

Стратегия импортозамещения

Ученые БРУ разрабатывают уникальные сварочные технологии

Как думаете: требуется ли сварщику знание сопромата и физики твердого тела? Рабочему, сваривающему какие-нибудь конструкции (маска, искры, брызги металла), – вряд ли, хотя и он должен знать общие свойства материалов, которые должен прочно соединить. Но сварка в общем смысле слова – целая наука. Вдумайтесь только в определение понятия «сварка» – технологический процесс получения неразъемного соединения посредством межатомных и межмолекулярных связей между свариваемыми частями изделия. Без сварки, которая в свое время произвела настоящую революцию в индустрии, мы не получили бы огромных строений, технологических конструкций, мобильных телефонов и прочих изделий.

Но одно дело соединить однородные детали, другое – конструкции из разных металлов вроде сплавов стали с алюминием, чугуном или медью. Наука не стоит на месте: сегодня разрабатываются технологии изготовления изделий из таких материалов, а сварке которых еще недавно мечтали (титан, молибден, вольфрам, полиэтилен и т.д.). Главная задача – сделать надежными сварные соединения! Особенно, если изделия и конструкции работают в условиях действия агрессивных сред, больших давлений, высоких и низких температур, при облучении продуктами ядерного распада. По оценкам экспертов, в промышленно развитых странах в области сварочной техники и технологии ежемесячно регистрируют более 200 изобретений!

Чем сложнее сплавы, тем более сложное разрабатывается сварочное оборудование. На конвейерном производстве современных предприятий, к примеру, уже не диковинка роботы-сварщики. Несколько лет назад промышленный сварочный робототехнический комплекс, приобретенный в рамках проекта Союзаного государства, появился в Белорусско-Российском университете. Он позволил открыть в вузе учебно-экспериментальную лабораторию по плазменным, термомеханическим и сварочным технологиям, где студентов обучают различным навыкам в области интеллектуальных систем управления процессами сварки и плазменной обработки изделий из металлов и сплавов.

На полках лаборатории – сварочные электроды, зачищенные машинки и прочий необходимый инвентарь. Там же – робот, обладающий такой производительностью, что способен заменить труд нескольких сварщиков. Но это – на заводском конвейере, где под стандартные операции пишутся специальные программы управления манипулятором. К слову, в практику уже внедряется цифровое управление сварочным производством. Поскольку любая сварка обладает своими особенностями, сварщику перед работой выдается технологическая карта – документ, подробно описывающий техпроцесс, которую составляет и подписывает инженер-технолог. Ну а теперь представьте: в судостроительной отрасли, к примеру, очень много металла, сварных швов. Включить все сварочные операции в документацию вручную – очень трудоемкий процесс, занимающий порой несколько месяцев. То ли дело – цифровые технологии, когда все операции заносится в компьютерную базу данных. При аналогичных работах можно автоматически создать паспорт сварного шва. Однако в нестандартных ситуациях без человека,

опытного специалиста-сварщика, конечно, не обойтись. И если на предприятии внедряется новый проект, то, чтобы разобраться во всех нюансах сварочных операций, выбрать оптимальное оборудование и метод сваривания конкретного материала, разработать техдокументацию, требуются глубокие знания в различных сферах науки. Без специального инженерного образования с этим не справиться.

