

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ В ОБЛАСТИ СВАРКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Реализация проекта строительства Белорусской атомной электростанции имеет для республики особое значение. Ввод АЭС в эксплуатацию позволит Беларуси уйти от тотальной энергетической зависимости, станет стимулом для развития практически всех отраслей экономики страны и потребует осуществления целого комплекса принципиально новых мероприятий системного характера в экономической, научно-технической, социальной и других сферах.

С учетом того, что проект такого сложного технического объекта реализуется в Беларуси впервые, строительство и монтаж двух энергоблоков Белорусской АЭС будут выполняться российским генподрядчиком под ключ с двухлетним гарантийным сроком эксплуатации по действующим в атомной отрасли России нормам.

Прямое применение столь значительного объема российских нормативных документов на всех этапах жизненного цикла АЭС, в особенности на этапе выполнения строительно-монтажных работ с применением сварочных процессов и дефектоскопии, может создать определенные затруднения при контроле за их соблюдением главным образом для эксплуатирующей организации и надзорных органов, а также для привлекаемых к работам производственных и строительно-монтажных предприятий Республики Беларусь. Кроме этого, указанные нормы разработаны еще в советский период, то есть они в значительной мере устарели и требуют корректировки с учетом действующих в Республике Беларусь технических нормативных правовых актов (ТНПА), включая европейские и международные стандарты, принятые в республике, практического опыта проведения сварки и контроля качества на объектах, поднадзорных Госпромнадзору.

Следует отметить, что требования действующих норм и правил по сварке и контролю качества трубопроводов и оборудования АЭС в части специальных технических и/или технологических регламентов (основные материалы, технология сварки и наплавки, термической обработки, методы и методики контроля, предельные уровни дефектности сварных соединений и т.п.), базирующиеся на научных разработках специализированных исследовательских организаций России и многолетнем опыте проведения работ на объектах атомной энергетики, не могут быть изменены или скорректированы без согласования с российской головной материаловедческой организацией, курирующей соответствующие вопросы при изготовлении оборудования АЭС и строительстве станции. На данном этапе актуальной может являть-

Ф.И. ПАНТЕЛЕЕНКО, д.т.н., профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, первый проректор БНТУ,
А.С. СНАРСКИЙ, к.т.н., начальник Центра развития инженерного образования и организации учебного процесса,
В.А. ПИСАРЕВ, заведующий научно-исследовательской лабораторией сварки родственных технологий и неразрушающего контроля

ся корректировка вопросов системного и организационного характера, влияющих на качество сварочно-дефектоскопических работ.

Специалистами БНТУ проведен анализ основных норм и правил в области сварки и контроля качества в атомной энергетике [1–5], определены проблемные вопросы, пути их решения, в первую очередь направленные на обеспечение безопасности и надежности эксплуатации Белорусской АЭС, а также:

- адаптацию и унификацию (гармонизацию) действующей нормативной базы в области сварки и контроля качества в атомной энергетике с государственными ТНПА, включая европейские и международные стандарты, принятые в республике;
- обеспечение заинтересованных предприятий и организаций информацией в области сварки и контроля качества при подготовке и выполнении работ на объектах атомной энергетики, методическое руководство и организация системы качества сварочно-дефектоскопической деятельности, гармонизированной с действующими правилами и ТНПА с учетом современных научных разработок, европейскими нормами и международными стандартами серии СТБ ISO 3834 [7–12];
- оказание методической и технической помощи по вопросам сварки и контроля качества регулирующим органам при создании системы экспертизы, инспекции и надзора за проведением работ при строительстве и эксплуатации Белорусской АЭС;
- расширение участия отечественных производителей в изготовлении оборудования для Белорусской АЭС и строительстве ее первого и второго блоков с перспективой выполнения базового комплекса работ при укрупнении станции.

