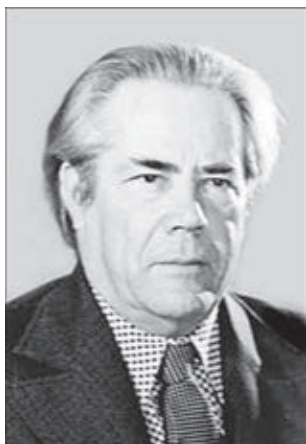


КАФЕДРЕ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ им. АДМИРАЛА МАКАРОВА 55 ЛЕТ



А. И. Сафонов

Кафедра сварочного производства организована в 1959 г. Первым заведующим кафедрой был доцент А. И. Сафонов, с 1975 г. — доцент И. И. Джевага, а с 1980 г. кафедрой заведует д-р техн. наук, проф. В. Ф. Квасницкий.

Развитие кафедры можно разделить на несколько этапов:

- организация и налаживание учебного процесса (1959–1964);
- научное становление и формирование кадров научного коллектива (1965–1974);
- всестороннее развитие, реализация потенциала коллектива кафедры и его признание научной общественностью (1975–1990);
- совершенствование работы в условиях само-



И. И. Джевага

стоятельности Украины, широкое международное сотрудничество и европейская интеграция в системе образования, подготовка научной смены (с 1991 г. по настоящее время).

Первые годы для кафедры были особенно трудными: отсутствие преподавательского коллектива, лабораторий, учебно-вспомогательного персонала, оборудования, приборов. Все это создавало большие сложности в организации учебного процесса и научной работы. Благодаря активности доцентов А. И. Сафонова, И. И. Джеваги и М. Л. Фукельмана с самого начала создания кафедры была налажена тесная связь с производством, позволившая совместно с местными предприятиями успешно разрабатывать и внедрять новые технологии. Этому же способствовали и объективные условия на юге Украины, в частности, в Николаеве. В октябре 1953 г. был введен в эксплуатацию Южный турбинный завод (ЮТЗ), в 1961 г. организовано СПБ «Машпроект» для создания судовых газотурбинных двигателей, заводы «Океан», им. 61 коммунара и Черноморский судостроительный наращивали мощности. В судостроении применялись традиционные конструкционные материалы и актуальным было внедрение высокопроизводительных способов сварки. В газотурбостроении применялись новые конструкционные материалы, поэтому возникало множество актуальных и сложных задач, в решении которых принимали участие преподаватели кафедры. Каждый студент, начиная с третьего курса, имел свою научную тему, которую выполнял совместно с преподавателем и заводскими работниками. В дальнейшем эти темы становились темами кандидатских диссертаций выпускников кафедры. Научная работа студентов лежала в основе их подготовки, что сейчас задекларировано в болонской системе.

К концу 1974 г. на кафедре был сформирован научный коллектив, который обеспечивал высокий уровень как учебной, так и научной работы. К этому времени защитили кандидатские диссертации В. Ф. Квасницкий (1967), Г. В. Ермолаев, А. И. Дремлюга, Ю. М. Лебедев (1970), А. И. Сафонов (1973). Кафедра поддерживала связь с вузами и научными организациями бывшего СССР: МВТУ им. Н. Э. Баумана, ИЭС им. Е. О. Патона, Институтом проблем материаловедения и др. Тесная связь установилась с Институтом сварки Словении (г. Любляна). Над докторской диссертацией работал доцент И. И. Джева-



Заседание ГЭК (1983). Первый слева — председатель комиссии академик АН УССР Б. А. Мовчан

га, участник Великой Отечественной войны. Он помогал всем молодым преподавателям в работе над кандидатскими диссертациями, продолжал работу на Черноморском судостроительном заводе.

В 1974/75 учебном году на сварочной специальности обучались четыре группы (100 чел.) студентов дневного, две группы (50 чел.) вечернего отделений в Николаеве и две группы (50 чел.) вечернего отделения в Херсоне. Кафедра ежегодно имела один из наиболее крупных в институте объемов хозяйственных работ. В этот период над диссертациями работали около 10 аспирантов и соискателей.

С 1975 по 1980 гг. кафедрой заведовал доцент И. И. Джевага — ведущий специалист в стране по сварке, наплавке, пайке меди и ее сплавов со сталями, по состоянию здоровья не завершивший работу над докторской диссертацией.

В последующие годы усилиями кафедры удалось расширить и укрепить ее материальную базу и к 1985 г. увеличить инженерные и лабораторные площади с 350 до 1000 м². Этому способствовало то, что вся научная работа кафедры велась по важнейшим темам государственных программ.

Несколько научных направлений кафедры сформировались с момента ее организации и начинались со студенческих работ. Направление контроля качества начало развиваться с внедрения ультразвукового контроля сварных швов судокорпусных конструкций. В дальнейшем это направление расширилось разработкой методик и аппаратуры для контроля диффузионно-сварных и паяных соединений, в том числе из разнородных материалов. Здесь следует отметить большой вклад доцента В. П. Савченко, который создал лабораторию ультразвукового контроля, что предопределило появление новой специализации при подготовке студентов — неразрушающий метод контроля качества сварных соединений.

Ориентированным на судостроение было научное направление по точности изготовления сварных корпусных конструкций, по которому работал и защитил кандидатскую диссертацию Г. В. Ермолаев.

Направление сварки и родственных процессов в газотурбостроении начиналось в 1960 г. с работ по диффузионной сварке жаропрочных сплавов при содействии д-ра техн. наук, проф. Н. Ф. Казакова — автора и страстного пропагандиста способа диффузионной сварки в вакууме, впоследствии лауреата Ленинской премии, ученого, под руководством которого выполнено и защищено более сотни кандидатских и докторских диссертаций с широким промышленным внедрением.

Судовое газотурбостроение бурно развивалось. Ежегодно на предприятия поступало по несколько марок новых жаропрочных металлических и неметаллических материалов. Соединение этих материалов как в однородном, так и в разнородном сочетаниях было всегда проблематичным и требовало разработки новых технологий сварки и родственных процессов. Нерешенными оставались вопросы контроля качества сварки и пайки, а также собственных напряжений при соединении разнородных материалов и особенно при работе узлов в условиях термоциклирования. Успешное решение указанных проблем объединило усилия специалистов всех направлений. Постепенно работы вышли на всесоюзный, а затем и международный уровень, а также за рамки судостроения.

В 1979 г. научно-технический совет НПО «Энергия» под председательством заместителя руководителя организации, лауреата Ленинской премии, Героя Социалистического Труда, д-ра техн. наук, проф. М. В. Мельникова, заслушав доклад доцента В. Ф. Квасницкого о работах кафедры, принимает

решение о финансировании работ кафедры по исследованию и изготовлению уникального сверхвысоковакуумного технологического оборудования, а также производству промышленных МГД устройств. Началась напряженная работа по созданию уникального сверхвысоковакуумного комплекса для сварки, пайки, электронно-лучевого и ионно-плазменного напыления, вошедшего в дальнейшем в Госреестр научных объектов, которые составляют национальное достояние Украины. Для организации производства штатных изделий потребовалось, кроме создания оборудования, решить сложнейшие проблемы остаточных напряжений и де-



30 лет коллективу кафедры (1984). Слева направо: Ю. И. Русанов, Ю. М. Лебедев, Б. В. Бугаенко, А. И. Сафонов, ректор МВТУ им. Н. Э. Баумана, академик Г. А. Николаев (сзади А. И. Дремлюга), В. Ф. Квасницкий, Г. В. Ермолаев, В. П. Савченко, В. И. Лукин



формаций в узлах из разнородных материалов, включающих тонкостенные элементы конструкции, а также контроля качества соединений. В 1981 г. была разработана и введена в эксплуатацию не имевшая аналогов сверхвысоковакуумная установка ВВУ-1Д для диффузионной сварки, пайки и ионно-плазменного напыления (объем рабочей камеры около 4 м^3 , вакуум не ниже $10 \dots 5 \text{ Па}$), оснащенная управляемым извне манипулятором. В 1983 г. была разработана и создана сверхвысоковакуумная установка для электронно-лучевого напыления. Все вопросы принципиального устройства оборудования решались совместно доцентами В. Ф. Квасницким и Г. В. Ермолаевым, а функции главного строителя выполнял Л. М. Петренко, при активном участии которого была также создана и внедрена на ЮТЗ «Заря» первая технологическая вакуумная установка УД-СВ-ДТ (для сварки деталей турбин) еще в начале 1960-х годов. Работы по сварке и пайке материалов и узлов газовых турбин, МГД устройств входили в план фундаментальных НИР и государственные программы, выполнявшиеся по постановлению Правительства СССР.

В 1985 г. при активной поддержке ректора проф. М. Н. Александрова, директора ЦНИИ КМ «Прометей» академика АН СССР И. В. Горынина и его заместителя по научной работе д-ра техн. наук, проф. В. А. Игнатова в НКИ была создана отраслевая лаборатория Минсудпрома (с передачей штатов и лимитов по труду из ЦНИИ КМ «Прометей») по пайке и сварке давлением материалов в вакууме. Научным руководителем назначен В.Ф. Квасницкий, заведующим лабораторией — Л. М. Петренко.

