

ИНСТИТУТУ ЭЛЕКТРОСВАРКИ им. Е. О. ПАТОНА НАН УКРАИНЫ — 70 ЛЕТ

Институт электросварки создан академиком Евгением Оскаровичем Патонем в составе Всеукраинской Академии наук в 1934 г. на базе электросварочной лаборатории при Кафедре инженерных сооружений ВУАН и электросварочного комитета. Становление и вся последующая деятельность Института электросварки (ИЭС) связаны с именем этого выдающегося инженера и ученого. Он определил основные научные направления института в области технологии сварки и сварных конструкций, которые актуальны и сегодня.

Е. О. Патон сумел предвосхитить огромные перспективы развития технологии электрической сварки металлов — детища талантливых русских изобретателей Н. Н. Бенардоса и Н. Г. Славянова. Убедительным подтверждением этого научного предвидения есть тот непреложный факт, что сегодня сварка является ведущим технологическим процессом неразъемного соединения металлических и неметаллических материалов в различных условиях и средах, включая космическое пространство и Мировой океан. В этом отражается значительный вклад коллектива института за 70 лет его деятельности.

На первом этапе специалистами института была доказана принципиальная возможность изготовления сварных конструкций, не уступающих по своей прочности и надежности клепаным, а по ряду показателей значительно их превосходящих. Это послужило основой массового применения сварки в дальнейшем. В эти же годы в институте было обосновано научное представление о дуговой сварке как металлургическом процессе, под руководством Е. О. Патона проведены исследования по автоматизации дуговой сварки. К 1940 г. была завершена разработка и начато внедрение на заводах страны высокопроизводительного процесса сварки под флюсом.

Решающее значение приобрела автоматическая сварка под флюсом в годы Великой Отечественной войны. Непосредственно в цехах танкового завода на Урале сотрудники института разработали и внедрили технологию автоматической сварки броневой стали, позволившую создать точное производство сварных корпусов танков Т-34 и механизировать сварку другой военной техники. В заводских условиях коллектив института не прекращал научных исследований.

Довоенный и военный этапы в деятельности института — период становления научной школы, убедительным подтверждением авторитета которой явилось присвоение институту в 1945 г. имени Евгения Оскаровича Патона.

В годы восстановления разрушенного войной народного хозяйства усилия коллектива института были направлены на расширение областей применения высокопроизводительной автоматичес-

кой и механизированной сварки под флюсом взамен ручной, на рационализацию сварных конструкций и индустриализацию их производства. Сотрудники института первыми в мире осуществили автоматическую сварку листовых конструкций непосредственно при монтаже.

Расширилось участие специалистов-сварщиков в разработке совместно с металлургами хорошо свариваемых конструкционных сталей для ответственных сварных конструкций и сооружений. Работы этого периода положительно сказались на темпах послевоенного восстановления промышленности, развития современного производства строительных металлоконструкций, производства высоконадежных в сварном исполнении изделий тяжелого, транспортного, химического и энергетического машиностроения.

Решение главной задачи — повышение производительности и уровня механизации сварочных работ — требовало непрерывного расширения в институте исследований по изысканию новых способов и приемов механизированной сварки, естественно, без сокращения работ по увеличению рациональных областей применения дуговой сварки под флюсом. Поиск возможности сварки под флюсом швов, расположенных в различных пространственных положениях, завершился созданием под руководством Е. О. Патона способа принудительного формирования сварного шва, который положил начало механизации дуговой сварки швов на вертикальной плоскости.

12 августа 1953 г. отечественная и мировая наука понесла тяжелую утрату — на 84-м году оборвалась жизнь Евгения Оскаровича Патона, человека, вписавшего яркую страницу в историю отечественной науки и техники. Его ученики и последователи, весь коллектив института достойно продолжили дело, начатое его основателем. С 1953 г. и до настоящего времени директором института является его сын, академик Борис Евгеньевич Патон.

Одним из наиболее значительных достижений института начала 1950-х гг. стало создание новой технологии сварки плавлением металла больших толщин — электрошлаковой, которая в корне изменила производство тяжелых станин, котлов, гидроагрегатов и других уникальных сварно-прокатных, сварно-литых конструкций. Ее применение позволило в значительном диапазоне толщин получить сварные соединения высокого качества.

Позднее совместно с ЦНИИТМаш и другими организациями создан способ сварки в углекислом газе тонкой проволокой, получивший широкое применение в промышленности и обеспечивший значительный рост уровня механизации сварочных работ. Дальнейшим развитием газоэлектрической сварки плавящимся электродом стали разработка процесса и оборудования для импульсно-дуговой

сварки, сварки в смесях активных и инертных газов. В этой связи следует особо подчеркнуть важность работ по созданию полуавтоматов, которые постепенно вытеснили там, где это возможно и целесообразно, малопроизводительную сварку штучными электродами. Распространение этих видов неразъемных соединений стимулировало развитие неразрушающих методов контроля качества различными физическими методами.

