

СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Защита от
внутренних пожаров и
взрывов при
проектировании
атомных
электростанций

РУКОВОДСТВА

№ NS-G-1.7



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

ЗАЩИТА ОТ
ВНУТРЕННИХ ПОЖАРОВ И
ВЗРЫВОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	ЙЕМЕН	ПЕРУ
АВСТРИЯ	КАЗАХСТАН	ПОЛЬША
АЗЕРБАЙДЖАН	КАМЕРУН	ПОРТУГАЛИЯ
АЛБАНИЯ	КАНАДА	РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА
АЛЖИР	КАТАР	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АНГОЛА	КЕНИЯ	РУМЫНИЯ
АРГЕНТИНА	КИПР	САЛЬВАДОР
АРМЕНИЯ	КИТАЙ	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
АФГАНИСТАН	КОЛУМБИЯ	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БАНГЛАДЕШ	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	СВЯТЕЙШИЙ ПРЕСТОЛ
БЕЛАРУСЬ	КОСТА-РИКА	СЕНЕГАЛ
БЕЛЬГИЯ	КОТ-Д'ИВУАР	СЕРБИЯ
БЕЛИЗ	КУБА	СИНГАПУР
БЕНИН	КУВЕЙТ	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ РЕСПУБЛИКА
БОЛГАРИЯ	КЫРГЫЗСТАН	СЛОВАКИЯ
БОЛИВИЯ	ЛАТВИЯ	СЛОВЕНИЯ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	ЛИБЕРИЯ	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО ВЕЛИКОБРИТАНИИ И СЕВЕРНОЙ ИРЛАНДИИ
БОТСВАНА	ЛИВАН	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ
БРАЗИЛИЯ	ЛИВИЙСКАЯ АРАБСКАЯ ДЖАМАХИРИЯ	СУДАН
БУРКИНА-ФАСО	ЛИТВА	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
БЫВШАЯ ЮГОСЛ. РЕСП. МАКЕДОНИЯ	ЛИХТЕНШТЕЙН	ТАДЖИКИСТАН
ВЕНГРИЯ	ЛЮКСЕМБУРГ	ТАИЛАНД
ВЕНЕСУЭЛА	МАВРИКИЙ	ТУНИС
ВЬЕТНАМ	МАВРИТАНИЯ	ТУРЦИЯ
ГАБОН	МАДАГАСКАР	УГАНДА
ГАИТИ	МАЛАВИ	УЗБЕКИСТАН
ГАНА	МАЛАЙЗИЯ	УКРАИНА
ГВАТЕМАЛА	МАЛИ	УРУГВАЙ
ГЕРМАНИЯ	МАЛЬТА	ФИЛИППИНЫ
ГОНДУРАС	МАРОККО	ФИНЛЯНДИЯ
ГРЕЦИЯ	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	ФРАНЦИЯ
ГРУЗИЯ	МЕКСИКА	ХОРВАТИЯ
ДАНИЯ	МОНАКО	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ РЕСПУБЛИКА КОНГО	МОНГОЛИЯ	ЧАД
ДОМИНИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	МОЗАМБИК	ЧЕРНОГОРИЯ
ЕГИПЕТ	МЬЯНМА	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ЗАМБИЯ	НАМИБИЯ	ЧИЛИ
ЗИМБАБВЕ	НИГЕР	ШВЕЙЦАРИЯ
ИЗРАИЛЬ	НИГЕРИЯ	ШВЕЦИЯ
ИНДИЯ	НИДЕРЛАНДЫ	ШРИ-ЛАНКА
ИНДОНЕЗИЯ	НИКАРАГУА	ЭКВАДОР
ИОРДАНИЯ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ЭРИТРЕЯ
ИРАК	НОРВЕГИЯ	ЭСТОНИЯ
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА ТАНЗАНИЯ	ЭФИОПИЯ
ИРЛАНДИЯ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЮЖНАЯ АФРИКА
ИСЛАНДИЯ	ПАКИСТАН	ЯМАЙКА
ИСПАНИЯ	ПАЛАУ	ЯПОНИЯ
ИТАЛИЯ	ПАНАМА	
	ПАРАГВАЙ	

Устав Агентства был утвержден 23 октября 1956 года на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке. Устав вступил в силу 29 июля 1957 года. Центральные учреждения Агентства находятся в Вене. Главной целью Агентства является достижение "более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире".

Серия норм по безопасности, № NS-G-1.7

ЗАЩИТА ОТ ВНУТРЕННИХ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Руководство по безопасности

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2008 ГОД

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены в соответствии с положениями Всемирной конвенции об авторском праве в том виде, как она была принята в 1952 году (Берн) и пересмотрена в 1972 году (Париж). Впоследствии авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной и виртуальной форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, должно быть получено разрешение, которое обычно является предметом соглашений о роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и рассматриваются в каждом отдельном случае. Вопросы следует направлять в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу:

Группа продажи и рекламы
Издательская секция
Международное агентство по атомной энергии
Wagramer Strasse 5
P.O. Box 100
1400 Vienna, Austria
факс: +43 1 2600 29302
тел.: +43 1 2600 22417
эл. почта: sales.publications@iaea.org
веб-сайт: <http://www.iaea.org/books>

© МАГАТЭ, 2008
Напечатано МАГАТЭ в Австрии
Апрель 2008

**ЗАЩИТА ОТ ВНУТРЕННИХ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ ПРИ
ПРОЕКТИРОВАНИИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

МАГАТЭ, ВЕНА, 2008
STI/PUB 1186
ISBN 978-92-0-402908-6
ISSN 1020-5845

ПРЕДИСЛОВИЕ

Мохамед ЭльБарадей
Генеральный директор

Одна из уставных функций МАГАТЭ сводится к тому, чтобы устанавливать или применять нормы безопасности для охраны здоровья, жизни и имущества в деятельности по освоению и применению ядерной энергии в мирных целях, а также обеспечивать применение этих норм как в своей собственной работе, так и в работе, в которой оказывается помощь, и, по требованию сторон, в деятельности, проводимой на основании любого двустороннего или многостороннего соглашения, или, по требованию того или иного государства, к любому виду деятельности этого государства в области ядерной энергии.

Наблюдение за разработкой норм безопасности осуществляют следующие консультативные органы: Консультативная комиссия по нормам безопасности (ККНБ); Комитет по нормам ядерной безопасности (НУССК); Комитет по нормам радиационной безопасности (РАССК); Комитет по нормам безопасности перевозки (ТРАНССК); и Комитет по нормам безопасности отходов (ВАССК). Государства-члены широко представлены в этих комитетах.

Чтобы обеспечить широчайший международный консенсус, нормы безопасности направляются также всем государствам-членам для замечаний перед их одобрением Советом управляющих МАГАТЭ (в случае Основ безопасности и Требований безопасности) или, от имени Генерального директора, Комитетом по публикациям (в случае Руководств по безопасности).

Нормы безопасности МАГАТЭ не имеют юридически обязательной силы для государств-членов, но они могут приниматься ими по их собственному усмотрению для использования в национальных регулирующих положениях, касающихся их собственной деятельности. Эти нормы обязательны для МАГАТЭ в отношении его собственной работы и для государств в отношении операций, в которых МАГАТЭ оказывает помощь. Любое государство, желающее вступить в соглашение с МАГАТЭ, касающееся его помощи в связи с выбором площадки, проектированием, строительством, вводом в эксплуатацию, эксплуатацией или снятием с эксплуатации ядерной установки или любой другой деятельностью, должно будет выполнять те части норм безопасности, которые относятся к деятельности, охватываемой соглашением. Однако следует помнить, что ответственность за принятие окончательных решений и юридическая ответственность в любых процедурах лицензирования возлагается на государства.

Нормы безопасности устанавливают важнейшие основы для безопасности, однако может также потребоваться включение более детальных требований, отражающих национальную практику. Кроме того, будут включаться, как правило, специальные вопросы, которые должны оцениваться на индивидуальной основе.

Физическая защита делящихся и радиоактивных материалов и АЭС в целом упоминается в надлежащих случаях, но не рассматривается подробно; к обязательствам государств в этом отношении следует подходить на основе соответствующих договорно-правовых документов и публикаций, разработанных под эгидой МАГАТЭ. Нерадиологические аспекты техники безопасности на производстве и охраны окружающей среды также прямо не рассматриваются; признано, что государства должны выполнять свои международные обязательства и обязанности относительно них.

Требования и рекомендации, изложенные в нормах безопасности МАГАТЭ, возможно, не полностью соблюдаются на некоторых установках, построенных в соответствии с принятыми ранее нормами. Решения о том, как нормы безопасности должны применяться на таких установках, будут приниматься государствами.

Внимание государств обращается на тот факт, что нормы безопасности МАГАТЭ, не являясь юридически обязательными, разработаны с целью обеспечения того, чтобы мирные применения ядерной энергии и радиоактивных материалов осуществлялись таким образом, который дает возможность государствам выполнять свои обязательства в соответствии с общепринятыми принципами международного права и правилами, касающимися охраны окружающей среды. Согласно одному такому общему принципу территория государства не должна использоваться так, чтобы причинить ущерб в другом государстве. Государства, следовательно, обязаны проявлять должную осмотрительность и соответствующую меру заботливости.

Гражданская ядерная деятельность, осуществляемая в рамках юрисдикции государств, как и любая другая деятельность, подпадает под действие обязательств, которые государства могут принимать согласно международным конвенциям в дополнение к общепринятым принципам международного права. Государствам надлежит принимать в рамках своих национальных правовых систем такое законодательство (включая правила) и другие нормы и меры, которые могут быть необходимы для эффективного выполнения всех взятых на себя международных обязательств.

РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

Дополнение, если оно включено, представляет собой неотъемлемую часть норм и имеет тот же статус, что и основной текст. Приложения, сноски и списки литературы, если они включены, содержат дополнительную информацию или практические примеры, которые могут оказаться полезными для пользователя.

Формулировка “должен, должна, должно, должны” используется в нормах безопасности в случаях, когда речь идет о требованиях, обязанностях и обязательствах. Использование формулировки “следует” означает рекомендацию желательного варианта.

Официальным текстом является английский вариант.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
	Общие сведения (1.1)	1
	Цель (1.2)	1
	Область применения (1.3–1.6)	1
	Структура (1.7)	2
2.	ОБЩИЕ КОНЦЕПЦИИ	3
	Общие положения (2.1–2.6)	3
	Предотвращение пожаров (2.7–2.11)	5
	Обнаружение и тушение пожаров (2.12–2.16)	6
	Локализация пожаров и ослабление последствий пожаров (2.17–2.19)	7
	Сочетания событий (2.20–2.24)	8
	Пожары внешнего происхождения (2.25–2.28)	9
	Защита от опасностей взрыва (2.29–2.35)	9
3.	ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ	11
	Общие положения (3.1)	11
	План и строительство станции (3.2–3.7)	11
	Разделение зданий на противопожарные отсеки: принцип локализации пожара (3.8–3.14)	12
	Использование противопожарных секторов: принцип воздействия на пожар (3.15–3.19)	14
	Анализ пожарных опасностей (3.20–3.27)	15
	Вторичные последствия пожаров и использования систем пожаротушения (3.28–3.29)	16
4.	ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРОВ	18
	Общие положения (4.1–4.3)	18
	Контроль на стадии проектирования за использованием горючих материалов (4.4–4.9)	19
	Контроль опасностей взрыва (4.10–4.14)	21

Дополнительные соображения, связанные с контролем горючих материалов (4.15–4.17)	22
Молниезащита (4.18)	23
Контроль источников зажигания (4.19–4.20)	23
Многоблочные атомные электростанции (4.21–4.22)	24
5. СРЕДСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ	24
Общие положения (5.1–5.5)	24
Системы обнаружения пожара и пожарной сигнализации (5.6–5.14)	25
Стационарные средства пожаротушения (5.15–5.56)	27
Переносные и передвижные системы пожаротушения (5.57–5.62)	37
Ручные средства пожаротушения (5.63–5.70)	38
Средства удаления дыма и тепла (5.71–5.73)	39
6. ОСЛАБЛЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРА ..	40
Общие положения (6.1–6.2)	40
Планировка зданий (6.3–6.4)	40
Вентиляционные системы (6.5–6.10)	41
Пожары и потенциальные радиоактивные выбросы (6.11–6.13)	43
Планировка и системы электрооборудования (6.14)	43
Защита от взрывов, вызванных пожаром (6.15)	44
Особые помещения (6.16–6.21)	44
7. КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА	46
Классификация безопасности (7.1–7.6)	46
Обеспечение качества (7.7–7.9)	47
ДОПОЛНЕНИЕ I: ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЖАРА И ПРИНЦИПА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЖАР	49
ДОПОЛНЕНИЕ II: ПУТИ ДОСТУПА И МАРШРУТЫ ЭВАКУАЦИИ	50

ДОПОЛНЕНИЕ III: ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ БАРЬЕРЫ	52
ДОПОЛНЕНИЕ IV: ЗАЩИТА ОТ ПОЖАРА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ	54
ДОПОЛНЕНИЕ V: СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРОВ ..	57
ДОПОЛНЕНИЕ VI: АВТОМАТИЧЕСКИЕ СПРИНКЛЕРНЫЕ И ДРЕНЧЕРНЫЕ СИСТЕМЫ	60
ДОПОЛНЕНИЕ VII: СИСТЕМЫ ГАЗОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ	63
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	65
СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	67
ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ	69

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Настоящее Руководство по безопасности дополняет требования, установленные в документе «Безопасность атомных электростанций: проектирование» [1]. Оно заменяет документ Серии изданий по безопасности, № 50-SG-D2 (Rev. 1), «Противопожарная защита атомных электростанций: Руководство по безопасности», выпущенный на русском языке в 1998 году. Настоящее руководство по безопасности предназначено для использования в программе противопожарной защиты¹ атомной электростанции. Эксплуатационные аспекты противопожарной защиты, включая организацию, подготовку персонала, ручные средства пожаротушения, а также техническое обслуживание, рассматриваются в [2]. В других публикациях МАГАТЭ также рассматриваются вопросы, имеющие отношение к программе противопожарной защиты (см. [3–7]).

ЦЕЛЬ

1.2. Настоящее Руководство по безопасности имеет целью обеспечение регулирующих органов, разработчиков проектов и лицензиатов атомных электростанций рекомендациями и руководящими материалами по концепциям проектирования, используемым для защиты атомных электростанций от внутренних пожаров и взрывов.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.3. Настоящее Руководство по безопасности предназначено прежде всего для наземных стационарных АЭС с водоохлаждаемыми реакторами,

¹ “Программа противопожарной защиты” – это комплексная программа мер, охватывающая оборудование, процедуры и кадры, необходимые для осуществления всех мероприятий по противопожарной защите. В эту программу включаются вопросы, касающиеся проектирования и анализа систем и установок; предотвращения, обнаружения пожаров, оповещения о них, а также их локализации и тушения; средств административного контроля; организации работы подразделений пожарной охраны; подготовки кадров; проведения инспекций, технического обслуживания и испытаний; и обеспечения качества.

