

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
Б. Е. Патон

Ученые ИЭС им. Е. О. Патона

С. И. Кучук-Яценко (зам. гл. ред.),

В. Н. Липодаев (зам. гл. ред.),

Ю. С. Борисов, Г. М. Григоренко,

А. Т. Зельниченко, В. В. Кныш,

И. В. Кривцун, Ю. Н. Ланкин,

Л. М. Лобанов,

В. Д. Позняков, И. А. Рябцев,

К. А. Ющенко

Ученые университетов Украины

В. В. Дмитрик, НТУ «ХПИ», Харьков,

В. В. Квасницкий, НТУУ «КПИ», Киев,

В. Д. Кузнецов, НТУУ «КПИ», Киев,

М. М. Студент, ФМИ, Львов

Зарубежные ученые

Н. П. Алешин

МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, РФ

Гуань Цяо

Ин-т авиационных технологий, Пекин, Китай

А. С. Зубченко

ОКБ «Гидропресс», Подольск, РФ

М. Зиниград

Ун-т Иудеи и Самарии, Ариэль, Израиль

В. И. Лысак

Волгоградский гос. техн. ун-т, РФ

У. Райсген

Ин-т сварки и соединений, Аахен, Германия

Я. Пилярчик

Ин-т сварки, Гливице, Польша

О. И. Стеклов

РНТСО, Москва, РФ

Г. А. Турчин

С.-Петербургский гос. политехн. ун-т, РФ

Редакторы

Т. В. Юштина (отв. секр.), Н. А. Притула

Электронная верстка

И. Р. Наумова, А. И. Сулима, Д. И. Середа

Адрес редакции

ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ

03680, Украина, Киев-150,

ул. Казимира Малевича, 11

Тел.: (38044) 200 6302, 200 8277

Факс: (38044) 200 5484, 200 8277

E-mail: journal@paton.kiev.ua

www.patonpublishinghouse.com

Учредители

Национальная академия наук Украины,

ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ,

МА «Сварка» (издатель)

Свидетельство о государственной

регистрации КВ 4788 от 09.01.2001

ISSN 0005-111X

Журнал входит в перечень утвержденных

Министерством образования и науки

Украины изданий для публикации трудов

соискателей ученых степеней

За содержание рекламных материалов
редакция журнала ответственности не несет

Цена договорная

Издается ежемесячно

СОДЕРЖАНИЕ

Интервью с президентом Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики В.А. Троицким 3

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Сидорец В.Н., Кривцун И.В., Демченко В.Ф., Крикент И.В., Коваленко Д.В., Коваленко И.В., Павлов А.Г. Расчетное и экспериментальное исследование статических и динамических вольт-амперных характеристик аргоновой дуги с тугоплавким катодом 7

Ющенко К.А., Маркашова Л.И., Звягинцева А.В., Хохлова Ю.А., Кушнарера О.С., Червяков Н.О. Особенности микроструктуры многослойных швов с различной чувствительностью к образованию горячих трещин 14

Дзиньхуа Яо, Коваленко В.С. Исследование новой технологии сверхзвукового лазерного напыления 19

Скульский В.Ю., Жуков В.В., Нимко М.А., Моравецкий С.И., Мищенко Л.Д. Оценка склонности к отпускной хрупкости теплоустойчивых сталей с помощью высокотемпературных испытаний 28

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ РАЗДЕЛ

Пилярчик Я. Деятельность Института сварки в Гливицах в области подготовки кадров для сварочного производства 34

Гречанюк Н.И., Гречанюк В.Г., Хоменко Е.В., Гречанюк И.Н., Затовский В.Г. Современные композиционные материалы для коммутационной и сварочной техники.

Сообщение 2. Применение методов высокоскоростного испарения в вакууме для изготовления электрических контактов и электродов 41

Гончаров И.А., Файнберг Л.И., Рыбаков А.А., Нетяга А.В. Анализ возможности применения шлаковой корки в производстве агломерированных флюсов 48

Лютый А.П. Покорение танковой брони 54

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Диссертации на соискание ученой степени 58

Информация

Сварка бойлеров с использованием высокопроизводительного процесса СМТ Twin 61

ХРОНИКА

Открытие мемориальной доски 63

Отчетная конференция по программе «Ресурс» 64

Памяти В.Ф. Хорунова 67

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief
B. E. Paton

Scientists of PWI, Kyiv

S. I. Kuchuk-Yatsenko (vice-chief ed.),
V. N. Lipodaev (vice-chief ed.),
Yu. S. Borisov, G. M. Grigorenko,
A. T. Zelnichenko, V. V. Krysh,
I. V. Krivtsun, Yu. N. Lankin,
L. M. Lobanov,
V. D. Poznyakov, I. A. Ryabtsev,
K. A. Yushchenko

Scientists of Ukrainian Universities

V. V. Dmitrik, NTU «KhPI», Kharkov,
V. V. Kvasnitskii, NTUU «KPI», Kyiv,
V. D. Kuznetsov, NTUU «KPI», Kyiv,
M. M. Student, Karpenko PhMI, Lviv

Foreign Scientists

N. P. Alyoshin

N.E. Bauman MSTU, Moscow, Russia

Guan Qiao

Beijing Aeronautical Institute, China

A. S. Zubchenko

OKB«Gidropress», Podolsk, Russia

M. Zinigrad

College of Judea & Samaria, Ariel, Israel

V. I. Lysak

Volgograd State Technical University, Russia

Ya. Pilarczyk

Welding Institute, Gliwice, Poland

U. Reisinger

Welding and Joining Institute, Aachen, Germany

O. I. Steklov

Welding Society, Moscow, Russia

G. A. Turichin

St. Petersburg State Polytechn. Univ., Russia

Editors

T. V. Yushtina (exec. secr.), N. A. Pritula

Electron galley

I. R. Naumova, A. I. Sulima, D. I. Sereda

Address of Editorial Board:

11, Kazimira Malevicha str., 03680, Kyiv,
Ukraine

Tel.: (38044) 200 63 02, 200 82 77

Fax: (38044) 200 54 84, 200 82 77

E-mail: journal@paton.kiev.ua

www.patonpublishinghouse.com

Founders

National Academy of Sciences of Ukraine,
Paton Welding Institute of the NAS of Ukraine,
IA «Welding» (Publisher)

State Registration Certificate

KV 4788 of 09.01.2001

ISSN 0005-111X

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

Published monthly

Journal «*Avtomaticheskaya Svarka*»
is published in English under the title
«*The Paton Welding Journal*»
Concerning publication of articles,
subscription and advertising, please,
contact the editorial board.

CONTENTS

Interview with V.A. Troitsky, the president of the Ukrainian
Society of NDT and Technical Diagnostics 3

SCIENTIFIC AND TECHNICAL

*Sidorets V.N., Krivtsun I.V., Demchenko V.F., Krikent I.V.,
Kovalenko D.V., Kovalenko I.V., Pavlov A.G.* Calculated and
experimental investigation of static and dynamic volt-ampere
characteristics of argon arc with a refractory cathode 7

*Yushchenko K.A., Markashova L.I., Zvyagintseva A.V. Khokhlova
Yu.A., Kushnareva O.S., Chervyakov N.O.* Peculiarities of
microstructure of multilayer welds with different susceptibility
to hot cracking 14

Jianhua Yao, Kovalenko V.S. Investigation of new technology
of supersonic laser spraying 19

*Skulsky V.Yu., Zhukov V.V. Numko M.A. Moravetsky S.I.,
Mishchenko L.D.* Evaluation of heat-resistant steels tendency
to tempering brittleness by using high-temperature tests 28

INDUSTRIAL

Pilyarchik J. Activity of Institute of Welding in Gliwice in the
field of preparation of personnel for welding production 34

*Grechanyuk N.I., Grechanyuk V.G., Khomenko E.V., Grecha-
nyuk I.N., Zatovsky V.G.* Modern composite materials for
commutation and welding engineering. Information 2.

Application of methods of high-speed evaporation in vacuum
for manufacture of electric contacts and electrodes 41

Goncharov I.A., Fainberg L.I., Rybakov A.A., Netyaga A.V.
Analysis of possibility of slag crust application in production
of agglomerated fluxes 48

Lyutyi A.P. Conquest of tank armor 54

BRIEF INFORMATION

Theses for scientific degree 58

Information

Welding of boilers by using highly-efficient process CMT Twin 61

NEWS

Reporting conference on program "Resource" 63

Opening of the memorial plaque 64

In memory of V.F. Khorunov 67

Интервью с президентом Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики В.А. Троицким

Владимир Александрович Троицкий — доктор технических наук, заведующий отделом неразрушающих методов контроля качества сварных соединений ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины, профессор, лауреат Премии СМ СССР, Государственной премии Украины, член многих обществ НКТД зарубежных стран, академик Международной академии НК, член ряда научных советов. Автор около 700 научных работ. Подготовил 12 кандидатов наук.

К 80-летию со дня рождения В.А. Троицкого редакция журнала взяла у юбиляра интервью.



Владимир Александрович, расскажите, пожалуйста, о профессии, которой Вы посвятили свою жизнь.