В конце 1950-х гг. в институте активно начались исследования в области электронно-лучевой сварки. Усилия ученых были направлены на исследование физико-металлургических процессов при воздействии мощного (до 100 кВт) острофокусного пучка электронов на толстолистовые (150...200 мм) конструкционные материалы. Особенно важной задачей, с которой институт успешно справился, являлась разработка технологии замыкания кольцевых швов, которая обеспечивала отсутствие корневых дефектов в виде раковин, пор и несплошностей.

Дальнейшим этапом развития лучевой технологии явилось ее применение для целей сварки и резки лазером. Проводятся систематические исследования в области импульсной и непрерывной лазерной сварки. В последнее время специалистами института разработаны гибридные источники нагрева — лазер-дуга, лазер-плазма.

На всех этапах деятельности института особое внимание уделялось исследованию физических, химических и металлургических особенностей сварки металлов. Лаборатории института были оснащены необходимой исследовательской аппаратурой, средствами для механических испытаний, рентгеновской ультразвуковой аппаратурой для проверки качества сварных соединений.

В институте получили развитие исследования по всем основным направлениям сварки давлением — стыковой контактной оплавлением и сопротивлением, точечной сварке, трением, диффузионной сварке.

Изучены физические и технологические особенности новых технологических процессов контактной сварки оплавлением, созданы системы автоматического управления и диагностики качества соединений. На базе новых технологий разработано и освоено производство нескольких поколений специализированных и универсальных машин для контактной стыковой сварки деталей широкого сортамента из низколегированных и высокопрочных сталей с площадью поперечного сечения до 200 тыс. мм², а также сплавов алюминия, титана, хрома, меди. Наиболее массовое применение нашли машины для сварки рельсов различных категорий в полевых и стационарных условиях, машины для сварки труб диаметром от 150 до 1420 мм при строительстве магистральных трубопроводов, установки для сварки элементов конструкций аэрокосмической техники. Оборудование для контактной сварки рельсов экспортируется во многие страны мира.

На основании использования энергии взрыва созданы новые способы сварки, резки, плакирования и обработки сварных соединений. Сварку и резку взрывом можно осуществлять в полевых

условиях, где затруднено применение громоздкого сварочного оборудования.

На протяжении многих лет институт проводит исследования по сварке в космосе. В 1969 г. на борту космического корабля «Союз-6» летчик-космонавт В. Н. Кубасов впервые в мире осуществил уникальный эксперимент по сварке электронным лучом, плазмой и плавящимся электродом на установке «Вулкан», созданной в ИЭС. Так было положено начало космической технологии, имеющей большое значение в программе освоения космического пространства. В 1984 г. был проведен чрезвычайно важный, подготовленный ИЭС, эксперимент на борту орбитальной станции в открытом космосе. Космонавты С. Савицкая и В. Джанибеков впервые в открытом космосе с помощью ручного электронно-лучевого инструмента (УРИ) выполнили процессы сварки, пайки, резки и напыления. Период с 1985 по 2000 гг. характерен ростом объема работ, выполненных в космосе. Продолжались работы по нанесению покрытий и сварке металлов, проведены комплексные эксперименты по раскрытию 12-метровой ферменной конструкции, сопровождавшихся сваркой и пайкой ее отдельных узлов с помощью УРИ, раскрыты две 15-метровые ферменные конструкции, являвшиеся несущей основой для многогоразовых солнечных батарей технологического модуля, пристыкованного к орбитальной станции «Мир».

Параллельно в институте решалась и такая сложная проблема, как механизация дуговой сварки под водой, которая приобрела большое значение в связи с освоением прибрежного шельфа Мирового океана. Специалисты института создали оборудование для механизированной дуговой сварки и резки специальной порошковой проволокой на глубинах до 60 м и успешно развивают исследования по осуществлению сварки на больших глубинах.

Основополагающее значение имеют систематические исследования института в области физико-металлургических особенностей сварки различных металлов и сплавов плавлением: изучены процессы кристаллизации металла шва, установлена природа его структурной и химической неоднородности, раскрыт механизм поро- и трещинообразования, найдены методы и средства их обнаружения. Результаты этих исследований во многом являются серьезной теоретической базой для создания и совершенствования различного типа сварочных и наплавочных материалов, технологий контроля качества.