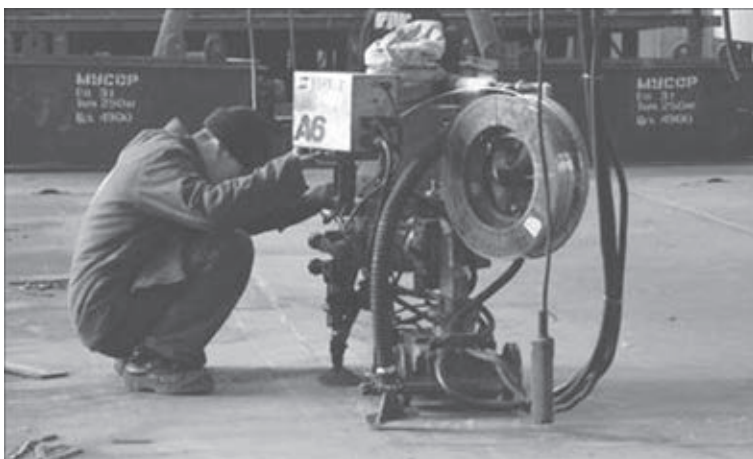
В конце 1970-х годов на кафедре начало активно развиваться научное направление по автоматизации сварочного производства в судостроении, в том числе применительно к конструкциям из легких алюминиевых сплавов. В 1985 г. была создана отраслевая лаборатория автоматизации и механизации сборочно-сварочных процессов в судостроении. Научным руководителем направления и лаборатории стал канд. техн. наук, доцент А. И. Дремлюга, который, к сожалению, ушел из жизни в расцвете творческих сил.

По автоматизации сварочных процессов защитили кандидатские диссертации С. В. Драган (1981), В. Н. Христенко (1984), А. Я. Каплун (1985). Коллективом разработаны основы сварки стыковых и тавровых соединений с одновременной компенсацией сварочных деформаций путем прокатки соединений роликами. Для сварки с прокаткой были разработаны и изготовлены совместно с НФ ЦНИИ ТС автоматы «Стык» и «Тавр». Технология сварки с прокаткой внедрена на судостроительных предприятиях «Янтарь», «Море», «Балтия» и др.

Кафедра комплектовалась своими выпускниками, проявившими склонность к научной работе. Диссертационные работы выполняли в лабораториях кафедры, чему способствовала солидная материальная база и профессионализм преподавателей.



Сверхвысоковакуумная установка ВВУ-1Д. Молодые ученые за исследованиями (2012)



Студент во время прохождения первой технологической практики на заводе «Океан»



С 1974 г. на кафедре развивается научное направление по пайке конструкционных неметаллических материалов с металлами. Были заключены договоры с КБ «Салют» (г. Москва), Институтом ядерной энергетики АН БССР (г. Минск). Начинается плодотворное сотрудничество с Институтом проблем материаловедения АН УССР (ИПМ). Большой вклад в сотрудничество с кафедрой сварочного производства внесли академики АН УССР В. И. Трефилов и Ю. В. Найдич. В 1975 г. кафедра сварочного производства впервые в Николаеве провела Всесоюзную научно-техническую конференцию «Адгезия расплавов и пайка материалов», в которой приняло участие более 350 ученых. По результатам конференции были изданы научные труды и тезисы, принято решение о выпуске журнала «Адгезия металлов и пайка материалов». В это же время начинается активное сотрудничество по внедрению результатов исследований в области соединения неметаллических материалов с металлами с НИИ «Графит» (г. Москва), КБ «Винт» (г. Москва), НПО «Энергия». Разработаны технологии соединения конструкционных материалов на основе графита, керамических материалов со сплавами титана, электротехнической медью, нержавеющей стали. Разработана принципиально новая технология изготовления электротехнических щеток для электрических машин. В 1979 г. ассистент кафедры В. М. Емельянов совместно с сотрудниками ИПМ за цикл работ по пайке графита с металлами стал лауреатом премии АН УССР для молодых ученых.

Наиболее интенсивно велись работы по сварке и родственным технологиям в судостроении. Кандидатские диссертации защитили Б. В. Бугаенко (1975), В. П. Савченко (1976), В. М. Емельянов (1980), а по пайке жаропрочных материалов — Н. В. Алтухов (1985), С. Г. Кулик (1986), С. М. Самохин (1987).

Сваркой закаляющихся сталей занимались доценты Ю. М. Лебедев и Л. П. Кравченко. В 1976 г. Л. П. Кравченко защитил кандидатскую диссертацию. Были созданы оригинальные лабораторные установки для исследования структурных и фазовых превращений в металлах. По результатам исследований построены диаграммы термокинетического распада аустенита для сталей различных структурных классов.

Все работы на кафедре выполнялись в тесном сотрудничестве с ЮТЗ «Заря», СПБ «Машпроект» (ныне ГП НПКГ «Заря-Машпроект»), Николаевским филиалом ЦНИИ ТС, НПО «Энергия», ИЭС им. Е. О. Патона, ИПМ АН УССР, ЦНИИ КМ «Прометей», ПО «Алмаз» и др. Огромный вклад в создание вакуумных технологий и оборудования внесли работники перечисленных предприятий и организаций. Результаты сотрудничества были высоко оценены правительством присуждением Премии Совета Министров СССР в области науки и техники (1991). В составе творческого коллектива были ученые ИЭС им. Е. О. Патона, ЦНИИ КМ «Прометей», НПО «Энергия», в том числе три выпускника кафедры (В. Ф. Квасницкий, В. М. Емельянов и В. П. Николаенко).

В 1980-е годы активизируется подготовка научных кадров высшей квалификации. Над докторскими диссертациями работали доценты В. Ф. Квасницкий, А. И. Дремлюга, Ю. М. Лебедев, Г. В. Ермолаев, В. Н. Христенко. В 1988 г. докторскую диссертацию защитил доцент В. Ф. Квасницкий, а в 1995 г. — доцент Ю. М. Лебедев. Все разработки получили широкое промышленное внедрение.

Наряду с научной деятельностью совершенствуется учебный процесс. С переходом в главный учебный корпус были созданы новые учебные лаборатории, приобретено новое исследовательское оборудование. Нынешние идеи Болонского процесса были реализованы в 1985–1986 гг. Научные лаборатории широко использовались в учебном процессе, каждый дипломник выполнял научные исследования, входившие отдельным разделом в дипломный проект. Многократно увеличился объем хозяйственных работ, каждый сотрудник имел возможность повышать свой профессиональный и научный уровень. В штате кафедры и лабораторий было более 50 человек. Каждый дипломный проект, кроме научно-исследовательского раздела, имеет не менее трех инженерных расчетов, в том числе, выполненных с использованием ЭВМ. Студенты кафедры приобретают рабочую профессию сварщика. В соответствии с требованиями времени на кафедре с 2013/14 учебного года введены в специальность «7.05.05.04 — сварка» следующие специализации: сварка и родственные технологии в судостроении, энергомашиностроении; современные импульсные и вакуумные технологии в сварке, инженерии поверхности и медицине; подводные технологии сварки и родственные технологии. Все дисциплины обеспечены разработанными на кафедре учебными и методическими пособиями. Центральными издательствами опубликованы учебные пособия «Основы технологического проектирования сборочно-сварочных цехов», «Специальные способы сварки и пайки в судостроении»; монографии «Диффузионная сварка жаропрочных сплавов», «Сварка и пайка жаропрочных сплавов в судостроении»; учебник «Теория, технология и оборудо-

дование диффузионной сварки»; справочники «Диффузионная сварка материалов», «Diffusion Bonding of Materials», «Справочник по газовой резке, сварке и пайке».

Независимость Украины кафедра встретила с высокими результатами в научной и учебной работе. Несмотря на разрыв связей с научными организациями, предприятиями и вузами России, а также спад промышленного производства, кафедра не только сохранила свой потенциал, но и продолжала развиваться. В 1992 г. защищает кандидатскую диссертацию ассистент А. М. Костин, в 1993 г. — инженер В. А. Политов. На кафедру приходит талантливая молодежь, которая легко осваивает компьютерные технологии и системы управления технологическими процессами.

Формируется научное направление по источникам питания и машинам термической резки нового поколения. Для этого с электротехнического факультета приглашается канд. техн. наук Е. Н. Верещаго, имеющий опыт разработки новых образцов транзисторных источников питания с улучшенными сварочно-технологическими свойствами, технико-экономическими характеристиками и электромагнитной совместимостью для сварки, родственных процессов и технологий, в том числе источников питания с квазирезонансными принципами коммутации для плазменной резки металлов и сплавов серии PLASMA 110iHF. Последний отмечен дипломом во всеукраинском конкурсе-выставке «Лучший отечественный товар 2008 года».

В 2006–2008 гг. специалистами ООО НПФ «АМИТИ» совместно с кафедрой разработана конструкция сварочных выпрямителей для дуговой сварки и наплавки под флюсом серии ВДУ25-401, ВДУ25-506 и ВДУ26-630 (сертификат соответствия №UA1.012.0165143-06), защищенная патентом Украины на полезную модель №30840 МПК В23К 9/18. Авторы патента С. В. Драган, Ю. А. Ярослав, А. Ф. Галь награждены дипломом победителя Всеукраинского конкурса «Винахід — 2008» в номинации «Лучшее изобретение — 2008».

В 1994 г. решением Кабинета Министров Украины НКИ был преобразован в Национальный университет кораблестроения и получил статус высшего учебного заведения IV уровня. Согласно этому уровню аттестована и специальность кафедры сварочного производства.