Я занимаюсь физическими методами контроля качества с 1976 г., т.е. ровно 40 лет. Но это только половина моей жизни, ведь мне исполнилось 80. Оценка качества без разрушения объекта, который вас интересует, не повреждая его целостности, — это искусство, подобное тому, как врач, не проводя операции, только на основании результатов диагностических исследований может указать на тромб в вене, каверну в легких или смещение позвонков у человека. Применяя физические методы диагностирования с использованием очень небольших энергий, можно визуализировать внутренние органы человека, состояние сосудов головного мозга и их зашлакованность. Я специально использую знакомую всем медицинскую терминологию, касающуюся тела человека. Это понятнее, чем термины «нераскрытые трещины», «несплавления», «непровары», «мелкие поры», «слипания», «зернистость», «межкристаллитная коррозия» и тому подобные несовершенства в сварных соединениях, металлопрокате, отливках и прочих продуктах промышленного производства, объектах производства. Мы сотрудничаем с медицинскими учреждениями, и, также как медики что-то заимствуют у нас, мы заимствуем у них. Разница состоит в том, что диагностика твердого тела, кристаллической структуры требует более высокой чувствительности и точности. Чтобы находить трещины с раскрытием менее 0,1 мм, нужны приборы с высоким разрешением, т.е. необходимо различать до 10...15 пар линий в пределах одного миллиметра. Сейчас мы уже можем различать до 20 пар линий на 1 мм, ширина которых составляет менее 30 микрон (0,03 мм). Естественно, в живых тканях фиксировать такие отклонения от нормы нет необходимости, а в сварных соединениях — обязательно. В швах есть такие нарушения, как матовые и черные пятна, слипания и др., т.е. зоны, которые имеют другое зерно. Они не имеют объема, но это дефекты, которые могут превратиться в трещины через некоторое время. Мы располагаем технологиями, которые могут выявлять такие отклонения от нормы. Другое дело — кому это надо? Обычно заказчику это надо, а сварщику — нет. Первый нас просит все проверять хорошо, никакие дефекты его не устраивают. А производители металлоконструкций, сооружений на этот счет имеют другое мнение. Ответственность обычно делят на троих — заказчик, дефектоскопист, изготовитель.

Какие этапы научного «взросления» Вы прошли?

Это трудно перечислить. Первое мое авторское свидетельство я получил в 1956 г., когда был на третьем курсе. Закончил я Московский институт инженеров железнодорожного транспорта, имея 5 авторских свидетельств и 4 научных статьи. Все они касались различных тем в направлении электротехники. Но всерьез я заинтересовался одной темой — применением магнитодиэлектриков в низкочастотной технике для увеличения удельной мощности и совершенствования технологии изготовления электрических машин. Через три года после окончания электротехнического факультета я на эту тему защитил кандидатскую дис-



Низкочастотный дальнедействующий УЗК без сканирования поверхности протяженного (до 500 м) объекта

ученых и специалистов, включая Б.Е. Патона, А.Е. Асниса, С.Л. Мандельберга и других не допускали совмещения мной двух профессий. Приходилось сложно. Бросать десятилетние заделы было нельзя, поэтому сварочной электродинамикой (переходные процессы, резонансные явления, особые формы кривых тока и напряжений, управления и т.п.) я перестал заниматься в 1980-х годах. Должен отметить, что с тех пор прошло более 30 лет, но многие из моих электротехнических работ актуальны и до сих пор. Однако дефектоскопия — это необъятное поле деятельности. В области НК за 40 лет было получено много различных технических решений в сфере диагностики ответственных промышленных объектов. Я, в конечном счете, состоялся как специалист именно в этой области, знаю практически всех ведущих дефектоскопистов планеты, имею публикации в ведущих журналах мира. На Ваш вопрос отвечаю: нет, я не жалею, что выбрал это направление.

Владимир Александрович, назовите Ваши наиболее важные достижения в дефектоскопии.

Дефектоскопическая техника, как и все в этом мире, изменчива. Проходит время, уходят в прошлое технические решения, идеи, люди. Поэтому вечными являются только фундаментальные, неподвластные времени идеи, решения. Действительно, за 40 лет деятельности в направлении дефектоскопии удалось кое-что сделать. Я перешел на это направление в са-

сертацию. Я жил в городе, в котором не было машиностроительных заводов, но были предприятия по ремонту сварочной техники. Так я познакомился с задачами создания сварочных источников тока, которые должны обеспечить плавное регулирование режимов. Сварщик должен иметь возможность изменять ток в четырехкратном размере, допустим от 50 до 200 А. Для этого конструкция сварочных трансформаторов предусматривает перемещение обмоток или задвигание между ними шунтов. И это обстоятельство определяет их габариты. Я сделал сварочный трансформатор тех же габаритов, но с удвоенным диапазоном плавного регулирования. Были у меня и другие работы, на которые обратил внимание чл.-корр. АН УССР В.К. Лебедев, начальник электротехнического отдела Института электро-сварки им. Е.О. Патона. Он и пригласил меня работать в Киев в отдел, которым до него руководил Б.Е. Патон. Коллектив отдела был очень профессиональным и в этой научной среде я работал над решением различных вопросов сварочной электродинамики.

В 1973 г. я защитил докторскую диссертацию. Таким образом, дефектоскопия — это мое уже третье научное направление. Первое — электротехническое материаловедение, второе — сварочная электродинамика и источники питания, разные, не только сварочные.

Не жалеете, что сегодня Вы всецело посвятили себя проблемам дефектоскопии?

Первые пять-шесть лет действительно было очень сложно. Громадный задел электротехнических работ, разработок по источникам тока нельзя было сразу бросить. Многие заводы производили или начинали производство источников питания в разных городах страны. Вместе с тем проблемы стройки века — гордости черной металлургии Харцызского трубного завода, а также советы крупных

мый ответственный момент завершения строительства ХТЗ и начала производства труб большого диаметра для газопроводов высокого давления. Все эти 40 лет наш коллектив совершенствует технологию, оборудование и сложную систему многократного НК с применением разных физических методов при производстве труб. Из нашего конструкторско- частного фирму по автоматизированному ультразвуковому контролю, которую возглавляет сейчас бывший наш сотрудник В.Л. Найда. Основная программа контроля изготавливаемых труб для магистральных газопроводов проводится на наших установках НК-205, созданных нами задолго до появления этой частной фирмы. Функциональные возможности НК-205 мы постоянно совершенствуем, как и другие средства НК, используемые в этом производстве и основанные на радиационном излучении, а также ручные, магнитные, визуально-измерительные средства. Служба НК ЦЗЛ этого завода насчитывает десятки специалистов, которые регулярно проходят аттестацию и сертификацию в нашем отделе. Разработанная нами и постоянно совершенствуемая система НК обеспечивает высокую надежность магистральных газопроводов. Пока не было разрушений продольных заводских швов, которые мы проверяли. Все аварии на магистральных газопроводах инициируются кольцевыми, монтажными швами. Наша система НК сейчас воспроизводится на трубопрокатных заводах России, Болгарии и других стран. В этом есть огромная заслуга Бориса Евгеньевича Патона, под руководством которого мы развиваем это направление.

Сорок лет назад в СССР не было профессии «инженер-дефектоскопист». Все наши разработки по радиационным, магнитным, акустическим и другим методам контроля подпадали под сферу деятельности Отделения физики и астрономии АН СССР. Чл.-корр. М.М. Михеев, директор Института физики металлов УрО РАН, организовал в 1965 г. выпуск журнала «Дефектоскопия», который до сих пор является основным академическим изданием России по этой тематике. Приборы для дефектоскопии разрабатывали и выпускали НИИ и заводы Минприбора, которых, к сожалению, на территории Украины не было. Так было до тех пор, пока наведением порядка не занялся Борис Евгеньевич Патон.

Опуская подробности, могу сообщить, что тема ТДНК в стране стала государственной. Несколько кафедр технических университетов сейчас ведут подготовку будущих дефектоскопистов, введены различного рода специализации на машиностроительных, металлургических, сварочных кафедрах. В этом направлении была проделана колоссальная организационная работа.

Бесспорной заслугой возглавляемого мной коллектива является создание Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики (УОНКТД) по европейским стандартам, которые мы освоили в процессе деловых контактов с аналогичными европейскими обществами. УОНКТД, являясь одним из фундаторов Европейской федерации EFNDT и Всемирного конгресса ICNDT принимает участие во всех мероприятиях, которые проводят эти международные организации. УОНКТД самостоятельно издает бюллетень «НК-Информ»,

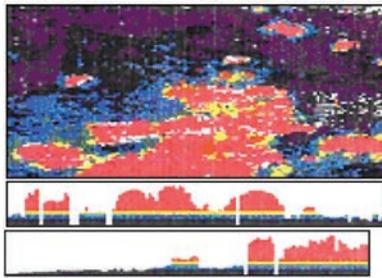


Устройства для разнонаправленного подвижного локального намагничивания металлоконструкций при поиске в них трещин

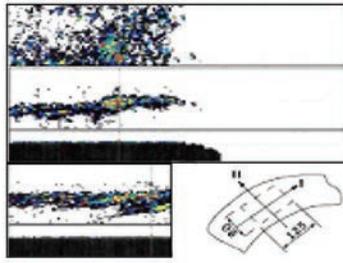
Флэш-радиография без промежуточных носителей информации



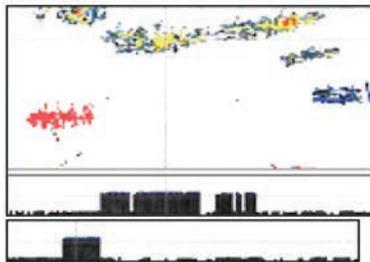
Флэш-радиография без промежуточных носителей информации



