

## 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. Кривцун**, д.т.н. **Л. Б. Медвар**,  
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. Зиниград**  
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. **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 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  
Тел.: (38044) 205 22 07  
E-mail: journal@paton.kiev.ua  
www.patonpublishinghouse.com

Редактор  
Д. М. Дяченко  
Электронная верстка  
Л. Н. Герасименко, Т. Ю. Снегирева

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

<https://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

*Протоковиллов И.В., Порохонько В.Б., Биктагиров Ф.К., Качан Р.Ю., Гнатушенко А.В.* Физическое моделирование кристаллизации слитков в изложнице в условиях электрошлакового обогрева и подпитки ..... 3

*Биктагиров Ф.К., Шаповалов В.А., Веретильник А.В., Игнатов А.П., Гнатушенко А.В.* ЭШП в неохлаждаемой стальной форме ..... 10

### ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ

*Ахонин С.В., Пикулин А.Н., Березос В.А., Ковальчук Д.В., Тугай С.Б.* Лабораторная электронно-лучевая установка УЭ-208М ..... 15

### ВАКУУМНО-ДУГОВОЙ ПЕРЕПЛАВ

*Демчишин А.В., Демчишин А.А., Миченко В.А.* Вакуумно-дуговая установка для нанесения функциональных покрытий ..... 23

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТАЛЛУРГИИ

*Григоренко Г.М., Козин Р.В.* Интенсивность протекания физико-химических реакций в процессах специальной электрометаллургии ..... 29

### НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

*Ахонин С.В., Березос В.А., Белоус В.Ю.* Новые перспективные сплавы на основе титана ..... 35

*Яковчук К.Ю., Микитчик А.В., Рудой Ю.Э., Луговской Ю.Ф.* Влияние конденсационных многослойных защитных покрытий на сопротивление усталости образцов из сплава ВТ6 ..... 45

*Лобода П.И., Ремизов Д.А., Григоренко С.Г., Березос В.А., Северин А.Ю.* Однородность микроструктуры сплава Ti–TiB, полученного в условиях электронно-лучевого переплава ..... 55

### ИНФОРМАЦИЯ

Демченко В.Ф. — 80 ..... 62

Titanium 2019 — 14-я Международная конференция по титану ..... 63

Диссертация на соискание ученой степени ..... 65

Памяти Георгия Михайловича Григоренко ..... 66

ЗМІСТ

CONTENTS

ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ

*Протоковілов І.В., Порохонько В.Б., Біктагіров Ф.К., Качан Р.Ю., Гнатушенко О.В.* Фізичне моделювання кристалізації зливків в виливниці в умовах електрошлакового обігріву і підживлення ..... 3

*Біктагіров Ф.К., Шаповалов В.О., Веретільник О.В., Ігнатов А.П., Гнатушенко О.В.* ЕШП в неохолоджуваній сталевій формі ..... 10

ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІ ПРОЦЕСИ

*Ахонін С.В., Пікулін О.М., Березос В.О., Ковальчук Д.В., Тугай С.Б.* Лабораторна електронно-променева установка UE-208M ..... 15

ВАКУУМНО-ДУГОВИЙ ПЕРЕПЛАВ

*Демчишин А.В., Демчишин А.А., Міченко В.А.* Вакуумно-дугова установка для нанесення функціональних покриттів ..... 23

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕТАЛУРГІЇ

*Григоренко Г.М., Козин Р.В.* Інтенсивність перебігу фізико-хімічних реакцій у процесах спеціальної електрометалургії ..... 29

НОВІ МАТЕРІАЛИ

*Ахонін С.В., Березос В.О., Білоус В.Ю.* Нові перспективні сплави на основі титану ..... 35

*Яковчук К.Ю., Микитчик А.В., Рудой Ю.Е., Луговскої Ю.Ф.* Вплив конденсаційних багат шарових захисних покриттів на опір втомі зразків зі сплаву VT6 ..... 45

