

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лебедченко О.С. «Теплофизические основы пассивных технологий систем пожарной безопасности АЭС с водо-водяными реакторами», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Рассмотрен автореферат Лебедченко О.С. «Теплофизические основы пассивных технологий систем пожарной безопасности АЭС с водо-водяными реакторами» на 48 страницах машинописного текста.

Актуальность. В настоящее время в России на АЭС функционирует 31 водо-водяной энергетический реактор (ВВЭР), в т.ч. 1 ВВЭР-210, 1 ВВЭР-365, 6 ВВЭР-440, 15 ВВЭР-1000, 6 ВВЭР-1200 и 2 ВВЭР-1300 и множество подобных реакторов за рубежом. Пожары на АЭС потенциально очень опасны, поэтому обеспечение радиационной и ядерной безопасности при пожарах, в т.ч. с помощью пассивных технологий, чрезвычайно актуально.

Общая оценка диссертации. Диссертация представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, которая по области исследований соответствует специальности 2.10.1 «Пожарная безопасность» (технические науки) (п. 3, 4 и 5).

Автореферат диссертации по содержанию, оформлению, ясности изложения материала и стилю написания полностью соответствует требованиям, предъявляемым к авторефератам докторских диссертаций.

Диссертация традиционно состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы и приложения.

Научная новизна. В диссертационной работе Лебедченко О.С. рассмотрен и решён ряд актуальных научных задач, связанных с обеспечением пожарной безопасности АЭС с водо-водяными реакторами:

- обоснование температурных режимов реального пожара в зданиях АЭС;
- обоснование огнестойкости пожарных зон и безопасных расстояний между элементами конструкций, в т.ч. кабельных коробов;
- выявление температуры пожара в помещении, при которой происходит короткое замыкание кабелей, используемых на АЭС;
- обоснование эффективности применения огнезащитных вспучивающихся покрытий кабелей при реальном температурном режиме пожара в зданиях АЭС;
- математическое моделирование натекания водорода в помещение и результаты их аналитического решения;
- обнаружение существования критического значения массового расхода газообразного водорода, натекающего в нижнюю часть помещения, при превышении которого резко увеличивается опасность возникновения горения и взрыва во всём гермообъёме реакторного здания АЭС.

вх № 6/85 от 13.12.2024

Выполненное в работе математическое моделирование параметров реальных температурных режимов пожара в помещениях АЭС позволило определить теплофизические условия, которые являются основой для обоснования основных параметров систем пассивной противопожарной защиты АЭС.

Диссертантом была проведена оценка огнестойкости пожарных зон с учётом новой горючей нагрузки (не распространяющие горение кабели), которые являются основной преградой для нераспространения пожара за пределы помещения очага пожара.

Проведённые численные эксперименты выявили недостаточность противопожарных мероприятий. Например, на Нововоронежской АЭС-2 в реакторном здании на отметке +4,950 в коридоре необходимо установить две противопожарные перегородки с пределом огнестойкости EI60 с противопожарными дверями с EI60.

Важным научным результатом является определение массовых коэффициентов выделения токсичных веществ при горении не распространяющих горение силовых и сигнальных кабелей, используемых на АЭС, в условиях реального пожара. Это позволило определить необходимое время эвакуации и выбор средств индивидуальной защиты персонала атомной станции.

Впервые выполнено исследование работоспособности сигнальных и силовых кабелей с учётом реального температурного режима пожара в помещениях АЭС. Показано, что обработка поверхности изоляции кабелей огнезащитным вспучивающимся составом не приводит к сохранению ими требуемых эксплуатационных свойств при возможном пожаре на АЭС. Впервые сформулированы требования к величине температуры вспучивания вышеуказанных составов, необходимой для бесперебойной работы кабельных линий, в т.ч. каналов систем безопасности, в условиях пожара.

Полученный комплекс математических моделей и их аналитических решений, а также результаты численных экспериментов, позволили обнаружить образование локальной взрывопожароопасной водородно-воздушной смеси в условиях, не предусмотренных технологическим процессом натекания водорода в подкупольное пространство реакторного здания. Важным результатом является обнаружение условий натекания водорода, когда используемые датчики концентрации водорода могут не обнаружить водород в верхней точке купола при пороге чувствительности 2 % об., что может привести к возникновению аварийной ситуации.