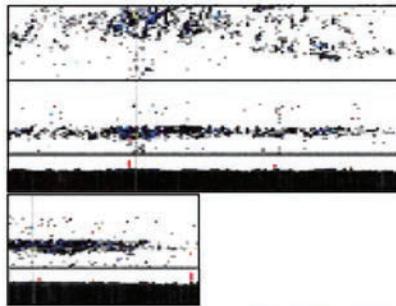
Остаточная толщина металла сосуда с внутренним коррозионным поражением



Распределение сигналов при наличии коррозионного проразжения внутри металла (гиба паропровода)



Вид сверху, сбоку и с торца для металла с расслоениями



Распределение УЗ-сигналов питтинговой коррозии внутри металла, каждый отдельный дефект допустим, а металлоконструкция снята с эксплуатации

Визуализация несплошности, обратной (недоступной) стороны объекта и расслоения металла

ТК-135 — всемирной организации по стандартизации ISO. Украина, после долгих мытарств среди ГОСТов, DIN, EN и других систем стандартизации, остановилась на ISO. В 2014 г. к нам приезжал председатель ТК-135, профессор Н. Hatana, с которым у нас сложились хорошие деловые отношения. По его просьбе мною было опубликовано в японском журнале JSNI две статьи об УОНКТД и о новом направлении магнитной дефектоскопии.

Вы перечислили важные организационные моменты, направленные на развитие Вашей профессии в Украине. А какие научные идеи и технические решения по дефектоскопии занимают Вас в настоящее время?

Основные мои идеи и технические решения изложены примерно в 700-х опубликованных работах, среди которых 153 патента и авторских свидетельств. Я не могу объективно оценить, какая часть этих публикаций наиболее ценная. Могу отметить, во что я сейчас верю, над чем работаю. Это, пожалуй, четыре научных направления:

- низкочастотный дальнедействующий УЗК без сканирования поверхности протяженного (до 500 м) объекта;
- разнонаправленное подвижное локальное намагничивание металлоконструкций при поиске в них трещин;
- радиография без промежуточных носителей информации (пленок, п/п пластин) с чувствительностью и производительностью на порядок выше, чем было до сих пор;
- цифровые методы обработки УЗ-информации — визуализация толщинометрии, рельефа обратной (недоступной) для контроля стороны металлоконструкции.

Можете мне поверить, что последние годы своей жизни я не буду тратить на второстепенные вопросы. Каждое из этих четырех направлений является фундаментальным. Это плохо понимают в сварочном сообществе, где мне приходится работать, но очень ценят эти идеи в мире НК. Достаточно сказать, что на эти темы я публикую работы в профессиональных журналах США, Англии, Японии. В этих странах самый высокий уровень НК и высокие требования в нашей профессии.

Благодарим Вас, Владимир Александрович, за интересное и обстоятельное освещение проблем и желаем Вам крепкого здоровья и новых достижений на благо Украины.

распространяемый бесплатно среди членов УОНКТД (это издание очень популярно среди специалистов по НК), а также поддерживает издание журнала «Техническая диагностика и неразрушающий контроль».

Не последнюю роль я сыграл в создании международной Академии наук NDT со штаб-квартирой в г. Брешиа (Италия). Членами этой академии являются выдающиеся ученые, среди которых четыре лауреата Нобелевской премии, четыре академика НАН Украины во главе с Б.Е. Патеном. Сессии, пленарные заседания IANDT проходят параллельно с мероприятиями, проводимыми EFNDT и ICNDT.

Также я активно работаю в

ПОКОРЕНИЕ ТАНКОВОЙ БРОНИ

В 1939 г. в Институте электросварки под руководством Е.О. Патона был создан новый вид сварки — автоматическая сварка плавящимся электродом под слоем флюса. Производительность процесса превысила ручную дуговую сварку в 10 раз. Первый отечественный способ был создан для сварки конструкционных сталей и к середине 1941 г. был внедрен на 20 крупнейших заводах СССР. В США, где процесс сварки под флюсом был запатентован на несколько лет раньше, к этому времени автоматическая сварка под флюсом использовалась только на трех заводах.

С 1930-х годов в преддверии новой мировой войны перед научно-техническим прогрессом стояла задача производства вооружения — наиболее совершенного и в большом количестве. Особых успехов достигли в Германии, где для облегчения веса корпуса крейсеров с успехом заменили клепаные конструкции на сварные. Такая технология позволила довести артиллерийское вооружения крейсеров до уровня линкоров и не нарушить запрет Версальского договора, ограничившего водоизмещение кораблей побежденной Германии. Чтобы узнать секреты сварки брони (и не только поэтому) И.В. Сталин распорядился купить германские «карманные линкоры». Германия согласилась продать только один тяжелый крейсер — «Лютцов». 31 мая 1940 г. германские буксиры привели крейсер в Ленинград на Балтийский завод (№ 189). Управление кораблестроения Наркомата ВМФ считало крейсер «весьма ценным приобретением». Однако оказалось, что бортовая броня не была включена в конструкцию корпуса, была частично приклепана и приварена штучными электродами вручную, что с успехом делали и на советских заводах.

В 1940 г. Председатель СНК СССР приказал внедрить автоматическую сварку в производство танков. Е.О. Патон поручил группе В.И. Дятлова разработать технологию по заданию Харьковского паровозостроительного завода (завод № 183 им. Коминтерна), в конструкторском бюро которого был создан танк Т-34 (как потом выяснилось, лучший средний танк Второй мировой войны). Однако ни в ИЭС, ни в заводской лаборатории не удалось найти положительного решения. Попытки применять новый вид соединений для сварки ле-

гированных броневых сталей заканчивались саморазрушением шва — броневые плиты толщиной несколько десятков миллиметров в СССР, США, Германии и других странах соединяли многослойными швами ручной дуговой сваркой специальными аустенитными электродами.

Нападение Германии и ее сателлитов на СССР вынудило свернуть и эвакуировать промышленное производство в Украине. Работа ИЭС была прервана и автоматическую сварку броневых сталей разработать не успели.

6 ноября 1941 г. И.В. Сталин в докладе на заседании Московского Совета депутатов трудящихся города Москвы, оценивая ситуацию, сложившуюся в начале войны, в частности, отметил: «...Другая причина временных неудач нашей армии состоит в недостатке у нас танков и отчасти авиации... Наши танки по качеству превосходят немецкие танки, а наши славные танкисты и артиллеристы не раз обращали в бегство хваленые немецкие войска с их многочисленными танками. Но танков у нас все же в несколько раз меньше, чем у немцев. В этом секрет временных успехов немецкой армии. Нельзя сказать, что наша танковая промышленность работает плохо и подает нашему фронту мало танков. Нет, она работает очень хорошо и вырабатывает немало превосходных танков. Но немцы вырабатывают гораздо больше танков, ибо они имеют теперь в своем распоряжении не только свою танковую промышленность, но и промышленность Чехословакии, Бельгии, Голландии, Франции». [Комаров Н.Я. Государственный Комитет Обороны постановляет. Документы. Воспоминания. Комментарии. М., 1990. — С. 422]*. И в то же время Сталин, сославшись на плохие тактико-технические данные, отказался от поставки по ленд-лизу американских и английских танков. [Переписка Председателя Совета Министров СССР с президентами США и премьер-министрами Великобритании во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. — М.: Политиздат, 1976. — Т.2. — 327 с.]

В августе 1941 г. при приближении немецко-фашистских армий к Киеву ИЭС был эвакуирован на Урал, в Нижний Тагил и размещен на территории «Уралвагонзавода». Здесь автоматическую сварку внедрили в производство грузовых вагонов и авиабомб большого калибра. Вскоре сюда же прибыли эшелоны с оборудованием и специалистами Харьковского завода № 183. И завод получил наименование «Уральский танковый завод им. Коминтерна» (УТЗ № 183). Производ-

*От редакции. Превосходство немецкой армии в танках не соответствует данным современной исторической науки (см. В. Суворов. Ледокол. Кто начал Вторую мировую войну? — Изд-во: «Добрая книга». — 608 с.)



Они сваривали танки с 1941 по 1944 годы в г. Нижний Тагил (сидят: Волошкевич Г.З., Севбо П.И., Патон Б.Е., Сидоренко М.И., Аснис А.Е., Тищенко М.И., Грохотов М.М; стоят: Александров М.Ф., Рабкин Д.М., Фриде К.К., Островская С.А., Патон В.Е., Гутман Л.М., Слуцкая Т.М.)

ство танков разворачивалось и на заводах Сталинграда, Свердловска, Сормовском и других. В конце 1941 г. уже работали 8 танковых, 6 отдельных корпусных и 3 дизельных завода. «Узким» местом были бронекорпусные цеха. На сварке толстых броневых плит вручную специальными штучными электродами были заняты сотни квалифицированных рабочих.