– В Беларуси инженеро-сварщиков выпускают только два вуза – БНТУ и наш университет, – говорит заведующий кафедрой оборудования и технологии сварочного производства БРУ, кандидат технических наук Артур Коротеев. – Но в БНТУ профильная кафедра осуществляет подготовку инженеров по двум направлениям – сварочное производство и порошковая металлургия. Мы же специализируемся исключительно в сварочном деле, у нас сложилась научная школа, и сегодня наша кафедра – крупнейший в стране образовательный и научно-исследовательский центр по сварке. На ее базе создан Центр сертификации и испытаний, который выполняет полный комплекс услуг по сертификации и аттестации персонала, технологических процессов сварки и сварщиков, хозяйственные работы. Дело в том, что аттестации специалистов сварочного производства недостаточно для того, чтобы предприятие могло выполнять сварку и выпускать продукцию с ее помощью. В первую очередь требуется аттестация сварочных технологий, это обязательная процедура. Аттестация сварки включает в себя и проверку материалов, которые используются в работе. К примеру, «Могилевтрансаш», который производит автокраны, постоянно обращается в наш центр, чтобы аттестовать технологию сварки высокопрочных сталей крановых конструкций. Это целый комплекс испытаний с образцами сталей в лаборатории (исследуются процессы, которые происходят в зоне расплава, рассчитываются прочностные характеристики сварного шва), после чего выдается заключение, на основе которого создается технологическая карта сварки.

Наука не стоит на месте: появляются разнородные сплавы, новые, с необычными свойствами, материалы, которые надо соединить. Соответственно, требуется разработать технологии, которые позволят получить надежное сварное соединение. Эта задача стала еще более актуальной с вводом санкций в отношении нашей страны, усилением работы по импортозамещению.

– В принципе, мы так или иначе работаем по импортозамещению, не только в связи с санкциями, – заметил Артур Коротеев.



Кандидаты технических наук доценты Александр Лупачев и Артур Коротеев.

– К примеру, учеными кафедры разработана принципиально новая технология повышения технологических и экономических показателей процесса дуговой сварки конструкционных сталей за счет формирования защитной газовой среды путем смешивания потоков аргона и углекислого газа. Не буду вдаваться в подробности, главное – затраты на защитные газы при сварке с использованием этой технологии снижаются вдвое, одновременно повышаются качество, эксплуатационные характеристики сварного соединения. При этом технология позволяет эффективно применить для сварки более дешевые присадочные проволоки производства стран СНГ, отказаться от дорогостоящих импортных сварочных материалов. Эта технология уже реализуется в технологических процессах сварки на ОАО «Сейсмотехника» при изготовлении элементов систем буровых установок для добычи нефти.

По большому счету, все научные разработки – импортозамещение: свое создается взамен чужого. Пять лет назад БРУ стал головной организацией по сварке и неразрушающему контролю на объектах строительства Белорусской атомной электростанции. Самый ответственный элемент станции – реакторная энергетическая установка. Это, по сути, полностью сварная конструкция: элементы корпуса реактора соединены с помощью сварки с главным трубопроводом, по которому циркулирует радиоактивный теплоноситель, главным циркуляционным насосом и парогенератором. От качественного выполнения этих сварных соединений зависит работоспособность станции.

– Наша кафедра осуществляла контроль на всех стадиях выполнения сварочных работ и термической обработки, – рассказывает Артур Коротеев. – Мы проводим аттестацию абсолютно всех технологических процессов сварки на АЭС, сварщиков, а также анализируем документацию и карт неразрушающего контроля (аттестовано около 3000 сварщиков, более 500 технологий). Все контрольные сварные соединения берутся в Могилеве и испытываются в аккредитованной лаборатории университета. Параллельно разрабатывались собственные нормы и правила по ядерной и радиационной безопасности в части, касающейся сварки (с использованием сварочных материалов, применяющихся в Беларуси) и неразруша-

ющего контроля сварных соединений. Теперь не надо проводить аттестацию в России. Еще пример импортозамещения: кафедрой в рамках договора с одним из предприятий «оборонки» разработана уникальная технология ремонта зенитно-управляемых ракет для комплекса «Оса». Он хоть и был создан в советские еще времена, но до сих пор является эффективным средством обороны (особенно сейчас, когда стали использоваться летательные аппараты малой дальности высоты вроде дронов и беспилотников). Но срок хранения ракет (а они очень дорогостоящие) ограничен, потом их нужно списывать, снимать с вооружения. Альтернатива – ремонт и восстановление свойств изделий, замена определенных компонентов радиоэлектронной аппаратуры. Однако корпус ракеты неразборный, и чтобы добраться до электронной начинки, нужно его разрезать, а после окончания работ – сварить. Проблема в том, что материал (алюминиевый сплав типа дюрал) – трудносвариваемый и очень тонкий (около 2–3 мм). А аппаратура подходит почти вплотную к корпусу, и чтобы сохранить ее целостность при сварке, нужно минимизировать нагрев, не допустить попадания брызг расплавленного металла на радиоэлектронные элементы.