*Лобода П.І., Ремізов Д.О., Григоренко С.Г., Березос В.О., Северін А.Ю.* Однорідність мікроструктури сплаву Ti-TiB, отриманого в умовах електронно-променевого переплаву ..... 55

ІНФОРМАЦІЯ

Демченко В.Ф. — 80 ..... 62

Titanium 2019 — 14-а Міжнародна конференція по титану ..... 63

Дисертація на здобуття наукового ступеня ..... 65

Пам'яті Георгія Михайловича Григоренка ..... 66

ELECTROSLAG TECHNOLOGY

*Protokovilov I.V., Porokhonko V.B., Biktagirov F.K., Kachan R.Yu., Gnatushenko A.V.* Physical modeling of ingot crystallization in the mold under the conditions of electroslag heating and topping ..... 3

*Biktagirov F.K., Shapovalov V.A., Veretilnik A.V., Ignatov A.P., Gnatushenko A.V.* ESR in uncooled steel mould ..... 10

ELECTRON BEAM PROCESSES

*Akhonin S.V., Pikulin A.N., Berezos V.A., Kovalchuk D.V., Tugai S.B.* Laboratory electron beam unit UE-208M ..... 15

VACUUM-ARC REMELTING

*Demchishin A.V., Demchishin A.A., Michenko V.A.* Vacuum-arc installation for deposition of functional coatings ..... 23

GENERAL PROBLEMS OF METALLURGY

*Grigorenko G.M., Kozin R.V.* Intensity of running of physico-chemical reactions in special electrometallurgy processes ..... 29

NEW MATERIALS

*Akhonin S.V., Berezos V.A., Belous V.Yu.* New promising titanium-based alloys ..... 35

*Yakovchuk K.Yu., Mykytchuk A.V., Rudoy Yu.E., Lugovskoy Yu.F.* Effect of condensed multilayer protective coatings on fatigue resistance of VT6 alloy samples ..... 45

*Loboda P.I., Remisov D.A., Grigorenko S.G., Berezos V.A., Severin A.Yu.* Uniformity of microstructure of Ti-TiB alloy produced under the conditions of electron beam remelting ..... 55

INFORMATION

Demchenko V.F. — 80 ..... 62

Titanium 2019 — 14<sup>th</sup> World Conference on Titanium ..... 63

These for the scientific degree ..... 65

In memory of G.M. Grigorenko ..... 66

Адреса редакції журналу  
«Сучасна електрометалургія»

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України  
Україна, 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11  
Тел./факс: (38044) 200 82 77; 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, <https://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; 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, <https://doi.org/10.15407/sem>

**НАШІ ВІТАННЯ!**

**В.Ф. ДЕМЧЕНКО — 80**



В.Ф. Демченко — кандидат фізико-математичних наук (1970), доктор технічних наук (1991), професор, провідний науковий співробітник відділу фізики газового розряду і техніки плазми ІЕЗ ім. Є.О. Патона. Народився 3 серпня 1939 р. у Києві. Закінчив у 1956 р. із золотою медаллю Тарандин-

цівську середню школу на Полтавщині. Навчався (1956–1961 рр.) на механіко-математичному факультеті Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка, отримав фах математика-обчислювача. Протягом 1961–1964 рр. працював в Інституті кібернетики АН УРСР. Вперше в світі розв’язав на ЕОМ задачу планової фільтрації для потреб будівництва Північно-Кримської та Краснознам’янської зрошувальних систем. На чолі групи інженерів займався розробкою комп’ютерної системи оптимального управління рухом перших радянських підводних човнів.

У 1964 р. став одним із перших співробітників організованої з ініціативи Б.Є. Патона лабораторії (пізніше відділ) математичних методів досліджень фізико-хімічних процесів при зварюванні, у якому пропрацював більше 40 років. За сприяння Бориса Євгеновича отримав можливість долучитися до наукової школи видатного радянського математика О.А. Самарського. Наукові ідеї О.А. Самарського та щаслива нагода особистого спілкування із цією визначною особистістю протягом більш ніж 25 років визначили напрямок наукової діяльності В.Ф. Демченка — обчислювальна фізика технологічних процесів зварювання та споріднених технологій.