Установлено, что требования норм и правил к проведению сварочных работ и контролю качества входят в общую систему обеспечения качества на всех этапах жизненного цикла электростанции, являющуюся основным критерием безопасной и надежной эксплуатации АЭС.

Таким образом, большое значение при осуществлении деятельности в области использования ядерной энергии имеет разработка Программы обеспечения качества для атомных станций [6], состоящей из общей (ПОКАС(О)) и частных программ. В частных программах определяются принципы, цели и основные положения деятельности по их разработке и выполнению: от выбора площадки для размещения АЭС (ПОКАС(ВП)), проектирования (ПОКАС(П)), изготовления оборудования (ПОКАС(И)), строительно-монтажных работ (ПОКАС(С)), ввода в эксплуатацию (ПОКАС(ВЭ)), эксплуатации (ПОКАС(Э)) до вывода АЭС из эксплуатации, а также требования к обеспечению качества работ, выполняемых участвующими в реализации проекта подрядными организациями.

Исходя из важности вопроса обеспечения качества сварки и контроля при выполнении строительно-монтажных работ, проведен анализ общих требований к частной программе ПОКАС(С). Программа является общим системным документом и не конкретизирует элементы системы качества сварочного производства, однако ее направления в основном можно распространить на вопросы, связанные со сваркой и контролем качества, для дальнейшей разработки базовых требований к организации сварочной деятельности при строительстве Белорусской АЭС, гармонизированных с современными международными требованиями.

На основании анализа положений программы и требований наивысшего уровня, установленных стандартом [8], определены возможные связи и направления их адаптации к особенностям сварочных работ при строительстве Белорусской АЭС (см. рисунок).

Приведенная схема показывает, что соответствующие элементы стандарта [8] взаимосвязаны как с

требованиями программы, так и с регламентами норм и правил [1–5], в частности с основными операциями, осуществляемыми в соответствии с производственно-технологической документацией на сварочные работы и базовыми элементами системы организации контроля за сварочно-дефектоскопической деятельностью и др.

При этом следует учитывать, что основные элементы системы сварочного производства по стандарту [8] описываются соответствующей нормативной базой международных стандартов и в общем виде обеспечивают реализацию поставленных задач путем применения аналогичных европейских и международных норм, введенных в Республике Беларусь в виде СТБ EN и СТБ ISO.

Так как качество сварных конструкций в первую очередь зависит от квалификации сварщиков и организации контроля за сварочными работами, а также от профессиональной компетенции персонала, выполняющего испытание и неразрушающий контроль сварных швов, то в контексте формирования системы сварочно-дефектоскопической деятельности при строительстве Белорусской АЭС актуальным является рассмотрение общих нормативных требований в данных направлениях.

Основные требования к квалификации (аттестации) сварщиков на право допуска к выполнению соответствующих сварочных (наплавочных) работ, инженерно-технических работников, осуществляющих руководство работами по сборке, сварке, наплавке, подогреву и термической обработке, а также персонала, непосредственно осуществляющего подогрев и термическую обработку сварных соединений и наплавленных деталей (изделий), установлены в правилах и нормах [1, 2].



Аттестация сварщиков проводится в соответствии с требованиями [13].

По отношению к действующим в настоящее время в Республике Беларусь правилам [14] регламентные требования правил в атомной энергетике имеют некоторые отличия, например:

- требуются отдельные аттестационные испытания сварщиков на допуск к сварке труб с трубными решетками и наплавке антикоррозионного покрытия;
- сварщик, получающий допуск к аттестации, должен иметь соответствующий производственный стаж по выполнению сварочных работ;
- правила аттестации распространяются на сварку сплавов на никелевой и железоникелевой основе, алюминия и алюминиевых сплавов, меди и сплавов на медной основе, титана и его сплавов;
- различны области распространения аттестационных испытаний на производственные конструкции по типоразмерам, свариваемым сталям и сварочным материалам, пространственному положению сварных соединений и др.