Е.О. Патон развернул изучение особенностей сварки высокопрочных закаленных сталей. Исследовались металлургические реакции в ванне, структурные преобразования и др. Борис Евгеньевич Патон вспоминает: «Основные трудности, которые тормозили работу по созданию технологии сварки броневых сталей и четко проявились при проведении опытов в Нижнем Тагиле, заключались в возникновении в металле шва и зоне термического влияния трещин. «Броня, она всегда броня», — сетовали кругом. Большое разочарование приносили и поры. Когда казалось, что трещины уже побеждены, они появлялись снова. Работа начиналась заново, а листья календаря немолимо сообщали о том, что еще неделя канула в Лету. Наконец, в результате упорного труда бригада технологов, руководимая В.И. Дятловым, победила трещины». [Патон Б.Е. Шов длиной в 4000000 метров // В кн. Т-34: путь к победе. Воспоминания танкостроителей и танкистов. — Киев: Изд-во полит. лит-ры Украины, 1989. — 255 с.]

Действительно, в ноябре 1941 г. В.И. Дятлову и сотруднику харьковского завода Б.А. Иванову впервые в мире удалось решить проблему дуговой сварки под флюсом броневых сталей — дозированно вводить в сварочную ванну низкоуглеродистую проволоку или присадочные материалы другой формы.

В январе 1942 г. В.И. Дятловым был открыт закон саморегулирования дугового процесса. Он установил, что скорость плавления электрода при определенных условиях сохраняется постоянной без ее регулирования автоматом. На основе этого явления впервые в мире был создан новый класс сварочных аппаратов для дуговой сварки — одномоторных аппаратов с постоянной скоростью подачи плавящегося электрода. Была разработана упрощенная конструкция головки для сварки под флюсом (А-80, П.И. Севбо), исследована и разработана система управления — дуга, подача электрода, источник питания (Б.Е. Патон). [Патон Б.Е. О рациональном выборе электрических схем управления электросварочными установками // Автоген. дело. — 1945. — № 11/12. — С. 14–15]. Несмотря на колебание напряжения в электрических сетях упрощенные автоматические сварочные аппараты работали стабильно и высокое качество шва было гарантировано. Простота изготовления и эксплуатации аппаратов открывали возможность широкого внедрения автоматической сварки.

Проблема сварки броневых сталей была решена. Однако новаторское предложение внедрить новую технологию для сварки танковых корпусов было встречено с недоверием. Руководство завода не хотело рисковать, не спешило заменять опытных сварщиков-ручников мальчиками и девочками, которые только что научены управлять сварочными автоматами. Ведь в случае неудачи, в случае, если корпус окажется с дефектами, и из-за новой неизвестной технологии будет сорван выпуск танков, это могли расценить как саботаж и наказать по всей строгости военного времени. И первым был бы наказан «старый спец», который вырос и учился в Германии.

Но фронт нуждался в танках и перспективу быть наказанным Е.О. Патон проигнорировал и потребовал организовать сравнительные натурные испытания. После жесточайшего обстрела оказалось, что «автоматные» швы прочнее «ручных». В феврале 1942 г. нарком танкостроения В.А. Малышев издал приказ о внедрении автоматической сварки в промышленность.

Конструкторская группа ИЭС (П.И. Севбо, В.Е. Патон и др.) подготовила 28 проектов специализированных установок для сварки разных узлов танков, авиабомб и боеприпасов. Еще одним заметным достижением стало создание поточной сборочно-сварочной линии. Производительность автоматической сварки была в 10 раз выше, чем ручной. Например, вручную квалифицированные сварщики приваривали днище к борту 20 ч. Подросток, после 5–10 дней обучения работы на автоматических головках выполнял эту работу за 2 часа. Экономия электроэнергии составила 42 %. Только на Уральском танковом заводе было высвобождено 250 сварщиков. [Медовар Б.И. Работа Института электросварки АН УССР в годы Великой Отечественной войны // Сборник, посвященный 75-летию со дня рождения и 50-летию научной деятельности Е.О. Патона. – Киев: Изд-во АН УССР, 1946. – 376 с.] [Сойбельман М.И., Портной И.Д. Автоматизация сварочных процессов в бронекорпусном производстве завода // Сборник, посвященный 75-летию со дня рождения и 50-летию научной деятельности Е.О. Патона. – Киев: Изд-во АН УССР, 1946. – С. 39–41].

Е.О. Патон обобщил достижения и издал монографию с анализом результатов новых научных исследований и опыта промышленного применения. [Патон Е.О. Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса: 3-е изд. – М.; Л.: Машгиз, 1942. – 110 с.].

Фундаментальным вкладом мирового значения в развитие металлургии сварки можно назвать результаты поиска шихтовых материалов флюсов из местного доступного сырья. Специалистами ИЭС



(А.И. Коренным, В.И. Дятловым) предложено использовать шлак Ашинского металлургического завода с добавлением марганцевой руды. К лету 1942 г. страна получила новый сварочный материал вместо флюса АН-2, запасы которого были на исходе.

В 1943–1944 гг. Б.Е. Патон и А.М Макара исследовали процесс сварки под флюсом, в том числе с использованием осциллографирования. Результаты исследований послужили дальнейшему развитию металлургии сварки, основой для развития сварки под флюсом и в защитных газах [Патон Б.Е., Макара А.М. Экспериментальное исследование процесса автоматической сварки под слоем флюса. – Киев: ИЭС, 1944. – 92 с.]. В 1943 г. опубликована первая в мире монография по сварке бронеконструкций под флюсом. [Патон Е.О. Руководство по автоматической сварке бронеконструкций. – Институт электросварки АН УССР, 1943. – 139 с.].

Решение металлургических проблем производства бронеконструкций в 1941–1944 гг. можно отнести к первому этапу развития металлургии броневых сталей для танкостроения. В архивах заводов, институтов и Национальной академии наук Украины сохранились сотни протоколов совещаний, посвященных вопросам создания составов броневых сталей, технологиям их производства и изготовления бронеконструкций.

Эти успехи подтвердили правильность заложенного Евгением Оскаровичем Патоном принципа самостоятельного комплексного решения сложных проблем техники от научных фундаментальных исследований до практической реализации. Следует отметить, что прорывные решения не только отвечали текущим потребностям. В скором времени опыт металлургических, электрофизических и других исследований, конструирования аппаратов, создания поточных линий, организации научной и производственной рабо-

ты будет развит. Техника с постоянной скоростью подачи плавящегося электрода продолжала совершенствоваться и в послевоенное время, использовалась в ИЭС им. Е.О. Патона для инновационных технологий сварки в защитных газах, электрошлаковой сварки, специальной электрометаллургии.

В США только в 1944 г. сумели разработать технологию автоматической сварки броневых сталей. В Германии вся бронетехника сваривалась ручными электродами, причем качество соединений было невысоким. К этому времени ИЭС установил на заводах Наркомата танковой промышленности 52 аппарата для автоматической сварки и все советские танки сваривались автоматами под флюсом. [Патон Б.Е. Развитие автоматической электросварки под флюсом за годы войны // Электричество. – 1945. – № 3. – С. 3–5]. [Патон Е.О. Воспоминания / Лит. запись Ю. Бураковского. – Киев: Гослитиздат Украины, 1955. – 324 с.]

В марте 1943 г. за выдающиеся достижения в ускорении производства танков и металлоконструкций Е.О. Патону присвоено звание Героя Социалистического труда. Ордена получили А.И. Коренной, И.К. Олейник, Б.Е. Патон, П.И. Севбо, А.М. Сидоренко.

Характеризуя работу руководителя Института, Б.Е. Патон написал: «Стремилась понять, что помогло нашему небольшому, плохо одетому, скудно питавшемуся товариществу с честью выполнить свой долг перед народом, перед страной. Прежде всего, это четкое и целеустремленное руководство. Директор не терпел застоя и бесплодного топтания на месте. Он умел сам и научил нас гибко менять направление главного удара в зависимости от новых данных, от веления времени. Для всех молодых членов коллектива (а их было большинство) совместная работа с Евгением Оскаровичем была неоценимым даром. Общение с ним и с танкостроителями стало для нас отличной школой. Из нее мы вышли сложившимися людьми и неплохими специалистами. Нас вдохновляло единое для всех советских людей стремление: сжав зубы, напрячь все силы и победить во что бы то ни стало. Помогало в решении сложных вопросов чувство товарищества, единства, взаимоуважения.» [Патон Б.Е. Шов длиной в 4000000 метров // В кн. Т-34: путь к победе. Воспоминания танкостроителей и танкистов. – Киев: Изд-во полит. лит-ры Украины, 1989. – 255 с.]

А.П. Лютый, канд. техн. наук

ММС100

7–10 June 2016,
Kyiv, Ukraine

www.medovar100.org



Международный симпозиум к 100-летию со дня рождения Б.И. Медовара

Дата проведения

7–10 июня 2016 г.

Тематика симпозиума

ЭШП и другие процессы специальной электрометаллургии, их научные основы, технологии и оборудование; электрошлаковое литье; сварка высоколегированных и высокопрочных сталей, а также аустенитных сталей и сплавов; теория кристаллизации сталей и сплавов; управление затвердением в металлургии и сварке; крупные кузнечные и листовые слитки; моделирование затвердевания в процессах специальной электрометаллургии и сварки; современные стали для магистральных газопроводов, сосудов давления, крупных поковок, роторов, валков; родственные области металлургии, сварки и металловедения.

Место проведения

Киев, Украина, Президент Отель

Организационный комитет

Тел.: +38(044) 287-52-18, +38(044) 337-30-81. Тел./факс: +38(044) 337-30-82
E-mail: org@medovar100.org, info@medovar100.org
Дополнительная информация на сайте симпозиума www.medovar100.org

ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины



Жерносеков А.М. (Ин-т электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины) защитил 28 декабря 2015 г. докторскую диссертацию на тему «Повышение эффективности сварочных процессов путем применения специализированных импульсных воздействий».