Постановка обчислювального експерименту в галузі зварювання та спеціальної електрометалургії була б неможливою без творчої співпраці з провідними науковцями ІЕЗ — Б.І. Медоваром, І.К. Походнею, А.М. Макарою, Ю.В. Латашом, О.Ю. Вороніним, Ю.А. Стеренбогеном. Величезні обсяги експериментальних даних та параметрів режимів зварювання і наплавлення, накопичені в технологічних відділах ІЕЗ за багато років, спо-

нукали до розробки інформаційних та експертних систем: експертної системи проектування технологій механізованого електродугового наплавлення (з І.О. Рябцевим), експертної системи з технологій зварювання легких сплавів (з А.Я. Іщенко), банка даних гігієнічних характеристик зварювальних матеріалів (з О.Г. Левченком), банка даних режимів дугового зварювання конструкційних сталей (з П. Зайффартом). Розроблені системи знайшли впровадження на промислових підприємствах, в науково-дослідних та навчальних закладах України, Росії та Польщі.

Неординарні задачі механіки суцільного середовища, які виникають при дослідженні фізичних явищ в технологічних процесах зварювання, спонукали В.Ф. Демченка до розробки методів чисельної реалізації цих задач на ЕОМ. Будучи переконаним у тому, що правильно виконана робота водночас мусить бути і красивою, намагався при розробці обчислювальних методів шукати елегантних і водночас природних за фізичним змістом шляхів. Методи розрахунку задач в шарувато-неоднорідних середовищах за наявності розривів розв’язку (неідеальний контакт, анодний шар), економічні методи розрахунку задач конвективного переносу енергії маси та імпульсу, алгоритми чисельного розрахунку електромагнітних процесів склали основу для комп’ютерного моделювання складних мультифізичних процесів, притаманних технологічним процесам зварювання. У цьому напрямку наукові інтереси В.Ф. Демченка та академіка НАН України І.В. Кривцуна збіглися. Співпраця фахівця з обчислювальних методів та фізика-теоретика дозволила поставити та розв’язати ряд нових задач фізики зварювальної дуги. Низка наукових статей за матеріалами цих досліджень опублікована у вітчизняних та зарубіжних виданнях.

Від своїх батьків — сільських вчителів — Володимир Федорович успадкував потребу та вміння навчати. Читав лекції студентам кафедр гідродинаміки і теплообміну, математичної фізики, обчислювальної математики і теоретичної фізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, входив до складу експертної ради ВАК України. Нагороджений відзнакою НАН України «За підготовку наукової зміни».



## TITANIUM 2019 — 14-я Международная конференция по титану

**10–14 июня 2019 г.** в г. Нанте (Франция) состоялась крупнейшая Международная конференция по титану, которая, начиная с 1968 г., проводится через каждые 4-е года. Тематика этих конференций охватывала все этапы производства и использования титана в промышленности — от восстановления губчатого титана до применения титановых изделий в авиационной, космической технике, медицине, двигателестроении, химическом и энергетическом машиностроении, а также других отраслях. На конференциях ученые из всего мира представляли результаты своих исследований за предыдущие четыре года и обсуждали перспективные направления развития титановой науки и промышленности.

Работа конференции «Titanium 2019» проходила в виде пленарных и секционных заседаний, а также представления стендовых докладов. Всего работало 11 секций: аддитивные технологии; аэрокосмическое применение; биомедицинское применение; коррозионные свойства; восстановление и производство порошков; интерметаллиды и композиты; промышленное применение; плавка и литье; зависимость свойств от микроструктуры; микроструктура; деформационная обработка.

В работе конференции приняли участие почти 800 человек из 34 стран мира. Представлено 477 устных докладов, в том числе 7 пленарных и 14 ключевых лекций, а также 86 стендовых докладов.

