

А.М. Пасько, С.П.Ващук, Г.И. Пакулов

ОБ УСТАНОВЛЕНИИ СООТВЕТСТВИЯ ГЕРМЕТИЧНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ВВОДОВ И ДРУГОГО ОБОРУДОВАНИЯ НОРМАМ БЕЗОПАСНОСТИ НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ

В настоящее время в связи с повышением требований безопасности к атомным станциям (АС) имеется необходимость в установлении конкретных технических характеристик и их сочетаний в нормативных документах, регламентирующих параметры безопасности для систем локализации аварии (СЛА) и их элементов применительно к запроектным авариям. В том числе для вводов электрических (проходок), являющихся элементами СЛА, важными для безопасности и выполняющими локализующие и обеспечивающие функции.

At present, due to increased security requirements for nuclear power plants, there is a need for specific technical features and their combinations in the regulations governing the security settings for the containment systems (ALS) and their elements in relation to beyond design basis accidents. Including entries for electric (penetration), which are elements of ALS that are important for safety and perform localizing and providing functions.

Аварийная ситуация на атомной станции Фукусима заставила большинство стран, имеющих АС, усилить требования к безопасности и надежности устанавливаемого оборудования.

Важнейшим критерием соответствия оборудования требованиям безопасности АС является выполнение этим оборудованием и его элементами функций, задаваемых федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии.

Согласно ОПБ-88/97 [1], локализующие системы безопасности должны быть предусмотрены для каждого блока АС и выполнять заданные функции для проектных и учитываемых в соответствии с п. 1.2.16 запроектных аварий.

Необходимость учета запроектных аварий и выработки руководств по управлению ими достаточно убедительно обоснована в [2]. Такая же острая потребность, на наш взгляд, в настоящее время обозначилась в установлении конкретных технических характеристик и их сочетаний в нормативных документах, регламентирующих параметры безопасности для систем локализации аварии (СЛА) и их элементов применительно к запроектным авариям. В числе их – вводы для электрических (проходок), являющихся элементами СЛА, важными для безопасности, выполняющими локализующие и обеспечивающие функции.

По нашему мнению, эта потребность диктуется следующим: функции, параметры и характеристики в действующих нормативных документах установлены для условий нормальной эксплуатации и лишь частично – для условий, присущих проектным авариям.

Для запроектных аварий функции, значения параметров и характеристик руководящими документами не установлены. Более того, сам термин «запроектная авария» еще не нашел постоянного применения в нормативном документе, распространяющемся на электрические вводы, каковым является национальный стандарт (МЭК 60772-83) «Вводы электрические в

структуре оболочки ядерных энергетических установок», который не включает как сами термины «проектная авария», «запроектная авария», так и присущие им функции, параметры и характеристики для условий применительно к этим терминам. Недостатки этого стандарта довольно подробно изложены в [4] и [5]. Особо следует выделить два из них.

Первое. Несоответствие требований указанного выше стандарта Правилам устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности АС НП-010-98 [3], которыми предусмотрено (п. 2.1.6), что «ЛСБ и их элементы должны быть рассчитаны (или защищены) в соответствии с Общими положениями обеспечения безопасности АС на внешние и (или) внутренние воздействия **и их сочетания**, включая землетрясения, ударные волны, струи, летящие предметы, усилия от присоединенных трубопроводов и т.д.». Стандартом же, в частности, рекомендуется проводить испытания в условиях, «последовательно моделирующих требования, оговоренные в спецификациях», что абсолютно не соответствует стратегической установке НП-010-98 о проверке ЛСБ и их элементов на внешние и (или) внутренние воздействия и их сочетания.

Согласно сведениям [6], фактическое радиационное охрупчивание материалов (корпус – сталь 15Х2МФА, сталь опорных конструкций – Ст3) оказалось более значительным, чем проектное по реакторам ВВЭР-440, эксплуатирующихся за пределами проектного срока службы.

Экспериментальными исследованиями [7] установлено, что характеристики полимеров, применяемых для изоляции проводников, при одновременном воздействии температуры и радиации существенно ниже характеристик, полученных при последовательном раздельном воздействии температуры и радиации.

Второе. Технические требования стандарта, установленные им параметры и технические характеристики воздействующих факторов не в полной мере систематизированы и недостаточно полно отражают реальные параметры возможных эксплуатационных режимов АС. Фактически в стандарте отсутствуют привязка, а также разделение параметров и характеристик в зависимости от условий нормальной эксплуатации, проектной и запроектной аварий. Это приводит к неопределенности при задании значений в техническом задании (ТЗ).

Наличие серьезных недостатков в ключевом нормативном документе, каковым является ГОСТ Р 52287-2004 (МЭК 60772-83) [8], устанавливающим требования безопасности, которые должны удовлетворяться при проектировании, конструировании, испытаниях, изготовлении, монтаже и техническом обслуживании вводов электрических, не позволяет однозначно оценить соответствие поставляемых на АС изделий необходимым уровням безопасности для всех режимов эксплуатации АС.

