шпата	4
ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ			
Гниздыло А.Н. Перспективы и совершенствование плазменно-индукционной технологии выращивания монокристаллов тугоплавких металлов	3		
Григоренко Г.М., Адеева Л.И., Туник А.Ю., Коржик В.Н., Степанюк С.Н., Дорошенко Л.К., Чайка А.А., Лютик Н.П., Еремеева Л.Т. Особенности металлургических процессов при плазменно-дуговом напылении покрытий, полученных из стальной проволоки с порошковыми наполнителями WC и WC-Co	4		



Автор(ы) и название статьи	№ журнал	Автор(ы) и название статьи	№ журнал
Шаповалов В.А., Григоренко Г.М. Управление структурой металла в процессе кристаллизации	2	А.Г. Богаченко — 75	2
ЭНЕРГОРЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ		В. Н. Костякову — 80	1
Ботвинко Д.В., Шаповалов В.А., Бурнашев В.Р., Жиров Д.М., Кожемякин В.Г. Особенности переработки высоколегированных легковесных металлических отходов	1	IX Всеукраинский фестиваль науки	2
Григоренко Г.М., Адеева Л.И., Туник А.Ю., Полещук М.А., Зеленин В.И., Зеленин Е.В. Восстановительный ремонт слабовых медных кристаллизаторов МНЛЗ. Структура и свойства металла в зоне соединения	1	Диссертации на соискание ученой степени	2
НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ		Зельниченко А. Т. XIV Международный промышленный форум	4
Карпец М.В., Горбань В.Ф., Мысливченко А.Н., Марченко С.В. Крапивка Н.А. Влияние содержания никеля на износостойкость литого высокоэнтропийного сплава VCrMnFeCoNi _x	1	Зельниченко А.Т., Липодаев В.Н. Международная конференция «Наплавка. — Наука. Производство. Перспективы»	3
Курапов Ю.А., Борецкий В.В. Адгезия толстых углеродных пленок, полученных электронно-лучевым испарением углерода	4	Календарь конференций и выставок на 2015 г.	1
Литвин С.Е. Сорбционные свойства наноструктурных конденсатов NaCl-Fe	3	К.А. Ющенко — 80	4
Стельмах Я.А., Крушинская Л.А. Формирование структуры Al ₂ O ₃ с использованием удаляемых в процессе конденсации добавок In и NaCl	4	Наши поздравления!	1
ИНФОРМАЦИЯ		Памяти Саенко В.Я.	2
Ахонин С.В. XIII Международная конференция «Титан-2015 в СНГ»	2	Памяти Б. Б. Федоровского	1
		Пам'яті Чернеги Д.Ф.	2
		Полишко А. А. IX Международная конференция «Чистая сталь»	4
		Полишко А.А., Бернацкий А.В. VIII Международная конференция молодых ученых и специалистов «WRTYS-2015. Сварка и родственные технологии»	2
		Рябцев И.А. XX сессия Научного совета по новым материалам при Комитете по естественным наукам Международной ассоциации академий наук	3
		Торжественное собрание в ИЭС им. Е.О.Патона	1
		Указатель статей, опубликованных в 2015 г.	4
		Указатель авторов	4

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Ахонин С.В., №2(2), 3,4

Адеева Л.И., №1,4
Аснис Ю.А., №2

Белявин А.Ф., №1
Березос В.А., №1,2,3,4
Бернацкий А.В., №2
Бирюченко Д.А., №4
Борецкий В.В., №4
Ботвинко Д.В., №1(2), 2,3,4
Бурнашев В. Р., №1,2(2), 3,4

Власов А.Ф., №2
Волков Д.А., №2

Гайдук С.В., №4
Гасик М.И., №4
Гнатушенко А.В., №1
Гниздьло А.Н., №3
Головко В.В., №2
Гончаров И.А., №3
Горбань В.Ф., №1
Горобец А.П., №4
Григоренко Г. М., №1(2), 2(2),4