используемыми для производства электроэнергии или для других теплоэнергетических применений (таких, как централизованное теплоснабжение или опреснение). Необходимо отметить, что в случае реакторов других типов, включая инновационные разработки будущих систем, некоторые части настоящего Руководства по безопасности могут оказаться неприменимыми или потребовать экспертных заключений в отношении их толкования.

1.4. Настоящее Руководство по безопасности охватывает проектные решения, необходимые для защиты узлов, важных для ядерной безопасности станций, от внутренних пожаров и взрывов. В нем рассматриваются традиционные аспекты противопожарной защиты или безопасности персонала станции, а также защиты собственности. Пожары, оказывающие поражающее воздействие на площадку, источником происхождения которых являются возникающие поблизости лесные пожары или разливы огнеопасной жидкости из заправочных транспортных средств или терпящих аварию воздушных судов, а также другие аналогичные события, рассматриваются в [8].

1.5. Настоящее Руководство по безопасности ограничивается вопросами защиты от взрывов вследствие выбросов огнеопасных жидкостей и газов из систем станции. Оно не охватывает защиту от взрывов в системах станции; защиту этих систем следует обеспечивать посредством применения соответствующих проектных решений в самих системах.

1.6. Национальные регулирующие положения или нормы по противопожарной защите могут требовать применения подходов, которые отличаются от рекомендаций, изложенных в настоящем Руководстве по безопасности. В этом случае, по-видимому, необходимо находить компромисс на основе инженерно-технической экспертизы.

СТРУКТУРА

1.7. В разделе 2 кратко излагаются общие концепции обеспечения защиты от внутренних пожаров и взрывов на атомных электростанциях. Раздел 3 описывает подход к проектированию зданий, обеспечивающий противопожарную защиту станций. В разделах 4 и 5 изложены соображения, касающиеся предотвращения, обнаружения и тушения пожаров, а также соответствующие рекомендации. В разделе 6 рассматриваются вопросы ослабления вторичных последствий пожара. Раздел 7 содержит положения по классификации безопасности и обеспечению качества. В семи дополнениях приводятся дополнительные руководящие материалы.

2. ОБЩИЕ КОНЦЕПЦИИ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Конструкции, системы и элементы, важные для безопасности, требуется проектировать и размещать с учетом других требований безопасности с таким расчетом, чтобы свести к минимуму вероятность возникновения и последствия внутренних пожаров и взрывов, вызванных внешними или внутренними событиями² [1]. Необходимо обеспечивать способность останова, отвода остаточного тепла, локализации радиоактивных материалов и контроля состояния станции [1]. Следует обеспечивать, чтобы эти требования выполнялись посредством соответствующего использования резервных элементов, неодинаковых систем, физического разделения и отказоустойчивого проектирования с таким расчетом, чтобы достигались следующие цели (пункт 5.10 документа [1]):

- (1) предотвращение возникновения пожаров;
- (2) оперативное обнаружение и тушение возникающих пожаров, обеспечивающее ограничение наносимого ущерба;
- (3) предотвращение распространения непотушенных пожаров, благодаря чему сводятся к минимуму их последствия для систем, выполняющих существенно важные функции безопасности.

2.2. Для защиты от взрывов в порядке первоочередности следует принимать следующие меры:

- (a) предотвращение возникновения взрывов;
- (b) сведение к минимуму риска взрыва, если образования взрывоопасной атмосферы невозможно избежать;
- (c) осуществление предусмотренных в проекте мер, необходимых для ограничения последствий взрыва.

Выполнение пункта c) следует считать необходимым только в исключительных случаях, в которых не могут быть выполнены пункты a) и b).

² Пожары и взрывы, вызванные внешними источниками, не входят в сферу применения настоящего Руководства по безопасности. Они рассматриваются в [8].

2.3. Для достижения цели 1), указанной в пункте 2.1, требуется, чтобы в проекте станции возможность возникновения пожара сводилась к минимуму. Достижение цели 2), которая требует раннего обнаружения пожаров и их тушения путем применения автоматических и/или ручных средств борьбы с пожаром, основывается на использовании активных средств. Для достижения цели 3) применяются прежде всего противопожарные барьеры и методы физического или пространственного разделения.

2.4. Для выполнения требований, указанных в пункте 2.1, в конструкции реактора предусматриваются резервные системы безопасности таким образом, чтобы никакое постулируемое исходное событие, такое, как пожар или взрыв, не могло препятствовать выполнению системами безопасности заданных функций безопасности. По мере снижения уровня резервирования или неодинаковости возрастает необходимость защиты каждой системы безопасности от воздействия пожаров и взрывов. Применительно к пожарам в целом это достигается путем улучшения пассивной защиты и физического разделения или за счет более широкого использования систем обнаружения и тушения пожаров.

2.5. Противопожарную защиту следует разрабатывать на детерминированной основе со следующими допущениями:

- (а) Возможность возникновения пожара постулируется в любом месте, где постоянно или временно находится горючее вещество³.

³ В настоящем Руководстве по безопасности термин «пожар» означает а) процесс горения, характеризующийся выделением тепла, которое сопровождается образованием дыма или пламени, либо того и другого, или б) процесс быстрого горения, распространяющегося в неконтролируемом режиме во времени и пространстве. «Взрыв» – это быстропротекающая реакция окисления или разложения, в результате которой происходит рост температуры или давления, либо того и другого одновременно. «Горение» – экзотермическая реакция взаимодействия вещества с окислителем, обычно сопровождающаяся воспламенением, свечением или эмиссией дыма, либо сочетанием этих процессов. Термин «горючее вещество» используется в качестве общего термина применительно к твердым, жидким и газообразным веществам, которые могут подвергаться горению. Термин «воспламеняющийся» используется в соответствующих случаях применительно к жидкостям и газам, которые могут подвергаться горению. Между «воспламеняющимися» и «легковоспламеняющимися» жидкостями и газами различие не проводится.

- (b) Постулируется возникновение только одного пожара в любой момент времени; последовательное распространение пожара в случае необходимости следует рассматривать как часть единичного события.
- (c) Возможность возникновения пожара постулируется в любом нормальном эксплуатационном состоянии станции - при работе на мощности или во время останова.

Следует принимать во внимание сочетание пожаров и других постулируемых исходных событий, которые могут произойти независимо от пожара (пункты 2.20–2.24).

2.6. Следует выполнять анализ пожарной опасности для подтверждения того, что общие цели безопасности пункта 2.1 были достигнуты. Руководящие материалы, касающиеся содержания анализа пожарной опасности, приводятся в разделе 3, пункты 3.20–3.27.

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОЖАРОВ

2.7. Пожарные нагрузки⁴ на атомных электростанциях следует поддерживать на минимальном уровне за счет использования, насколько это практически возможно, негорючих материалов соответствующих типов; если такие материалы не могут быть подобраны, следует использовать трудносгораемые материалы.

2.8. При проектировании число источников зажигания следует сводить к минимуму.

2.9. Каждую систему станции следует, насколько это практически возможно, проектировать и конструировать таким образом, чтобы ее выход из строя не приводил к возникновению пожара.

2.10. Узлы, важные для безопасности, неправильное срабатывание или выход из строя (отказ) которых могут приводить к недопустимым выбросам радиоактивных веществ, следует защищать от таких природных явлений, как молнии, воздействие которых может вызвать пожар [8].

⁴ “Пожарная нагрузка” – это суммарная теплотворность энергии, которая может выделяться в результате полного сгорания всех горючих веществ в каком-либо помещении, включая облицовку стен, перегородок, полов и потолков.

2.11. Следует применять проектные решения, предусматривающие надлежащее хранение горючих материалов, временно образующихся во время эксплуатации, на удалении от узлов, важных для безопасности, или с обеспечением защиты иным способом. В документе [2] рассматриваются эксплуатационные аспекты противопожарной защиты.

ОБНАРУЖЕНИЕ И ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ

2.12. Для обнаружения пожаров и пожаротушения следует предусматривать соответствующие системы, при этом необходимые системы определяются посредством проведения анализа пожарной опасности (пункты 3.20–3.27). Системы следует проектировать таким образом, чтобы они обеспечивали своевременную подучу сигналов тревоги в случае пожара и/или его быстрое тушение. Это будет сводить к минимуму отрицательное воздействие пожара на узлы, важные для безопасности, и на персонал.

2.13. Требуется, чтобы системы пожаротушения при необходимости включались автоматически, и требуется, чтобы системы проектировались и размещались с таким расчетом, чтобы их разрыв или ложное⁵ срабатывание существенно не влияли на функциональные возможности конструкций, систем и элементов, важных для безопасности, и не оказывали одновременного воздействия на резервные группы безопасности, делая таким образом неэффективными меры, принимаемые для соблюдения критерия “единичного отказа”⁶ (пункт 5.12 документа [1]).

2.14. Системы пожаротушения следует проектировать и размещать таким образом, чтобы ни их заданное, ни их ложное срабатывание не ставило под угрозу защиту от событий, связанных с критичностью.

2.15. При проектировании следует принимать во внимание возможность ошибок в работе систем пожаротушения. Следует учитывать также воздействие выбросов из систем в местах, располагающихся рядом с противопожарными отсеками (пункт 3.9), и из смежных противопожарных секторов (пункт 3.17).

⁵ Используемый термин “ложный” охватывает все нежелательные и непреднамеренные (как ложные, так и случайные) срабатывания систем обнаружения и тушения пожаров.

⁶ Единичный отказ – это отказ, который приводит к потере способности элемента выполнять предназначенные ему функции безопасности, а также любые последующие отказы, являющиеся результатом этого.

2.16. Следует обеспечивать наличие соответствующего аварийного освещения и аппаратуры связи для поддержки действий по ручному пожаротушению.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОЖАРОВ И ОСЛАБЛЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ

2.17. Для выполнения рекомендаций, изложенных в пункте 2.1, следует использовать концепцию достаточного разделения резервных элементов систем безопасности. Эта концепция обеспечивает положение, при котором пожар, охвативший одну секцию системы безопасности, не будет блокировать выполнение функции безопасности другой секцией. Достижения такого положения следует добиваться путем размещения каждой резервной секции системы безопасности в отдельном противопожарном отсеке или как минимум в отдельном противопожарном секторе⁷ (пункты 3.8-3.19). Число проходов между противопожарными отсеками следует сводить к минимуму.

2.18. Последствия постулируемых пожаров следует анализировать применительно ко всем помещениям, где размещаются системы безопасности, и всем другим участкам, представляющим пожарную опасность для систем безопасности. При выполнении этого анализа следует принимать допущение о функциональном отказе всех систем безопасности в пределах противопожарного отсека или противопожарного сектора, в котором постулируется возможность возникновения пожара, если эти системы не защищены эффективным противопожарным барьером, конструкция которого рассчитана выдерживать последствия пожара или который способен обеспечивать это. Исключения следует соответствующим образом обосновывать.

2.19. Системы обнаружения пожара и сигнализации, системы пожаротушения, а также вспомогательные системы, такие, как вентиляционные и дренажные системы следует, насколько это практически возможно, делать независимыми от аналогичных систем в других противопожарных отсеках. Это делается с целью обеспечения работоспособности таких систем в соседних противопожарных отсеках (пункты 6.5–6.10).

⁷ Использование этого подхода привело к принятию двух-, трех- или четырехступенчатого разделения в зависимости от концепции проектирования, применяемой в данном государстве.

СОЧЕТАНИЯ СОБЫТИЙ

2.20. Случайное сочетание событий может отражать развитие чрезвычайно неправдоподобного сценария, который следует представлять в вероятностном анализе безопасности как достаточно редкий, с тем чтобы его можно было не принимать в расчет и не учитывать в качестве постулируемой аварии (пункты I.14-I.18 в Дополнении I документа [1]).

2.21. При проектировании противопожарных систем и оборудования следует принимать во внимание некоторые сочетания событий, включающие пожары и другие постулируемые исходные события, которые могут происходить независимо от пожара, пользуясь методом, описанным в пунктах I.14–I.18 Дополнения I документа [1], и следует предусматривать соответствующие меры. Например, в случае сочетания аварии с потерей теплоносителя и независимого пожара следует учитывать период восстановления после окончания события, в то время как ближний период, включая возникновение события и пуск систем ослабления последствий, можно исключить из рассмотрения.

2.22. Следует принимать допущение, что постулируемое исходное событие не приводит к пожару с последствиями для систем безопасности. В анализе пожарной опасности следует рассматривать возможные причины пожаров, такие, как мощные сейсмические явления или разрушение турбины, и при необходимости в проекте следует предусматривать специальные меры (например, использование кабельных оболочек, систем обнаружения и систем подавления). При проведении анализа пожарной опасности особое внимание следует уделять горячему оборудованию и/или потенциальному отказу трубопроводов для огнеопасных жидкостей и газов.

2.23. Следует определять, надлежащим образом проектировать и аттестовывать противопожарные системы и оборудование, которые должны сохранять свои функциональные способности (целостность и/или функциональные возможности, работоспособность) несмотря на воздействие постулируемого исходного события.

2.24. Противопожарные системы, к которым не предъявляется требование сохранять свои функциональные способности после постулируемого исходного события, следует проектировать и аттестовывать таким образом, чтобы их выход из строя не угрожал ядерной безопасности.

ПОЖАРЫ ВНЕШНЕГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

2.25. Независимо от происхождения пожара (т.е., пожара внутреннего или внешнего происхождения) следует придерживаться концепции проектирования и рекомендаций, изложенных в настоящем Руководстве по безопасности.

2.26. Следует получить подтверждение, что пожары внешнего происхождения (и последующее распространение дыма и тепла) не могут изменить базовых допущений, указанных в настоящем Руководстве по безопасности (например, возникновение одного пожара в любой момент времени) или помешать операторам, подразделениям пожарной охраны или внешней противопожарной службе выполнять свои обязанности.

2.27. Станцию следует проектировать так, чтобы последствия пожаров внешнего происхождения не препятствовали выполнению требующихся функций безопасности. Например, вентиляционную систему следует проектировать таким образом, чтобы предотвращалась возможность проникновения дыма и тепла от внешних пожаров в здания и строения, содержащие узлы, важные для безопасности.

2.28. Рекомендации и руководящие материалы, касающиеся применяемых при проектировании соображений в отношении пожаров внешнего происхождения, содержатся в [8].

ЗАЩИТА ОТ ОПАСНОСТЕЙ ВЗРЫВА

2.29. Опасности взрыва следует, насколько это практически возможно, исключать путем применения соответствующих проектных решений. Приоритет следует отдавать проектным решениям, предотвращающим или ограничивающим формирование взрывоопасной атмосферы.

2.30. Следует не допускать присутствия огнеопасных газов и жидкостей и горючих веществ, которые могут образовывать взрывоопасные смеси или способствовать их образованию, в противопожарных отсеках и противопожарных секторах, а также в помещениях, расположенных рядом или связанных вентиляционными системами с ними. Когда это практически не может быть осуществлено, следует строго ограничивать количество таких материалов, предусматривать соответствующие устройства для их хранения и отделять друг от друга реактивные вещества, окислители и горючие материалы. Баллоны со сжатыми огнеопасными газами следует надежно хранить в

специальных строениях, располагающихся на удалении от главных станционных зданий, и следует обеспечивать соответствующую защиту от локальных условий окружающей среды. Следует рассматривать вопрос о применении автоматических систем обнаружения пожара и воспламеняющихся газов и автоматических систем тушения пожаров в целях предотвращения воздействия вызванного пожаром взрыва на узлы, важные для безопасности, в других зданиях.