В рамках международного сотрудничества кафедра наладила активные научные связи с вузами Китая, что способствовало совершенствованию материальной базы. В рамках международного контракта в 1993 г. на кафедре был создан собственный компьютерный класс.

В 1997 г. приобретен исследовательский комплекс для растровой электронной микроскопии и локального рентгеноспектрального микроанализа, создана соответствующая лаборатория, в которой проводятся физико-химические исследования, в том числе с использованием высокотемпературной металлографии. Все преподаватели кафедры имеют ученые степени и звания. Продолжается подготовка научной смены. В 1997 г. кандидатскую диссертацию защитил В. В. Квасницкий, в 2008 г. — В. А. Мартыненко.



Члены ГЭК (2008). Слева направо: С. В. Драган, Г. В. Ермолаев, Ю. М. Лебедев, В. Ф. Квасницкий, Г. М. Григоренко (председатель комиссии, д-р техн. наук, академик НАНУ)



Делегация Пекинского института авиационных материалов на кафедре сварочного производства (2008)



Подписание контракта (1993) НКУ им. Адмирала Макарова с Институтом судостроения Китая

SLV-1 земли Мекленбург-Форпоммерн. Благодаря активной поддержке президента НАН Украины академика Б. Е. Патона и помощи народного депутата Украины второго созыва проф. В. М. Емельянова работы НКУ и SLV-1 по подготовке и аттестации инженеров сварочного производства по Европейским нормам были включены в межгосударственную украинско-немецкую программу «Трансформ». В 1996 г. НКУ совместным Приказом № 96/87 Министерства образования и Министерства машиностроения Украины назначается Головной организацией по подготовке кадров сварочного производства всех уровней для судостроения. В 1997 г. университет и судостроительные предприятия Украины создают Судостроительный учебный центр сварочной техники, работающий совместно с SLV-1.

В 1998 г. первой группе в составе 24 ведущих специалистов сварочного производства судостроения, в том числе доцентам кафедры Г. В. Ермолаеву, В. В. Квасницкому, Л. П. Кравченко, послом Германии



Вручение президентом НАН Украины академиком Б. Е. Патонем и председателем комиссии SLV-1 г-ном Тутлисом директору завода «Океан» Н. П. Романчуку сертификатов «Европейского инженера сварочного производства» для выпускников Судостроительного учебного центра сварочной техники (1998)

В конце 1980-х годов на кафедре создано новое научное направление по исследованию напряженно-деформированного состояния при диффузионной сварке и пайке разнородных материалов, которое получило успешное развитие в 2000-е годы с появлением новой вычислительной техники и благодаря активной поддержке и помощи академика НАН Украины, зав. отделом ИЭС им. Е. О. Патона, д-ра техн. наук, проф. В. И. Махненко. По этому направлению защитили кандидатские диссертации А. В. Лабарткава в 2004 г., М. В. Матвиенко в 2013 г., докторскую диссертацию В. В. Квасницкий в 2010 г. С 1995 г. кафедра ведет плодотворную работу с Учебно-исследовательским центром сварочной техники

в Украине, президентом НАН Украины академиком Б. Е. Патонем и директором SLV-1 профессором П. И. Зайффарттом были вручены дипломы «Европейский инженер по сварке». Через год Г. В. Ермолаев, В. В. Квасницкий, Л. П. Кравченко получили также дипломы международного инженера по сварке.

Несмотря на экономические проблемы, которые переживает Украина, на кафедре и в настоящее время проводятся фундаментальные научные исследования совместно с ИЭС им. Е.О. Патона с применением уникального оборудования и приборов. Только за последние пять лет выполнен ряд совместных работ с финансированием Государственными фондами Украины, России, Беларуси фундаментальных исследований. Результаты исследований ежегодно публикуются в виде статей, а также освещаются на международных конференциях.

Примером плодотворного сотрудничества может быть присуждение Государственной премии Украины 2011 г. сотрудникам НУК и ИЭС им. Е. О. Патона

за работы в области судостроения. За работу «Создание универсальных транспортных судов и средств океанотехники».

Важной особенностью всех выполняемых кафедрой научных работ является внедрение их результатов в промышленность. Одна из них «Новейшие технологии создания материалов и покрытий в судостроении» была отмечена премией Президента Украины для молодых ученых в 2013 г. Премия вручена ассистенту кафедры сварочного производства Ал. В. Лабарткава.

Преподаватели кафедры активно работают над изданием учебной литературы. Только за последние 15 лет издано 19 учебников и учебных пособий с грифом МОНУ и монографии, с участием кафедры издана Энциклопедия «Машиностроение», Том III-4: Технология пайки и резки под редакцией Б. Е. Патона, а также более 10 томов Правил классификации и постройки судов (Официальное издание регистра судоходства Украины).

За время существования кафедра подготовила около 3 тысяч инженеров сварочного производства. Среди выпускников более 100 докторов и кандидатов наук, заслуженные деятели науки и техники, заслуженные работники образования Украины, члены Королевского института кораблестроения, Института морской техники, науки и технологий, АН судостроения Украины.

В 2004 г. университет получил статус Национального, в чем есть лепта и коллектива кафедры сварочного производства. Становление и развитие кафедры стало возможным благодаря огромной помощи и участию многих научных и производственных коллективов и учебных заведений, среди которых ИЭС им. Е. О. Патона, ИПМ НАН Украины, ЦНИИ КМ «Прометей», ЦКТИ им. И. И. Ползунова, ЦНИИТМаш, МВТУ им. Н. Э. Баумана, Проблемная лаборатория диффузионной сварки в вакууме, МАТИ, Ленинградские кораблестроительный и политехнически институты, СПб «Машпроект», ЮТЗ «Заря», НПО «Энергия», НИИ «Графит» и другие организации, ведущие ученые и специалисты которых лично участвовали как в учебном процессе, так и в научных разработках. Многие ученые перечисленных выше и других организаций и институтов (университетов) были председателями Государственных экзаменационных комиссий по защите дипломных проектов, общение с которыми, их советы и рекомендации по ученой и научной работе обеспечили развитие кафедры. Коллектив кафедры сварочного производства искренне благодарен всем, кто был причастен к сотрудничеству и надеется на его развитие.

В журнале представлена подборка научных статей ученых, специалистов и преподавателей Национального университета кораблестроения им. Адмирала Макарова, в которых отражены достижения, полученные в последние годы.



Лауреаты Государственной премии Украины в области науки и техники (2012). Слева направо: К. В. Кошкин, С. С. Рыжков, Ю. Д. Жуков, И. В. Кривцун, В. А. Некрасов, Г. В. Егоров, В. С. Блинцов, В. Ф. Квасницкий вместе с академиком Б. Е. Патонам (в центре)



Коллектив кафедры сварочного производства (2014). Стоят слева направо: В. А. Мартыненко, Е. Н. Верещаго, С. В. Драган, Л. П. Кравченко, Б. В. Бугаенко, председатель ГЭК С. Ю. Максимов (ИЭС им. Е. О. Патона), В. Ф. Квасницкий, А. М. Костин, А. В. Лабарткава, С. Ю. Крамаренко, Г. В. Ермолаев, Ал. В. Лабарткава

В. М. Емельянов, Б. В. Бугаенко,
А. М. Костин, В. А. Мартыненко



ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ



О. С. Кушнарева (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины) защитила 24 июня 2014 г. кандидатскую диссертацию на тему «Особенности структуры и конструктивная прочность сварных соединений алюминиевых сплавов системы легирования Cu–Li–Sc».

Диссертационная работа посвящена исследованию влияния изменения структуры и фазового состава металла сварных соединений алюминий-вольфрам-литиевого сплава 1460 в зависимости от характера легирования присадочной проволокой (без и со скандием) в состоянии после сварки и термообработки (старение при $T = 150^\circ\text{C}$, 22 ч и отжиг при $T = 350^\circ\text{C}$, 1 ч) и в результате внешнего нагружения.

С использованием комплекса методов (световая, аналитическая растровая и просвечивающая электронная микроскопия) проведено исследование параметров структуры сварных соединений: изменение зеренной и субзеренной структуры, микротвердости, химического состава, характера разрушения, плотности дислокаций, выделения упрочняющих фаз. Выполнена аналитическая оценка свойств сварных соединений, основанная на учете вклада формирующейся структуры и ее параметров. Установлено, что легирование сварных соединений скандия при всех технологических операциях (сварка, термообработка) вызывает изменение структурно-фазового состояния. Наибольший эффект наблюдается при отжиге, когда существенно измельчается не только зеренная структура (как после сварки), но и увеличивается плотность дислокаций, активируется формирование субструктуры и образование фаз (оптимального размера, объемной доли и равномерного внутризеренного распределения). Нивелируется характерная для Al–Li сплавов проблема формирования протяженных зернограницных эвтектик и зон свободных от выделений. Установлено, что легирование скандием способствует повышению предела текучести сварного соединения на 29...32 % после отжига, наибольший вклад в упрочнение вносят фазовые образования (32 % — металл шва, 26 % — металл ЗТВ), субструктура (29 % — металл шва и 30 % — металл ЗТВ) и величина зерна (20 % — металл шва, 19 % — металл ЗТВ). Максимальный вклад в дисперсионное упрочнение металла шва при легировании скандием после отжига вносят фазы Al_2Cu (20 %), Al_3Sc (20 %).

