

СВ-10ГН1МА, для сварки – соединения из стали 15Х2НМФА со сталью 10ХН1М.

Для ручной сварки соединений из стали 15Х2НМФА, 10ХН1М и соединений между этими сталями рекомендуется применение электродов марки 48Н-25.

Результаты исследований радиационной стойкости сварных соединений при температуре 200°С и облучении флюенсом 4.10^{17} нейтр/см² показали, что предельный сдвиг T_k за проектный срок эксплуатации составляет, соответственно, 10-15° и 18-32°

С для основного металла и металла сварных швов стали марок 15Х2НМФА и 10ХН1М.

Полученные результаты исследований динамики сдвига T_k сварных швов применительно к проектному сроку эксплуатации показали, что даже при неблагоприятных температурах эксплуатации до 150-200°С разброс значений сдвига T_k 18-32°С является незначительным, что позволяет рекомендовать результаты выполненных исследований при создании и строительстве водо-водяных атомных энергетических установок.

УДК 621 039

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ ИНТЕГРАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ И ДОСТРОЙКИ БУШЕРСКОЙ АЭС

В. В. Рогожкин, А. Г. Терещенко, С. А. Суворов,
М. Е. Прозоровский, И. А. Повышев, А. Туркбаев

ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей», С.-Петербург

В работе рассматриваются научно-технологические и материаловедческие аспекты выполнения Программы интеграции оборудования Российского проекта реконструкции и достройки 1-го энергоблока Бушерской АЭС [1, 2].

Показано, что используя современные технологические и материаловедческие подходы можно успешно решать достаточно сложные задачи по оценке фактического состояния различного тепломеханического оборудования поставки фирмы KWU и систем энергоблока после 20-летнего хранения в условиях морского тропического климата, а также проведению необходимых компенсирующих мероприятий по подготовке оборудования к монтажу и пусконаладочным работам. Анализ технического задания и экспертная оценка проектных решений по выбору конструкций и материалов для оборудования показали, что примененные в немецком проекте металлические материалы широко используются в мировой практике атомного энергомашиностроения. Несмотря на это при

реализации Программы интеграции необходимо было учитывать технологические особенности восстановительных ремонтных работ на 1-м блоке АЭС [3, 4], что существенно осложняло проведение всего комплекса физико-химических, коррозионно-механических и ультразвуковых исследований по оценке служебных свойств и качества металла поставленного и смонтированного на площадке АЭС энергетического оборудования. В рамках решаемой проблемы Головной материаловедческой организацией ЦНИИ КМ «Прометей» была разработана и реализуется рабочая программа по принятию и согласованию с надзорными органами Технических решений о допустимости использования материалов, примененных фирмой KWU в поставленном в Бушер оборудовании.

Впервые в мировой практике решена сложная научно-техническая задача по ремонту сварной конструкции стальной защитной оболочки в монтажных условиях. Разработаны, научно обоснованы и внедрены в практику новые высокоэффективные свароч-

но-технологические решения по восстановлению и ремонту герметичных сосудов диаметром 56 м из высокопрочной корпусной перлитной стали в толщинах до 30 мм.

Выполнены исследования по анализу и оценке хрупкой прочности стальной защитной оболочки (СЗО) с использованием современных критериев прикладной механики разрушения. С помощью компьютерного моделирования установлено и показано, что расчетный спектр нагрузок и особенностей напряженно-деформированного состояния с учетом уровня остаточных сварочных напряжений после ремонта отвечает всем требованиям работоспособности этой уникальной сварной конструкции в заданных условиях эксплуатации.

В рамках требований международных нормативных документов по обеспечению безопасности (программы PSAR и FSAR) предложен новый инженерный подход к оценке предельного состояния сварных оболочечных конструкций, что позволяет выполнить анализ нагружения СЗО в штатных режимах эксплуатации и при различных сценариях внештатных ситуаций. Такой подход с учетом данных ультразвукового контроля обеспечивает возможность проведения наиболее объективной оценки прочности конструкции и не требует использования крупногабаритных образцов, а позволяет ограничиться результатами испытаний стандартных образцов на вязкость разрушения сравнительно небольших размеров.

Выполнены исследования по оценке и прогнозированию коррозионного состояния различных элементов забетонированной части СЗО после длительного хранения в условиях морского тропического климата и повышенной влажности. Получены расчетные данные по коррозионно-механической прочности основного металла и сварных соединений оболочки с учетом прогнозируемой коррозии, подтверждающие заданную эксплуатационную надежность и работоспособность конструкции. Разработаны комплексные мероприятия по антикоррозионной защите СЗО с оформлением необходимой нормативно-технологической докумен-

тации для обеспечения проектного срока эксплуатации реакторной установки.

Закончен комплекс работ по непосредственному обследованию и анализу состояния материалов защитных покрытий оборудования и трубопроводов различных систем I-го энергоблока на соответствие требованиям Нормативной базы РФ. Результаты выполненных исследований нашли отражение в принятых Технических решениях и рекомендациях по проведению компенсирующих мероприятий по ремонту, реконструкции и модернизации интегрируемого оборудования.

Совместно с Головными проектными и конструкторскими организациями разработана и реализуется Программа сертификации работоспособности материалов и оборудования. Проведена экспертная оценка и выполнен технико-экономический анализ ремонтных работ, компенсирующих мероприятий и модернизации оборудования 1, 2 и 3 категорий.

В рамках научного обеспечения и материаловедческого сопровождения проводимых восстановительных и ремонтных работ разработана, оформлена и утверждена соответствующими аттестационными и надзорными органами необходимая нормативно-техническая и технологическая документация, что позволит модернизировать оборудование в соответствии с принятой нормативной основой и подготовить его к монтажным и пусконаладочным работам.

Библиографический список

1. Газета «Сегодня», № 53 от 12.03.98 г.
2. Газета «Комсомольская правда» от 23.05.98 г «АЭС на экспорт», 1998.
3. Б. Н. Смирнов, Б. И. Костерин «Материаловедческие вопросы достройки АЭС «Бушер»: Тезисы докладов VI-й научно-технической конференции «Радиационная повреждаемость и работоспособность конструкционных материалов» – Белгород. 1995. – С 81-84
4. Н. Д. Коробов, А. И. Федотчев, А. А. Рюриков и др., «Технологические особенности ремонта СЗО реакторной установки» Труды V-й Международной научно-практической конференции «Материаловедческие проблемы при проектировании, изготовлении и эксплуатации оборудования АЭС». – Санкт-Петербург, 1998. – Т. 4. – С. 422-427.