Диссертация посвящена развитию научных основ повышения эффективности сварочных технологий путем применения импульсных воздействий на процессы дуговой сварки.

В работе получил дальнейшее развитие принцип разделения импульсного теплового и импульсного силового воздействия на сварочный процесс. Определено, что реализация этого принципа при рациональном выборе параметров импульсов не допускает интенсивное испарение металла капли, что увеличивает эффективность плавления электрода в 1,5...1,85 раза на обратной полярности. Показано существование множественности устойчивых форм капли электродного металла заданного объема, которая находится на торце электрода, а также развито представление о технологических циклах формирования и переноса металла электрода в результате действия специализированного многоуровневого импульса.

Установлено, что уменьшение длительности фронтов импульса сварочного тока при сварке с плавящимся электродом может приводить к нарушению газовой защиты. Даны рекомендации по выбору длительности фронтов импульсов.

В работе предложено при сварке конструкционных сталей комбинировать различные виды переноса металла: мелкокапельный перенос в смеси на основе аргона и перенос с короткими замыканиями дугового промежутка в углекислом газе. Это достигается путем одновременной импульсной подачи в зону сварки различных защитных газов и изменения при этом рода сварочного тока: импульсный и постоянный. Это позволяет воздействовать на параметры сварных швов и их микроструктуру.

Для улучшения формирования сварного шва, увеличения глубины проплавления и уменьшения теплового воздействия на свариваемый металл эффективно применение импульсной дуги, которая питается специализированными многоуровневыми импульсами с частотой следования равной

либо кратной частоте импульсов лазерного излучения. Автоколебательные режимы перспективно использовать при разработке новых дуговых и лазерно-дуговых технологий подобных импульсно-дуговой сварке и сварке модулированным током, так как для их реализации не требуется применение высокоточных электронных ключей.

Получили дальнейшее развитие принципы импульсной стабилизации дуги переменного тока за счет их оптимизации. Установлено, что источники питания трансформаторного типа с импульсной стабилизацией сварочной дуги генерируют в электрическую сеть минимальное количество высших гармоник, что открывает перспективу создания конкурентоспособных источников питания на базе сварочных трансформаторов, а также применения переменного тока для сварки ответственных конструкций.



Лендел И.В. (Ин-т электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины) защитил 29 декабря 2015 г. кандидатскую диссертацию на тему «Дуговая наплавка в углекислом газе с импульсной подачей электродной проволоки».

Диссертационная работа посвящена повышению эффективности дуговой наплавки в среде углекислого газа за счет применения импульсной подачи электродной проволоки (ИПЭП), улучшению ее технологических и энергетических характеристик, изучению переноса электродного металла под действием силы инерции, определению влияния параметров ИПЭП на геометрические и служебные характеристики валика наплавленного металла, ресурсо- и энергосбережение.

Определены основные актуальные задачи процесса дуговой наплавки в углекислом газе на обратной полярности, заключающиеся в необходимости управления геометрическими размерами наплавляемого валика, снижения глубины проплавления, повышения стабильности и уменьшения уровня потерь электродного металла. Для решения этих задач обоснована целесообразность применения ИПЭП.

Разработана оригинальная методика оптимизации исследовательского процесса, с применением метода ПФЭ определено и за счет декомпозиции четырехфакторного пространства сведено к минимуму количество необходимых экспериментов. Также разработана методика определения оптимальных параметров ИПЭП в зависимости

от требуемых целевых функций (геометрические размеры, потери электродного металла, затраты электроэнергии) и энергетических параметров процесса (тока и напряжения), используя данные по длине дуги, объему капли и закономерности влияния параметров ИПЭП на целевую функцию.

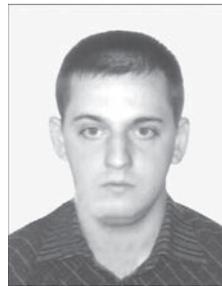
Для сплошной электродной проволоки Св-08Г2С диаметром 1,2 мм, с позиций минимизации глубины проплавления основного металла и потерь электродного металла, в диапазоне тока 120...310 А и напряжения 20...33 В установлен рациональный диапазон изменения параметров ИПЭП для процесса наплавки, который составляет по частоте 10...30 Гц и скважности 3...5 ед.

Проведены исследования влияния параметров ИПЭП на перенос электродного металла, получены и верифицированы регрессионные математические модели, которые могут использоваться для прогнозирования геометрических размеров (выпуклости, ширины, глубины проплавления основного металла, угла сопряжения) валика наплавленного металла, потерь электродного металла и затрат электроэнергии в зависимости от частоты и скважности ИПЭП. Достоверность моделей находится на уровне 80 %. Выполнена сравнительная оценка служебных характеристик наплавленного слоя, которая показала возможность получения износостойкости пятислойной наплавки при постоянной подаче электродной проволоки уже в первом слое при ИПЭП и на 30 % — повышения износостойкости пятислойной наплавки соответственно. Установлено, что за счет принципиального различия в подаче электродной проволоки ИПЭП дает возможность снизить потребление электроэнергии на 10...20 %. Оценка температуры на стадии роста капли при ИПЭП на оптимальных режимах наплавки через теплосодержание капли показала возможность ее снижения на 25 %. Это в свою очередь не создает предпосылок к чрезмерному перегреву капли, до 30 % уменьшает остаточные напряжения при наплавке валика, улучшает санитарно-гигиенические характеристики процесса наплавки за счет уменьшения в 1,1...1,5 раза скорости образования сварочных аэрозолей. Снижение разбрызгивания электродного металла в 2...3,5 раза объясняется существенным повышением стабильности процесса на стадии роста капли, подтвержденным уменьшением коэффициентов вариации и среднеквадратичного отклонения в 5,1 и 4,4 раза соответственно.

Разработан новый подход к созданию механизма ИПЭП без обратной связи с источником сварочного тока, создан макетный малогабаритный образец на базе ВРЭД «Импульс-2 ПМ-80». Механизм способен периодически с частотой 1...60 Гц реализовывать на торце оплавленного электро-

да необходимые значения силы инерции за счет уменьшенной продолжительности торможения электродной проволоки. Данный механизм ИПЭП рассчитан на подачу электродной проволоки диаметром 1,2 мм с частотой 1...60 Гц и отличается от уже существующих расширенными технологическими характеристиками подачи электродной проволоки по скважности 1...10 ед., по шагу 0,1...7,2 мм. Устройство имеет автономный режим работы, параметры которого отдельно задаются на циклограмме, содержащей до 10 участков, а также 3 адаптивных режима работы, позволяющих действовать приводу под управлением внешних ведущих устройств и способствующих его интеграции в модульное сварочное оборудование под общей системой управления.

Основными преимуществами предлагаемого способа ИПЭП является ограничение глубины проплавления, уменьшение количества слюев наплавленного металла, снижение потерь на разбрызгивание электродного металла. Показана принципиальная возможность ресурсосберегающего и экономически эффективного ремонта и восстановления деталей в производственных условиях.



Молгасов А.В. (Ин-т электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины) защитил 29 декабря 2015 г. кандидатскую диссертацию на тему «Разработка методов расчета силовых параметров контактной стыковой сварки кольцевых изделий».

Диссертация посвящена разработке аналитических и инженерных методов расчета усилий, возникающих вследствие изгиба контура шунтирования при устранении первоначального зазора, высадке оплавленного металла и последующей осадке в процессе контактной стыковой сварки (КСС) кольцевых изделий, с учетом нагрева периферии изделия токами шунтирования.

Путем преобразований уравнений Бельтрами–Митчелла установлена функциональная взаимосвязь между функциями напряжений трехмерной и плоской задач теории упругости в цилиндрических координатах.

На основании методов и подходов механики деформируемого твердого тела установлена связь между величиной усилия, затрачиваемого на изгиб шунтирующей части, и геометрическими параметрами заготовок колец при КСС оплавлением. Показано, что для восьми шпангоутов различных геометрических размеров из стали 12Х18Н10Т это усилие составляет до 70 % от усилия осадки.

се КСС пульсирующим оплавлением исследуемых шпангоутов.

Разработан метод определения разрывного усилия, обусловленного накопленными в шунтирующей части шпангоута упругими деформациями в процессе его КСС. Исследован характер распределения остаточных напряжений в шунтирующей части сваренного шпангоута после выполнения КСС оплавлением. Показано, что в некоторых объемах материала большинства исследуемых шпангоутов уровень остаточных напряжений достигает его предела текучести.

Разработан инженерный метод определения изгибного и разрывного усилий при КСС кольцевых изделий с поперечным сечением произвольной геометрической формы и других изделий замкнутой формы отличной от кольца. Применение предложенного метода продемонстрировано на примере расчета силовых параметров процесса КСС поворотного круга из стали 60 с поперечным сечением сложной геометрической формы и концевой звена якорной цепи калибра 22 из стали 20Х.

Исследовано влияние нагрева внешней части свариваемого кольца токами шунтирования на силовые параметры процесса КСС. Предложена

методика описания температурного поля в шунтирующей части кольца при помощи четной части ряда Фурье по окружной координате. Путем решения соответствующей задачи теории термоупругости установлена связь усилия, вызванного нагревом шунтирующей части, с геометрическими характеристиками и физическими свойствами материала свариваемого кольца. Дана количественная оценка величины этого усилия при КСС кольца из стали 20 и его влияния на время, необходимое для выдержки стыка под давлением.