2.31. Опасности взрыва следует определять для противопожарных отсеков и противопожарных секторов, а также для других мест, которые представляют значительную опасность взрыва для этих помещений. Следует учитывать химические взрывы (взрывы газообразных смесей, включая взрывы маслonaполненных трансформаторов), взрывы, вызванные воздействием огня, и физические взрывы (высокоскоростное расширение воздуха в результате образования высокоэнергетической дуги). При определении опасностей взрывов следует учитывать связанные с этим последствия постулируемых исходных событий (например, разрыва труб с воспламеняющимися газами).

2.32. Следует сводить к минимуму такие опасности физического взрыва, как опасности, создаваемые в результате образования высоковольтной электрической дуги, соответствующим подбором электрических компонентов (например, выключателей), а также посредством соответствующего проектирования систем с целью снижения вероятности возникновения, ограничения мощности и длительности потенциальных электрических дуг.

2.33. Если образования взрывоопасной атмосферы невозможно избежать, следует предусматривать соответствующие проектные или эксплуатационные решения, позволяющие свести риски к минимуму: ограничение объема взрывчатых газов, устранение источников зажигания, обеспечение адекватной кратности воздухообмена, соответствующий подбор электрооборудования, предназначенного для эксплуатации во взрывоопасной атмосфере, подача инертного газа, вентилирование от взрыва (например, включение в конструкцию систем сброса избыточного давления или другие устройства для сброса давления) и отделение от узлов, важных для безопасности. Следует определять и надлежащим образом проектировать и аттестовывать оборудование, которое должно поддерживать соответствующую работоспособность после постулируемого исходного события.

2.34. Риск взрывов, вызванных воздействием огня, таких, как взрывы расширяющихся паров вскипающей жидкости (BLEVE), следует сводить к минимуму посредством разделения потенциального воздействия огня и

потенциально взрывоопасных жидкостей и газов или за счет применения активных мер, таких, как стационарные водяные системы пожаротушения, предназначенные для обеспечения охлаждения и рассеивания пара. Следует принимать во внимание избыточное давление взрыва и летящие предметы (осколки), образующиеся при BLEVE, а также потенциал зажигания воспламеняющихся газов в месте, находящемся на удалении от точки выброса, которые могут приводить к взрыву газового облака.

2.35. Следует определять опасности взрыва, которые не могут быть устранены, и предусматривать в проекте меры, позволяющие ограничить последствия взрыва (избыточное давление, возникновение летящих предметов или пожар). Связанные с этим последствия постулируемых взрывов для систем безопасности следует оценивать с точки зрения достижения целей, указанных в пункте 2.1. Следует также проводить оценку путей доступа и маршрутов эвакуации для эксплуатационного персонала (в помещении центрального щита управления и помещении резервного щита управления). В случае необходимости в проекте следует предусматривать специальные меры.

3. ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. В разделе 3 указана деятельность по проектированию, необходимая для обеспечения удовлетворительного достижения в проекте станции целей пожарной безопасности, изложенных в разделе 2.

ПЛАН И СТРОИТЕЛЬСТВО СТАНЦИИ

3.2. Здания станции в самом начале стадии проектирования следует разделять на противопожарные отсеки и противопожарные сектора. Цель этого разделения сводится к изолированию узлов, важных для безопасности, от высоких пожарных нагрузок, а также к обеспечению отделения резервных системы безопасности друг от друга. Такое разделение предусматривается для снижения риска распространения пожаров, сведения к минимуму вторичных последствий (раздел 6) и предотвращения отказов по общей причине. Использование противопожарных отсеков рассматривается в пунктах 3.8–3.14;

использование противопожарных секторов – в пунктах 3.15–3.19. Дополнение I иллюстрирует такое использование.

3.3. Следует обеспечивать соответствующую огнестойкость строительных конструкций. Предел огнестойкости (несущую способность) элементов конструкции здания, которые размещаются в пределах противопожарного отсека или образуют разделительные перегородки отсеков, следует обеспечивать на уровне не ниже, чем предел огнестойкости самого противопожарного отсека.

3.4. Негорючие или огнеупорные и термостойкие материалы необходимо использовать, насколько это представляется практически возможным, на всей станции и особенно в таких местах, как защитная оболочка реактора и помещение щита управления (см. [1], пункт 5.13).

3.5. С самого начала стадии проектирования следует вести инвентарный список горючих материалов и список мест их нахождения на станции. Инвентарный список следует обновлять на протяжении всего жизненного цикла станции. Этот инвентарный список служит источником ключевых входных данных при проведении анализа пожарной опасности (пункт 3.20).

3.6. Планировку станции следует выполнять таким образом, чтобы, насколько это практически возможно, горючие материалы (твердые, жидкие и газы) не находились вблизи узлов, важных для безопасности.

3.7. При планировке станции следует обеспечивать адекватные пути доступа и маршруты эвакуации (Дополнение II).

РАЗДЕЛЕНИЕ ЗДАНИЙ НА ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ОТСЕКИ: ПРИНЦИП ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЖАРА

3.8. Резервные узлы, важные для безопасности, следует размещать в отдельных противопожарных отсеках в целях реализации концепции разделения, изложенной в разделе 2, и изолирования их от высоких пожарных нагрузок и других пожарных опасностей. Этот предпочтительный метод называется принципом локализации пожара.

3.9. Противопожарный отсек – это здание или часть здания, полностью окруженные огнестойкими барьерами: все стены, пол и потолок. Предел огнестойкости барьеров следует обеспечивать достаточно высоким с таким

расчетом, чтобы выгорание пожарной нагрузки в полном объеме в отсеке (т.е. полное выгорание) не приводило к нарушению противопожарных барьеров.

3.10. Локализация пожара в пределах противопожарного отсека предназначена для предотвращения распространения пожара и его последствий (например, дыма и тепла) из одного противопожарного отсека в другой и, таким образом, для предотвращения отказа резервных узлов, важных для безопасности.

3.11. Следует обеспечивать, чтобы разделение, которое достигается за счет применения противопожарных барьеров, не могло быть поставлено под угрозу последствиями пожаров, связанными с повышением температуры или давления, для общих конструктивных элементов здания, таких, как инженерные (обслуживающие) системы здания или вентиляционные системы.

3.12. Поскольку любая проходка в противопожарном барьере может снизить его общую эффективность и надежность, количество таких проходок следует сводить к минимуму. Следует обеспечивать, чтобы любые устройства, закрывающие проходки, такие, как дверцы, воздухопроводные конструкции, люки и уплотнения трасс труб и кабелей, и являющиеся частью противопожарного барьера, который образует разделительную перегородку противопожарного отсека, имели предел огнестойкости, как минимум равный пределу огнестойкости, который необходимо предусматривать для самого противопожарного барьера.

3.13. Принцип локализации пожара не требует предусматривать системы тушения пожаров для выполнения требований, изложенных в пункте 2.1. Однако такие средства следует устанавливать в тех местах, где анализ пожарной опасности указывает на наличие высокой пожарной нагрузки, с тем чтобы можно было ликвидировать пожар по возможности на самом раннем этапе.

3.14. При проведении анализа пожарной опасности следует определять предел огнестойкости барьеров, образующих границы противопожарного отсека. Следует устанавливать минимальный предел огнестойкости, равный одному часу. Национальные правила могут требовать применения более высоких минимальных пределов огнестойкости для разделительных перегородок противопожарного отсека. Информация о противопожарных барьерах и проходках содержится в Дополнении III.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ СЕКТОРОВ: ПРИНЦИП ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЖАР

3.15. Противоречия между требованиями по противопожарной защите и другими требованиями, действующими применительно к станции, могут препятствовать принятию принципа локализации пожара в проекте атомной электростанции. Например:

- в таких зонах, как защитная оболочка (контейнмент) реактора, и в помещениях для щитов управления определенной конструкции, в которых резервные отделы систем безопасности могут размещаться на близком расстоянии друг от друга в пределах одного противопожарного отсека;
- в местах, в которых использование конструкций для создания противопожарных барьеров может создавать излишние помехи для проведения обычных работ на станции, таких, как техническое обслуживание станции, для доступа к оборудованию и проведения инспекций в процессе эксплуатации.

3.16. В ситуациях, указанных в пункте 3.15, когда индивидуальные противопожарные отсеки не могут быть использованы для разделения узлов, важных для безопасности, защита может обеспечиваться путем размещения этих узлов в отдельных противопожарных секторах. Этот метод известен как “принцип воздействия на пожар”.

3.17. Противопожарные сектора – это отдельные зоны, в которых размещаются резервные узлы, важные для безопасности. Так как противопожарные сектора не могут быть полностью окружены противопожарными барьерами, распространение пожара между секторами следует предупреждать применением других мер защиты. Эти меры включают:

- ограничение количества горючих материалов;
- дистанцирование (пространственное разделение) оборудования без наличия горючих материалов;
- обеспечение локальной пассивной противопожарной защиты⁸, например, посредством применения огнестойких экранов или кабельных оболочек;
- применение систем пожаротушения.

⁸ ‘Пассивная противопожарная защита’ – это средство противопожарной защиты, наличие которого сдерживает распространение пожара или ограничивает ущерб, причиняемый пожаром.

Сочетание активных и пассивных мер может использоваться для достижения удовлетворительного уровня защиты; например, это может быть использование противопожарных барьеров вместе с системой пожаротушения.

3.18. Анализ пожарной опасности следует применять для подтверждения того, что меры защиты являются достаточными для предотвращения отказов резервных узлов, важных для безопасности, которые размещаются в отдельных противопожарных секторах в пределах одного противопожарного отсека.

3.19. В случаях, когда только дистанцирование предусматривается в качестве защиты между противопожарными секторами в пределах одного противопожарного отсека, при проведении анализа пожарной опасности следует подтверждать, что последствия радиационного или конвективного теплообмена не будут ставить под угрозу предусматриваемое разделение.

АНАЛИЗ ПОЖАРНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

3.20. Для подтверждения того, что общие цели безопасности пункта 2.1 были достигнуты, необходимо выполнять анализ пожарной опасности станции. В частности, анализ пожарной опасности необходим для определения требующихся параметров противопожарных барьеров и функциональных возможностей систем обнаружения и тушения пожаров (см. [1], пункт 5.11).

3.21. Анализ пожарной опасности следует проводить в самом начале стадии проектирования, обновлять до первоначальной загрузки реакторного топлива и корректировать в ходе эксплуатации.

3.22. Для анализа следует использовать допущения, кратко изложенные в пункте 2.5.

3.23. В случае многоблочных станций при проектировании противопожарных систем не требуется рассматривать одновременные не связанные между собой пожары в более чем одном энергетическом блоке, однако при проведении анализа пожарной опасности следует принимать во внимание возможность распространения пожара от одного энергоблока к другому.

3.24. Анализ пожарной опасности преследует следующие цели:

- (а) определение узлов, важных для безопасности, и определение мест установки отдельных элементов в противопожарных отсеках;

- (b) анализ ожидаемого развития пожара и его последствий для узлов, важных для безопасности. Допущения и ограничения, применимые при данном методе анализа, следует четко указывать;
- (c) определение требуемого предела огнестойкости противопожарных барьеров. В частности, анализ пожарной опасности следует использовать для определения требуемого предела огнестойкости границ противопожарных отсеков (принцип локализации пожара);
- (d) определение пассивных и активных средств противопожарной защиты, необходимых для обеспечения пожарной безопасности;
- (e) определение случаев, когда требуется дополнительная противопожарная преграда или противопожарная защита, особенно при отказах по общей причине, с целью обеспечения работоспособности систем безопасности во время и после возможного пожара. В частности, анализ пожарной опасности следует использовать для определения уровня пассивных и активных средств защиты, необходимых для разделения противопожарных секторов (принцип воздействия на пожар).

3.25. При проведении анализа пожарной опасности следует оценивать вторичные последствия пожаров и использования систем пожаротушения, с тем чтобы исключить отрицательное воздействие этих вторичных последствий на ядерную безопасность.

3.26. Детальные руководящие материалы по подготовке анализа пожарной опасности содержатся в [7]. Детальные руководящие материалы по оценке анализа пожарной опасности даны в [4].

3.27. В дополнение к детерминистскому методу может проводиться вероятностная оценка безопасности (ВОБ). ВОБ использовалась применительно ко многим электростанциям для определения и классификации рисков возникновения пожара. ВОБ можно использовать на стадии проектирования для обоснования принятия решений в детерминированном проектировании планировки станции и ее противопожарных систем. Вопросы использования ВОБ рассматриваются в [6].

ВТОРИЧНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПОЖАРОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

3.28. В настоящем Руководстве по безопасности под первичными последствиями пожара понимается прямой ущерб от пожара, наносимый системам безопасности в пределах противопожарного отсека или

противопожарного сектора. Последствия, связанные с распространением дыма и тепла вне противопожарного отсека или противопожарного сектора, рассматриваются как вторичные последствия. Вторичные последствия кратко рассматриваются здесь и обсуждаются далее в разделе 6.

3.29. Воздействие вторичных последствий на безопасность будет зависеть от того, какой из подходов принят в качестве основы для зоны, анализ которой проводится, – принцип локализации пожара или принцип воздействия на пожар. Если противопожарные отсеки правильно спроектированы, распространение вторичных последствий между ними будет предупреждаться окружающими противопожарными барьерами, однако в пределах противопожарного отсека допускается возможность распространения вторичных последствий между противопожарными секторами. Примерами вторичных последствий являются:

- чрезмерное разбавление нейтронных жидких поглотителей в результате разбрызгивания воды и воздействие этого процесса на эффективность второй системы останова;
- воздействие разбрызгивания воды на критичность обогащенного топлива, находящегося на хранении;
- рассеяние радиоактивного материала в результате соударения струй воды, что может приводить к радиоактивному загрязнению других участков и дренажных систем;
- эксплуатационная неготовность системы пожаротушения вследствие ее опорожнения (штатного или ложного);
- ошибочное срабатывание другой противопожарной системы при отсутствии пожарного сигнала с последующими значительными отрицательными последствиями и эксплуатационной неготовностью противопожарной системы. В водяных системах это может происходить в результате скачка давления в системе трубопроводов из-за срабатывания первой системы;
- отрицательные последствия воздействия тепла, дыма, разбрызгивания воды, пара, образующегося в результате испарения водяных брызг, затопления от срабатывания заливных или спринклерных систем, и коррозии узлов, важных для безопасности, в результате воздействия пенообразующих растворов;
- появление корродирующих веществ, образующихся при горении изоляционных материалов электрических кабелей. Эти вещества могут переноситься в удаленные от очага пожара места, где они при наличии атмосферной влаги могут вызывать общую коррозию оборудования и

- конструкций или отказы электрооборудования спустя много часов или дней после первоначального пожара;
- отказы электрических коммутационных устройств в результате изолирования (т.е. нарушения) или коррозии электрических контактов под воздействием сухих химических огнетушащих средств;
 - резкое падение температуры или скачок давления в результате срабатывания углекислотной системы пожаротушения, приводящего к нарушению работы чувствительного электронного оборудования;
 - резкое падение температуры из-за попадания воды на горячие металлические детали;
 - попадание воды в электрические системы, вызывающее отказы вследствие коротких замыканий или замыканий на землю;
 - пробой (разрывы) электрической цепи, короткие замыкания, замыкания на землю и возникновение электрической дуги, а также дополнительное поступление энергии в результате отказов в оборудовании и трубопроводах;
 - механические повреждения в результате деформации и разрушения конструкций, которые могут быть усугублены (вторичными) взрывами, приводящими к появлению разлетающихся осколков [9]; дополнительные нагрузки на узлы, важные для безопасности, и выброс высокотемпературных жидкостей;
 - задымление и тепловыделение, не позволяющие персоналу эффективно выполнять существенно важные обязанности (например, в помещении щита управления);
 - блокирование путей доступа и маршрутов эвакуации.

4. ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРОВ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. На атомных электростанциях, как и на большинстве других промышленных предприятиях, используются разнообразные горючие материалы в конструкциях, оборудовании, кабельных трассах или в разных объектах, находящихся на хранении. Поскольку, согласно принимаемому допущению, пожар может произойти на любом участке станции, где присутствуют горючие материалы, противопожарные проектные решения

должны применяться ко всем постоянным и временным пожарным нагрузкам. Такие решения включают сведение к минимуму постоянных пожарных нагрузок, предотвращение скопления временных горючих материалов и установление контроля или (предпочтительно) исключение источников зажигания.

4.2. Проектирование противопожарных мер следует начинать на самых ранних стадиях процесса проектирования. Реализацию всех таких мер следует полностью завершать до доставки ядерного топлива на площадку.

4.3. Мероприятия по предотвращению пожаров на находящихся в эксплуатации станциях рассматриваются в [2].

КОНТРОЛЬ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

4.4. С целью снижения пожарной нагрузки и сведения к минимуму пожарной опасности при проектировании станции следует:

- использовать в конструкции станции, насколько это практически возможно, негорючие материалы (например, строительные материалы, материалы изоляции, облицовки, покрытий и настилки пола) и элементы арматуры;
- использовать воздушные фильтры и их кожухи негорючей или слабогорючей конструкции;
- использовать трубы с защитой или двойными стенками для трубопроводов смазочного масла;
- использовать гидравлические рабочие жидкости с низкой воспламеняемостью для систем управления паровыми турбинами и другим агрегатами;
- использовать сухие трансформаторы для установки внутри помещений;
- предусматривать установку больших маслonaполненных трансформаторов на внешней территории, на которой пожар не будет приводить к чрезмерно высокой опасности;
- использовать негорючие материалы в таком электрооборудовании, как переключатели и автоматические выключатели, а также в блоках систем управления и контрольно-измерительных приборов;
- изолировать панели распределительных устройств друг от друга и от другого оборудования посредством противопожарных барьеров или противопожарных отсеков;

- использовать кабели, изготовленные с применением трудносгораемых материалов. Более детальное рассмотрение пожарных опасностей, связанных с кабелями, приводится в Дополнении IV.
- изолировать зоны, в которых имеются высокие пожарные нагрузки, создаваемые электрическими кабелями, от другого оборудования посредством противопожарных барьеров или противопожарных отсеков;
- использовать негорючие материалы для строительных лесов и подмостей.

4.5. Следует принимать меры предосторожности, предотвращающие абсорбцию огнеопасных жидкостей (например, масла) теплоизоляционными материалами. Следует предусматривать соответствующие защитные покрытия или каплезащитные устройства.

4.6. Электрические системы следует проектировать так, чтобы они не приводили к возникновению пожара и, насколько это практически возможно, не поддерживали развитие пожара.

4.7. Кабели следует прокладывать на лотках, изготовленных из стали, помещать в стальные трубы или размещать на других кабельных опорах, имеющих соответствующую негорючую конструкцию. Расстояние между силовыми кабелями или кабельными желобами следует предусматривать достаточным для того, чтобы не допускать нагрев кабелей до неприемлемо высоких температур. Систему электрической защиты следует проектировать так, чтобы не происходил перегрев кабелей при расчетных нагрузках или в условиях кратковременного короткого замыкания [10, 11]. Следует принимать меры для обеспечения того, чтобы кабельные трассы, обслуживающие узлы, важные для безопасности, не прокладывались над специальными помещениями, предназначенными для хранения, или другими такими зонами с высокой пожарной опасностью.

4.8. Разрешения на хранение огнеопасных жидкостей и газов в зданиях станции следует сводить к минимуму. Зоны хранения крупных партий любого воспламеняющегося вещества или горючих материалов следует размещать в зонах или зданиях, в которых отсутствуют узлы, важные для безопасности.

4.9. Системы, содержащие воспламеняющиеся жидкости или газы, следует проектировать с обеспечением высокой степени герметичности в целях предотвращения утечек. Их следует защищать от вибрации и других разрушающих воздействий. Следует предусматривать предохранительные устройства, например, устройства для ограничения потока, клапаны-ограничители потока и/или автоматические запорные клапаны, а также

ограждение насыпью и/или обваловывание для ограничения потенциальных разливов в случае отказа системы.

КОНТРОЛЬ ОПАСНОСТЕЙ ВЗРЫВА

4.10. Водородные баллоны или специальные емкости с водородом и их распределительные трубопроводы следует размещать в хорошо вентилируемых наружных помещениях отдельно от зоны станции, в которой находятся узлы, важные для безопасности. При размещении в закрытом помещении оборудование следует монтировать на наружной стене и отдельно от зон, в которых находятся узлы, важные для безопасности. Помещения для внутреннего хранения следует обеспечивать вентиляционной системой, предназначенной для поддержания концентрации водорода на уровне значительно ниже нижнего предела воспламеняемости в случае утечки газа. Следует предусматривать оборудование для обнаружения водорода, способное давать сигнал тревоги при соответствующих низких уровнях концентрации газа.

4.11. Если турбогенераторы охлаждаются с использованием водорода, следует предусматривать контрольно-измерительное оборудование для индикации давления и чистоты водорода в системе охлаждения. Следует обеспечивать продувку заполняемых водородом узлов и соответствующих систем трубопроводов и каналов инертным газом, например двуокисью углерода или азотом, перед их заполнением или при опорожнении.

4.12. На атомных электростанциях, где при эксплуатации станции потенциальную опасность может создавать водород, следует предусматривать меры контроля за этой опасностью посредством использования индикаторов водорода, рекомбинаторов, надлежащей вентиляции, систем контролируемого сжигания водорода, оборудования, предназначенного для использования во взрывоопасной атмосфере, или других соответствующих средств. В случае инертизации следует учитывать пожарную опасность, возникающую при проведении работ по техническому обслуживанию и перегрузке топлива, и следует предпринимать меры для обеспечения того, чтобы газовые смеси не выходили за пределы невоспламеняемости.

4.13. Положения пунктов 4.10–4.12 следует применять в соответствующих случаях к хранению и использованию любых других воспламеняющихся газов, используемых при эксплуатации станции. Сюда следует включать баллоны с такими газами, как ацетилен, пропан, бутан и сжиженный нефтяной газ,

которые используются при проведении работ по техническому обслуживанию и ремонту.

4.14. Каждое аккумуляторное помещение, где находятся аккумуляторы, которые при эксплуатации могут быть источниками образования водорода, следует оборудовать отдельной вытяжной вентиляцией, обеспечивающей отвод водорода непосредственно во внешнюю среду за пределами здания так, чтобы концентрация водорода была на безопасном уровне ниже нижнего предела воспламеняемости. Планировку помещения и конструкцию вентиляционной системы следует выбирать так, чтобы предотвращалась локальная аккумуляция водорода при работающей вентиляционной системе или без нее. Помещение следует оборудовать системой обнаружения водорода и датчиками вентиляционной системы, обеспечивающими подачу тревожных сигналов в помещение щита управления с целью индикации того, что уровни концентрации водорода приближаются к нижнему пределу воспламеняемости, и любого отказа вентиляционной системы. Если на вентиляционных системах, обслуживающих аккумуляторные помещения, устанавливаются противопожарные заслонки, следует учитывать последствия их закрытия для повышения концентрации водорода. Следует рассматривать вопрос об использовании аккумуляторных батарей с рекомбинацией газов вместо свинцово-кислотных аккумуляторов. Аккумуляторные батареи с рекомбинацией газов выделяют меньше водорода, однако не следует считать, что это позволяет устранить риск, связанный с выделением водорода.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СООБРАЖЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С КОНТРОЛЕМ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

4.15. Значительные утечки воспламеняющихся жидкостей или газов из стационарных установок следует своевременно обнаруживать, с тем чтобы можно было быстро принимать корректирующие меры по их устранению. Обнаружение утечек можно обеспечивать посредством использования стационарных детекторов воспламеняющихся газов, соответствующим образом аттестованных сигнализаторов превышения уровня или давления или других подходящих автоматических или ручных средств.

4.16. В зонах станции, где могут находиться большие количества горючих жидкостей, следует предусматривать средства ограничения выбросов вследствие разрывов, утечек или разливов. Вокруг баков, зон хранения или резервуаров с воспламеняющимися жидкостями следует сооружать огнеупорные стены или предохранительные валы, обеспечивающие

достаточное пространство для того, чтобы вместить все содержимое бака или резервуара и предполагаемое количество огнегасящей пены или воды. Там, где это представляется практически возможным, следует усиливать напорные трубопроводы для нефтепродуктов сплошными концентрическими стальными защитными кожухами или размещать их в бетонных каналах с целью предотвращения распространения нефтепродуктов в случае разрыва трубопровода. Если предусматривается дренаж, его следует проектировать таким образом, чтобы обеспечивалось удаление любого вытекшего материала в безопасное место при ограничении любых выбросов в окружающую среду, а также предотвращение распространения пожара.

4.17. Следует предусматривать шкафы с соответствующим пределом огнестойкости для размещения в них любых небольших количеств воспламеняющихся жидкостей, необходимых для эксплуатации станции.

МОЛНИЕЗАЩИТА

4.18. Здания или участки, где находятся узлы, важные для безопасности, следует оборудовать системами молниезащиты. Конкретные руководящие материалы даны в [11].

КОНТРОЛЬ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ

4.19. Следует контролировать потенциальные источники зажигания, создаваемые системами и оборудованием станции. Системы и оборудование следует проектировать так, чтобы они были безопасными и не создавали источник зажигания, были отделены от горючих материалов, изолированы или закрыты кожухами. Электрооборудование следует подбирать и классифицировать в соответствии с условиями использования. Оборудование, используемое для распределения воспламеняющихся жидкостей или газов, следует должным образом заземлять. Для систем горячих трубопроводов, пролегающих вблизи от горючих материалов, которые не могут быть помещены в другое место, следует предусматривать защитные ограждения и/или изоляцию.

4.20. Вопросы контроля источников зажигания во время эксплуатации станции рассматриваются в [2].

МНОГОБЛОЧНЫЕ АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

4.21. При строительстве или эксплуатации многоблочной электростанции следует принимать меры для обеспечения того, чтобы пожар, возникший на строящемся или эксплуатирующемся блоке, не создавал последствий для безопасности соседнего работающего энергоблока. В случае необходимости для защиты эксплуатирующихся энергоблоков следует использовать временные противопожарные преграды.

4.22. Помещения центрального щита управления следует надлежащим образом отделять от возможных очагов горения. Следует принимать во внимание возможные случаи возникновения пожара на общих установках, обслуживающих несколько энергоблоков (пункт 5.57 документа [1]).

5. СРЕДСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1. С целью защиты узлов, важных для безопасности, на атомной электростанции следует обеспечивать постоянную готовность к раннему обнаружению и эффективному тушению пожаров. Тушение пожара достигается применением стационарных систем пожаротушения и ручных средств борьбы с пожаром. Для обеспечения требуемого уровня защиты противопожарных отсеков и противопожарных секторов на стадии проектирования станции следует учитывать изложенные ниже соображения:

- (а) когда системы обнаружения или тушения пожаров рассматриваются в качестве активных элементов противопожарного сектора или противопожарного отсека, в целях обеспечения их постоянного наличия следует применять достаточно строгие требования в отношении их проектирования, приобретения, монтажа, проверок и периодических испытаний. Систему пожаротушения следует включать в оценку с применением критерия единичного отказа для функции безопасности, защита которой обеспечивается. Применение критерия единичного отказа описано в пунктах 5.34–5.39 документа [1];

- (b) если системы обнаружения или стационарные системы пожаротушения используются для защиты от потенциального пожара, возникающего в результате постулируемого исходного события (например, землетрясения), эти системы следует проектировать таким образом, чтобы они были устойчивыми к воздействию этого постулируемого исходного события;
- (c) следует обеспечивать, чтобы нормальная работа или ложное срабатывание систем пожаротушения отрицательно не воздействовали на функции безопасности.

5.2. Следует обеспечивать эксплуатационную готовность всех систем обнаружения пожара и сигнализации к моменту доставки ядерного топлива на площадку, а также наличие оборудования пожаротушения для защиты топлива от огневого воздействия при хранении и перевозке. Перед начальной загрузкой топлива в реактор все системы пожаротушения следует привести в состояние полной готовности.

5.3. Следует обеспечивать, чтобы проектная надежность систем обнаружения и тушения пожаров соответствовала их роли в обеспечении глубокоэшелонированной защиты, а также рекомендациям, изложенным в [10].

5.4. Следует обеспечивать, чтобы конструкция систем обнаружения и тушения пожаров обеспечивала легкий доступ к местам инспектирования, проведения работ по техническому обслуживанию и испытаний (см. раздел 7 в [2]).

5.5. При проектировании систем обнаружения и тушения пожаров следует принимать во внимание необходимость сведения к минимуму ложных тревожных сигналов и выбросов огнегасительных средств.

СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

5.6. Каждый противопожарный отсек и противопожарный сектор следует оборудовать системой обнаружения пожара и пожарной сигнализации (Дополнение V содержит дополнительные руководящие материалы по системам обнаружения пожаров).

5.7. Характер системы пожарной сигнализации, ее расположение, требуемое время срабатывания и характеристики ее детекторов следует определять при проведении анализа пожарной опасности.

5.8. Следует предусматривать, чтобы система обнаружения обеспечивала подачу в помещение щита управления детальной информации о месте возгорания (на уровне противопожарного сектора) посредством звуковых и визуальных сигналов. Местную звуковую и световую сигнализацию при необходимости следует также предусматривать на участках станции, где обычно присутствует персонал. Следует обеспечивать, чтобы сигналы пожарной тревоги были четкими и отличными от всех других сигналов тревоги на станции.

5.9. Следует обеспечивать, чтобы все системы обнаружения и сигнализации постоянно находились под током и снабжались питанием от аварийных источников бесперебойного питания, включая при необходимости применение огнестойких питающих кабелей, с тем чтобы в случае прекращения обычной подачи электроэнергии обеспечивать их работоспособность. (Руководящие материалы по системам аварийного энергоснабжения содержатся в [10, 11].)