Общим требованием указанных правил является формирование аттестационных комиссий сварщиков на базе производственных предприятий из числа квалифицированных специалистов сварочного производства.

Согласно правилам и нормам [2] подогрев и термическую обработку сварных соединений и наплавленных деталей (изделий) должны выполнять работники, прошедшие подготовку и квалификационные испытания. Объем подготовки, порядок испытаний и периодичность повторных проверок определяются предприятием, выполнявшим соответствующие работы.

В Республике Беларусь допуск персонала к работам по термической обработке сварных соединений осуществляется на основании аттестации, которая проводится комиссиями по аттестации сварщиков по программам, согласованным с органами Госпромнадзора. Такое требование содержится в руководящем документе [15], действующем на потенциально опасных объектах. Аттестация персонала, выполняющего сборку сварных соединений, не предусмотрена.

Инженерно-технические работники, осуществляющие руководство работами по сборке, сварке, наплавке, подогреву и термической обработке, должны проходить аттестацию в соответствии с руководящим документом [16] в экзаменационных комиссиях министерств, ведомств, объединений, предприятий и объектов с участием представителей надзорных органов.

В Республике Беларусь аттестация специалистов сварочного производства (руководителей сварочных работ) обязательна для всех предприятий, выполняющих работы на потенциально опасных объектах. Требования и порядок проведения аттестации регламентированы [17]. Аттестация руководителей сварочных работ проводится головными организациями по сварке, термообработке, контролю качества и квалификации персонала на объектах, поднадзорных Госпромнадзору (БНТУ, г. Минск и БРУ, г. Могилев).

Контролеры (специалисты, дефектоскописты, лаборанты ОТК, непосредственно выполняющие контроль) в обязательном порядке должны пройти аттестацию, которая осуществляется путем проверки их теоретических знаний и практических навыков по контролю конкретными методами.

Аттестация контролеров проводится постоянно действующими аттестационными комиссиями на предприятиях-изготовителях (в монтажных организациях) и/или в специализированных организациях, имеющих соответствующее разрешение (лицензию). Члены указанной комиссии должны проходить периодическую аттестацию в головной материаловедческой организации не реже одного раза в три года.

Таким образом, аттестация персонала, выполняющего контроль качества объектов атомной энергетики, производится по отраслевым требованиям, регламентируемым правилами и нормами [3].

В настоящее время в Республике Беларусь персонал неразрушающего контроля проходит сертификацию в соответствии с европейским стандартом [18]*, в котором установлены требования к квалификации специалистов неразрушающего контроля и процедуре их сертификации. Сертификация проводится в независимых от производителя органах по сертификации профессиональной компетенции персонала, аккредитованных в рамках Национальной системы аккредитации Республики Беларусь.

При этом для выполнения работ на потенциально опасных объектах обязательна ежегодная аттестация дефектоскопистов, которая может проводиться аттестационными комиссиями предприятий (организаций).

Специальная аттестация персонала, проводящего лабораторные испытания, не предусмотрена. При этом работники, не имеющие соответствующего высшего специализированного образования по направлению деятельности, должны пройти обучение на курсах по методам испытаний.

В общем действующая система аттестации сварщиков и порядок ее проведения в Беларуси незначительно отличаются от правил аттестации в атомной энергетике. Однако с учетом международной практики в первую очередь требуется внесение изменений в порядок формирования аттестационных органов по принципу независимости от производителя, направляющего сварщиков на аттестацию, а также в технические регламенты аттестационных испытаний, с их адаптацией к особенностям сварки оборудования и трубопроводов АЭС. Кроме того, при аттестации сварщиков необходимо прямое применение действующих государственных стандартов, аутентичных европейским и международным нормам, в первую очередь стандартам [19, 20].

Для аттестации термистов-операторов, выполняющих подогрев и термическую обработку сварных соединений и наплавленных деталей (изделий), необходима разработка специальных требований к порядку аттестационных испытаний, программам подготовки с учетом положений правил и норм [1–3].