Усовершенствован инженерный метод, основанный на гипотезе ломаных сечений, позволяющий описывать напряженное состояние в зонах концентрации напряжений, обусловленной геометрией сварного соединения, и распространен на стыковые сварные соединения с симметричным усилением. Исследовано напряженное состояние сварного соединения, выполненного КСС, при удалении местного усиления вращающимися ножами и протяжкой стыка между неподвижными ножами, определены соответствующие коэффициенты концентрации напряжений при таких способах удаления местного усиления.

Международная конференция
«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ»
 13–15 июня 2016 г.
 Киев, ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины

Тематика конференции:

- ◆ электронно-лучевая сварка
- ◆ лазерная сварка
- ◆ гибридные процессы сварки
- ◆ сварка трением с перемешиванием
- ◆ контактно-стыковая сварка высокопрочных сталей
- ◆ сварка дугой, вращающейся в магнитном поле
- ◆ 3D аддитивные технологии, базирующиеся на сварочных процессах

Контрольные даты

- ◆ Подача заявок для участия и отправка доклада до 15.03.2016
- ◆ Рассылка программы конференции до 15.04.2016
- ◆ Оплата организационного взноса до 14.06.2016

Организационный комитет:
 Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины
 03680, г. Киев, ул. Боженко 11, тел./факс: +38(044) 200-82-77
 E-mail: journal@paton.kiev.ua, patonpublishinghouse@gmail.com
www.pwi-scientists.com/rus/modernweld2016
www.patonpublishinghouse.com

СВАРКА БОЙЛЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА CMT Twin*

Эффективность, качество и скорость — эти три слова лучше всего характеризуют систему CMT Twin. Данная система значительно сокращает издержки производственного процесса.

Новая технология CMT Twin является действительно уникальной. Она представляет собой сочетание двух известных сварочных технологий от Fronius — TimeTwin и CMT. Система CMT Twin отличается не только высокой скоростью сварки, но и простотой управления процессами. Улучшенные характеристики проплавления обеспечивают повышение качества провара наряду с сохранением эффективности традиционного тандемного метода. Это достигается за счет того, что «ведущая» сварочная дуга, горящая на первом электроде, обеспечивает более глубокое проплавление основного материала, а «ведомая» дуга второго электрода используется для заполнения сварочной ванны. При этом обе дуги горят в общей сварочной ванне. Новая система синхронизированного запуска процесса сварки не имеет аналогов на рынке и обеспечивает стабильную сварочную дугу с самого начала процесса сварки. Процесс CMT Twin обеспечивает равномерное формирование шва и оптимальное проплавление, что гарантирует получение безупречного сварного шва. Превосходно согласованные графические характеристики и использование принципа «ведущего» и «ведомого» электрода упрощают процесс управления CMT Twin. После настройки «ведущего» электрода, «ведомый» электрод автоматически настраивается соответствующим образом. Лучше системы автоматической регулировки процесса сварки еще не было. Комбинированное применение технологий CMT и Pulse позволяет достичь наилучших результатов во всех областях применения.

Технология CMT Twin открывает широчайшие возможности сварки в среде различных защитных газов и газовых смесях, в том числе, в среде широко распространенного газа CO₂. Применение CMT Twin позволяет минимизировать сварочные брызги за счет безупречного отрыва капли в режиме CMT и увеличить скорость сварки и производительность наплавки более чем в два раза.

Дополнительно система CMT Twin обладает идеально согласованными специальными графическими характеристиками для каждой области применения. Для больших толщин рекомендуется использовать графическую характеристику «Heavy Duty». Режим CMT Twin Speed идеально подходит для сварки тонких и особо тонких листов на максимальной скорости. Применение технологии CMT, а точнее принципа механического отрыва капли, обеспечивает возможность наилучшего перекрытия зазоров, в том числе в системе CMT Twin. Независимая настройка процесса горения дуги на «ведущем» и «ведомом» электроде

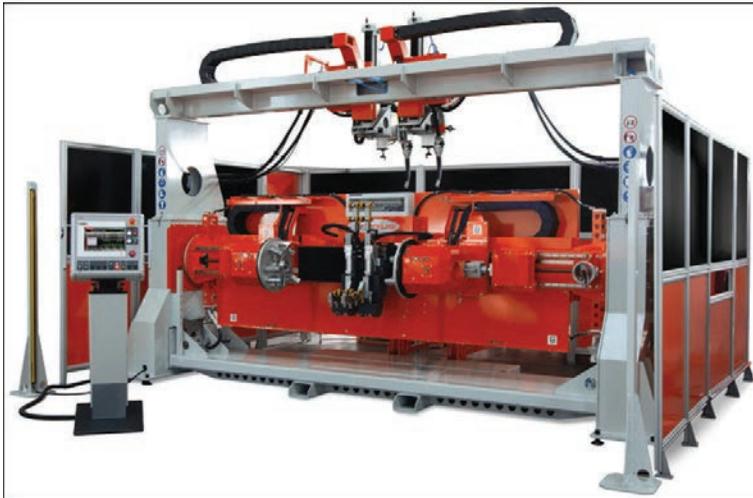
* Статья на правах рекламы.



Торцы бойлеров вставляются в вакуумную присоску и пневматически спрессовываются с корпусом бойлера



Две сварочные горелки CMT Twin обеспечивают идеальные кольцевые швы и наилучшие результаты сварки



Система CMT Twin. Управление системой посредством HMI с графическим интерфейсом и сенсорным дисплеем

(скорость подачи проволоки, длина дуги, сила отрыва капли) делают процесс CMT Twin более гибким в применении и позволяют устанавливать различную мощность плавления в зависимости от области применения. Twin Compact Pro — новая, специально разработанная сварочная горелка для процесса CMT Twin, в которой сочетаются такие важнейшие характеристики как надежность, прочность, маневренность, высокоэффективная система охлаждения. Кроме того, для каждой области применения доступны комплекты сварочных горелок с оптимально подобранными параметрами.

Основа решения для сварки бойлеров — две системы CMT Twin, которые обеспечивают наилучшие результаты сварки за счет максимальной стабильности процесса. Благодаря особой конструкции системы, состоящей из двух отдельно настраиваемых источников тока и сварочной горелки с двумя изолированными друг от друга контактными наконечниками, CMT Twin обеспечивает впечатляющие показатели стабильности дуги и глубины проплавления, а также оптимальное замыкание сварного шва. В зависимости от допусков и формы деталей эта система может обеспечить скорость сварки до 3,5 м/мин. При этом производственный процесс разделен между двумя станциями. На первой станции в систему подаются все необходимые компоненты, которые соединяются между собой при помощи пневматического пресса, чтобы минимизировать объем и длительность подготовительных работ, например выполнения прихватки. На второй станции детали идеальным образом свариваются между собой при помощи CMT Twin и автоматически транспортируются далее. Благодаря такой механизации достигаются полностью воспроизводимые результаты сварки и как минимум в два раза повышается производительность по сравнению с ручными сварочными системами.

Еще одной отличительной особенностью является управление системой с помощью машинного интерфейса HMI. Графический интерфейс и сенсорный дисплей обеспечивают простую навигацию по меню и исключительное удобство использования. Сетевое подключение к системе управления дает возможность выявлять ошибки и при необходимости выполнять удаленное обслуживание системы. Меню системы доступно на нескольких языках.

Благодаря способности выполнять сварку на одной станции и одновременно устанавливать компоненты на другой эта система является образцом экономичности. Рабочий цикл, составляющий менее 45 секунд на деталь, позволяет выпускать до 80 бойлеров в час.

Fronius International — австрийское предприятие с главным офисом в Петтенбахе и отделениями в Вельсе, Тальхайме, Штайнхаусе и Заттледте. Предприятие специализируется на системах для зарядки батарей, сварочном оборудовании и солнечной электронике. Всего штат компании насчитывает 3 385 сотрудников. Доля экспорта составляет 93 %, что достигается благодаря 21 дочерней компании, а также международным партнерам по сбыту и представителям Fronius более чем в 60 странах. Благодаря первоклассным товарам и услугам, а также 928 активным патентам, Fronius является лидером в области технологий на мировом рынке.



SHIFTING THE LIMITS

ООО «ФРОНИУС УКРАИНА»
07455, Киевская обл., Броварской р-н,
с. Княжичи, ул. Славы, 24.
Тел.: +38 044 277-21-41; факс: +38 044 277-21-44
E-mail: sales.ukraine@fronius.com
www.fronius.ua

ОТКРЫТИЕ МЕМОРИАЛЬНОЙ ДОСКИ

25 января 2016 г. в ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины состоялся митинг в честь открытия памятной доски, посвященной академику НАН Украины Игорю Константиновичу Походне. На церемонии присутствовали многочисленные сотрудники института, представители Президиума НАН Украины, родственники.