Выполнена аналитическая оценка распределения локальных внутренних напряжений ($\tau_{\text{л/вн}}$) в сварных соединениях после отжига. При динамическом нагружении в металле шва в отсутствие добавок скандия формируются полосы сдвига, являющиеся источником образования протяженных концентраторов локальных внутренних напряжений вдоль границ и способствующие формированию градиентов по границам полос ($0,34...0,85\tau_{\text{теор}}$) и их внутренних объемов ($0,003...0,0085\tau_{\text{теор}}$). Это является одной из причин трещинообразования. В случае легирования скандием в металле шва образуются выделения, состоящие из ядра Al_3Sc и оболочки Al_3Li , а также на основе Al_2Cu композитного типа (с 15...40 % Al_3Sc , которые способствуют фрагментации структуры и более равномерному распределению локальных внутренних напряжений ($0,34...0,21\tau_{\text{теор}}$). Это увеличивает возможности пластической релаксации напряжений в металле шва за счет подключения ротационных механизмов к дислокационным при одновременном повышении прочности и технологической пластичности сварных соединений.



П. В. Гончаров (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины) защитил 27 июня 2014 г. кандидатскую диссертацию на тему «Технология дуговой точечной сварки низколегированных сталей в вертикальном положении».

Диссертация посвящена разработке технологии дуговой точечной сварки (ДТС) в вертикальном положении тонколистовых ($\delta = 1,5...5,0$ мм) сварных нахлесточных соединений из низколегированных сталей без предварительной пробивки отверстий в привариваемом лицевом элементе конструкций.

Разработана технология получения дуговых точечных соединений в вертикальном положении без предварительной пробивки отверстий в лицевом элементе конструкций с толщиной 1,5...5,0 мм, а также создано оборудование для его реализации. За счет периодического изменения тока и напряжения в режимах сварки на технологических этапах общего цикла сварки выполняется порционное внесение электродного металла в сварочную ванну при формировании сварного соединения объемом, который удерживается силами поверхностного натяжения от стекания с вертикальной плоскости и контроля за количеством тепла, вносимого дугой в сварное соединение.



С помощью математического моделирования изучены особенности управления теплодеформационным состоянием при изменении режимов ДТС, что позволяет сократить количество экспериментов при подборе оптимальных параметров этого режима в вертикальном положении. На основе данных о размерах зоны сплавления и уровне остаточных напряжений в зоне сварной точки была выполнена оценка работоспособности точечного сварного соединения при статических и переменных нагрузках.

Установлено, что за счет чередования этапов нагрева и охлаждения сварных соединений происходит измельчение структуры металла шва в 2...2,5 раза, исключается образование закалочных струк-

тур при сварке низколегированных сталей типа 09Г2С и уменьшается ширина зоны термического влияния по сравнению с традиционной ДТС в 1,5 раза.

Разработаны практические рекомендации относительно использования предложенной технологии при сварке конструкционных сталей толщиной от 1,5 до 5,0 мм в вертикальном положении.

Предложена эффективная методика контроля качества полученных точечных соединений методом электронной широгрaфии, которая позволяет выполнять неразрушающий контроль тонколистовых конструкций, изготовленных с использованием дуговых точечных соединений.

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ПАТОН»

www.patonpublishinghouse.com

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕНОВАЦИИ. – Киев: Международная ассоциация «Сварка», 2012. – 172 с. Мягкий переплет, 200×290 мм.



Сборник включает 38 статей, опубликованных в журнале «Автоматическая сварка» за период 2009–2011 гг., по проблемам ремонта, восстановления и реновации изделий ответственного назначения. Авторами статей являются известные в Украине ученые и специалисты в области сварки, наплавки, упрочнения, металлизации и других технологий ревитализации. Сборник предназначен для научных сотрудников, инженеров, технологов, конструкторов и аспирантов, занимающихся проблемами сварки и других родственных технологий обработки материалов.

Заказы на книгу просьба направлять в редакцию журнала «Автоматическая сварка»

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ПАТОН»

www.patonpublishinghouse.com

СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. – Киев: Международная ассоциация «Сварка», 2014. – 168 с. Мягкий переплет, 200×290 мм.



Сборник включает 28 статей, опубликованных в журнале «Автоматическая сварка» за период 2011–2013 гг., по проблемам разработки, изготовления и применения сварочных материалов, включая покрытые электроды, порошковые проволоки и ленты, сварочные флюсы, а также материалы для наплавки. Представлены обзоры состояния производства агломерированных флюсов, материалов для электродуговой сварки, газотермического напыления, наплавки лентами. Приведена справочная информация о производителях сварочных материалов в Украине. Сборник предназначен для научных сотрудников, инженеров и технологов, занимающихся сварочными технологиями и их применением.

Заказы на книгу просьба направлять в редакцию журнала «Автоматическая сварка»



МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «Титан-2014 в СНГ»

25–28 мая 2014 г. в Нижнем Новгороде прошла ежегодная Международная конференция «Титан-2014», организованная «Межгосударственной ассоциацией Титан». В конференции приняли участие около 200 человек из России, Украины, Казахстана, Таджикистана, Японии, Германии, Италии, Австрии, Великобритании, Польши и Китая. На конференции выступили с докладами ученые и специалисты в области производства и потребления титана из ведущих научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий России, Украины и других стран. Среди них: ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», МАТИ–РГТУ им. К. Э. Циолковского, ОАО «ВИЛС», ФГУП «ВИАМ», Уральский федеральный университет им. Б. Н. Ельцина, Институт проблем сверхпластичности металлов РАН, Институт физики высоких давлений РАН, Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, ОАО «Корпорация «ВСМПО-АВИСМА», ОАО «Силовые машины», ОАО «Чепецкий механический завод», ОАО «Нормаль», ОАО «Электромеханика», Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Институт металлофизики им. Г. В. Курдюмова НАН Украины, Донецкий национальный технический университет, Государственный научно-исследовательский и проектный Институт титана, ГП «Антонов», ALD Vacuum Technologies GmbH (Германия), «Advanced Materials Japan Corporation» (Япония), Seco/Warwick Europe/RETECH (Польша), GFM GmbH (Австрия), TermoSystems GmbH (Германия) и др. Всего было представлено 52 доклада на пленарных заседаниях и в секции стендовых докладов.

Делегация специалистов одного из ведущих мировых центров в области материаловедения титановых сплавов ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» представила на конференции большое количество докладов по созданию новых и совершенствованию существующих титановых сплавов, определению их эксплуатационных характеристик, разработке технологий их сварки, деформационной и термической обработки. Особый интерес вызвал доклад зам. директора В. П. Леонова о перспективах применения титановых сплавов в атомном машиностроении.

Активное участие в работе конференции приняли ученые из двух крупнейших в России материаловедческих центров: ФГУП «ВИАМ» и МАТИ–РГТУ им. К. Э. Циолковского, в которых ведутся интенсивные исследования в области материаловедения титана и сплавов на его основе.

На конференции достаточно полно были представлены научно-технические разработки инсти-

тутов и предприятий Украины в области материаловедения титановых сплавов и производства из них слитков и полуфабрикатов. От ИЭС им. Е. О. Патона были представлены доклады о производстве труб из слитков титановых сплавов, полученных методом электронно-лучевой плавки; свойствах сварных соединений и наплавов из высокопрочных титановых сплавов, полученных аргонодуговой и электронно-лучевой сваркой; структуре и свойствах сплава на основе двухфазного алюминид титана, микролегированного бором и лантаном; использовании нестационарных детонационных процессов для модифицирования поверхности титановых сплавов. Специалисты Донецкого национального технического университета рассказали о своем опыте рафинирования и легирования титана в печи электрошлакового переплава. Представители ООО «Стратегия БМ» (г. Киев) представили линейку электронно-лучевых установок для получения слитков и слябов титана, производимых на их предприятии, а специалисты ООО «Производственное объединение «ОСКАР» (г. Днепропетровск) проинформировали о своих производственных возможностях по изготовлению цельнотянутых труб из титановых сплавов.

В докладах А. В. Александрова (ЗАО «Межгосударственная ассоциация Титан»), Д. А. Курочкина (ОАО «Корпорация «ВСМПО-АВИСМА») и Р. Тургына («Advanced Materials Japan Corporation», Япония) отмечался некоторый рост объемов заказов на титановую продукцию в 2013–2014 гг. в авиастроении на фоне стагнации и даже падения спроса в гражданских отраслях промышленности. Так, мировой объем производства титанового проката в 2013 г. сократился на 24 % по сравнению с 2012 г. и составил 125 тыс. т. Гражданское и военное самолето- и двигателестроение продолжают оставаться основными отраслями потребления титана: использование титановых полуфабрикатов в этих сегментах промышленности в 2013 г. увеличилось на 8 % по сравнению с 2012 г. и составило 64 тыс. т, т. е. более 50 % общего объема производства. Возрастает применение титана на развивающихся рынках медицины, спорта, транспорта, потребительских товаров. Так, ежегодный рост потребления титана при изготовлении имплантов различного назначения составляет 7...10 % и в 2013 г. достиг 4,2 тыс. т. Ситуация на рынке титана в России несколько отличается от общемировых тенденций: при постоянном спросе на титановые полуфабрикаты в авиа- и двигателестроении наблюдается значительный рост использования титана в судостроении, потребление которого в 2013 г. составило 3,2 тыс. т.