*В настоящее время указанный стандарт EN 473 заменен на международный стандарт ISO 9712:2012, введение которого в виде СТБ ISO планируется в текущем году.

Нормативные требования в области оценки уровня компетентности персонала контроля оборудования и трубопроводов АЭС, в первую очередь неразрушающего контроля, не отвечают современным подходам и стандартам, а также действующей в Республике Беларусь системе сертификации специалистов в области неразрушающего контроля.

Также следует отметить, что одним из немаловажных факторов организационно-технологического характера, входящих в систему сварочной деятельности, является производственная аттестация (квалификация) технологических процессов сварки, которая в атомной энергетике регламентируется правилами и нормами [3]. Производственная аттестация проводится с целью проверки возможности практического выполнения предприятием-изготовителем (монтажной организацией) технологических процессов сварки (наплавки) и контроля в соответствии с требованиями [2, 3], конструкторской документации и ПТД.

Производственная аттестация проводится предприятиями-изготовителями (монтажными организациями), осуществляющими сварку (наплавку) оборудования и трубопроводов, путем выполнения и последующего контроля неразрушающими и разрушающими методами контрольных сварных соединений (наплавки), выполняемых для каждой группы изготавливаемых по аттестуемой технологии однотипных производственных сварных соединений (наплавленных поверхностей).

Перечень аттестуемых технологий сварки должен указываться в производственно-технологической документации (ПТД), разрабатываемой головной материаловедческой организацией.

Контрольные сварные соединения и наплавки подлежат сплошному неразрушающему контролю методами, установленными для соответствующих аттестуемых производственных сварных соединений и наплавленных поверхностей, и должны удовлетворять установленным нормам для производственных конструкций.

Разрушающий контроль при производственной аттестации технологии выполнения сварных соединений и наплавки проводится путем испытаний образцов, вырезаемых из контрольных сварных соединений и наплавки.

В Республике Беларусь в рамках Госпромнадзора функционирует система квалификации (аттестации) технологии сварки (КТС), которая базируется на требованиях серии международных стандартов, основными из которых являются [21–23].

КТС подразделяется на исследовательскую и производственную. Исследовательская КТС проводится в случае применения новых, ранее не аттестованных и не применявшихся в производстве технологий сварки, а также при использовании новых основных и сварочных материалов, экспериментальных, нетиповых сварочных установок или оборудования и т.п. в целях определения характеристик сварных соединений, необходимых для расчета при проектировании и выдаче технологических рекомендаций (область применения технологии, сварочные материалы, режимы подогрева, сварки и термической обработки, гарантируемые показатели приемосдаточных характеристик сварного соединения, методы контроля и др.).

Решение о необходимости проведения исследовательской КТС принимается органами Госпромнадзора. Требования к порядку проведения производственной КТС, испытаниям, а также области распространения квалифицированной технологии на производственные сварные конструкции устанавливаются [23].

Для проведения КТС на основе производственного опыта разрабатывается предварительная инструкция на технологический процесс сварки (pWPS) в соответствии с требованиями [22] (для дуговых процессов сварки). Она служит нормативной основой сварки и испытания образцов или сварных изделий в процессе КТС соответствующим способом. При положительных результатах испытаний технология сварки признается прошедшей квалификацию, а pWPS оформляется и утверждается в виде квалифицированной инструкции на технологический процесс сварки (WPS).

Разрешение на применение технологии сварки, прошедшей производственную КТС, выдается органом Госпромнадзора на основании заключения головной научно-исследовательской организации по сварке.

Таким образом, актуальной является разработка соответствующих методических рекомендаций в области атомной энергетике, гармонизированных с требованиями правил и норм [3], на базе действующих международных стандартов по квалификации (аттестации) технологии сварки и сложившейся практической деятельности на потенциально опасных объектах.