Параллельно с работой конференции проходила выставка изделий из титана, в которой приняли участие 25 фирм, в том числе такие известные, как Aubert & Duval (Франция), TIMET (США), Voestalpine Bohler Bleche GmbH (Австрия) и др.

На конференции большое внимание было обращено на развитие аддитивных технологий в титановой индустрии. С этой тематикой связано почти 30 % всех докладов. В докладах представлены результаты как разработки 3D технологий и оборудования для их реализации, так и исследований структуры и свойств получаемых изделий, а также производства расходных материалов (титановые проволока и порошок).

В настоящее время очень активно ведутся работы по внедрению аддитивных технологий в титановую промышленность. Так, например, в ЕС работает проект по изготовлению методами 3D технологий изделий для космической техники, который совместно финансируется промышленными предприятиями (45 млн. евро) и из бюджета Европейского Союза (30 млн. евро). Причем работы охватывают все этапы создания изделий: проектирование, изготовление, исследование эксплуатационных характеристик получаемых деталей и т.д. В процессе проектирования изделия методами математического моделирования оценивают напряженно-деформированное состояние и создают конструкции с равномерной удельной нагрузкой.





При этом получить нужные формы для таких конструкций другими способами, зачастую, без 3D технологий невозможно.

Из всего разнообразия аддитивных технологий в промышленности наибольшее распространение получили технологии наплавки проволокой или порошком, что обусловлено их более высокой производительностью по сравнению с bed-технологиями сплавления. Следует отметить, что механические характеристики наплавляемого металла ниже, чем у полуфабрикатов титановых сплавов, получаемых методами термомеханической обработки, поэтому конечные изделия подвергают, как правило, изостатическому прессованию. В целом стоимость получаемых по 3D технологиям изделий оказывается достаточно высокой, а основное преимущество заключается в изменении конструкции изделий, что позволяет при сохранении прочностных параметров деталей снизить их массу до 40 %.

Касательно применения титана в промышленности следует отметить рост объемов потребления титановых сплавов в традиционных отраслях — самолето- и двигателестроении. Рост доли титана в общей массе планера самолёта обусловлен тем, что он практически не взаимодействует химически с углепластиковыми и другими композитными материалами, применение которых в самолетостроении стремительно растет. Поэтому значительная часть силовой арматуры большинства самолетов изготавливается из титановых сплавов. Увеличение объема применения титановых сплавов в газотурбинных двигателях объясняется наличием в их конструкции деталей из алюминидов титана, в том числе лопаток.

В докладе специалистов фирмы «Дженерал Электрик Авиэйшн» путем обработки больших массивов статистических данных о качестве слитков и полуфабрикатов из титановых сплавов убедительно показано преимущество технологии переплава с промежуточной емкостью (ЭЛП или ПДП) с последующим гомогенизирующим вакуумно-дуговым



переплавом над технологией трехкратного ВДП с точки зрения удаления тугоплавких включений из титановых сплавов, предназначенных для изделий ответственного назначения в авиации.

Основные доклады в области сварки были посвящены исследованиям процессов сварки титана трением с перемешиванием и диффузионной сварки титана с другими металлами.

Учеными Украины на конференции «Titanium 2019» представлены следующие доклады: «Электронно-лучевая плавка слитков алюминидов титана» (Институт электросварки им. Е.О. Патона, г. Киев); «Возможность использования полученных методом электронно-лучевой плавки титановых сплавов в качестве броневых материалов» (Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова, Институт электросварки им. Е.О. Патона, г. Киев); «Получение  $\beta$ -титановых сплавов методами гидридной порошковой металлургии» (Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова); «Микроструктура и свойства образцов из титанового сплава Ti-6Al-4V, полученных методом 3D аддитивной электронно-лучевой наплавки» (ПрАТ «Червона хвыля», г. Киев, Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова), которые вызвали большой интерес участников конференции.