УЧЕНЫМИ КАФЕДРЫ РАЗРАБОТАНЫ УНИКАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ РЕЗКИ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ТАКИХ ИЗДЕЛИЙ – ОТ ВНЕДРЕНИЯ ЭТОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕН СЕРЬЕЗНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ.

Есть идеи и по созданию более совершенных разработок в этом направлении, в том числе с использованием комплексов лазерной сварки.

Гордятся на кафедре и разработкой уникальной, чрезвычайно важной для нефтеперерабатывающей промышленности Беларуси технологии сварки разнородных сталей при восстановительном ремонте оборудования и трубопроводов. Поскольку они эксплуатируются в крайне тяжелых условиях, то относительно быстро изнашиваются, выходят из строя под воздействием агрессивных сред, коррозии. Это актуальнейшая задача в нефтепроме – по-

вышение срока службы технологических трубопроводов. Она решается с помощью применения разнородных по химическому составу и свойствам сталей при сварке, но чем и как варить – предмет серьезных научных исследований. Ученые БРУ разработали технологию сварки, которая способствует значительному продлению срока службы трубопровода. С ее внедрением на белорусских НПЗ удалось сэкономить огромные деньги, потому что иначе пришлось бы останавливать процесс нефтепереработки на заводе и полностью менять технологическое оборудование.

Так что самое лучшее импортозамещение, считают ученые, – это когда создаются материалы, конструкции, оборудование и технологии, которым нет аналогов.

– Нашей кафедрой разработана, например, технология изготовления изделий сложной геометрии аддитивным способом синтезом с использованием дуговой сварки – это совершенно новое научное направление, – рассказывает Артур Коротеев. – Традиционное изготовление таких деталей, как, к примеру, шнеки и другие подобные изделия, широко использующихся в сельском хозяйстве, пищевой промышленности, строительстве, включает в себя отдельное изготовление вилки и последующую сварку с валом либо литые цельного изделия. Каждый из этих вариантов имеет два основных недостатка: большой расход материалов, большую трудоемкость; ограниченность возможностей по формированию свойств готового изделия. Сегодня можно создавать такие детали и на 3D-принтерах с помощью лазерных порошковых технологий, но все равно их механические свойства оставляют желать лучшего. Создание функционально-градиентных материалов, к примеру, того же шнека или лопатки турбины (ответственнойшего элемента реактивного двигателя), у которого в основании твердые слои материала, а к периферии более мягкие – серьезная научная проблема. И ее можно в том числе решить, применив разработанную нами технологию 3D-наращивания металлоконструкций, деталей с заданными свойствами методами послойной дуговой наплавки путем комбинирования присадочных плавающих проволок и контролируемым тепловложением. Экономический эффект от внедрения этой технологии на промышленных предприятиях – колоссальный по сравнению с покупкой и использованием лазерных 3D-принтеров.

По мнению многих ученых, у импортозамещения, по сути, две цели. Первая – это тактическая: минимизировать технические угрозы, вызванные санкционной политикой. Вторая стратегическая – развивать отечественную науку и технологию, чтобы белорусская экономика не зависела от прерывностей политической конъюнктуры. И это – хороший шанс для белорусских ученых, которые стали предлагать рынку технические решения, не только соответствующие лучшим мировым образцам, но в ряде случаев и превосходящие их.

Геннадий АЛЕКСАНДРОВ. Фото автора.