Выводы

Для решения основных проблемных вопросов, связанных с применением нормативной базы по сварке и контролю качества при строительстве АЭС, представляется перспективным и актуальным следующее:

- создание межотраслевой рабочей группы по сварке и контролю качества в атомной энергетике, координирующей и определяющей пути решения проблемных вопросов в указанных направлениях деятельности, а также разработке ТНПА, руководящей и методической документации. В состав группы должны входить представители заинтересованных министерств и ведомств, дирекции АЭС, научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, надзорных органов и т.п.;
- создание на базе специализированной научно-исследовательской организации информационного центра по вопросам сварки и контроля качества оборудования и трубопроводов АЭС, курирующего вопросы действующей нормативной базы, руководящей и методической документации, их актуализации;
- проведение постоянно действующих семинаров или курсов в области сварки и контроля качества на объектах атомной энергетике для заинтересованных предприятий, специалистов надзорных органов.

Для внедрения системы обеспечения качества сварочного производства при выполнении работ на объектах атомной энергетике, гармонизированной с международными стандартами серии СТБ ISO 3834, требуется разработка:

- системы аттестации сварщиков и руководителей сварочных работ, операторов передвижных установок термической обработки, персонала контрольных служб и персонала, выполняющего испытания материалов и сварных соединений, с разработкой соответствующих ТНПА, руководящих и методических документов;
- системы квалификации технологии сварки, гармонизированной с международными стандартами, с разработкой руководящей и методической документации;
- мероприятий по адаптации квалификационных навыков персонала неразрушающего контроля к особенностям контроля объектов атомной энергетики, включая подготовку к процедурам сертификации органов по сертификации персонала неразрушающего контроля, центров подготовки персонала к сертификации;
- мероприятий по адаптации требований, предъявляемых к компетентности дефектоскопических лабораторий предприятий при их аккредитации, к особенностям осуществления контроля объектов атомной энергетики, включая подготовку технической и приборной базы дефектоскопических лабораторий к проведению работ.

В заключение следует еще раз отметить важность вопросов сварки и контроля качества при строительстве объектов атомной энергетики в Беларуси, а также необходимость оперативного определения и назначения соответствующих координирующих компетентных специализированных организаций по указанным вопросам, например, как это сделано Госпромнадзором, который определил головными организациями по сварке, термообработке, контролю качества и квалификации персонала БНТУ (г. Минск) и БРУ (г. Могилев). В противном случае, как свидетельствует текущая информация, данные вопросы будут координировать и регулировать местные частные структуры, которые уже находят пути взаимодействия и направления сотрудничества с соответствующими специализированными российскими организациями в области атомной энергетики.

Список литературы

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок: ПНАЭ Г-7-008-89. – Утв. Госатомнадзором СССР, 1989 г.
2. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Основные положения: ПНАЭ Г-7-009-89. – Утв. постановлением Госатомнадзора СССР, 11 мая 1989 г., № 6.
3. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля: ПНАЭ Г-7-010-89. – Утв. постановлением Госатомнадзора СССР, 11 мая 1989 г., № 6.
4. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Дуговая сварка алюминиевых сплавов в защитных газах: основные положения: ПНАЭ Г-7-022-90. – Утв. постановлением Госпромнадзора СССР, 12 июня 1990 г., № 8.
5. Основные положения по сварке локализуемых систем безопасности атомных станций: ПНАЭ Г-10-31-92. – Утв. постановлением Госатомнадзора РФ, 17 февраля 1993 г., № 2.
6. Размещение атомных станций. Порядок разработки общей программы обеспечения качества для атомных станций: ТКП 101-2007. – Введ. 25.12.2007. – Минск: Госстандарт: Объед. ин-т энергет. и ядер. исслед. – Сосны НАН Беларуси, 2007. – 104 с.
7. Требования к качеству сварки плавлением металлических материалов: СТБ ISO 3834-1-2010. – Введ. 01.01.2011. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП),