В настоящее время рынок титана находится в стадии устойчивого роста (5...7 % ежегодно), а перспективными направлениями развития титановой индустрии являются расширение использования 3D аддитивных технологий и применения сплавов на основе алюминидов титана в аэрокосмическом секторе промышленности.

*С.В. Ахонин*

**ДИССЕРТАЦИЯ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**

**Зубер Т.А. Влияние кинетики распада аустенита на структурообразование и механические свойства сварных соединений высокопрочных углеродистых сталей.** — На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 —

«Материаловедение». — Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, Киев, 2019. Дата защиты 04.07.2018 г.

Для изготовления сварных металлоконструкций корпусов машин используются высокопрочные стали. Формирование в металле зоны термического влияния сварных соединений закалочных мартенситных структур приводит к ухудшению механических свойств и влияет на склонность к хрупкому разрушению.

Работа посвящена определению влияния кинетики распада аустенита на особенности структурно-фазовых превращений в металле зоны термического влияния сварных соединений высокопрочных углеродистых сталей с содержанием углерода 0,12...0,74 мас. %.

С помощью системы имитации термического цикла сварки Gleeble 3800 путем построения термокинетических диаграмм превращения переохлажденного аустенита расширены представления о механизме и кинетике развития структурных превращений, установлены более точные температуры и интервалы начала и конца образования фаз в зависимости от содержания углерода при разных скоростях охлаждения высокопрочных углеродистых сталей.

Установлена связь между содержанием углерода, температурами фазовых превращений и структурой. Для сталей разного применения увеличение содержания углерода в каждой группе (строительные до 0,12...0,19, специальные до 0,26...0,31, железнодорожные до 0,58...0,74 мас. %) снижают температуры фазовых превращений на 40...60 °С, что влияет на увеличение образования критической доли закалочных структур, которые приводят к ухудшению механических свойств. В строительных сталях фазовые превращения происходят по двум стадиям: диффузионному механизму с образованием ферритно-перлитных структур при скорости охлаждения до 10 °С/с, а потом бездиффузионному — с образованием закалочных структур при скоростях охлаждения выше 15 °С/с. В специальных сталях — по диффузионному механизму с образованием ферритно-

перлитных структур при скорости охлаждения до 7 °С/с; бездиффузионному — с формированием бейнитных и мартенситных структур разной морфологии при скорости охлаждения выше 10 °С/с. В железнодорожных сталях превращения происходят по диффузионному и бездиффузионному механизму в ферритно-перлитной области с образованием троостито-мартенситных структур при скорости охлаждения 5...30 °С/с.

Установлены оптимальные параметры термического цикла сварки при скорости охлаждения 5...20 °С/с, что обеспечивает формирование ферритно-перлитных структур для железнодорожных сталей и бейнито-мартенситных для строительных и специальных сталей при предупреждении образования холодных трещин в металле зоны термического влияния высокопрочных углеродистых сталей с содержанием углерода 0,12...0,74 мас. %.

Для того, чтобы обеспечить трещиностойкость, высокие характеристики прочности, пластичности и ударной вязкости путем формирования оптимальной структуры феррита и нижнего бейнита в металле ЗТВ строительных сталей сварку необходимо проводить при скорости охлаждения 10...20 °С/с при погонной энергии сварки 9...20 кДж/см. Трещины в металле ЗТВ высокопрочных сталей S460M, S355J2, NAXTRA700, Quardian 500, Armstal 500, KC2, углеродный эквивалент которых меньше единицы (0,41...0,81 %), не обнаружены, в то время как в сталях 30X2H2MФ, 65Г и М76, углеродный эквивалент которых является близким к единице (0,96...1,07 %), при скорости охлаждения 30 °С/с и выше, они образуются. Повышение скорости охлаждения специальных сталей Quardian 500, Armstal 500 и 30X2H2MФ до 30,0 °С/с приводит к возрастанию твердости мартенсита от 3360...3830 до 4170...4720 МПа за счет уменьшения размеров пакетного мартенсита от 8...4, 9...5 и 36 до 12,5 мкм соответственно.