Интенсивное развитие современной техники сопровождается постоянным расширением сортамента конструкционных металлов и сплавов для сварных конструкций. В ходе исследований по изучению процессов, протекающих в сварочной ванне, созданы новые сварочные материалы, электроды, порошковые проволоки, флюсы, газовые смеси, а также приборы для контроля их качества.

В связи с возрастающими объемами применения пластмасс как конструкционного материала

в институте развернуты исследования по их сварке в первую очередь по сварке труб из пластмасс. К этому направлению примыкают работы по склеиванию.

Экспериментально-теоретические исследования и научные разработки в области прочности сварных соединений и конструкций представляют традиционные направления в тематике института, начало которым было положено Е. О. Патонам. Сегодня эти исследования носят многоплановый характер, для их проведения используется современное лабораторно-испытательное оборудование в сочетании с проведением уникальных натурных экспериментов и компьютерного моделирования. Это позволяет разрабатывать новые эффективные методы повышения надежности ответственных инженерных сооружений при статическом и циклическом нагружении, а также устанавливать расчетно-конструктивные принципы обеспечения заданных служебных свойств сварных соединений. Проблема создания надежных сварных конструкций охватывает также вопросы выбора материалов, рациональных конструктивных решений, технологии изготовления и монтажа, снижения металлоемкости, которые институт успешно решает в содружестве со многими отраслевыми организациями и предприятиями.

В последнее время ведутся интенсивные работы по повышению надежности, долговечности и ресурса сварных конструкций, а также созданию эффективных методов их диагностики. Техническая диагностика начинает все более широко использоваться для обеспечения безопасной эксплуатации конструкций. В связи с эффективностью диагностических методов их развитие происходит быстрыми темпами, с внедрением высоких технологий контроля на базе наиболее передовой цифровой измерительной и вычислительной техники, современного программного обеспечения.

Наиболее эффективное применение управлению процессом производства в предаварийной и аварийной ситуациях находят технологии, использующие явление акустической эмиссии, что позволяет своевременно принимать меры по предупреждению аварий, обеспечивая эксплуатацию конструкций по фактическому состоянию. К разработчикам диагностических комплексов все чаще выдвигается требование непрерывного мониторинга конструкций. Работа института в данном направлении ведется еще с начала 1970-х годов. Уже в 1974 г. коллективом авторов во главе с Б. Е. Патонам в журнале «Автоматическая сварка» была опубликована статья «Некоторые пути построения автоматических информационно-измерительных систем для диагностики надежности сварных конструкций», в которой заложены основные концепции дистанционного управления процессом диагностики на базе телекоммуникационных средств связи.

Сегодня системы непрерывного мониторинга, разработанные в институте, успешно работают на ряде нефтехимических производств с использо-

ванием связи по системе Интернет. Это позволяет строить контрольные и управляющие системы, которые дают возможность независимо от места расположения эксплуатирующейся конструкции наблюдать за ее состоянием из единого специализированного диагностического центра.

Внедрение средств диагностики в производство и подготовка соответствующих кадров требуют совершенствования нормативной базы. За последние годы институтом в тесном сотрудничестве с Госстандартом и Госнадзором Украины создан ряд отраслевых и государственных стандартов, регламентирующих процедуру технической диагностики, оснащение диагностических лабораторий и вопросы обучения и сертификации специалистов. В сложившейся ситуации всевозрастающую роль приобретает подготовка специалистов, умеющих применять сложную диагностическую аппаратуру и системы. Эти вопросы успешно решают созданные совместно с Госнадзором Украины специализированные курсы по подготовке специалистов в данной области, на которых начиная с 1994 г. подготовлено более 1500 специалистов.

Работы института не ограничиваются исследованиями в области металлических материалов. Сотрудников института интересовали и проблемы сварки полимерных материалов и изделий из них. В последние годы появилось еще одно направление — электросварка мягких тканей живых организмов. Результаты этих исследований нашли применение в практике хирургических операций.

С начала 1950-х гг. по инициативе акад. Б. Е. Патона в институте развернуты поисковые исследования и экспериментальные разработки по выявлению возможности использования сварочных источников нагрева для получения металлов и сплавов особо высокого качества и надежности, на основе которых сформировалось второе основное научное направление в деятельности института: специальная электрометаллургия. Усилия и успехи коллектива в этой новой области обеспечили заметное продвижение в развитии современной качественной металлургии.

К новым электрометаллургическим процессам в первую очередь относится электрошлаковый переплав расходуемого электрода в водоохлаждаемую изложницу. Фундаментальные исследования сущности электрошлакового процесса, его физико-химических, металлургических и электротехнических особенностей обеспечили передовые позиции института в разработке и применении электрошлаковой технологии, наплавки, литья, подпитки и др.