5.10. Извещатели следует размещать таким образом, чтобы поток воздуха вследствие работающей вентиляции или перепадов давления, необходимых для предотвращения радиоактивного загрязнения, не приводил к отводу дыма или тепла от извещателей и, таким образом, к нежелательной задержке в срабатывании сигнализации. Пожарные извещатели следует размещать таким образом, чтобы исключалась подача ложных сигналов, вызванных воздушными потоками, которые образуются при работе вентиляционной системы. Следует проводить проверки на местах, с тем чтобы убедиться в правильности установки извещателей.

5.11. При подборе и монтаже оборудования для обнаружения пожаров следует учитывать условия окружающей среды, в которой это оборудование будет работать (например, наличие радиационных полей, влажность, температуру и воздушные потоки). Если условия окружающей среды не позволяют разместить извещатели непосредственно в защищаемом секторе (например, вследствие повышенных уровней излучения или высоких температур), следует рассматривать возможность применения альтернативных методов, таких, как отбор проб газовой среды в защищаемом секторе для анализа автоматически действующими дистанционными детекторами.

5.12. Следует обеспечивать сигнализацию о срабатывании любой автоматической системы пожаротушения.

5.13. Если такое оборудование, как пожарные насосы, дренажные (водораспылительные) системы, вентиляционные системы и автоматические

противопожарные заслонки, управляются системами обнаружения пожаров и когда ложное срабатывание может приводить к отрицательным последствиям для станции, следует обеспечивать, чтобы срабатывание управлялось двумя неодинаковыми средствами детектирования, включенными последовательно. В проекте следует предусматривать возможность отключения системы, если ее приведение в действие признается ложным.

5.14. Кабельные соединения систем обнаружения пожаров, систем аварийной сигнализации или систем приведения в действие следует:

- защищать от воздействия пожара соответствующим подбором типа кабеля, надлежащей прокладкой трассы, петлевой конфигурацией или другими средствами;
- защищать от механических повреждений;
- постоянно контролировать с целью проверки их целостности и функциональной способности.

СТАЦИОНАРНЫЕ СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Общие соображения

5.15. Атомные электростанции следует снабжать стационарным оборудованием пожаротушения. В состав этого оборудования следует включать ручные средства пожаротушения, такие, как пожарные гидранты и пожарные стояки.

5.16. При проведении анализа пожарной опасности следует определять необходимость применения автоматических систем пожаротушения, таких, как спринклерные системы, дренчерные (водораспылительные) системы, пенные системы, системы тушения водяным туманом, газовые системы или сухие химические системы. С целью обеспечения учета в проекте всех пожарных опасностей, от которых предусматривается защита, критерии проектирования систем пожаротушения следует основывать на выводах анализа пожарной опасности.

5.17. При выборе типа системы пожаротушения для установки на объекте следует учитывать требуемое время срабатывания, характеристики подавления огня (например, тепловой удар) и последствия использования системы для людей и для узлов, важных для безопасности (например, достижение условий критичности при затоплении зон хранения ядерного топлива водой или пеной), определенные при проведении анализа пожарной опасности.

5.18. В целом в зонах, где имеется высокая пожарная нагрузка, возможно возникновение скрытых пожаров и необходимо охлаждение, предпочтение следует отдавать водяным системам. Автоматические спринклерные системы или дренчерные системы следует использовать в помещениях, используемых для распределения кабельных трасс, и зонах хранения, а также для защиты оборудования, содержащего большие количества масел, такого, как турбогенераторы и масляные трансформаторы. Системы тушения водяным туманом являются более сложными по конструкции, однако обладают преимуществом, заключающимся в использовании меньшего количества воды для борьбы с огнем. Они могут применяться в различных случаях, и их следует индивидуально проектировать в рамках проверенных конфигураций. Системы газового пожаротушения обычно используются в местах расположения шкафов управления и другого электрооборудования, чувствительного к воздействию воды.

5.19. В целях обеспечения экстренного срабатывания и эксплуатационной готовности в случае пожарной аварийной ситуации предпочтение отдается автоматическим системам пожаротушения. Следует предусматривать возможность ручного включения автоматических систем (за исключением спринклерных систем с легко горючими вставками или плавкими термочувствительными элементами). Следует также предусматривать возможность ручного выключения автоматических систем для блокирования ложной подачи или управления стоком воды.

5.20. Исключительное использование управляемых вручную систем пожаротушения следует допускать только в тех случаях, когда оценка, выполненная при проведении анализа пожарной опасности, подтверждает, что ожидаемая задержка в ручном включении не будет приводить к неприемлемому ущербу.

5.21. Любую стационарную систему пожаротушения, которая в исключительном порядке приводится в действие вручную, следует проектировать таким образом, чтобы она могла противостоять пожару в течение времени, достаточного для приведения ее в действие вручную.

5.22. Все элементы – за исключением самих извещателей – любой электрической системы приведения в действие или источников электропитания систем пожаротушения следует защищать от огня или размещать за пределами защищаемых противопожарных отсеков. На случай прекращения подачи электропитания следует предусматривать срабатывание сигнализации.

5.23. Следует предусматривать штатные программы технического обслуживания, испытаний и инспекций для обеспечения уверенности в том, что противопожарные системы и элементы будут правильно функционировать и соответствовать проектным требованиям. Рекомендации и руководящие материалы по этому вопросу содержатся в [2].

Водяные системы пожаротушения

5.24. Водяные системы пожаротушения следует стационарно подсоединять к надежному и имеющему достаточную мощность источнику пожарного водоснабжения (пункт 5.40).

5.25. К водяным автоматическим системам пожаротушения относятся автоматические спринклерные системы, дренчерные системы, заливные системы, пенные системы и системы типа “водяной туман”. Характеристики этих систем кратко изложены в Дополнении VI. При условии соблюдения выводов анализа пожарной опасности автоматические спринклерные (или дренчерные) системы противопожарной защиты следует предусматривать во всех местах, где действует один из следующих факторов:

- имеется высокая пожарная нагрузка;
- существует возможность быстрого распространения пожара;
- пожар может угрожать резервным системам безопасности;
- может создаваться неприемлемая опасность для пожарных;
- неконтролируемое развитие пожара будет затруднять доступ для операций по пожаротушению.

5.26. Если анализ пожарной опасности указывает на то, что одной воды может быть не достаточно для успешной борьбы с данной опасностью, как, например, в случае наличия воспламеняющихся жидкостей, следует рассматривать вопрос об использовании систем, в которых в качестве огнетушащего средства применяется огнегасящая пена.

5.27. В дополнение к ожидаемому воздействию огня, которое определяется при проведении анализа пожарной опасности, при проектировании спринклерных систем следует принимать во внимание различные факторы. Эти факторы включают: расстояние между спринклерными головками и места их размещения; выбор систем с закрытыми или открытыми головками; допустимые значения температуры и времени срабатывания спринклерной головки или исполнительного механизма; и расчетный расход воды,

необходимый для пожаротушения. Более детально эти факторы рассмотрены в Дополнении VI.

5.28. Во избежание электрохимической коррозии детали дренчерных и спринклерных систем следует изготавливать из совместимых материалов.

Системы пожарных гидрантов, стояков и рукавов

5.29. Здания реактора следует снабжать отключенными системами пожарных стояков и рукавов (сухими стояками). В системе пожарного гидранта для здания реактора следует предусматривать локальное или дистанционное приведение в действие системы.

5.30. Следует обеспечивать, чтобы распределительная сеть, предусматриваемая для пожарных гидрантов, охватывала здания по внешнему периметру. Для всех внутренних помещений станции следует предусматривать внутренние стояки с достаточным числом пожарных рукавов соответствующей длины, а также с соединениями и вспомогательным оборудованием, соответствующими данной опасности.

5.31. Все гидрантные рукава и пожарные стояки и краны следует снабжать соответствующими соединениями, обеспечивающими их стыковку с противопожарным оборудованием на площадке и за ее пределами.

5.32. Подходящее вспомогательное оборудование, такое, как пожарные рукава, переходные муфты, пеносмесители и пожарные стволы следует размещать на всей территории станции в стратегически важных местах, определенных при проведении анализа пожарной опасности. Следует обеспечивать, чтобы вспомогательное оборудование было совместимым с оборудованием внешних служб пожарной охраны.

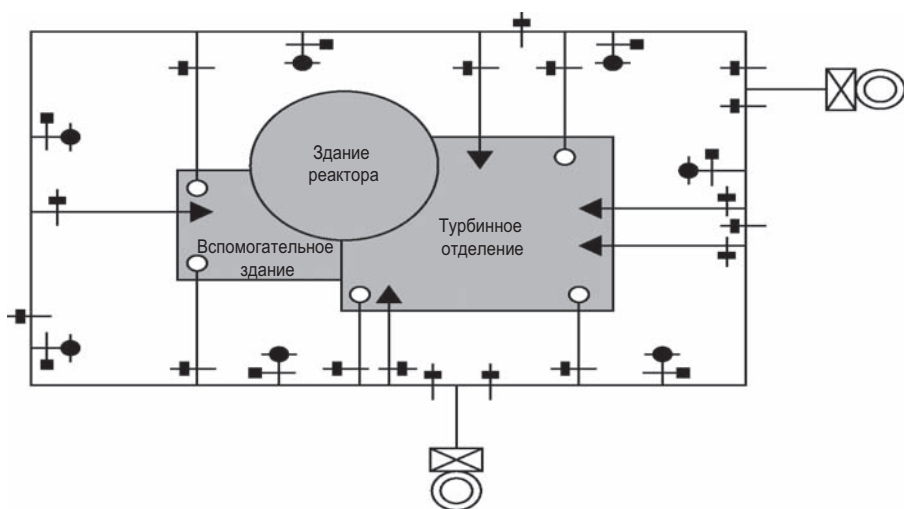
5.33. Каждую нитку трубопровода, идущую к отдельному зданию, следует снабжать гидрантами не менее чем в двух независимых точках. Для каждой нитки трубопровода следует предусматривать запорный клапан с индикацией положения.

Система водоснабжения для оборудования пожаротушения

5.34. Магистральную сеть системы водоснабжения для оборудования пожаротушения следует проектировать с таким расчетом, чтобы она могла обеспечивать ожидаемые потребности в воде в случае пожара (пункт 5.39).

Распределение водоснабжения для оборудования пожаротушения следует осуществлять через водопроводную магистраль таким образом, чтобы вода могла поступать в каждое соединение по двум направлениям (см. рис. 1).

5.35. Для перекрытия участков магистральной водопроводной сети следует предусматривать задвижки (рис. 1). На задвижках следует обеспечивать визуальную индикацию открытого или закрытого состояния. Задвижки в магистральной сети следует размещать таким образом, чтобы закрытие одной



Магистральная сеть противопожарного водопровода

- ▲ Внутренний пожарный стояк спринклерной системы
- Наружный пожарный гидрант
- Внутренний стояк пожарных рукавов
- ⊕ Задвижка с индикатором
- Противопожарная водопроводная магистраль и распределительная сеть
- ⊠ Пожарная насосная станция и насосы
- ⊙ Резервуар (или другой источник) пожарного водоснабжения
- ⌞ Задвижка без индикатора

Рис. 1. Возможная схема водоснабжения для системы пожаротушения.

из них не приводило к полной потере работоспособности системы пожаротушения в любом данном противопожарном отсеке в нарушение рекомендаций, содержащихся в анализе пожарной опасности. Задвижки в магистрали противопожарного водопровода следует размещать на достаточно далеком расстоянии от источника опасности, от которого осуществляется защита, таким образом, чтобы они не могли подвергаться воздействию огня в данной зоне.

5.36. Систему пожарного водоснабжения следует использовать исключительно для целей пожаротушения. Эту систему водоснабжения не следует соединять с трубопроводами технического или коммунально-бытового водоснабжения, за исключением случаев их использования в качестве резервного источника пожарного водоснабжения или с целью осуществления функции безопасности для смягчения аварийных условий. Такие соединения следует оборудовать запорными клапанами, которые в нормальном режиме фиксируются в закрытом положении или снабжены контролем положения.

5.37. На площадке многоблочной станции магистральная сеть противопожарного водопровода может применяться для обслуживания нескольких энергоблоков, и для таких объектов можно использовать общие источники водоснабжения.

5.38. На площадках, где необходимо, чтобы производительность насосов обеспечивала достаточное количество воды, следует предусматривать резервные пожарные насосы, разделенные в противопожарном отношении, с целью обеспечения требуемой функциональной готовности в случае отказа оборудования. Следует обеспечивать, чтобы пожарные насосы имели независимое управление, были снабжены средствами автоматического пуска и ручного отключения, неодинаковыми источниками электропитания, обеспечиваемого системой аварийного энергоснабжения станции, а также автономными первичными двигателями [11]. В помещении щита управления следует предусматривать сигнализаторы работы насоса, прекращения подачи электропитания или отказов пожарных насосов. В местах, где температура может опускаться до точки замерзания, следует также предусматривать сигнализацию низких температур.

5.39. Систему противопожарного водоснабжения следует проектировать с учетом максимального расчетного расхода воды при соответствующем напоре в течение минимального требуемого периода. Этот расход воды, определяемый посредством анализа пожарной опасности, следует рассчитывать исходя из максимального водопотребления стационарной системы пожаротушения с

достаточным запасом для ручных средств пожаротушения. При проектировании системы противопожарного водоснабжения следует учитывать рекомендации в отношении минимального напора в самой верхней точке выпуска воды на станции. Следует принимать во внимание необходимость предотвращения замерзания воды в климатических условиях с низкими температурами. Следует рассматривать вопрос о применении подогрева трассы или других мер в целях предотвращения размораживания уязвимых трубопроводов.

5.40. Следует предусматривать два независимых надежных источника водоснабжения. Если предусматривается лишь один источник воды, то его следует выбирать достаточно большим (например, это может быть озеро, пруд или река), а также следует предусматривать как минимум два водозаборника, независимых друг от друга. Если используются только резервуары (камеры) с водой, следует устанавливать два резервуара с полным запасом воды в каждом из них, достаточным для работы системы. Следует обеспечивать, чтобы основная система водоснабжения станции была способна повторно заполнять любой из резервуаров в течение достаточно короткого отрезка времени. Следует предусматривать возможность сообщения между резервуарами, с тем чтобы насосы могли качать воду из одного резервуара, либо из обоих резервуаров. Каждый резервуар следует снабжать устройством для его отсоединения на случай утечки. Резервуары следует оборудовать приспособлениями для подсоединения к ним пожарных насосов.

5.41. Когда общая система водоснабжения используется для противопожарной защиты и для конечного поглотителя тепла⁹, следует также обеспечивать выполнение следующих условий:

- потребности в водоснабжении, связанные с выполнением рекомендаций в отношении противопожарного водоснабжения, следует учитывать в качестве особой доли общей мощности системы водоснабжения;
- следует обеспечивать, чтобы отказ противопожарной системы или ее функционирование не приводили к нарушениям предписанных функций любого источника водоснабжения, которые этот источник выполняет для конечного поглотителя тепла, и наоборот.

⁹ Конечный поглотитель тепла – это среда, в которую остаточное тепло всегда может быть отведено, даже если все другие средства удаления тепла были утрачены или являются недостаточными. Такой средой обычно является водная масса или атмосфера.

5.42. Для воды, подаваемой в спринклерные системы, может требоваться ее химическая обработка и дополнительная фильтрация с целью предотвращения засорения спринклеров оседающими частицами, биологическим загрязнением или продуктами коррозии.