Для обеспечения прочности и пластичности всего сварного соединения путем формирования оптимальной структуры высокопрочных углеродистых сталей сварку рекомендовано проводить при скорости охлаждения металла зоны термического влияния 5...10 °С/с для стали Naxtra 700 с применением предварительного подогрева исходного металла до температуры 200 °С.

При электродуговой сварке строительных сталей S460M и S355J2 рекомендуется применять скорости охлаждения 10...20 °С/с для того, чтобы обеспечить характеристики прочности, пластичности и ударной вязкости при температурах +20, -20 та -40 °С на уровне свойств основного металла.

## Пам'яті Георгія Михайловича Григоренка



**3 жовтня** 2019 р. на 81-му році пішов з життя доктор технічних наук, професор, академік НАН України, відомий вчений в галузі спеціальної електрометалургії, матеріалознавства та зварювання, лауреат Державної премії УРСР в галузі науки і техніки (1980), премії імені Є.О. Патона НАН

України (2017), премії Кабінету Міністрів України за розроблення і впровадження інноваційних технологій (2019) Георгій Михайлович Григоренко.

Вся трудова, наукова та педагогічна діяльність Георгія Михайловича пов'язана з Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона, в який він прийшов у 1961 р. на дипломну практику ще студентом Київського політехнічного інституту.

Починаючи з дипломної роботи, Г.М. Григоренко займався дослідженнями в галузі фізико-хімічних процесів зварювання та переплаву металів і сплавів. У 1967 р. він захистив кандидатську дисертацію, в якій вперше був описаний механізм поглинання газів рідким металом з атмосфери електричної дуги. У 1983 р. блискуче захистив докторську дисертацію, присвячену вивченню фізико-хімічних процесів взаємодії двоатомних газів з рідким металом при плазмово-дуговому переплаві металів та сплавів.

З 1969 р. Г.М. Григоренко плідно працював над вирішенням завдань, що стояли перед спеціальною електрометалургією, розробляв технології виплавки високоазотистих сталей та сплавів із застосуванням низькотемпературної плазми, керував роботами з освоєння технології виплавки у вакуумно-дугових пічах способом переплавки «витратного плазмотрона» на заводі «Дніпро-спецсталь».

Багато років Г.М. Григоренко займався розробкою технології плавки титанових сплавів в гарнісажних печах на Запорізькому моторобудівному заводі («Мотор Січ»). З 1973 р. керував роботами по створенню на Запорізькому титано-магнієвому комбінаті найпотужнішої плазмово-дугової печі для виплавки зливків з титанової губки та кускових відходів титану, яка була введена в експлуата-

цію у 1978 р. У 1980 р. робота по плазмово-дуговій виплавці зливків сталей, сплавів та титану була відзначена Державною премією УРСР в галузі науки і техніки.

Фундаментальні дослідження механізмів та закономірностей взаємодії газів з рідкими металами, газообмінних процесів при плавці металів із застосуванням електродугового, плазмового та індукційного джерел нагріву стали в основі створення нових процесів виплавки монокристалів тугоплавких металів, індукційної плавки в секційному охолоджуваному кристалізаторі, процесу дугошлакового переплаву.

Г.М. Григоренко користувався заслуженим авторитетом у наукових колах України та за кордоном. У 1974–1977 рр. він був керівником програми Радянсько-Американського наукового співробітництва в галузі електрометалургії та зварювання, проводив роботи з вченими Массачусетського технологічного інституту, Мічиганського та Стенфордського університетів, інституту Баттеля в Колумбусі. З 1995 р. він співпрацював з Національним політехнічним університетом у м. Нансі (Франція).

Понад 35 років Георгій Михайлович очолював один з найбільших відділів ІЕЗ ім. Є.О. Патона — відділ фізико-хімічних методів досліджень матеріалів, який займається проблемами матеріалознавства в зварюванні та металургії.