В последние годы в институте выполнен комплекс научно-исследовательских работ, послуживших основой для разработки нового поколения электрошлаковых технологий, основанных на получении слитков и заготовок непосредственно из жидкого металла без переплава расходуемых электродов. Эти технологии запатентованы в Украине и за рубежом и реализованы в промышленности. В частности, на Ново-Краматорском ма-

шиностроительном заводе на основе этих технологий создан уникальный комплекс по производству биметаллических прокатных валков мирового уровня.

В институте созданы еще две электрометаллургические технологии: плазменно-дуговая и электронно-лучевая. Разработка техники и технологии этих переплавных процессов велась параллельно с фундаментальными исследованиями физико-металлургических особенностей рафинирования в контролируемой атмосфере или вакууме и процессов кристаллизации сталей, сложнoleгированных сплавов, цветных и тугоплавких металлов.

Плазменно-дуговой переплав, благодаря серьезным исследованиям высокотемпературных систем «газ-металл», открыл широкие возможности производства нового класса конструкционных материалов — высокоазотистых сталей. А создание мощных металлургических плазмотронов позволило институту выйти в большую металлургию — были разработаны новые конструкции установок типа «ковш-печь» емкостью до 100 т. Чистота металла, полученного в этих установках, не уступает по качеству электрошлаковому.

Совместными усилиями ученых института, отраслевых научных учреждений и производственников создана совершенная электронно-лучевая техника, а технология электронно-лучевой плавки в вакууме стала незаменимым процессом получения особо качественных материалов в металлургии и машиностроении. Работы в этом направлении в настоящее время сконцентрированы в созданном при институте научно-инженерном центре «Титан», который выполняет заказы как для предприятий Украины, так и для зарубежных компаний.

Исследования процесса испарения в вакууме металлических и неметаллических материалов и их последующей конденсации как основы парофазной металлургии открыли возможность для получения покрытий из различных материалов, включая жаростойкие, тугоплавкие и композиционные, позволили в широких пределах регулировать состав, структуру и свойства осажденных слоев. Толщина наносимых покрытий в зависимости от назначения регулируется от десятка микрометров до нескольких миллиметров.

Гордостью ИЭС им. Е. О. Патона является создание технологии сварки и контроля качества труб магистральных газопроводов, которая внедрена на многих заводах Украины и России.

В начале 1980-х гг. в институте формируется новое научное направление — комплексные исследования по созданию новых и совершенствованию существующих технологических процессов термического нанесения защитных и износостойких покрытий. В настоящее время институт развивает практически все современные процессы нанесения защитных и упрочняющих покрытий. Разработаны технология и установки для плазменно-дугового напыления износостойких покрытий, а также установки для детонационного на-

пыления, которые могут эксплуатироваться с применением различных рабочих газов (ацетилен, пропана, водорода).

На всех этапах деятельности института одной из его главных задач является разработка оборудования для механизации процессов сварки и наплавки с целью замены ручного труда сварщика. Основные принципы построения сварочных установок, заложенные еще Е. О. Патонам, плодотворно развиваются коллективом конструкторов ОКТБ института с учетом новых тенденций развития сварочного и металлургического производства.

Большое внимание в институте уделяется созданию и широкому применению автоматического контроля качества и управления технологическими процессами сварки, спецэлектрометаллургии и напыления с использованием современной вычислительной техники. Основой для этих разработок послужили фундаментальные исследования конкретных технологических процессов как объектов управления. Первые исследования в этом направлении были начаты акад. Б. Е. Патонам еще во время Великой Отечественной войны и успешно развиваются под его непосредственным руководством в настоящее время.

Значителен вклад в творческие успехи коллектива института тех научных подразделений и сотрудников, которые ведут математические исследования, создают новые методики современных физических и химических исследований качества, разрабатывают информационные системы, банки данных и экспертные системы, занимаются прогнозированием и систематическим анализом экономических аспектов развития сварочной науки и техники.

Благодаря сочетанию целенаправленных фундаментальных теоретических исследований с инженерно-прикладными разработками, тесным творческим связям с промышленными предприятиями в реализации технологических новшеств институт за прошедшие 70 лет своей деятельности превратился в крупнейший в стране и мире научно-исследовательский центр в области сварки и родственных технологий.

Сегодня институт представляет собой научно-технический комплекс, куда входят опытное конструкторско-технологическое бюро, экспериментальное производство, три опытных завода, ряд инженерных центров. Во всех его подразделениях работает около 3500 человек, из них собственно в институте 1700 человек. Научный потенциал института составляют 300 научных сотрудников, среди которых 8 академиков и 6 членов-корреспондентов НАН Украины, 72 доктора наук и более 200 кандидатов наук.