Демченко В.Ф., №2
Дорошенко Л.К., №4

Ерохин А.Г., №4
Еремеева Л.Т., №4
Ефимов Н.В., №3

Жданов В.А., №2
Жиров Д.М., №1
Жуков В.В., №2

Зеленин В.И., №1
Зеленин Е.В., №1
Зельниченко А. Т., №3,4
Зубер Т.А., №2

Калашник Д.А., №3
Карпец М.В., №1
Касьян С.Л., №4
Ковальчук Д.В., №2
Кожемякин В.Г., №1(2), 2,3,4

Кононов В.В., №3,4
Коржик В.Н., №4
Корниевский В.П., №4
Костин В.А., №2
Крапивка Н.А., №1
Крушинская Л.А., №4
Курапов Ю.А., №4

Куренкова В.В., №1,3,4
Куций А.М., №2

Лесной А.Б., №2
Липодаев В.Н., №3
Литвин С.Е., №3
Логозинский И.Н., №4
Лютик Н.П., №4

Мазурук С.Л., №4
Макаренко Н.А., №2
Марченко С.В., №1
Медовар Л.Б., №2
Мельник В.И., №2
Мельник И.В., №2
Мищенко Д.Д., №3
Мысливченко А.Н., №1

Никитенко Ю.А., №3

Панченко А.И., №4
Петров Д.А., №4
Пикулин А.Н., №1,2,4
Полещук М.А., №1
Полишко А.А., №2,4
Порохонько В. Б., №1,3,4
Протокилов И. В., №1,3,4

Рябцев А.Д., №3
Рябцев И.А., №3

Сальников А.С., №4
Северин А.Ю., №1,3,4

Селин Р.В., №2
Селютин А.А., №3
Синяков Р.В., №3
Стельмах Я.А., №4
Степанюк С.Н., №4
Стывченко А.П., №2

Троянский А.А., №3
Тугай Б.А., №2
Туник А.Ю., №1,4

Федоровский Б.Б., №2
Федоров О.П., №2
Федотов Д.А., №1

Чайка А.А., №4

Шаповалов В.А., №1(3),2(2),3(2),4
Шейко И.В., №3
Шибко П.А., №4
Шуба И.В., №2

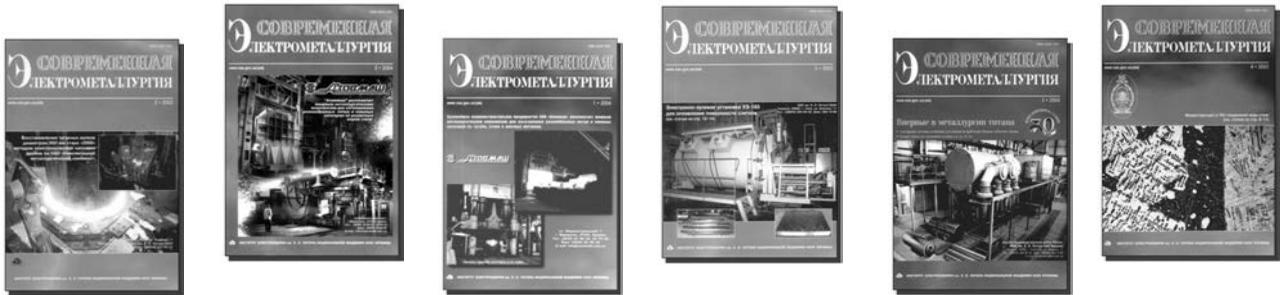
Яковицкий А.В., №4
Якуша В.В., №3

**ПОДПИСКА–2016 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 «Роспечать» (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 (190×190 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 25.12.2015. Формат 60×84/8. Офсетная печать.

Усл. печ. л. 7,8. Усл. кр.-отг. 8,1. Уч.-изд. л. 9,3

Печать ООО «Фирма «Эссе». 03142, г. Киев, пр. Акад. Вернадского, 34/1.