5.43. Следует предусматривать инспектирование водного оборудования, такого, как фильтры, конечные соединения и спринклерные головки. Расход воды следует регулярно проверять по стоку для обеспечения уверенности в том, что способность системы выполнять предписанные ей функции будет сохраняться в течение всего жизненного цикла станции. Следует принимать соответствующие меры с целью предотвращения при проведении проверок и испытаний любого возможного отрицательного воздействия воды на электрооборудование (пункт 3.29).

Системы газового пожаротушения

5.44. Первоначально в качестве газового огнетушащего вещества применялись углекислый газ и галогенизированные углеводороды. Галон больше не производится, и его не следует использовать ввиду озоноразрушающей способности, которой он обладает. Углекислый газ, так же как и другие газы, которые не разрушают озон, такие, как аргон и аргон-азотные смеси и хлорфторуглероды, по-прежнему производятся и используются. Углекислотные системы ни в коем случае не следует использовать для защиты помещений, в которых обычно находятся люди, из-за их способности создавать серьезную опасность для персонала.

5.45. При использовании систем газового пожаротушения учитываются следующие соображения:

- (a) при определении потребности в системах газового пожаротушения следует учитывать тип пожара, возможные химические реакции взаимодействия с другими материалами, воздействие на древесно-угольные фильтры, а также токсичные и коррозионные характеристики продуктов термического разложения и самих огнегасительных веществ;
- (b) газовые огнетушащие вещества не оказывают мощного охлаждающего действия при тушении пожара. Их не следует использовать в тех случаях, когда требуется охлаждение, например, для тушения скрытых пожаров, как, например, в секторах с высокой пожарной нагрузкой, создаваемой материалами электрических кабелей. В случае использования газообразных веществ для тушения поверхностных нефтяных пожаров, следует принимать во внимание возможность повторного воспламенения,

если концентрация огнегасительного средства снижается до значения ниже минимального требуемого уровня до того, как произойдет охлаждение топлива;

- (с) системы газового пожаротушения следует использовать только в секторах, где может быть обеспечена концентрация газа, требующаяся для ликвидации пожара, в течение необходимого периода времени;
- (d) системы газового пожаротушения следует проектировать таким образом, чтобы не создавалось избыточное давление, которое может приводить к повреждению конструкций или оборудования;
- (e) системы газового пожаротушения следует проектировать с таким расчетом, чтобы расположение сопел не приводило к раздуванию пламени при включении системы;
- (f) углекислотные системы пожаротушения и любые другие газовые системы, могущие создавать опасность для персонала, следует оснащать устройствами раннего предупреждения для обеспечения оперативной эвакуации персонала из помещения до срабатывания системы.

5.46. Следует принимать надлежащие меры безопасности для обеспечения защиты лиц, входящих в зону, где состав атмосферы мог стать опасным в результате самопроизвольной утечки или выхода углекислого газа или любого другого опасного газа из системы пожаротушения. В число таких мер следует включать:

- применение устройств, предотвращающих автоматическое срабатывание системы во время фактического или возможного нахождения персонала в защищенном секторе;
- обеспечение ручного управления системой за пределами защищенного пространства;
- обеспечение непрерывного функционирования системы обнаружения пожара и пожарной сигнализации вплоть до момента восстановления нормального состава атмосферы (это может помочь предотвратить преждевременное возвращение в помещение с продолжающимся пожаром и может защитить персонал от действия токсичных газов);
- обеспечение непрерывной подачи сигнала тревоги после нагнетания газа на входе в защищенные помещения вплоть до восстановления нормальной атмосферы.

5.47. Следует принимать меры предосторожности с целью предотвращения утечки опасных концентраций углекислого газа или любого другого опасного огнегасящего газа в соседние секторы, в которых может находиться персонал.

5.48. Следует предусматривать средства вентилирования защищенного помещения после срабатывания системы газовой защиты. Часто необходимо применять принудительную вентиляцию для обеспечения рассеяния атмосферы, опасной для персонала, и предотвращения ее просачивания в другие зоны.

5.49. Следует учитывать последствия локального охлаждения узлов, важных для безопасности, если такие последствия ожидаются во время работы газовых систем и после окончания их работы.

5.50. Дополнительные руководящие материалы по системам газового пожаротушения содержатся в Дополнении VII.

Порошковые и химические системы пожаротушения

5.51. Сухие порошковые и химические системы пожаротушения состоят из емкостей с порошковым или химическим огнегасительным веществом, источника сжатого газа-вытеснителя, соответствующей распределительной сети, распылительных головок (сопел) и устройств для обнаружения и/или приведения в действие. Управление системами может осуществляться вручную в случае возникновения опасности, либо они приводятся в действие системой обнаружения дистанционно или автоматически. Эти системы обычно используются для защиты от пожаров, связанных с возгоранием горючих жидкостей, а также некоторых пожаров, поражающих электрооборудование. Указанные огнетушащие средства не следует использовать в случае чувствительного электрооборудования, поскольку они обычно оставляют коррозионный осадок.

5.52. Тип порошка или химического вещества следует выбирать так, чтобы он соответствовал горючему материалу и/или соответствующей опасности. Специальные порошки следует использовать для борьбы с пожарами металлов.

5.53. Особую осторожность следует проявлять в случае использования сухих порошковых систем в местах с возможным радиоактивным загрязнением, поскольку проведение дезактивации после распыления может осложняться наличием осадка загрязненного порошка. Следует также учитывать последующее засорение фильтров.

5.54. Следует рассматривать возможные негативные последствия использования сухих порошков одновременно с другими системами

пожаротушения, например пенными; некоторые сочетания не следует использовать.

5.55. Поскольку сухие порошки не обеспечивают охлаждения и не создают инертной атмосферы и лишь в минимальной степени обеспечивают подавление опасности, следует принимать меры предосторожности с целью предотвращения или уменьшения возможности повторного возгорания.

5.56. Эксплуатация сухих порошковых систем сопряжена с определенными трудностями. Следует принимать меры предосторожности, с тем чтобы обеспечивать предотвращение уплотнения порошка в контейнере для хранения и засорение головок (сопел) во время работы системы.

ПЕРЕНОСНЫЕ И ПЕРЕДВИЖНЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

5.57. Следует предусматривать переносные и передвижные огнетушители соответствующего типа и мощности, которые будут обеспечивать защиту от имеющихся опасностей, для использования персоналом станции при осуществлении ручного пожаротушения.

5.58. Всю станцию следует оснащать достаточным количеством переносных и передвижных огнетушителей соответствующих типов, а также следует обеспечивать наличие запасных частей и установок для перезарядки. Все места расположения огнетушителей следует четко указывать.

5.59. Огнетушители следует размещать вблизи шкафов с пожарными рукавами, а также на путях доступа в противопожарные отсеки и на маршрутах эвакуации из них.

5.60. Следует учитывать возможные отрицательные последствия применения огнетушителей, например трудности, связанные с очисткой, которую необходимо проводить после использования порошковых огнетушителей.

5.61. На участках станции с потенциальными опасностями, создаваемыми воспламеняющимися жидкостями, следует обеспечивать снабжение пенным концентратом для систем пожаротушения и переносного оборудования в соответствии с данным типом опасности.

5.62. Переносные и передвижные огнетушители, заполненные водой или пенообразующим раствором и другими огнетушащими средствами со

способностью замедлять нейтроны, не следует использовать в местах, где хранится, подвергается физическому манипулированию или перемещается транзитом ядерное топливо, за исключением случаев, когда оценка опасности критичности подтверждает, что эти операции можно осуществлять безопасно.

РУЧНЫЕ СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ

5.63. Ручное пожаротушение составляет важную часть стратегии глубокоэшелонированной защиты в пожаротушении. На стадии проектирования следует определять степень зависимости от подразделений пожарной охраны на площадке и за ее пределами. Место расположения площадки и время оперативного реагирования подразделения пожарной охраны за пределами площадки определяют требуемый уровень обеспечения ручного пожаротушения. Возможности тушения пожара с применением ручных средств рассматриваются в [2].

5.64. При проектировании станции следует обеспечивать возможность въезда подразделений пожарной охраны и пожарных команд на тяжелых пожарных автомобилях.

5.65. Во всех противопожарных отсеках следует предусматривать подходящие средства аварийного освещения.

5.66. В определенных точках следует устанавливать стационарные средства аварийной проводной связи с надежными источниками питания [12].

5.67. В помещении щита управления и в определенных точках на всей территории станции следует предусматривать альтернативную аппаратуру связи, такую, как аппаратура для дуплексной радиосвязи. Кроме того, противопожарные расчеты следует оснащать переносными аппаратами для дуплексной радиосвязи. До осуществления первой загрузки топлива следует производить испытания для подтверждения того, что используемые частоты и мощность передатчиков не будут вызывать ложного срабатывания систем защиты и управляющих устройств.

5.68. В соответствующих точках на станции следует размещать автономные дыхательные аппараты, включая запасные баллоны и установки для перезарядки, предназначенные для использования командой аварийного реагирования.

5.69. Размещение оборудования станции и хранение инвентаря на станции следует проектировать таким образом, чтобы, насколько это практически возможно, обеспечивался легкий доступ к ним для целей пожаротушения.

5.70. Следует разрабатывать детальные противопожарные стратегии для участков станции, на которых находятся узлы, важные для безопасности.

СРЕДСТВА УДАЛЕНИЯ ДЫМА И ТЕПЛА

5.71. Следует проводить оценку для определения потребности в системах удаления дыма и тепла, включая потребность в системе специальных дымовых и тепловых вентиляционных каналов, предназначенных для сокращения количества продуктов сгорания и предотвращения распространения дыма, с целью снижения температуры и облегчения тушения огня ручными средствами.

5.72. При проектировании системы отвода дыма и тепла следует принимать во внимание следующие критерии: пожарную нагрузку, особенности распространения дыма, видимость, токсичность, доступ к объекту для подразделений пожарной охраны, тип используемой стационарной системы пожаротушения и радиологические аспекты.

5.73. Требуемую мощность системы отвода дыма и тепла следует определять путем расчетов и оценок количества дыма и тепла, образующихся в результате постулируемого пожара, применительно к конкретному противопожарному отсеку или противопожарному сектору (см. раздел 5 в [7]). Системы удаления дыма и тепла следует предусматривать для:

- помещений с высокой пожарной нагрузкой из-за наличия электрических кабелей;
- помещений с высокой пожарной нагрузкой из-за наличия воспламеняющихся жидкостей;
- помещений с системами безопасности, где обычно находится эксплуатационный персонал (например, помещение центрального щита управления).

6. ОСЛАБЛЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРА

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1. Опасными вторичными последствиями пожара являются образование дыма (с последующей возможностью его распространения в другие помещения, не пораженные первоначальным возгоранием), выделение тепла и появление пламени, что может привести к дальнейшему распространению пожара, повреждению оборудования, функциональным отказам и возможным взрывам. Примеры вторичных последствий, обусловленных срабатыванием систем пожаротушения, приводятся в пункте 3.29. Для оценки этих последствий следует проводить анализ пожарной опасности. В оценке следует также учитывать вторичные последствия от временных пожарных нагрузок и пожаров внешнего происхождения.

6.2. Следовательно, основными целями ослабления последствий пожаров являются:

- удержание пламени, тепла и дыма в ограниченном пространстве на станции, с тем чтобы свести к минимуму распространение пожара и связанных с этим последствий для прилегающих помещений и территорий станции;
- обеспечение безопасных маршрутов эвакуации и путей доступа для персонала;
- обеспечение доступа к средствам ручного пожаротушения, ручного включения стационарных систем пожаротушения и управления системами, необходимыми персоналу станции для осуществления и поддержания безопасного останова;
- обеспечение средств для удаления при необходимости дыма и тепла во время пожара или после него (см. раздел 5);
- управление распространением огнетушащих средств в целях предотвращения нанесения ущерба узлам, важным для безопасности.

ПЛАНИРОВКА ЗДАНИЙ

6.3. При рассмотрении вопросов, связанных с ослаблением последствий пожаров, следует принимать во внимание планировку зданий и оборудования, вентиляционных систем станции и стационарных систем пожаротушения.

6.4. Следует предусматривать соответствующие защищенные маршруты эвакуации и пути доступа для противопожарных расчетов или эксплуатационного персонала. На этих маршрутах и путях не следует размещать горючие материалы. Планировку зданий следует выполнять так, чтобы обеспечивалось предотвращение распространения огня и дыма от смежных противопожарных отсеков или секторов на маршруты эвакуации или пути доступа. Дополнительные подробные сведения содержатся в Дополнении II.

ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

6.5. Для достижения целей, изложенных в пункте 6.2, следует обеспечивать, чтобы вентиляционные системы не ставили под угрозу разделение здания на отсеки или эксплуатационную готовность резервных систем безопасности. Эти условия следует рассматривать при проведении анализа пожарной опасности [7].

6.6. Каждый противопожарный отсек, в котором находится резервный компонент системы безопасности, следует оборудовать независимой и полностью раздельной вентиляционной системой. Следует обеспечивать, чтобы элементы этой вентиляционной системы (например, соединительные воздуховоды, вентиляционные камеры и фильтры), расположенные вне противопожарного отсека, имели такой же предел огнестойкости, какой имеет противопожарный отсек, или же в качестве альтернативной меры канал противопожарного отсека следует изолировать посредством противопожарных заслонок, имеющих соответствующую огнестойкость.

6.7. Если вентиляционная система обслуживает несколько противопожарных отсеков, то следует обеспечивать разделение между противопожарными отсеками. Следует предусматривать средства для предотвращения распространения огня, тепла или дыма в другие противопожарные отсеки путем установки противопожарных заслонок на границах каждого противопожарного отсека или при необходимости за счет применения системы огнестойких каналов.

6.8. Блоки угольных фильтров характеризуются высокой пожарной нагрузкой. Наличие этих фильтров следует учитывать при выработке рекомендаций по противопожарной защите. Возгорание в блоке фильтров может привести к выбросу радиоактивных материалов. Для защиты блоков угольных фильтров от

пожара следует предусматривать пассивные и активные средства защиты. Такие меры могут включать:

- размещение фильтра в противопожарном отсеке;
- контроль температуры воздуха и автоматическую изоляцию воздушного потока;
- обеспечение автоматической защиты посредством применения спринклера для охлаждения внешней поверхности корпуса фильтра;
- применение дренажной системы в корпусе угольного фильтра с ручным присоединением шлангов. При проектировании такой системы следует учитывать, что в случае чрезмерного падения расхода воды реакция между перегретым древесным углем и водой может привести к образованию водорода. Для предотвращения этого следует обеспечивать высокий расход воды.

6.9. В случае использования горючих фильтров в вентиляционных системах¹⁰, несрабатывание или отказ которых может привести к недопустимым выбросам радиоактивности, следует принимать следующие меры предосторожности:

- блоки фильтров следует отделять от другого оборудования соответствующими противопожарными барьерами;
- следует предусматривать надлежащие меры (например, установку входных и выходных заслонок) для защиты фильтров от воздействия огня;
- перед блоком фильтров и после него внутри воздуховода следует устанавливать пожарные извещатели, датчики монооксида углерода (предпочтительно после фильтров) или температурные датчики (перед фильтрами).