Выступивший на митинге заместитель директора института академик НАН Украины Л.М. Лобанов отметил значительную роль И.К. Походни в формировании массового производства сварочных материалов в СССР, создании промышленных центров по выпуску покрытых электродов, сварочных проволок в Украине. Был особо отмечен вклад академика И.К. Походни в разработку научных основ создания сварочных материалов на базе исследования физико-химических процессов в сварочной дуге, глубокого изучения вопросов снижения токсичности сварочных аэрозолей. Проведенные работы послужили основанием для организации массового производства электродов общего назначения, порошковых проволок для сварки в среде защитных газов, создания конструкции и технологии изготовления самозащитных порошковых проволок. Одновременно с научной работой в институте академик И.К. Походня активно трудился в Президиуме НАНУ, где занимал должности, главного ученого секретаря, вице-президента, а затем в течение более 27-ми лет возглавлял отделение Физико-технических проблем материаловедения. Это свидетельствует о большом доверии и высоком авторитете И.К. Походни в академической среде, у руководителей ведущих институтов академии.

Заместитель директора института академик НАН Украины К.А. Ющенко обратил внимание на постоянную работу И.К. Походни с кадрами. Выступающий привел эпизоды из личного общения с Игорем Константиновичем, напомнил о том большом внимании его к воспитанию молодых специалистов, формированию трудового коллектива, выбору перспективных направлений развития исследований и высокой требовательности к результатам работы сотрудников.

От имени сотрудников отдела, воспитанников академика И.К. Походни, с теплыми словами об академике выступил заведующий отделом физико-химических процессов в сварочной дуге д-р техн. наук В.В. Головкин. Он напомнил собравшимся о том тяжелом времени, в котором произошло становление характера Игоря Константи-



новича. Попав 14-летним подростком в горнило Второй мировой войны, он не только принял участие в боевых действиях, но и сумел получить образование и поступить в КПИ. Полученная в эти годы закалка позволила молодому специалисту с энтузиазмом включиться в работы по восстановлению Донбасса, по зову сердца прийти в академическую среду и на протяжении более 60-ти лет быть надежным соратником академика Б.Е. Патона в его деятельности как директора института и президента академии наук Украины. Опыт работы под руководством И.К. Походни служит примером в преодолении трудностей нашего времени, в дальнейшем развитии научных идей, сформулированных с его участием.

В заключение митинга выступила сестра И.К. Походни — член-корреспондент НАН Украины Надежда Константиновна Коваленко, которая вспомнила, каким вниманием и заботой о сотрудниках были наполнены рассказы ее брата в кругу семьи, поблагодарила собравшихся за то, что они ценят результаты его многолетнего труда и пришли почтить память Игоря Константиновича.



ОТЧЕТНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОГРАММЕ «РЕСУРС»

22 января 2016 г. в Институте электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины состоялась отчетная конференция по итогам выполнения четвертого этапа целевой комплексной программы НАН Украины «Проблемы ресурса и безопасной эксплуатации конструкций, сооружений и машин» («Ресурс») в 2013–2015 гг. В работе конференции приняло участие более 100 ученых и специалистов из различных учреждений и организаций Украины.

Открыл конференцию академик НАН Украины Л.М. Лобанов. Он сообщил, что для выполнения этой программы, которая состояла из девяти разделов и содержала 126 проектов, было привлечено 25 институтов восьми отделений НАН Украины. Часть работ была посвящена внедрению результатов предыдущих этапов программы в соответствующие отрасли промышленности Украины и дальнейшему совершенствованию мониторинга технического состояния ответственных объектов.

Были заслушаны следующие обзорные доклады научных руководителей разделов программы «Ресурс» об основных полученных результатах:

– чл.-кор. НАН Украины В.В. Харченко, руководитель раздела «Разработка методологических

основ оценки и продления ресурса конструктивных элементов объектов повышенной опасности и авиакосмической техники»;

– академик НАН Украины З.Т. Назарчук, руководитель раздела «Разработка методов и новых технических средств неразрушающего контроля и диагностики состояния материалов и изделий длительной эксплуатации»;

– д-р техн. наук М.С. Хома, заместитель руководителя раздела «Разработка методов защиты от коррозии элементов конструкций объектов длительной эксплуатации»;

– чл.-кор. НАН Украины В.Н. Воеводин, руководитель раздела «Разработка эффективных методов оценки и удлинения ресурса объектов атомной энергетики»;

– академик НАН Украины А.А. Долинский, руководитель раздела «Повышение надежности и продление ресурса энергетического оборудования и систем»;

– чл.-кор. НАН Украины А.Я. Красовский, руководитель раздела «Создание систем мониторинга технического состояния трубопроводов и объектов газо- и нефтеперерабатывающей промышленности»;



Выступление академика В.В. Панасюка

– академик НАН Украины Л.М. Лобанов, руководитель раздела «Повышение надежности и продление ресурса мостов, строительных, промышленных и транспортных конструкций»;

– академик НАН Украины К.А. Ющенко, руководитель раздела «Разработка технологий ремонта и восстановления элементов конструкций объектов повышенной опасности с целью продления срока их эксплуатации»;

– академик НАН Украины В.В. Панасюк, руководитель раздела «Подготовка и печать нормативных документов и научно-технических пособий по вопросам оценки ресурса объектов длительной эксплуатации».

В процессе выполнения проектов программы «Ресурс» получены важные научные, научно-технические и практические результаты. Представим некоторые из них.

Для отрасли железнодорожного транспорта в пределах комплексного проекта, который выполняется Институтом черной металлургии, Физико-технологическим институтом металлов и сплавов и Физико-механическим институтом, разработана новая износостойкая сталь для железнодорожных колес и методы определения их эксплуатационного ресурса при наличии повреждаемой поверхности катания дефектами типа выщербины. Создан лабораторный металлургический комплекс, который позволил изготовить опытные образцы, постоянные по химическому составу, неметаллическим включениям, вредным примесям. Параметры горячего деформирования отвечают требованиям промышленного производства колес и отличаются от базовой стали уменьшенным содержанием углерода и применением технологий дисперсионного нитридного и твердорастворимого упрочнения марганцем и кремнием. Прогнозируется существенное повышение эксплуатационного ресурса и надежности колес.

Специалистами Физико-технологического института металлов и сплавов доказано, что повышение ресурса сильно-токового скользящего контакта базируется на применении вставок на основе меди с легирующими добавками железа, хрома и углерода, которые обеспечивают повышенные трибологические свойства при меньшем износе контактного провода. Создано технологическое оборудование, изготовлены опытные образцы вставок и проведены исследования их свойств соответственно потребностей Укрзалізниці. Совместно с предприятием, которое изготавливают контактные пластины пантографов, разработаны технологические рекомендации для промышленного освоения производства предложенных контактных деталей, которые используются на железнодорожном транспорте.

Институтом проблем материаловедения разработаны технологии изготовления элементов фрикционных пар из порошковых композиционных материалов с повышенным эксплуатационным ресурсом для тормозных устройств подвижного состава железнодорожного транспорта. Выполнен комплекс лабораторных и стендовых испытаний физико-механических и триботехнических характеристик полученных материалов системы металл–стекло и опытно-промышленная апробация разработанной технологии в заводских условиях, начата подготовка к их серийному производству.

Создана система управления процессом контактной сварки оплавлением рельсов в стационарных и полевых условиях, что обеспечивает повышение эксплуатационного ресурса и надежности железнодорожных путей. Она позволяет обнаруживать отклонение параметров и предупреждать их выход за нормативные допуски, что стабилизирует процесс сварки и улучшает качество и долговечность сварных соединений. Система прошла испытание в промышленных условиях и внедряется на рельсосварочных предприятиях Укрзалізниці.

Создан комплекс технических средств для автоматизированной ультразвуковой дефектоскопии железнодорожных рельсов с использованием современных информационных технологий. Разработано математическое обеспечение микропроцессорных узлов и средств интерактивного взаимодействия оператора с органами управления ультразвукового рельсового дефектоскопа. Проведено комплексное исследование разработанных механических и электронных узлов дефектоскопа на образцах рельсов с разными типами дефектов. Создан опытный образец автоматизированного ультразвукового дефектоскопа для применения в путевом хозяйстве Украины при выявлении дефектов в рельсах железнодорожного пути.

Для отрасли трубопроводного транспорта исследованы причины разрушения кольцевых сварных соединений магистральных газонефтепроводов. Установлено, что они обусловлены наличием технологических дефектов, главным образом коррозионных, из-за низкого качества сборочно-сварочных и эксплуатационных работ. Уровень механических свойств металла сварных соединений, в том числе после длительной эксплуатации газонефтепроводов, является достаточным и не может рассматриваться в качестве причин их разрушения. Предоставлены рекомендации относительно устранения причин возникновения дефектов и предупреждения разрушения кольцевых соединений во время эксплуатации.

Создано первое отечественное оборудование низкочастотного ультразвукового контроля со-

стояния технологических трубопроводов и других протяженных объектов без сканирования их поверхностей. Его существенным преимуществом является дальное действие и эффективность диагностики протяженных объектов в местах, где другие методы являются непригодными. Например, в местах подземного пересечения трубопроводами автодорог и железнодорожных путей, прохождения трубопроводов через реки и другие препятствия. Осуществлено испытание и проведена адаптация разработанной аппаратуры к применению в производственных условиях. Установлено, что она обеспечивает повышенную чувствительность к коррозионно-эрозионным повреждениям и по точности определения расстояния к дефектам отвечает лучшим зарубежным аналогам.