После завершения заседаний участники конференции посетили завод ОАО «Нормаль» (г. Нижний Новгород, Россия), который является крупнейшим в СНГ производителем метизов из титановых сплавов. Необходимо отметить интенсивную техническую модернизацию производства, которая проводится на предприятии на фоне

стабильно растущих объемов заказов со стороны авиастроительных заводов России.

В заключение хотелось бы выразить благодарность ее организаторам в лице ЗАО «Межгосударственная ассоциация Титан» и ее председателя А. В. Александрова за высокий уровень проведения конференции.

С. В. Ахонин

19-я СЕССИЯ НАУЧНОГО СОВЕТА ПО НОВЫМ МАТЕРИАЛАМ ПРИ КОМИТЕТЕ ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ АКАДЕМИЙ НАУК

27–28 мая 2014 г. в Киеве в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины состоялась очередная ежегодная сессия Научного совета по новым материалам при Комитете по естественным наукам Международной ассоциации академий наук (МАН). В заседании приняли участие более 100 ученых и специалистов в области материаловедения от академий наук, вузов и предприятий Беларуси, Казахстана, России и Украины.

27 мая, в первый день работы научного совета, прошли заседания секций «Полимерные материалы» и «Конструкционные и функциональные наноматериалы для медицины». На секциях были заслушаны и обсуждены научные доклады, в которых были представлены результаты исследований, связанных с получением новых полимерных материалов, а также с разработкой наноразмерных частиц, изучением их свойств и созданием на этой базе новых технологий, которые позволяют получать для медицины материалы с уникальными характеристиками.

28 мая состоялось пленарное заседание научного совета, которое открыл его председатель, президент МАН, президент НАН Украины, директор ИЭС им. Е. О. Патона академик Б. Е. Патон. Борис Евгеньевич напомнил, что это уже 19-я сессия Научного совета по новым материалам и в этом году ее программа не имеет узкой направленности, что позволит обсудить в докладах более широкий круг вопросов. Всего на пленарном заседании было представлено 12 докладов.

Чл.-кор. РАН С. С. Иванчев (Санкт-Петербургский филиал Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, РФ) выступил с докладом «Протонопроводящие полимерные мембраны — критерий успеха в создании и внедрении топливных элементов и водородной энергетики». Полимеры представляют собой особый класс материальных объектов, структура которых отлича-

ется многообразием. Особого внимания заслуживают протонопроводящие полимерные материалы, важные для развития водородной энергетики.

В ряде стран (США, Германия, Япония, Франция) технически и технологически обеспечен и организован выпуск компактных источников электроэнергии с полимерными мембранами мощностью от 50 до 500 кВт. Одним из перспективных применений является их объединение в энергоисточники мощностью порядка 1000 кВт для подводных лодок.

Доклад чл.-кора НАН Беларуси Ю. М. Плещинского (Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого, г. Гомель, Беларусь) «Актуальные проблемы трибоники и вытекающие материаловедческие задачи для смежных наук» был посвящен созданию новых подходов при разработке узлов трения различных машин и механизмов. В докладе предложена новая концепция жизненного цикла узла трения, начиная от разработки технического задания на его проектирование до его утилизации после эксплуатации. Кроме того, автор вводит понятие правильных и неправильных силовых узлов трения. К правильным относятся узлы трения с газостатической и гидродинамической смазкой, электромагнитной подвеской, биологические узлы трения и т. д. Неправильными, по мнению автора, являются узлы с сухим трением, перекошенные узлы трения и узлы трения из однородных материалов.

Доклад «Высокотемпературные защитные покрытия, получаемые электронно-лучевым испарением в вакууме» был подготовлен академиком НАН Украины Б. А. Мовчаном и канд. техн. наук К. Ю. Яковчуком (ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, г. Киев, Украина). Высокотемпературные защитные покрытия по электронно-лучевой технологии, разработанной в институте, наносят на лопатки газотурбинных двигателей и устано-

вок, применяемых в авиации, судостроении, энергетике и газоперекачке. В современных термобарьерных покрытиях внешний керамический слой $ZrO_2-Y_2O_3$ толщиной 125...250 мкм осаждается на предварительно нанесенный на поверхность пера лопатки металлический жаростойкий слой типа $Me-Cr-Al-Y$. В институте разработана технология высокоскоростного электронно-лучевого испарения металлов и сплавов. Применение этой технологии позволяет в 2...3 раза увеличить скорость испарения сплавов $Me-Cr-Al-Y$, а также более точно воспроизводить в составе покрытий содержание иттрия в испаряемом сплаве.

Академик НАН Украины *С. А. Фирстов* (ИПМ им. И. Н. Францевича НАН Украины, г. Киев, Украина) представил доклад «Высокоэнтропийные сплавы и новые материалы на их основе». В высокоэнтропийных сплавах нет элемента, который мог бы служить его основой, поэтому нельзя говорить: сплав на основе такого-то элемента. В высокоэнтропийных сплавах возможно особое повышение энергии активации движения всех типов дефектов структуры за счет образования вокруг них специфических атмосфер при небольших релаксационных смещениях атомов различного сорта (размера).

К числу возможных разновидностей высокоэнтропийных сплавов относятся: аморфные сплавы; однофазные твердые растворы; однофазные интерметаллиды и полифазные сплавы. При этом вторые фазы тоже могут быть высокоэнтропийными. При разработке высокоэнтропийных сплавов необходимо учитывать кристаллохимию, различие в атомных размерах входящих в них элементов, электронную концентрацию, энтальпию смешения и некоторые другие факторы.

В докладе чл.-кора НАНУ *И. С. Чекмана* (Национальный медицинский университет им. О. О. Богомольца, г. Киев, Украина) «Нанофармакология: достижения, перспективы» рассмотрено состояние научных исследований и внедрение их результатов в области нанофармакологии. Последняя изучает свойства нанопрепаратов, исследует возможность их применения в медицинской практике для профилактики, диагностики и лечения различных заболеваний с контролем биологической активности, фармакологического и токсикологического действия полученных продуктов или медикаментов.

В Украине в 2008 г. создана общая лаборатория по нанофармакологии ИЭС им. Е. О. Патона и Национального медицинского университета им. О. О. Богомольца. В лаборатории разработана технология получения наночастиц серебра, меди, их композитов, а также наножелеза, наноциркония, наноалюминия и других металлов, наноуглерода.

Уже разработаны лекарственные формы (мази, гели, присыпки, капсулы, сиропы, растворы) нанопрепаратов металлов и их композитов с органическими веществами (антибиотики, аскорбиновая кислота, изониазид), которые составляют основу для дальнейшего изучения и внедрения в медицинскую практику. Установлено, что в данных врачебных формах наночастицы серебра, меди и их композитов проявляют более выраженное противомикробное действие, чем эти металлы других размеров. На кафедре фармакологии Национального медицинского университета совместно с Институтом химии поверхности им. А. А. Чуйко НАН Украины разработана оригинальная технология получения композита высокодисперсного кремнезема с наночастицами серебра. Этот биоматериал обладает сорбционными, противомикробными и антиоксидантными свойствами.

Далее на сессии с докладом «Новые подходы идентификации и инактивации опухолей индуцирующих клеток гибридными комплексами на основе неорганических наночастиц и органических биологически активных соединений» выступил академик НАН Украины *А. Н. Гольцев* (Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины, г. Харьков, Украина).

В клинической практике наиболее распространенными методами лечения онкозаболеваний являются иммуно-, химио- и лучевая терапия как в виде самостоятельных подходов, так и в комплексе с хирургическими вмешательствами. Злокачественные новообразования являются следствием экспансии стволовых раковых клеток (СРК), способных к неограниченному самоподдержанию, и составляют менее 5 % общей популяции опухолевых клеток. Идентификация СРК и их инактивация является одной из сверхзадач современной онкологии. Именно такая концепция понимания проблемы легла в основу сформированного в настоящее время направления, получившего название «тераностика».

Д-р хим. наук *З. Р. Ульберг* (Институт биокolloидной химии им. Ф. Д. Овчаренко НАН Украины, г. Киев, Украина) посвятила свой доклад на тему «Наночастицы металлов: безопасность, сертификация, фармацевтический потенциал» применению наночастиц металлов в медицине. В настоящее время разработаны технологии коллоидно-химического синтеза наночастиц различных металлов: серебра (AgNP), меди (CuNP), висмута (BiNP), золота (AuNP), железа (FeNP). Предложены также теоретические модели проникновения наночастиц металлов через плазматическую мембрану клетки и разработаны основы нормативно-методической базы оценки биобезопасности



наноматериалов, что позволило создать банк биобезопасных наночастиц металлов для медицины.

В результате этих работ созданы технологии использования и внедрения в практику фармацевтических препаратов на основе наночастиц металлов. Фармацевтические препараты на основе наночастиц металлов используются для лечения туберкулеза, на основе наночастиц железа создан противоанемийный препарат и, наконец, наноконструкции с использованием наночастиц золота применяются для целевой доставки кардиотропных препаратов. Биобезопасность всех наночастиц проверена на животных. Синтезированные наночастицы железа не цитотоксичны, не генотоксичны, не мутагенны и биобезопасны.