Одним из предложений по дополнению российского стандарта ГОСТ Р 52287-2004, позволяющим учесть одновременное воздействие факторов аварийных режимов, могло бы быть дополнение пункта 6.3.2 стандарта [8] подпунктом об испытаниях герметичных кабельных вводов в условиях нормальных и аварийных режимов:

«Испытания гермоввода в нормальных и аварийных режимах до интегральной дозы радиации $5 \cdot 10^8$ проводятся в водозащитном канале кобальтовой (Co-60) гамма-установки. Гермоввод с предварительно герметично приваренным к его корпусу на расстоянии до 100 мм от торца переходным фланцем помещают в испытательную камеру. Осуществляют необходимые электрические соединения к гермовводу, перед помещением его в камеру. Производятся измерения электрического сопротивления изоляции гермовводов и испытание электрической прочности изоляции повышенным напряжением.

Камеру с гермовводом опускают в канал гамма-установки на требуемый уровень радиации и выдерживают необходимое количество времени при температуре 150°C. В процессе испытаний производят контроль значений параметров давления и температуры. Не менее трех раз измеряется

сопротивление контактных соединений, токоведущая жила – жила проводящего кабеля. По окончании процесса облучения извлекают из канала гамма-установки камеру и производят обработку находящегося в ней гермоввода (изоляторов и фланцев) дезактивирующими растворами температурой 100°C.

1-я композиция: NaOH – 30-40 г/л, KMnO₄ – 2-5 г/л.

2-я композиция: H₂C₂O₄ – 10-30 г/л, H₂O₂ – 0.5 г/л.

Производится контроль основных эксплуатационных параметров гермоввода. Далее производится интенсивное орошение изоляторов и фланца раствором борной кислоты температурой до 150°C концентрация 16 г/л с добавлением едкого калия 2 г/л и гидразин-гидрата 150 г/л. Интенсивность орошения – 0,1 м³/час при длительности до 10 часов.

Гермоввод считается выдержавшим испытания, если он сохранил герметичность и эксплуатационные параметры».

Такие требования имеются в технических условиях на герметичные кабельные вводы типа ВГКК [9]. В стандарте [8] вышеуказанные требования к испытаниям, позволяющим учесть одновременное воздействие факторов радиации, повышенной температуры и дезактивирующих растворов, не отражены.

По нашему мнению, ключевыми задачами повышения уровня безопасности проходок и другого оборудования системы локализации аварии, которые необходимо решить в ближайшем будущем, являются кардинальная переработка стандарта ГОСТ Р 52287-2004, установление критериев безопасности и создание стенда для испытаний проходок в условиях реальных режимов эксплуатации АС, в том числе при запроектных авариях.

-
1. ОПБ 88/97 (НП-001-97) Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. Утверждены постановлением Госатомнадзора России от 14.11.1997. № 9.
 2. Букринский, А.М. Управление запроектными авариями в действующих нормативных документах России // Ядерная и радиационная безопасность. – 2010. – № 1 (55).
 3. НП-010-98 Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности атомных станций. Утверждены постановлением Госатомнадзора России от 31.12.98 № 6.
 4. Костюков, Н.С., Демчук, В.А. (ИГиП АНЦ ДВО РАН), Охотников, В.А. (АмГУ). Адекватность нормативных документов реальным условиям эксплуатации герметичных вводов для АЭС // Атомная энергия. – 2008. – Т. 104. – Вып. 5.
 5. Пасько, А.М., Соколова, С.М., Охотников, В.А.. Необходимость систематизации стандартов, норм и правил при создании электрических вводов локализирующей системы безопасности АС // Атомная энергия– 2008. – Т. 104. – Вып. 4.
 6. Ломакин, С.С., Душкевич, В.М., Носоров, А.С., Рубцов, В.С. Анализ влияния величины плотности потоков нейтронов на охрупчивание материалов РУ ВВЭР-440 (230) // Ядерная и радиационная безопасность. – 2009. – № 2 (52).
 7. Костюков, Н.С., Холодный, С.Д., Еранская, Т.Ю. и др. Герметичные кабельные вводы для АЭС // Кн. 4 из серии «Диэлектрики и радиация» / под общ. ред. Н.С. Костюкова. – М.: Наука, 2004. – 236 с.
 8. Гост Р 52287 – 2004 (МЭК 60 772 – 83). Вводы электрические в структуре оболочки ядерных энергетических установок. – М. Изд-во стандартов, 2005.
 9. ТУ 7434 – 47 40909 – 001 – 92Э. Вводы герметичные контрольных кабелей типа ВГКК для АЭС.