6.10. Заборники свежего воздуха, ведущие к противопожарным отсекам, следует размещать на таком удалении от воздуховыпускных отверстий и дымоотводных вентиляционных каналов других противопожарных отсеков, которое требуется для предотвращения попадания в отсеки дыма или продуктов горения и исключения сбоев в работе узлов, важных для безопасности.

¹⁰ Указанные меры предосторожности следует также применять в случае негорючих фильтров, если они могут подвергаться загрязнению горючими материалами, такими, как нефтепродукты.

ПОЖАРЫ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РАДИОАКТИВНЫЕ ВЫБРОСЫ

6.11. При проведении анализа пожарной опасности следует определять оборудование, которое может выделять радиоактивные вещества в случае пожара. Это оборудование следует размещать в отдельных противопожарных отсеках, где проектные пожарные нагрузки – постоянные или временные – сводятся к минимуму.

6.12. По соображениям безопасности в проекте может требоваться применение вентиляционной системы дымоудаления в противопожарных отсеках, в которых имеются радиоактивные материалы. Хотя в результате работы таких систем вентилирования может происходить выброс радиоактивных веществ во внешнюю окружающую среду, они в конечном итоге – прямо или косвенно – за счет улучшения условий борьбы с пожаром могут обеспечивать предотвращение выбросов более значительного количества радиоактивных веществ. Следует различать два случая:

- (1) возможные выбросы будут, как будет показано, значительно ниже допустимых пределов, установленных регулирующим органом;
- (2) ввиду количества радиоактивного материала, которое находится в противопожарном отсеке, может произойти выброс, превышающий допустимые пределы, установленные регулирующим органом. В этом случае следует обеспечивать закрытие вентиляции или противопожарных заслонок.

В каждом случае следует проводить дозиметрический контроль (мониторинг) вентилируемого воздуха.

6.13. Следует предусматривать проектные решения, позволяющие поддерживать количество радиоактивного материала в выбросах на разумно достижимом низком уровне. В проекте следует предусматривать средства для контроля состояния фильтров, с тем чтобы помочь операторам принимать оперативные решения.

ПЛАНИРОВКА И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

6.14. Кабели для резервных систем безопасности следует прокладывать по отдельным специально защищенным трассам, предпочтительно в отдельных противопожарных отсеках, причем нельзя допускать, чтобы кабельные трассировки резервных компонентов систем безопасности пересекались. Как

указано в пункте 3.15, исключения при необходимости могут допускаться в отношении некоторых помещений, таких, как помещения щита управления, разводки кабелей и здания (защитной оболочки) реактора. В таких случаях кабели следует защищать посредством барьеров с соответствующим пределом огнестойкости (например, посредством кабельных оболочек). Могут использоваться системы пожаротушения или другие соответствующие средства с обоснованием, выполняемым при проведении анализа пожарной опасности.

ЗАЩИТА ОТ ВЗРЫВОВ, ВЫЗВАННЫХ ПОЖАРОМ

6.15. Возможность вторичных взрывов, связанных с пожаром, в противопожарном отсеке или рядом с ним следует исключать, как изложено в пунктах 2.29–2.35 и 4.10–4.14. Однако, если потенциальная возможность такого взрыва существует, то следует анализировать комбинированные последствия пожара и взрыва и предусматривать меры в проекте, обеспечивающие отсутствие угрозы как функциям по обеспечению ядерной безопасности, так и безопасности персонала станции, выполняющего функции по обеспечению безопасности.

ОСОБЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

6.16. Помещение центрального щита управления атомной электростанции может содержать единицы оборудования разных систем безопасности, находящиеся в непосредственной близости друг от друга. Особое внимание следует уделять обеспечению того, чтобы негорючие материалы использовались в помещениях щита управления для всех электрических шкафов, элементов конструкции самого помещения, любого стационарного оборудования, а также отделки стен и полов. Резервное оборудование, используемое для выполнения одних и тех же функций безопасности, следует размещать в отдельных электрических шкафах, физически разделенных настолько, насколько позволяет данное помещение. В случаях, когда это не представляется возможным, следует применять противопожарные барьеры для обеспечения необходимого разделения. Следует принимать все возможные меры для того, чтобы сводить пожарную нагрузку в помещениях щита управления до минимума.

6.17. В целях обеспечения удовлетворительных условий пребывания в помещениях центрального щита управления эти помещения следует защищать

от поступления в них дыма и горячих газов горения, а также от других вторичных последствий пожара и работы систем пожаротушения.

6.18. Противопожарную защиту резервного щита управления следует обеспечивать такой же, какой является противопожарная защита центрального щита управления. Особое внимание следует уделять защите от затопления и другим последствиям срабатывания систем пожаротушения. Резервный щит (пульт) управления следует размещать в противопожарном отсеке, отдельном от отсека, в котором находится помещение центрального щита управления, и следует обеспечивать, чтобы вентиляционная система не была общей системой для резервного щита управления и центрального щита управления. Между центральным щитом управления, резервным щитом управления и их соответствующими вентиляционными системами следует обеспечивать разделение, с тем чтобы выполнялись цели пункта 2.2 при наступлении постулируемого исходного события, такого, как пожар или взрыв.

6.19. Защитная оболочка реактора (контейнмент) представляет собой противопожарный отсек, в котором единицы оборудования резервных компонентов систем безопасности могут размещаться на близком расстоянии друг от друга. Следует обеспечивать, чтобы конструкционные материалы в этом противопожарном отсеке, а также противопожарные преграды и противопожарные барьеры между системами безопасности были негорючими. Резервные компоненты систем безопасности следует размещать на максимально возможном удалении друг от друга.

6.20. Для двигателей главного циркуляционного насоса реактора, содержащих большое количество горючих смазочных масел, следует предусматривать системы обнаружения пожаров, стационарные системы пожаротушения (обычно с ручным управлением) и маслосборные системы. Маслосборные системы следует проектировать таким образом, чтобы они были в состоянии обеспечивать сбор масла и воды во всех потенциальных точках утечки или точках выпуска и их слив в вентилируемый контейнер или другое безопасное место.

6.21. Турбинное отделение может содержать узлы, важные для безопасности. Деление здания на противопожарные отсеки зачастую затруднено, и в нем присутствуют значительные пожарные нагрузки. Большое количество горючих материалов находится в смазочных, охлаждающих и гидравлических системах паровых турбин и в системах водородного охлаждения генераторов. Следовательно, в дополнение к системам пожаротушения для всех единиц оборудования, содержащего огнеопасные жидкости, следует предусматривать

надлежащие маслосборные системы. Использование воспламеняющихся углеводородных смазочных жидкостей следует сводить к минимуму. Если необходимо использовать огнеопасные жидкости, следует применять жидкости с высокой точкой воспламенения в соответствии с эксплуатационными требованиями.

7. КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. В соответствии с требованиями, содержащимися в пункте 5.1 документа [1], “Все конструкции, системы и элементы, включая программное обеспечение для контрольно-измерительных приборов и систем управления защитой (КИП и СУЗ), которые являются узлами, важными для безопасности, первоначально должны быть определены, а затем классифицированы на основе их функций и значимости с точки зрения безопасности. Проектирование, конструирование и техническое обслуживание этих узлов должно осуществляться с таким расчетом, чтобы их качество и надежность соответствовали этой классификации.”

7.2. Значимость для безопасности противопожарных систем и элементов, согласно пункту 5.2 документа [1], зависит от:

- функции(й) безопасности, которую(ые) выполняет данный узел;
- последствий отказа выполнять свою функцию (безопасности);
- вероятности того, что от данного узла потребуются выполнение функции безопасности;
- времени после постулируемого исходного события или периода, в течение которого от него потребуются действие.

7.3. Поскольку эффективность средств противопожарной защиты в обеспечении выполнения целей безопасности (пункт 2.1) зависит от особенностей проекта и планировки станции, а также детальных решений в реализации конкретного подхода к противопожарной защите, на стадии проектирования следует проводить классификацию средств противопожарной защиты. Примеры возможной классификации приводятся в пунктах 7.4 и 7.5.

7.4. При использовании принципа локализации пожара вокруг оборудования, входящего в состав системы безопасности, предусматриваются противопожарные барьеры, способные противостоять полному выгоранию содержимого противопожарного отсека. Если отказ этих барьеров выполнять свою функцию в случае пожара может препятствовать достижению целей, определенных в пункте 2.1, вероятно, будет целесообразно классифицировать указанные противопожарные барьеры как “узлы, связанные с безопасностью”.

7.5. В случае применения принципа воздействия на пожар обеспечение безопасности в плане предотвращения распространения пожара между резервными группами безопасности достигается посредством ограничения использования определенных материалов, разделения дистанцированием, применения противопожарного экранирования или других локальных пассивных мер защиты, систем пожаротушения, либо сочетания перечисленных мер. Если отказ систем обнаружения пожара или пожаротушения может препятствовать достижению целей, определенных в пункте 2.1, вероятно, будет целесообразно классифицировать эти системы как “связанные с обеспечением безопасности системы” или “системы безопасности” в зависимости от особенностей проекта и планировки станции.

7.6. Ввиду потенциальных последствий пожара для ядерной безопасности при проектировании противопожарных систем и оборудования особое внимание следует уделять обеспечению качества, квалификационным испытаниям, а также эксплуатационным испытаниям.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

7.7. Связанные с обеспечением качества рекомендации и концепции, касающиеся средств противопожарной защиты, следует применять с начала разработки проекта станции на стадиях ее строительства, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и снятия с эксплуатации. Требования и рекомендации по обеспечению качества содержатся в [13].

7.8. Следует обеспечивать, чтобы посредством программы обеспечения качества выполнялись следующие условия:

- (a) проект соответствует всем рекомендациям по противопожарной защите;
- (b) все оборудование и материалы, используемые для противопожарной защиты, удовлетворяют техническим условиям, основанным на рекомендациях по противопожарной защите и общих чертежах станции.

Оборудование для обнаружения и тушения пожаров следует аттестовывать для выполнения заданных функций, и предпочтительно следует использовать проверенные типы оборудования. Для недавно разработанного оборудования, предназначенного для обнаружения и тушения пожаров, следует предусматривать квалификационные испытания;

- (с) используемые на станции оборудование и материалы для обнаружения и тушения пожаров изготовлены и установлены в соответствии с рекомендациями по разработке проекта, и рекомендованные программы предэксплуатационных и пусковых испытаний систем пожаротушения и противопожарного оборудования дали удовлетворительные результаты;
- (d) если в процессе строительства, ввода в эксплуатацию, эксплуатации или снятия с эксплуатации возникает пожар, воздействующий на узел, важный для безопасности, проводится оценка с целью обеспечения сохранения или восстановления способности узла, подвергшегося воздействию пожара, функционировать согласно проектным целям;
- (е) меры по предотвращению пожаров были выполнены, оборудование и системы для обнаружения и тушения пожаров прошли испытания и находятся в рабочем состоянии, и персонал станции имеет надлежащую подготовку по эксплуатации и использованию этих систем и оборудования.

7.9. Меры контроля, принимаемые при осуществлении программы обеспечения качества, следует предусматривать в письменной форме в соответствующей документации.

Дополнение I

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОЖАРА И ПРИНЦИПА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЖАР

I.1. Рис. 2 иллюстрирует применение принципа локализации пожара и принципа воздействия на пожар.

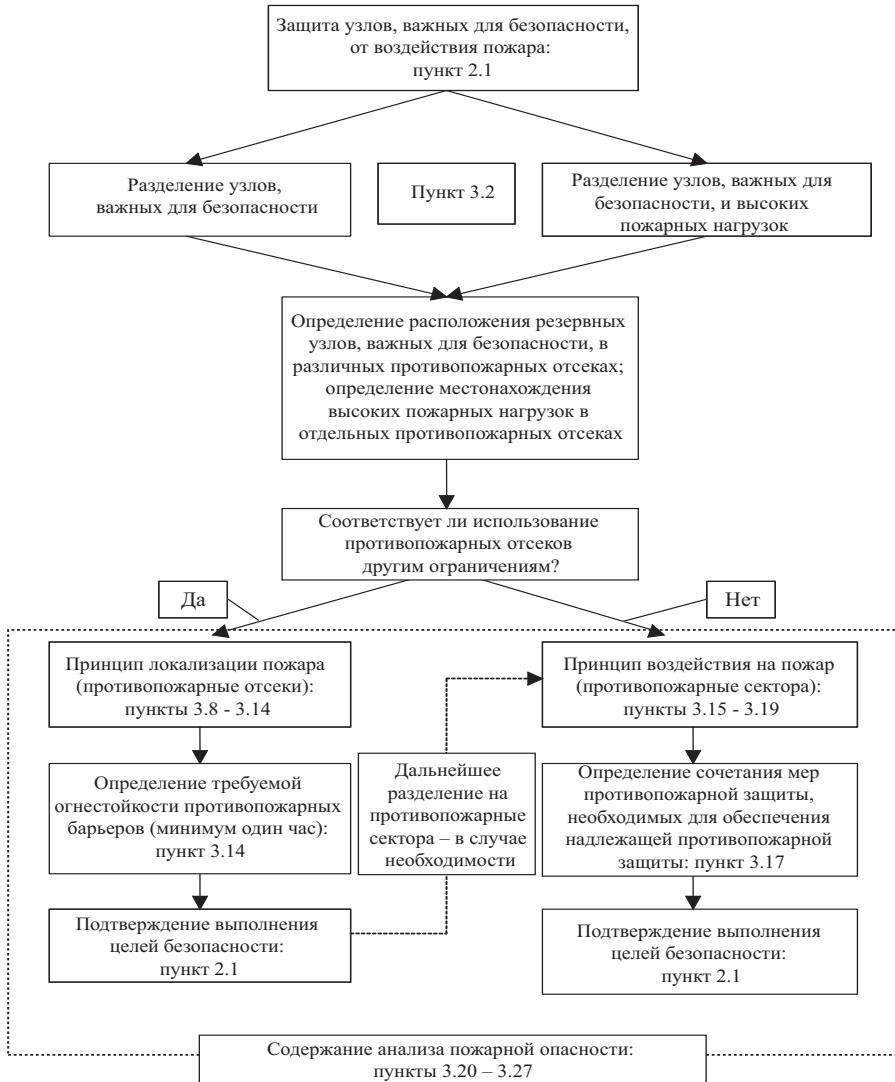


РИС. 2. Применение принципа локализации пожара и принципа воздействия на пожар.