Д-р физ.-мат. наук *Б. Н. Мордюк* (Институт металлофизики им. Г. В. Курдюмова НАН Украины, г. Киев) представил на сессии доклад «Наноструктуризация поверхностных слоев ультразвуковой ударной обработкой — как метод повышения эксплуатационных характеристик конструкционных материалов». Исследованиями, проведенными в Институте металлофизики, установлено, что ультразвуковая ударная обработка (УЗУО) позволяет повысить эксплуатационные свойства материалов за счет наноструктуризации поверхностных слоев. В результате интенсивных пластических деформаций при УЗУО обработанный материал приобретает своеобразную слоистую структуру: наноструктурный слой → ультрадисперсный слой → деформированный крупнозернистый слой → недеформированная крупнозернистая матрица.

Ряд параметров ударного нагружения при УЗУО имеет решающее влияние на формирование в тонких поверхностных слоях наноразмерных структур: высокие степень и скорость деформации; наличие многократных разнонаправленных ударных импульсов и сдвиговой компоненты нагружения; деформационный разогрев, который способствует динамическому возврату и динамической рекристаллизации или фазовым превращениям. Установлено, что повышение твердости и износостойкости алюминиевых сплавов А6 и АМг6 в результате УЗУО обусловлено равномерным распределением частиц

квазикристалла в алюминиевой матрице и измельчением зеренной/ячеистой структуры, а также формированием сжимающих напряжений в поверхностном композитном слое толщиной около 60 мкм. УЗУО повышает коррозионную стойкость сплавов Zr–Nb за счет формирования в них ультрадисперсной зеренной структуры (с размером зерна циркониевой матрицы в пределах 100...200 нм), базисной текстуры и пассивных оксидных пленок. Показано также, что УЗУО позволяет создавать наноструктурированные поверхностные слои и сохранять вязкость сердцевины, т. е. получать своего рода бимодальный материал, обладающий повышенным сопротивлением усталости.

Руководитель отдела Института высоких технологий КАЗАТОМПРОМа канд. техн. наук *Н. М. Жандаев* (г. Алма-Ата, Казахстан) рассказал о проводимых в институте работах по электронно-лучевому рафинированию металлургического кремния. Металлургический кремний, произведенный в Казахстане, имеет чистоту 4N. Использование электронно-лучевого переплава позволяет получать кремний с чистотой 6N (99,9999 %), который может использоваться для солнечной энергетики.

В заключение работы сессии выступил академик *Б. Е. Патон*. Он отметил, что на пленарном заседании были заслушаны доклады по большому спектру направлений. Участники сессии получили много полезной информации по водородной энергетике, наноматериалам для медицины и техники. Б. Е. Патон поблагодарил докладчиков и участников сессии за плодотворную работу и пожелал им успехов в дальнейшей работе.

Участники сессии имели возможность в ходе дискуссии обменяться мнениями о докладах, состоянии работ в области разработки новых материалов в своих странах, оценить работу Научного совета по новым материалам, высказать пожелания по ее улучшению. Проводимые ежегодно сессии научного совета позволяют сохранять и развивать творческие связи между учеными различных стран, способствуют интенсификации информационного обмена между ними.

И. А. Рябцев

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

16–18 июня 2014 г. в Киеве в Институте электросварки им. Е. О. Патона прошла 8-я Международная научно-техническая конференция «Сварочные материалы», организованная ИЭС им. Е. О. Патона, международными ассоциациями «Электрод» и «Сварка», а также Обществом сварщиков Украины (ОСУ) и Российским научно-техническим сварочным обществом (РНТСО). К началу работы конференции были изданы труды в виде специального выпуска журнала «Автоматическая сварка» (№ 6-7 за 2014 г.), где были опубликованы материалы 40 докладов, относящихся к четырем тематическим разделам:

- ♦ процессы дуговой сварки; металлургия, рынки (9 докладов);
- ♦ материалы для механизированных способов сварки (19 докладов);
- ♦ материалы для ручной дуговой сварки (7 докладов);
- ♦ технологии, оборудование и контроль в производстве материалов (5 докладов).

В конференции приняли участие ученые и инженерно-технические специалисты НИИ, вузов, промышленных и коммерческих предприятий, представители ассоциаций из ряда городов Украины (Киев, Запорожье, Николаев, Харьков, Мариуполь, Сумы, Винница, Краматорск), а также из России (Москва), Польши (Гливице), Германии (Альтлайнинген). Всего свыше 80 человек.

В перечень организаций и компаний, чьи специалисты приняли участие в конференции, вошли: ИЭС им. Е. О. Патона, ПАО «ПлазмаТек», «ТМ.Велтек», ООО «Фрунзе-электрод», ОСУ, РНТСО, Николаевский национальный универ-

ситет кораблестроения им. Адмирала Макарова, НТУ «Харьковский политехнический институт», НТУУ «Киевский политехнический институт», Приазовский ГТУ, ГВП «Экотехнология», «Драхцуг Стеин» (Германия), ЧАО «Запорожстеклофлюс», Институт сварки в Гливицах (Польша), ПАО «Энергомашспецсталь».

На открытии конференции с приветственным словом выступил заместитель директора ИЭС им. Е. О. Патона академик НАН Украины К. А. Ющенко. Он передал слова приветствия участникам конференции от имени академика Б. Е. Патона, пожелания успешной и плодотворной работы конференции. К. А. Ющенко отметил важность и актуальность тематики конференции, необходимость организации систематических встреч ученых и специалистов по ряду тематических направлений для повышения эффективности развития сварочного производства.

Всего на конференции в течение двух дней были заслушаны в пленарном режиме 32 доклада.

В данном сообщении не ставилась цель подробно осветить содержание выступлений, так как с материалами докладов в полном объеме можно ознакомиться, как уже отмечалось, в № 6-7 журнала «Автоматическая сварка». В целом выступления отражали современный спектр направлений исследований, проводимых в области металлургии и технологии дуговых процессов сварки, наплавки и нанесения защитных покрытий, оценки рынка Украины и мирового рынка сварочных материалов, разработки и применения сварочных материалов (электродов, порошковых и металлических проволок, флюсов, дискретных присадок



Участники конференции «Сварочные материалы»



и порошков) при механизированных процессах и ручной дуговой сварке, наплавке, а также нанесении термических покрытий.

Особый интерес вызвали доклады президента РНТСО проф. *О. И. Стеклова* «Обеспечение целостности сварных конструкций и сооружений при их длительной эксплуатации с применением реновационных технологий», заведующего кафедрой сварки ХПИ, проф. *В. В. Дмитрика* «Особенности деградации металла сварных соединений паропроводов ТЭЦ», заведующего отделом ИЭС им. Е. О. Патона канд. экон. наук *А. А. Мазура* «Рынок сварочных материалов Украины и мировой рынок», проф. Института сварки в Гливицах *Ю. Нагая* «Роль испытаний и сертификации в развитии рынка сварочных материалов в Польше и странах Европейского Союза», ведущего специалиста компании «Драхцуг Стеин» (Германия) *Р. Розерта* «Применение порошковых проволок для сварки в промышленных условиях», а также доклады ученых ИЭС им. Е. О.

Патона *А. Е. Марченко, В. Н. Шлепакова, В. В. Головки* и др.

Большое впечатление на участников конференции произвел видеофильм, представленный генеральным директором ПАО «ПлазмаТек» *В. П. Слободянюком* на тему «Альтернативное сырье для производства сварочных материалов на современном этапе». Он продемонстрировал новые комплексные подходы в развитии производства покрытых электродов и омедненной проволоки в Украине, позволившие достичь впечатляющих результатов — каждый второй электрод в Украине и третий в Беларуси сегодня произведен на ПАО «ПлазмаТек».

Во время работы конференции состоялись многочисленные двухсторонние переговоры, направленные на кооперацию и укрепление сотрудничества с заинтересованными партнерами, которые были продолжены во время заключительной вечерней прогулки по реке Днепр.

В. Т. Зельниченко
В. Н. Липодаев

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «Сварка 2014»

24–27 июня 2014 г. в выставочном комплексе «Ленэкспо» состоялась XVI Международная выставка «Сварка/Welding 2014». В этом году она привлекла в два раз больше участников — более 250 компаний из 18 стран. Это подтверждает значимость процессов и технологий сварки для промышленности России и мира.

Посетители и специалисты выставки смогли ознакомиться с новинками ведущих отечественных и зарубежных разработчиков и производителей сварочного оборудования и материалов, среди которых НПФ «Инженерно-технологический сервис», «Уралтермосвар», «Технотрон», «ТКС-Холдинг», Лосино-островский электродный завод, Государственный Рязанский приборный завод, «Крон – СПб», «Эсаб», «Линкольн Электрик», «Пемамек», «Полисуд», «Инвент», «Технологический центр «Техносвар», «Межгосметиз» и др.

Живой интерес у посетителей экспозиции, число которых составило более 3500 человек, вызвали национальные стенды Германии и Китая, крупнейших поставщиков сварочного оборудования и материалов на российский рынок. При содействии Министерства экономических связей и энергетики Германии, Выставочного комитета немецкой экономики AUMA, Союза сварщиков Германии (DVS) и компании Messe Essen GmbH была организована официальная презентация компаний из Германии. В числе участников стенда — производитель оборудо-

вания для контактной сварки — компания Durgin, компания DWT, специализирующаяся на оборудовании для подготовки под сварку кромок труб, и компания HB Schutzbekleidung GmbH, представляющая средства защиты сварщика. В свою очередь на стенде КНР, организованном при поддержке Китайского машиностроительного общества, свои изделия и услуги представили 25 предприятий.