З 1993 р. Г.М. Григоренко був заступником головного редактора журналу «Современная электрометаллургия», входив до редколегії журналу «Автоматическая сварка» та ще двох журналів, один з яких видається у Польщі.

Поряд з плідною науковою діяльністю Г.М. Григоренко вів активну педагогічну і науково-організаційну роботу. Зі своїми учнями заснував школу, яка має визначні досягнення в фундаментальних дослідженнях.

Велику увагу Георгій Михайлович приділяв підготовці наукових кадрів та щедро ділився своїми знаннями з молоддю. Під його керівництвом підготовлено 11 кандидатів та 7 докторів наук.

З 1982 по 2015 рр. був заступником завідуючого базової кафедри «Фізична металургія та матеріалознавство» Московського фізико-технічного інституту, а з 1999 по 2013 рр. — професором НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

У 2010 р. за ініціативи Г.М. Григоренка при ІЕЗ ім. Є.О. Патона створено Спеціалізовану вчену раду із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора (кандидата) технічних наук за новими спеціальностями «Матеріалознавство» та «Металургія чорних та кольорових металів і спеціальних сплавів», яку він очолював, а також секцію Вченої ради «Металургія та матеріалознавство» при Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона.

Г.М. Григоренко — автор і співавтор майже 750-ти наукових праць, серед яких 11 монографій (чотири видано у Великій Британії і одна в Китаї) і понад 120-ти авторських свідоцтв і зарубіжних патентів.

За великий внесок у розвиток вітчизняної науки та освіти, міжнародних наукових контактів

Георгія Михайловича було відзначено медаллю «За трудову доблесть» (1984), Почесною грамотою Верховної Ради України (2004), відзнаками Національної академії наук України «За підготовку наукової зміни» (2008), «За наукові досягнення» (2009), «За професійні здобутки» (2014), нагородою Міжнародної академії рейтингових технологій і соціології «Золота Фортуна» — медаллю «Народна шана українським науковцям 1918–2018» (2019).

Г.М. Григоренко — видатний вчений, який зробив значний внесок у розвиток спеціальної електрометалургії, він був генератором багатьох наукових ідей і конструкторських розробок, організатором науково-педагогічної діяльності в галузі електрометалургії та матеріалознавства.

*Колектив інституту, редакція та редколегія журналу висловлюють щире співчуття рідним та близьким.*

*Світла пам'ять про Георгія Михайловича Григоренка —  
талановитого вченого, щирого та доброго людину —  
надовго залишиться в серцях тих, хто його знав, разом з ним працював та жив.*



## ПОДПИСКА–2019 на журнал «Современная электрометаллургия»

Украина		Зарубежные страны	
на полугодие	на год	на полугодие	на год
330 грн.	660 грн.	30 дол. США	60 дол. США

В стоимость подписки включена доставка заказной бандеролью.

Подписку на журнал «Современная электрометаллургия» можно оформить непосредственно через редакцию (в т. ч. на электронную версию) или по каталогам подписных агентств «Пресса», «ПресЦентр», «АС-Media», «Информнаука», «Меркурий».



Электронная версия журнала на сайте: [www.patonpublishinghouse.com/rus/journals/sem](http://www.patonpublishinghouse.com/rus/journals/sem)

Правила для авторов: [www.patonpublishinghouse.com/rus/journals/sem/rules](http://www.patonpublishinghouse.com/rus/journals/sem/rules)  
Лицензионное соглашение: [www.patonpublishinghouse.com/rus/journals/sem/license](http://www.patonpublishinghouse.com/rus/journals/sem/license)  
В 2019 г. в открытом доступе архивы статей журнала за 2008–2017 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;  
205-22-07  
E-mail: [journal@paton.kiev.ua](mailto: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
- 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 03.10.2019. Формат 60×84/8. Офсетная печать.  
Усл. печ. л. 7,9. Усл. кр.-отт. 8,2. Уч.-изд. л. 9,3  
Печать ООО «ДИА». 03022, г. Киев-22, ул. Васильковская, 45.