Деятельность института и хозяйственных подразделений строго координирована и полностью ориентирована на совместное решение задач по основным научным направлениям.

Активное и непосредственное участие ученых института в практической реализации своих разработок обогащает их как работников академической науки в проведении фундаментальных ис-

следований и поисковых разработок в области сварки и смежных процессов, а также спецэлектротехнологии, имеющих межотраслевое значение. За прошедшие 70 лет институт доказал жизнеспособность ориентации на целенаправленные фундаментальные исследования, которые повышают значимость их результатов в последующих разработках. В активе ученых института уникальные результаты познания физики дугового разряда и низкотемпературной плазмы, свойств мощных остросфокусированных пучков электронов, природы плавления, испарения, кристаллизации и конденсации металлов, физико-химических и теплофизических процессов сварки и рафинирующих переплавов, прочности и надежности сварных соединений и конструкций.

Результаты этих работ подтверждены лицензиями и полученными патентами. Институтом реализовано более 150 лицензий в США, Германию, Японию, Россию, Швецию, Францию, Китай и др. Получено около 2600 патентов Украины, России и дальнего зарубежья, а также более 6500 авторских свидетельств.

За годы деятельности института более 60 наиболее выдающихся разработок, выполненных и внедренных в народное хозяйство сотрудниками института в содружестве с производственными коллективами, удостоены ленинских, государственных, а также премий Украины.

Реализация перспективных научных разработок и инновационных проектов института осуществляется также через созданный при ИЭС «Технологический парк», в состав которого входят свыше 30 научных организаций, предприятий, инженерных центров и опытных заводов, специализирующихся в области сварки и родственных технологий. Среди них такие известные производители сварочного оборудования, как «КЗЭСО» и «СЭЛМА».

Одним из основных направлений деятельности института является подготовка научных и инженерных кадров. Подготовка кандидатов и докторов технических наук осуществляется через докторантуру и аспирантуру. При институте работает специализированный совет по приему к защите докторских и кандидатских диссертаций в области сварки, спецэлектротехнологии и автоматического управления технологическими процессами.

Подготовка инженерных кадров ведется институтом совместно с НТУУ «Киевский политехнический институт». Ученые института читают студентам обзорные курсы и руководят целевой подготовкой магистров. Научно-производственную и дипломную практику студенты проходят в научных отделах и лабораториях института.

Подготовка инженеров-физиков и математиков со специализацией в области сварки и спецэлек-

тротехнологии осуществляется на кафедре физической металлургии и материаловедения Киевского отделения МФТИ, организованной на базе ИЭС.

Профессионально-техническая подготовка и переподготовка специалистов сварочного производства осуществляется в учебном центре института. Система обучения в центре достаточно гибкая. Структура учебных программ предусматривает очную как групповую, так и индивидуальную подготовку слушателей курсов. Обучение проводится по национальным и европейским стандартам с выдачей соответствующего сертификата.

На базе института, имеющего уникальный научный и кадровый потенциал, хорошо оснащенные испытательные лаборатории создан центр по сертификации продукции сварочного производства, который аккредитован как орган по сертификации под названием «СЕПРОЗ». В настоящее время центр проводит работу по совершенствованию украинской системы сертификации в соответствии с международными нормами и правилами.

Институт поддерживает широкие международные связи с ведущими центрами по сварке в Европе, США, Азии, является членом Международного института сварки и Европейской сварочной федерации. На базе института действует Межгосударственный научный совет по сварке и родственным технологиям стран СНГ, Международная ассоциация «Сварка» и Международное объединение «Интерм», Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики, которое входит в состав Европейской федерации EFNDT и Всемирного конгресса ICNDT.

Результаты исследований ученых института постоянно публикуются в журналах «Автоматическая сварка», «Техническая диагностика и неразрушающий контроль», «Современная электротехнология», «Сварщик». Кроме того, институт издает журналы на английском языке «The Paton Welding Journal» и «Advances in Electrometallurgy». Большое внимание уделяется публикациям монографий, справочников и другой книжной продукции.

Институт проводит различные конференции и семинары, организывает национальные и международные выставки.

За прошедшие 70 лет коллектив института прошел славный путь. Сегодня — это коллектив единомышленников, приумножающий успехи Патоновской научной школы, имеющей мировое признание. Институт растет и развивается, совершенствуется его структура и система управления — все направлено на дальнейшее развитие сварки и родственных процессов, а также решение базовых проблем экономики промышленного производства.