В рамках насыщенной деловой программы, сопровождавшей выставку, состоялось 12 мероприятий — конференции, семинары, круглые столы и презентации, в которых приняли участие представители международных отраслевых союзов, специалисты ведущих российских компаний и предприятий, а также научно-исследовательских институтов и высших образовательных учреждений России и зарубежных стран.

Ключевым мероприятием стала Международная конференция «Актуальные проблемы повышения эффективности сварочного производства». Специалисты обсуждали актуальные вопросы развития и модернизации отрасли, а также тенденции, формирующиеся на мировом рынке сварочного оборудования. Как отметил директор Международного общества сварки К. Миддельдорф, выступая в рамках конференции, российский рынок продолжает оставаться в числе пяти крупнейших мировых рынков сварочного оборудования и технологий соединения. По его словам, в 2013 г. общий объем поста-

вок продукции и услуг, относящихся к технологиям сварки и резки, в Российскую Федерацию составил свыше 930 млн дол. США. При этом крупнейшими поставщиками сварочной техники на российский рынок являются германские компании, на долю которых приходится около 20 % общего объема поставок, китайские производители занимают вторую позицию — 18 %.

В свою очередь президент Национального агентства контроля сварки Н. Алешин подчеркнул, что отечественные технологии в области сварки развиваются и соответствуют современному уровню. По его мнению, подтверждение этому можно найти на экспозиции и в «Ленэкспо», 40 % которой составляют российские сварочные технологии и оборудование. При этом прорывной отечественной технологией остается гибридная сварка, которая сегодня применяется на российских судостроительных верфях; он также отметил, что в целом интерес к сварочной отрасли возрастает, об этом свидетельствует увеличение площади выставки на 15% до 3300 м².

Техническая политика в области сварочного производства компании «Газпром» обсуждалась в рамках научно-практической конференции «Современные технологии сварки, оборудование и материалы для строительства и ремонта магистральных трубопроводов». По словам начальника отдела главного сварщика Департамента капитального ремонта компании «Газпром» Е. Вышемирского, ежегодно при проведении ремонтно-строительных работ собственными силами дочерних обществ компании «Газпром» выполняется сварка более 200 тысяч сварных сты-

ков, которые выполняют сварщики, сосредоточенные в 18 газотранспортных и 7 газодобывающих обществах. В целях контроля этой деятельности компания разрабатывает нормативные документы по технологиям сварки и контроля сварных соединений. На сегодня ведется работа по актуализации, сокращению количества и систематизации более 50 таких документов, разработанных в период с 2006 по 2012 гг.

Обсуждая вопрос кадрового резерва отрасли перед конкурсом дипломных проектов выпускников сварочных кафедр петербургских вузов, эксперты отметили, что объединение международного профессионального сообщества сварщиков решит проблему нехватки квалифицированных кадров в области соединительных технологий. Так, директор DVS Р. Беккинг отметил, что нехватка квалифицированных кадров — это не локальная проблема, поэтому союз готов сотрудничать с другими организациями по подготовке специалистов для отрасли.

В Центре деловых контактов в дни выставки состоялось более 80 бизнес-встреч, в том числе с такими крупными компаниями, как «Газпром», «Ленинградский металлический завод», «Заполярпромгражданстрой», «Адмиралтейские верфи», «Производственное объединение «Севмаш», «Электросила» и «Ладожский транспортный завод». Кроме того, в рамках выставки состоялся конкурс «Золотая сварка», по итогам которого 12 участников-победителей получили дипломы и почетные знаки.

По материалам пост-релиза выставки

От редакции

Опытный завод сварочного оборудования Института электросварки им. Е. О. Патона представил на выставке «Сварка 2014» серию инверторов для ручной дуговой и аргонодуговой сварки, аппараты для плазменной резки и универсальный сварочный чоппер для электродуговой сварки изделий из углеродистых и легированных сталей плавящимся электродом с покрытием.



Специалисты ОЗСО демонстрировали работу сварочных аппаратов с использованием различных видов электродов на сварочном стенде, а также предоставляли всем желающим возможность попробовать себя в качестве сварщика. Особый интерес был проявлен к инверторам ВДИ-200Р, которые с января 2014 г. производятся в корпусе с повышенным классом защиты (IP 33) и к установке плазменной резки ПРИ-40S, имеющим встроенный блок защиты от повышенного и пониженного напряжения. Универсальный сварочный чоппер ЧСИ-315М привлек интерес специалистов, которые занимаются вопросами многопостовой сварки. ЧСИ-315М обладает всеми свойствами инверторного источника и в то же



время не зависит от изменений температуры и влажности, а также является более безопасным (не требуется питание 380 В) и бюджетным вариантом по сравнению с инверторными источниками. Применение нескольких ЧСИ-315М, питающихся от одного источника, позволяет исключить влияние сварочных постов друг на друга и проводить сварочные работы вне зависимости от колебания напряжения в сети и длины сварочных кабелей.

Позитивно был воспринят тот факт, что с марта 2014 г. установлена 5-летняя гарантия на сварочные инверторы серий АДИ и ВДИ. Наличие европейских сертификатов на сварочные инверторы и собственные линии по производству электродов для сварки углеродных и низколегированных сталей (АНО-4, АНО-21, АНО-36 и УОНИ-13/55) также были отмечены посетителями стенда как фактор успешного развития марки ПАТОН. Кроме специализированных брошюр и каталогов по сварочному оборудованию марки ПАТОН, посетители стенда ОЗСО имели возможность получить майский выпуск журнала «Автоматическая сварка», который пользуется заслуженной популярностью среди профессионалов сварочного производства. Практические аспекты использования различных сварочных аппаратов, предельные возможности оборудования, условия сервисного обслуживания и поддержки, а также развитие перспективных направлений сварки — были главными темами дискуссий на стенде ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона.

СЕМИНАР «АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ»

С 1950 г. австрийская компания «Fronius» разрабатывает комплексные решения для электродуговой и контактной точечной сварки. Инновационные сварочные системы компании и их компоненты характеризуются совершенным взаимодействием всех своих структурных элементов и гарантируют отличное качество продукции, рентабельность и энергоэффективность. Среди широкого ряда высокотехнологичного оборудования «Fronius» особое место занимают сварочные системы, созданные для автоматизации и роботизации процессов дуговой сварки.

25 июня 2014 г. в с. Княжичи Броварского р-на Киевской области ООО «Фрониус Украина» провела технический семинар на тему «Автоматизация сварочных процессов». В работе семинара приняли участие свыше 30 специалистов и руководителей сварочных работ ряда предприятий Украины.

В кратком вступлении заместитель директора ООО «Фрониус Украина» В. Л. Бондаренко отметил, что по статистике в мире в 2011 г. применялось около 50 тысяч роботов, из них в сварочном производстве около 20 тысяч. Примерно 70 % роботов используется в странах Азии, около 12 % — в Америке и 15 % — в Европе. Причем в том же 2011 г. практически каждый третий сварочный робот укомплектовывался источником питания от компании «Fronius». Это свидетельствует о признании продукции компании в мире, практически ежегодно предлагающей на рынке новации. Одна из них стабилизация проплавления — это новая функция, реализованная в источниках питания «Fronius» путем изменения скорости подачи электродной проволоки в процессе сварки. В условиях

механизированных процессов сварки МИГ/МАГ при изменении вылета электрода от 10 до 30 мм поддерживается постоянное проплавление. Эта же функция поддерживается как при автоматической сварке, так и при ручной дуговой (при колебаниях длины дуги от 2 до 40 мм).

Далее В. Л. Бондаренко отметил, что по состоянию на 2012 г. наибольшее количество сварочных роботов используется в Китае (~6000), далее в США, потом (по степени убывания) в Японии, Германии, Индии, Корее, Тайване, Польше и др. В Украине есть лишь отдельные случаи применения сварочных роботов.

«Автоматизация. Инновация—Качество—Производительность» — эта тема презентации менеджера компании В. Онищука. С помощью видеообзора он продемонстрировал возможности различных современных систем компании «Fronius», применяемых для автоматизации дуговых процессов сварки и наплавки.

Среди них:

- ♦ аргонодуговая наплавка ТИГ с присадкой (однородная наплавка поверхностей, двухдуговая наплавка внутренних поверхностей труб с увеличенной производительностью сварки);

- ♦ сварочные тележки (в сочетании с различными рельсами автоматизируется процесс выполнения продольных и кольцевых швов);

- ♦ процесс СМТ (холодный перенос металла, реализуемый как в среде аргона, так и углекислого газа);

- ♦ усовершенствованные приспособления для обварки труб в трубных досках;

- ♦ системы для выполнения прямолинейных швов (на медной подкладке с зажимами);



- ♦ система с видеонаблюдением за процессом сварки и записью параметров сварки;
- ♦ система с лазерным датчиком для слежения за стыком при выполнении продольных швов;
- ♦ система для плазменной сварки труб корабельных систем;
- ♦ система для сварки автомобильных баков (двумя горелками одновременно);
- ♦ износостойкая восстановительная наплавка подшипников с применением СМТ процесса;
- ♦ наплавка внутренних поверхностей труб (минимальный диаметр 25 мм).