Особо можно отметить получение решений математических моделей натекания водорода в помещение. Это позволило не только тестировать трёхмерные модели расчёта концентраций водорода, но и оценить образование пожаро- и взрывоопасной водородно-воздушной смеси без использования трудоёмких трёхмерных математических моделей.

Таким образом, разработаны теплофизические основы обоснования комплексной системы пассивной противопожарной защиты АЭС с водяными реакторами, в которых расположено оборудование для безопасного

останова и расхолаживания реакторной установки, в т.ч. каналы системы безопасности.

Практическая значимость работы несомненна и заключается в определении параметров систем пассивной противопожарной защиты атомных станций с водо-водяными реакторами, а именно:

- пределов огнестойкости пожарных зон и безопасных расстояний между кабельными каналами;

- определении работоспособности силовых и сигнальных кабелей каналов системы безопасности АЭС, в условиях стандартных и реальных температурных режимов пожара без и с учётом обработки наружной поверхности изоляции кабеля огнезащитным вспучивающимся составом;

- необходимости обработки покрытием огнезащитным силиконовым «Силотерм ЭП-6» элементов стальной конструкции покрытия в помещении по обращению с ОНУА пожарной зоны;

- определении времени нарушения работоспособности (от пяти до четырнадцати минут) кабелей РГ и НГ в помещении при пожаре;

- нахождении значения огнезащитной эффективности (120 минут) огнезащитного состава, которым надо обработать наружные поверхности кабельных коробов и металлических креплений кабельных коробов нахождении оборудования разных каналов СБ в одном помещении;

- нахождении температуры вспучивания огнезащитного состава не более 150 °С (кабели РГ) и 180 °С (кабели НГ).

Достоверность и значимость работы подтверждена разработкой адекватных математических моделей и их исследованием, соответствующими экспериментами и внедрением результатов работы на энергоблоке № 1 Курской АЭС-2; на объектах Нововоронежской АЭС-2, АЭС «Руппур» в Бангладеш, АЭС «Аккую» в Турции, энергоблоке № 1 Ленинградской АЭС-2, а также разработкой проекта Приказа МЧС России от 26.06.2024 № 533 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска на производственных объектах».

Результаты работы опубликованы в 50 научных работах, в т.ч. в 25 статьях в рецензируемых научных изданиях (с 2007 по 2024 гг.), трёх монографиях (с 2007 по 2019 гг.) и трёх научных статьях (с 2007 по 2010 гг.), а также доложены и обсуждены на многочисленных международных и всероссийских конференциях в 2007 – 2023 гг.

В качестве замечаний можно отметить, что в четвёртой главе работы не указано количество экспериментов по определению значений парциальной плотности монооксида углерода и циановодорода, а также не приведена оценка погрешности проведённых измерений.

Заключение

Диссертация Лебедченко О.С. «Теплофизические основы пассивных технологий систем пожарной безопасности АЭС с водо-водяными реакторами»

является законченной самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой.

В представленной на отзыв диссертационной работе достигнута цель, заключающаяся в разработке комплекса методов и методик расчёта тепломассообмена, позволяющих обосновать параметры систем пассивной пожарной защиты АЭС с ВВЭР для безопасного останова и расхолаживания реакторной установки при пожаре.

Диссертация полностью соответствует пунктам 9 – 14 раздела II Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Правительством РФ 24.09.2013 № 842 (ред. от 16.10.2024).

Лебедченко Ольга Сергеевна заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.10.1 «Пожарная безопасность» (технические науки).

Латышенко Константин Павлович,
профессор, д.т.н.,

научная специальность 05.11.13 Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Профессор кафедры механики и инженерной графики
ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России».

141435, Московская обл., г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1 А.
Тел. 8-498-699-05-16, e-mail: agz@agz.50.mchs.gov.ru.

05.12.2024

Подпись Латышенко Константина Павловича заверяю

Начальник отдела службы войск (и безопасности)
полковник

В.А. Богомолов

ОБРАЩЕНИЯ ПО Д

МЧС. ПЕРСТВО Рос

СКОЙ ОБЛА