Институтом электросварки разработана система непрерывного акустико-эмиссионного мониторинга технического состояния высокотемпературных компонентов энергетического оборудования. Она позволяет на основе данных акустической эмиссии в реальных условиях эксплуатации конструктивных элементов определить предразрушительную нагрузку материала в любой момент времени независимо от срока наработки и колебаний температуры. Система внедрена в промышленную эксплуатацию для мониторинга паропроводов горячего перегрева пара энергоблока № 1 Киевской ТЭЦ-6. Также проводятся работы относительно ее приложения для непрерывного мониторинга барабана котла на Киевской ТЭЦ-5.

Создан комплекс технических мероприятий для высокочастотной и оптико-акустической диагностики композитных элементов конструкций авиакосмической техники. Комплекс включает сверхвысокочастотный рефлектометр миллиметрового диапазона длин волн, оптико-акустический интерференционный коррелятор и программное обеспечение для выявления в реальном времени расслоений и других внутренних дефектов в композитах. Проведено исследова-

ние выявления дефектов в композитных образцах многослойной и ячеистой структуры. Запланировано испытание разработанного комплекса технических средств сверхвысокочастотной и оптико-акустической диагностики в производственных условиях на ГП «Антонов» и КБ «Южное».

Разработана технология диагностики методом электронной ширографии элементов авиационных конструкций из металлических и композиционных материалов. Ее эффективность подтверждена исследованиями как на тестовых образцах, так и на натуральных элементах обшивки фюзеляжа крыла самолета. Она может использоваться при производстве конструкций, а также при их эксплуатации и ремонте. В настоящее время технология внедряется для диагностики компонентов авиационного оборудования на ГП «Антонов».

Разработана гибридная технология, которая совмещает электронно-лучевую сварку и сварку трением с перемешиванием для возобновления ресурса конструкций авиационной и космической техники из алюминиевых и магниевых сплавов. Разработан типоразмерный ряд инструментов и методология предварительной обработки трением с перемешиванием поверхностных слоев, что позволяет получить мелкозернистую структуру сплавов и значительно повысить прочность соединений после электронно-лучевой сварки. Гибридная технология внедрена на предприятии «Мотор-Січ».

Суммарный ожидаемый экономический эффект от внедрения результатов проектов программы «Ресурс» составляет десятки миллионов гривен в год. В целом по проектам программы получено много других полезных результатов. Эти результаты являются актуальными и дают основание считать целесообразным продолжение работы программы на следующем этапе. С материалами выполнения программы «Ресурс» можно ознакомиться в открытом доступе по ссылке: <http://patonpublishinghouse.com/compilations/resurs2015.pdf>.

А.Т. Зельниченко,
канд. физ.-мат. наук

ПАМЯТИ В.Ф. ХОРУНОВА



26 января 2016 г. на 79-м году жизни после тяжелой и продолжительной болезни ушел из жизни кадровый сотрудник ИЭС им. Е.О. Патона, член-корреспондент НАН Украины, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины лауреат Государственной премии УССР и

премии Е.О. Патона Виктор Федорович Хорунов.

После окончания в 1959 г. Киевского политехнического института он поступил на работу в Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины. Прошел путь от инженера до заведующего отделом физико-химических процессов пайки.

Начало его творческой деятельности связано с изучением особенностей структурных и фазовых превращений в чугунах с различным содержанием элементов-графитизаторов, кристаллизующихся в условиях высоких скоростей охлаждения, которые характерны для сварочных процессов. На этой основе были разработаны составы порошковых проволок и создан способ механизированной дуговой сварки чугуна.

Основная научная деятельность В.Ф. Хорунова посвящена исследованию процессов высокотемпературной и низкотемпературной пайки, созданию научной школы в этой области. Исследования охватывают практически все конструкционные материалы, используемые в промышленности. Под его руководством разработаны научные основы, припой и технология вакуумной пайки тонкостенных конструкций из нержавеющей сталей различных классов, которые нашли широкое применение в промышленности. За работу в области ракетостроения ему присуждена Государственная премия УССР в области науки и техники.

Важным аспектом научной деятельности В.Ф. Хорунова является разработка научных основ, технологических процессов и припоев для пайки жаропрочных никелевых сплавов, интерметаллидных и дисперсно-упрочненных сплавов, углеродных материалов, сплавов на основе титана и алюминия. Впервые изучены фазовый состав и интервалы плавления сплавов систем Ni–Cr–Zr, Ti–Zr–Mn, Ti–Zr–Fe, Ti–Zr–Co в широких пределах концентраций, построены поверхности ликвидуса названных систем. На основе фундаментальных исследований системы $KF-AlF_3-K_3SiF_7$ создан оригинальный реактивный флюс для пайки алюминия, который позволяет прово-

дить процесс пайки без введения припоя. Для низкотемпературной флюсовой пайки алюминия впервые синтезирован новый класс комплексных тетрафторборатов.

Под руководством В.Ф. Хорунова выполнен ряд специальных проектов. Так, был подготовлен и успешно осуществлен эксперимент по пайке на околоземной орбите. В рамках международного проекта «Токомак» разработаны припой и технология пайки разнородных соединений дивертора установки термоядерного синтеза и исследована работоспособность разнородных паяных соединений в условиях жесткой термической нагрузки и нейтронного облучения.

В.Ф. Хорунов был руководителем (с украинской стороны) нескольких международных проектов — «Коперникус» (ЕС) и двух проектов под эгидой Министерства энергетики США: с Ливерморской национальной лабораторией и с Национальной лабораторией «Сандия».

В последние годы В.Ф. Хорунов уделял большое внимание новому направлению исследований — дуговой пайке различных материалов. Создана, в частности, технология дуговой пайки оцинкованной стали, которая обеспечивает сохранение покрытия и не требует дополнительной обработки соединения после пайки.

Созданы материалы и технология пайки долот для наземного и подземного бурения, что позволило в несколько раз увеличить величину проходки. Созданные долота прошли широкую проверку в реальных условиях эксплуатации.

В.Ф. Хорунов является автором более 380 печатных работ, в том числе трех монографий и 65 авторских свидетельств и патентов. Под его руководством защищено 11 кандидатских и 1 докторская диссертации, в том числе 3 российскими и одна китайскими специалистами. Он являлся членом ученого совета Института электросварки им. Е.О. Патона, редакционных коллегий журналов «Автоматическая сварка» и «Адгезия расплавов и пайка материалов», двух спецсоветов по защита диссертаций. На протяжении ряда лет был председателем I комиссии Национального комитета СССР Международного института сварки. Многократно выступал с лекциями в США и Китае.

Сотрудники Института, друзья и коллеги с глубокой скорбью переживают эту потерю, выражают искреннее соболезнование родным и близким Виктора Федоровича, всем, кто знал, любил и уважал его. Светлая память навсегда останется в их сердцах.

ПОДПИСКА 2016 — на журнал «АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА»

Украина		Россия		Страны дальнего зарубежья	
на полугодие	на год	на полугодие	на год	на полугодие	на год
720 грн.	1440 грн.	5400 руб.	10800 руб.	90 дол. США	180 дол. США

В стоимость подписки включена стоимость доставки заказной бандеролью.

Подписку на журнал «Автоматическая сварка» можно оформить непосредственно через редакцию или по каталогам подписных агентств «Пресса», «Идея», «Прессцентр», «Информ-наука», «Блицинформ», «Меркурий» (Украина) и «Роспечать», «Пресса России» (Россия).



Подписка на электронную версию журнала «Автоматическая сварка»
на сайте: <http://www.patonpublishinghouse.com>

В открытом доступе выпуски журнала с 2009 по 2014 гг. в формате * pdf.

Журнал «Автоматическая сварка» реферируется и индексируется в базах данных «Джерело» (Украина), ВИНТИ РЖ «Сварка» (Россия), INSPEC, «Welding Abstracts», ProQuest (Великобритания), EBSCO Research Database, CSA Materials Research Database with METADEX (США), Questel Orbit Inc. Weldasearch Select (Франция); представлен в РИНЦ (Российский индекс научного цитирования), «Google Scholar» (США); реферируется в журналах «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) и «Rivista Italiana della Saldatura» (Италия); освещается в обзорах японских журналов «Journal of Light Metal Welding», «Journal of the Japan Welding Society», «Quarterly Journal of the Japan Welding Society», «Journal of Japan Institute of Metals», «Welding Technology».

РЕКЛАМА в журнале «Автоматическая сварка»

Реклама публикуется на обложках и внутренних вклейках следующих размеров

- Первая страница обложки (190×190 мм) 700\$
 - Вторая (550\$), третья (500\$) и четвертая (600\$) страницы обложки (200×290 мм)
 - Первая, вторая, третья, четвертая страницы внутренней обложки (200×290 мм) 400\$
 - Вклейка А4 (200×290 мм) 340\$
 - Разворот А3 (400×290 мм) 500\$
 - 0,5 А4 (185×130 мм) 170\$
- 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 (сварка и родственные технологии)
- Ответственность за содержание рекламных материалов несет рекламодатель

Контакты:

тел./факс: (38044) 200-82-77; 200-54-84
E-mail: journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com

© Автоматическая сварка, 2016

Подписано к печати 04.02.2016. Формат 60×84/8. Офсетная печать.
Усл. печ. л. 9,09. Усл.-отт. 10,09. Уч.-изд. л. 10,22.
Печать ООО «Фирма «Эссе». Тираж 820 экз.
03142, г. Киев, просп. Акад. Вернадского, 34/1.