2010. – Ч. 1: Критерии выбора соответствующего уровня требований к качеству. – 8 с.
8. Требования к качеству сварки плавлением металлических материалов: СТБ ISO 3834-2-2010. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП), 2010. – Ч. 2: Всесторонние требования к качеству. – 16 с.
9. Требования к качеству сварки металлов плавлением: СТБ ISO 3834-3-2010. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП), 2010. – Ч. 3: Типовые требования к качеству. – 16 с.
10. Требования к качеству сварки плавлением металлических материалов: СТБ ISO 3834-4-2011. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП), 2010. – Ч. 4: Элементарные требования к качеству. – 12 с.
11. Требования к качеству сварки плавлением металлических материалов: СТБ ISO 3834-5-2011. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП), 2010. – Ч. 5: Документы, которым необходимо соответствовать при заявлении соответствия требованиям к качеству, установленным в ISO 3834-2, ISO 3834-3 или ISO 3834-4. – 16 с.
12. Требования к качеству сварки плавлением металлических материалов: СТБ ISO/TR 3834-6-2009. – Введ. 01.07.2010. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП), 2010. – Ч. 6: Руководство по выполнению требований ISO 3834. – 28 с.
13. Правила аттестации сварщиков оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок: ПНАЭ Г-7-003-87. – Утв. постановлением Госатомэнергонадзора СССР от 2 апреля 1987 г., № 5.
14. Правила аттестации сварщиков Республики Беларусь по ручной, механизированной и автоматизированной сварке плавлением. – Утв. Госпроматомнадзором Респ. Беларусь, 27 июня 1994 г.
15. Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций: РД 34.15.027-89 (ПТМ-1с-89). – Утв. решениями Минтопэнерго РФ, 30 декабря 1993 г.; Госгортехнадзора России, 7 февраля 1993 г.
16. Типовое положение о порядке проверки знаний правил, норм и инструкций по безопасности в атомной энергетике у руководителей и инженерно-технических работников: РД-3-3. – Утв. постановлением коллегии Госатомнадзора СССР, 25 июня 1985 г., № 15.
17. Квалификация и сертификация персонала в области сварочно-го производства. Требования и порядок проведения: СТБ 1063-2003. – Введ. 01.05.2004. – Минск: Госстандарт: Науч. исслед. и конструкторско-технол. ин-т сварки и защитных покрытий с опытным произв. (НИКТИ СП с ОП), 2003. – 24 с.
18. Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля. Общие требования: СТБ EN 473-2011. – Введ. 01.07.2012. – Минск: Госстандарт: Бел. гос. ин-т повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством, 2011. – 32 с.
19. Квалификация сварщиков. Сварка плавлением: СТБ EN 287-1-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП), 2010. – Ч. 1: Сталь. – 40 с.
20. Квалификация сварщиков. Сварка плавлением: СТБ ISO 9606-2-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП), 2009. – Ч. 2: Алюминий и алюминиевые сплавы. – 36 с.
21. Технологическая инструкция и квалификация технологических процессов сварки металлических материалов. Общие правила: СТБ ISO 15607-2009. – Введ. 01.08.2009. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП), 2009. – 20 с.
22. Технологическая инструкция и квалификация технологических процессов сварки металлических материалов. Инструкция на технологический процесс сварки: СТБ ISO 15609-1-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП), 2009. – Ч. 1: Дуговая сварка. – 12 с.
23. Технологическая инструкция и квалификация технологических процессов сварки металлических материалов. Испытания технологического процесса сварки: СТБ ISO 15614-1-2009. – Введ. 01.08.2009. – Минск: Госстандарт: Ин-т сварки и защитных покрытий (ОХП ИСЗП), 2009. – Ч. 1: Дуговая и газовая сварка сталей и дуговая сварка никеля и никелевых сталей. – 34 с.