Эти и ряд других систем обеспечивают высокую производительность, облегчают труд сварщика. Последнему отводится роль по сути оператора сварочного процесса. Системы нашли применение во многих секторах промышленности. ООО «Фрониус Украина» при работе с заказчиком осуществляет комплексный подход. Начиная от моделирования процесса применительно к конкретной задаче, затем сервисной поддержки во внедрении и последующим сервисным обслуживанием.

Накоплен определенный опыт применения автоматизированных систем Fronius для сварки в Украине. ОАО «Турбоатом» применяет их при сварке труб из титановых сплавов, ИЦ «Энергомаш» (г. Харьков) использует систему, снабженную головкой с колебанием. Автоматизированные системы находят применение в фармацевтике, при восстановлении горно-шахтного оборудования (СМТ наплавка с применением короткой горелки), при наплавке подшипников большого диаметра, аргонодуговой наплавке запорной арматуры, ТИГ сварке кольцевых соединений с подачей двух присадочных проволок или с помощью сменной головки (дуговой или плазменный процесс), выполнении продольных швов балок (одновременно двумя горелками с датчиком слежения при скорости сварки до 30 м/ч), сварке самолетных баков топлива.

Fronius постоянно обновляет ассортимент своей продукции. Среди последних разработок

Комплексная наплавочная ячейка. Она занимает площадь в 4,5 м², снабжена компьютерным управлением за процессом наплавки. Предлагаются *магнитные сварочные тележки* для механизации процессов сварки при выполнении стыковых и угловых соединений в различных пространственных положениях. Создана *мультисистема* для выполнения продольных и кольцевых проходов при наплавке, *магнитный центратор* для орбитальной обварки труб, *сварочные тележки на гибких направляющих* для выполнения кольцевых, прямолинейных швов и швов сложной геометрии.

Вся сварочная продукция Fronius обязательно сертифицируется с тем, чтобы отвечать мировым требованиям.

Далее на семинаре были заслушаны презентации на темы: «Автоматизация/Сварочные тележки» (А. Пиндюра), «Орбитальные системы сварки» (Р. Кулиш), «Новые продукты от Fronius» (В. Слюта), «Наплавка методом СМТ и СМТ TWIN» (В. Нечипоренко), «Системы Fronius для роботизированной сварки» (К. Корзин), «Новые продукты Fronius для МИГ/МАГ сварки» (В. Слюта).

Ниже коротко о наиболее заслуживающем внимания читателей.

Сварочные тележки выпускаются двух типов: на магнитной основе и с дополнительными приспособлениями (несут на себе подающий механизм, перемещение до 25 м). Направляющие могут комплектоваться в зависимости от длины пути перемещения и характера траектории (прямолинейно, по кольцу, по сложной траектории). Обеспечивают плавное и точное перемещение сварочной головки. Снабжены колебателями (в том числе управляемыми дистанционно). Управление процессом на тележке согласовано с инверторным источником. Возможно удержание тележки на изделиях с помощью магнитов или вакуумными киосками.

Для орбитальной сварки выпускаются устанавливаемые на тележке системы FRA 2020 и

FRA 2030, значительно более экономичны, чем от Polysoude. Установка системы — 1,5 ч. Возможна легкая установка любой горелки, предназначенных для ручной или механизированной сварки. Система управляется или непосредственно на сварочной головке или на источнике. Возможна сварка без присадки или присадкой. В системе FTW24-1120PRO для орбитальной сварки «труба-трубная доска» реализованы такие новации, как пневматический зажим для фиксации трубы, водоохлаждаемая горелка, регулятор настройки, подвесное устройство и блок управления. Сварка осуществляется в горизонтальном или вертикальном положениях. Оборудована система тремя центраторами для сварки труб диаметром от 30 до 120 мм.



Среди продуктов Fronius, которые могут появиться на рынке в IV кв. 2014 г. и I-II кв. 2015 г., можно отметить систему *SPEED-CLAD*, относящуюся к ТИГ-наплавке. В ней новая горелка (подача одной или двух присадочных проволок одновременно). Назначение: наплавка коррозионностойких или износостойких внутренних или наружных поверхностей труб, запорной арматуры. Fronius исходил из того, что в общем цикле производства изделия сварка занимает $\approx 60\%$ времени. Сокращение его возможно путем увеличения производительности сварки. При присадке двух предварительно подогреваемых проволок обеспечивается более концентрированная и лучше управляемая дуга, возможность контроля проплавлением и процессом наплавки. Ширина наплавленного валика обеспечивается как при МИГ/МАГ сварке. Достигается увеличение производительности (4,3 кг/ч) в три раза большая по сравнению с обычной сваркой ТИГ, или увеличении скорости сварки в четыре раза, значительное снижение проплавления способностей.

Еще одной интересной новацией следует признать применение процессов «СМТ и СМТ ТWIN» для наплавки. Известно, что для МИГ/МАГ процессов в качестве недостатка можно отметить излишнее для ряда случаев проплавление основы. При СМТ процессе цифровая система источника реагирует на момент короткого замыкания, механизм подачи изменяет направление переме-

щения проволоки и капля металла без возмущений отделяется в ванну. При этом проплавление уменьшается (доля участия основного металла в наплавленном ограничено 15 %) при производительности наплавки $\sim 4,3$ кг/ч. Сочетание «СМТ и СМТ ТWIN» позволяет еще более понизить проплавление (долю основного металла до 6 %). В этом случае сварка осуществляется двумя дугами, повышается производительность сварки, появляется возможность ведения раздельно СМТ процесса или импульсного.

Вскоре Fronius представит на рынке новый мощный источник питания *TPS 600* для МИГ/МАГ сварки на 600 А (обеспечивает так называемую ротационную дугу. При этом достигается увеличение производительности в 2 раза. За три смены можно наплавить 312 кг металла. Он будет укомплектован специальным механизмом подачи (до 30 м/мин) и моторедуктором. Для сварки будут применяться горелки МТW на 700 А (с двухконтурной системой охлаждения).

Участники семинара с большим вниманием заслушали презентации, которые вызвали большое количество вопросов. Затем в практической части семинара менеджеры ООО «Фрониус Украина» продемонстрировали показ и демонстрацию дугового оборудования и приспособлений Fronius, предназначенных для механизации и автоматизации сварочных работ.

В. Н. Липодаев



В июне известному специалисту в области сварки в твердой фазе доктору технических наук, профессору, ведущему научному сотруднику ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, лауреату Ленинской премии Геннадію Константиновичу Харченко исполнилось 80 лет.

Свою трудовую деятельность после окончания Киевского политехнического института в 1957 г. он начал на Киевском машиностроительном заводе, где занимал должности техника-конструктора и инженера-конструктора. С 1959 г. научная и трудовая деятельность Г. К. Харченко неразрывно связана с ИЭС им. Е. О. Патона. За время работы в институте он прошел путь от инженера до ведущего научного сотрудника.

За более чем полувековой период работы в ИЭС им. Е. О. Патона юбиляр внес весомый вклад в развитие теории и практики процессов сварки плавлением и давлением. Им выполнен ряд исследований по электронно-лучевой сварке хрома, циркония, молибдена, ниобиевых и титановых сплавов, монокристаллов тугоплавких металлов, а также разнородных металлов. Широкую известность получил цикл его работ по контактной стыковой сварке малоуглеродистых низколегированных трубных сталей.

Важным аспектом научной деятельности Г. К. Харченко является разработка научных основ образования соединения при диффузионной сварке в вакууме, которой он посвятил последние пять-

десять лет. При его непосредственном участии были выполнены работы по соединению дисперсно-упрочненных композиционных материалов на алюминиевой основе, алюминидов титана, химически активных и тугоплавких металлов со сталью, хрома с медью и других пар металлов.

Г. К. Харченко предложен новый способ сварки давлением металлов в вакууме с нагревом с приложением высокоинтенсивного силового воздействия — ударная сварка в вакууме. При этом наблюдается аномальный массоперенос атомов, заключающийся в том, что в условиях высокоскоростной пластической деформации при повышенной температуре резко возрастает скорость миграции атомов в кристаллической решетке металлов и сплавов. За разработку и широкое внедрение в производство диффузионной сварки металлических и неметаллических материалов в 1984 г. Г. К. Харченко в коллективе соавторов удостоен Ленинской премии.

Г. К. Харченко является автором более 270 научных работ и изобретений, им подготовлено 17 кандидатов и три доктора технических наук.

С 2002 г. Г. К. Харченко успешно совмещает научную работу с педагогической, являясь заведующим кафедры технологий сварки и строительства Черниговского национального технологического университета. Плодотворная научно-педагогическая деятельность Г. К. Харченко отмечена в 2009 г. наградой Президиума НАН Украины «За подготовку научной смены».

Внимательное и чуткое отношение к сотрудникам, большая работоспособность, тонкое понимание задач, глубокое проникновение в суть исследуемых процессов снискали Геннадію Константиновичу заслуженный авторитет и уважение среди специалистов-сварщиков.

Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Контакты:

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

Подписано к печати 15.07.2014. Формат 60×84/8. Офсетная печать.
Усл. печ. л. 17,09. Усл.-отт. 18,2. Уч.-изд. л. 20,00 + 2 цв. вклейки.
Печать ООО «Фирма «Эссе».
03142, г. Киев, просп. Акад. Вернадского, 34/1.