Дополнение II

ПУТИ ДОСТУПА И МАРШРУТЫ ЭВАКУАЦИИ

II.1. Следует обеспечивать маршруты эвакуации и аварийно-спасательные маршруты для персонала с учетом требований национальных строительных норм и правил, правил противопожарной защиты и техники безопасности, а также рекомендаций настоящего Руководства по безопасности. В каждом здании следует предусматривать как минимум два маршрута эвакуации. Для каждого маршрута следует обеспечивать выполнение следующих общих условий:

- (a) маршруты эвакуации следует защищать от воздействия огня и дыма. Защищенными спасательными маршрутами являются лестничные клетки и коридоры, ведущие к наружному выходу из здания;
- (b) пути эвакуации не следует использовать для хранения каких-либо материалов;
- (c) в соответствующих местах вдоль аварийно-спасательных маршрутов следует располагать огнетушители в соответствии с национальными регулирующими положениями;
- (d) следует обеспечивать, чтобы маршруты эвакуации и аварийно-спасательные маршруты были всегда четко обозначены с тем, чтобы их можно было легко найти. Следует предусматривать соответствующие знаки, указывающие кратчайшие безопасные пути;
- (e) на всех лестничных клетках следует четко указывать уровень или номер этажа;
- (f) на маршрутах эвакуации и аварийно-спасательных маршрутах следует предусматривать аварийное освещение;
- (g) во всех местах, определенных в результате проведения анализа опасности (которым может быть анализ пожарной опасности), и на всех путях эвакуации и выходах из здания следует устанавливать соответствующие средства включения сигнала тревоги (например, кнопки пожарной сигнализации);
- (h) для маршрутов эвакуации и аварийно-спасательных маршрутов следует предусматривать механические или другие средства вентиляции с целью предотвращения скопления дыма, а также для облегчения доступа;
- (i) лестничные клетки, служащие в качестве маршрутов эвакуации и аварийно-спасательных маршрутов, не следует использовать для хранения любых горючих материалов. Для исключения попадания дыма в пространство лестничной клетки может требоваться применение вентиляции с избыточным давлением. Рекомендуется предусматривать

удаление дыма из коридоров и помещений, ведущих к лестничным клеткам. В случае высоких многоэтажных зданий следует рассматривать вопрос о разделении лестничной клетки;

- (j) двери, ведущие на лестничные клетки или к маршрутам эвакуации и аварийно-спасательным маршрутам, следует выполнять самозакрывающимися с запором и открывающимися в направлении путей эвакуации;
- (k) следует предусматривать средства, позволяющие производить скорейшую эвакуацию из помещений защитной оболочки реактора через гермошлюзы (тамбуры). Следует обеспечивать, чтобы принимаемые меры были адекватными для эвакуации больших групп персонала, которые могут находиться в соответствующих помещениях в период проведения работ по техническому обслуживанию и плановых остановов;
- (l) на маршрутах эвакуации и аварийно-спасательных маршрутах следует предусматривать надежную систему связи.

Дополнение III

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ БАРЬЕРЫ

III.1. Общее назначение противопожарных барьеров на атомных электростанциях состоит в обеспечении пассивной разделительной стенки вокруг помещения (например, противопожарного отсека), обладающего подтвержденной способностью противостоять возможному пожару и локализовывать его, не допуская распространения огня или причинения каким-либо другим образом прямого или косвенного повреждения материалам или узлам, расположенным с той стороны противопожарного барьера, которая не охвачена пожаром. Противопожарный барьер должен выполнять эту функцию не зависимо от любых действий, предпринимаемых для тушения пожара.

III.2. Огнестойкость противопожарных барьеров характеризуется устойчивостью, целостностью и изоляцией в условиях пожара. Соответствующими физическими критериями являются:

- механическое сопротивление;
- невоспламеняемость и стойкость к воздействию горячих или воспламеняющихся газов;
- теплоизоляция, которая считается удовлетворительной, когда температура не пораженной огнем поверхности остается на уровне ниже предписанного значения (например, в среднем 140°C и 180°C в любой конкретной точке).

III.3. Следует также проверять отсутствие любого выхода воспламеняющихся газов из не пораженной огнем поверхности.

III.4. Системы пассивной противопожарной защиты могут быть подразделены на категории в соответствии с тремя критериями эффективности функционирования с учетом конкретной функции, которую они выполняют, и их потенциальной роли в случае пожара:

- несущая способность (устойчивость) – способность образца несущего элемента выдерживать испытательную нагрузку в соответствующих случаях без нарушения технических условий в том, что касается величины или скорости деформации или того и другого;
- целостность – способность образца разделительного элемента локализовывать воздействие пожара при соблюдении технических условий, действующих в отношении разрушения, образования отверстий,

- трещин и изломов, а также сдерживать продолжительное воздействие пламени применительно к не пораженной огнем поверхности;
- изоляция – способность образца разделительного элемента ограничивать повышение температуры не пораженной огнем поверхности и не допускать превышения определенных уровней.

III.5. В каждой категории для пожарной классификации элементов применяется 'предел' (выражаемый в минутах или часах), который соответствует периоду времени, в течение которого элементы продолжают выполнять свои функции или роль при проведении тепловых испытаний согласно стандартам Международной организации по стандартизации (ИСО) или другим стандартам.

III.6. Конкретные функции (несущую способность, целостность и изоляцию), а также пределы огнестойкости (например, 90 мин) элементов, используемых в качестве противопожарных барьеров (это могут быть стены, потолочные перекрытия, полы, двери, заслонки, герметичные проходки и кабельные оболочки), следует определять при проведении анализа пожарной опасности.

Дополнение IV

ЗАЩИТА ОТ ПОЖАРА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ

ПОДХОД К ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЕ

IV.1. Наряду с жидкими углеводородами, используемыми в качестве топлива, а также смазочных и изолирующих жидкостей, значительным источником горючих материалов на атомной электростанции является множество электрических кабелей с органической изоляцией. Степень воздействия пожаров, связанных с горением электрических кабелей, на узлы, важные для безопасности, следует определять при проведении анализа пожарной опасности.

IV.2. При проектировании применяются различные подходы с целью ограничения значительного воздействия, возникающего от возгорания кабелей. Эти подходы включают: защиту электрических цепей от перегрузки и коротких замыканий; ограничение суммарного количества горючих материалов в кабельном хозяйстве; снижение относительной горючести кабельной изоляции; обеспечение противопожарной защиты с целью ограничения распространения пожара; и обеспечение разделения кабелей и резервных компонентов систем безопасности, а также кабелей электропитания и кабелей управления.

КОНТРОЛЬ КОЛИЧЕСТВА КАБЕЛЕЙ

IV.3. Следует осуществлять контроль за количеством кабелей с полимерной изоляцией в кабельных желобах и кабельных магистралях. Эти меры контроля необходимы для предотвращения того, чтобы пожарная нагрузка превышала предел огнестойкости противопожарных барьеров отсека, и сведения к минимуму скорости распространения пожара по кабельным желобам. Меры контроля могут включать ограничение числа и размеров кабельных желобов и/или изоляционной нагрузки, и следует обеспечивать, чтобы они соответствовали характеристикам горения используемых кабелей.

ОГНЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

IV.4. Хотя квалификационные испытания трудносгораемых электрических кабелей различаются в деталях в зависимости от национальных стандартов,

крупномасштабные испытания кабелей на распространение пламени часто проводятся на образцах вертикально расположенных кабелей, которые подвергаются воздействию пламени от огневого источника. К числу важных переменных факторов при проведении испытаний кабелей на огнестойкость относятся:

- количество кабелей, представляющих собой источник зажигания;
- расположение кабелей;
- стойкость к воспламенению;
- скорость распространения пожара;
- скорость воздушного потока;
- тепловая изоляция помещения (корпуса);
- токсичность и корродируемость, связанные с дымообразованием.

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА КАБЕЛЕЙ

IV.5. В некоторых случаях для защиты электрических кабелей от пожара может требоваться применение специальных пассивных средств защиты. Такие меры включают:

- нанесение покрытия на кабели с целью уменьшения потенциальной возможности возгорания и распространения пламени;
- применение кабельных оболочек для отделения от других пожарных нагрузок и других систем;
- противопожарные преграды для ограничения распространения пламени.

Поскольку эти меры могут приводить к перегреву кабелей и изменению действующей нагрузки, указанные факторы следует учитывать при подборе материалов для использования.

IV.6. Опыт тушения крупных пожаров, связанных с горением электрических кабелей, показывает, что вода обеспечивает быстрое гашение таких пожаров. Автоматические водяные системы (например, спринклеры) следует использовать в качестве основной системы пожаротушения для гашения пожаров, связанных с горением электрических кабелей. В связках кабелей могут возникать скрытые пожары, которые нелегко поддаются тушению газовыми огнетушащими веществами. Если в этом случае используется газовая система, при ее проектировании следует учитывать возможность возникновения скрытого пожара. Как правило, предпочтение отдается водяным системам.

IV.7. В случаях, когда в дополнение к стационарным автоматическим системам пожаротушения на участках с высокой концентрацией электрических кабелей необходимы ручные противопожарные средства, следует обеспечивать, чтобы пожарные имели соответствующую подготовку по использованию применяемых методов и оборудования.

IV.8. Это не означает, что стационарные водяные системы следует устанавливать повсюду. Оборудование, которое может быть повреждено водой, следует защищать экранами или размещать на соответствующем удалении от источника пожарной опасности и воды. Для слива воды, используемой для целей пожаротушения, следует предусматривать дренаж, с тем чтобы накопление водяной массы не выводило из строя узлы, важные для безопасности.

IV.9. Потенциальные последствия пожаров, связанных с возгоранием кабелей, могут быть уменьшены путем соответствующего пространственного разделения в рамках применения принципа локализации пожара, либо принципа воздействия на пожар (см. Дополнение I).

IV.10. В некоторых случаях благодаря только пространственному разделению без применения горючих материалов или его сочетанию с мерами по обеспечению пожарной безопасности может обеспечиваться достаточная защита, с тем чтобы исключить повреждение резервных узлов, важных для безопасности, в результате возможного одноочагового пожара. Невозможно установить какое-то единственное минимальное расстояние, которое будет обеспечивать адекватное безопасное разделение для всех случаев; адекватность разделения следует определять, тщательно анализируя конкретные ситуации (см. [4], где приводятся дополнительные руководящие материалы по анализу пожарной опасности).

IV.11. Предпочтительным подходом к разделению резервных компонентов системы безопасности следует считать создание непроницаемых противопожарных барьеров (см. Дополнение III, в котором рассматриваются вопросы, связанные с барьерами, имеющими соответствующий предел огнестойкости, и защитой проходок).

Дополнение V

СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРОВ

V.1. В настоящем дополнении изложены дополнительные руководящие материалы по факторам, которые необходимо учитывать при подборе извещателей для конкретных применений.

ТИПЫ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

V.2. Пожарные извещатели подразделяются на следующие основные категории:

- (1) Тепловые извещатели, включая: а) хрупкие чувствительные элементы и плавкие вставки, которые обычно используются в качестве активаторов в спринклерных системах; и б) монтируемые на потолке датчики точечного типа, линейные термодетекторные кабели, термодатчики, а также термопары и термометры сопротивления, все из которых используются в системах обнаружения, приводимых в действие электрическим током.
- (2) Дымовые извещатели (или детекторы продуктов горения): наиболее распространенными типами являются детекторы с ионизационной камерой и оптические детекторы. Аспирационная система обнаружения дыма непрерывно отбирает пробы атмосферного воздуха в различных местах посредством трубок, которые соединены с центральным дымовым извещателем.
- (3) Пламенные детекторы (инфракрасные и ультрафиолетовые детекторы): они используются обычно для обнаружения воспламенения.
- (4) Детекторы горючих газов: они используются для контроля за участком или помещением, где возможно появление воспламеняющихся газов и горючих воздушных смесей.
- (5) Пожарные извещатели раннего предупреждения на начальной стадии.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕТЕКТОРАХ

V.3. Тепловые извещатели обычно размещаются непосредственно над защищаемым оборудованием или вокруг него и используются в случаях, когда атмосферные условия могут вызывать подачу ложных сигналов дымовыми извещателями; например, в помещениях, где могут присутствовать масляные пары. Тепловые извещатели используются также для раннего предупреждения

о повышении температуры воспламеняющейся жидкости до опасного уровня. Еще одним применением тепловых извещателей является укладка в непосредственной близости от источника опасности (например, кабельных желобов) линейных термосенсорных кабелей, которые срабатывают при достижении определенного значения температуры в любой точке и включают затем систему пожаротушения, размещенную только вокруг данного участка.

V.4. Дымовые извещатели обычно обнаруживают начало пожара на более ранней стадии, чем тепловые извещатели, и поэтому им следует отдавать предпочтение в большинстве случаев. Однако в местах, где возможны высокие уровни ионизирующих излучений, не следует использовать детекторы с ионизационной камерой, если они не прошли соответствующую аттестацию на применение в данной окружающей среде и существует программа планово-предупредительного технического обслуживания, проводимого с целью контроля их чувствительности. Следует тщательно выбирать места установки дымовых извещателей, так чтобы исключалось отрицательное воздействие вентиляционных систем на их работу.

V.5. Инфракрасные и ультрафиолетовые извещатели способны быстро обнаруживать пламя. Их следует применять в таких местах, как помещения дизель-электрических агрегатов, где наличие вращающихся механизмов в сочетании с воспламеняющимися жидкостями с высокой теплотой сгорания может приводить к быстро развивающемуся пожару. Следует тщательным образом осуществлять подбор извещателей, с тем чтобы другие источники инфракрасного или ультрафиолетового излучения (например, горячие трубы или солнечный свет) не приводили к появлению ложных сигналов тревоги.

V.6. Детекторы воспламеняющихся газов, подходящие для использования в случае газов, появления которых можно ожидать, следует устанавливать в таких местах, как внутренние помещения для хранения водорода, в которых возможно появление воспламеняющихся газозвоздушных смесей в нормальных или аварийных условиях.

V.7. Непрерывно разрабатываются новые типы извещателей и детекторов. Действие некоторых типов детекторных систем основано на отборе проб воздуха и высокочувствительном детектировании частиц дыма, и поэтому целесообразно их применять для целей раннего предупреждения. Другие типы систем, в которых используются методы визуального сравнения, также обеспечивают более раннее предупреждение, чем традиционные системы.

V.8. Извещатели и детекторы всех типов могут использоваться в качестве активаторов для систем пожаротушения. Благодаря более высокой надежности тепловые извещатели, как правило, используются для приведения в действие водяных систем пожаротушения. Для помещений с высокой пожарной опасностью, в которых необходимо обеспечивать быструю реакцию, таких, как склады огнеопасных жидкостей, обычно применяются дымовые извещатели или оптические детекторы. Такие детекторы, как правило, также используются для приведения в действие газовых систем.

ПОДБОР И РАЗМЕЩЕНИЕ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

V.9. Подбор типов пожарных извещателей и их размещение следует осуществлять тщательно, с тем чтобы обеспечить их требуемое срабатывание в случае возникновения пожара. На срабатывание пожарных извещателей при развитии пожара могут влиять многие факторы, к которым относятся:

- скорость горения;
- параметры изменения скорости горения;
- характеристики горящих материалов;
- высота потолочного перекрытия;
- положение и места размещения извещателей;
- расположение стен;
- наличие препятствий для газового потока;
- вентиляция помещений;
- характеристики чувствительности извещателей.

V.10. Следует проводить анализы с целью оценки эффективности выбранных типов и мест размещения пожарных извещателей.

Дополнение VI

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СПРИНКЛЕРНЫЕ И ДРЕНЧЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

VI.1. Вода в принципе считается наиболее эффективным средством огнетушения в случае возгорания обычных твердых горючих материалов и воспламеняющихся жидкостей. Спринклерные и дренчерные системы продемонстрировали свою эффективность при тушении пожаров, связанных с воспламенением горючих жидкостей, в том числе пожаров в бассейнах выдержки и возгораний аэрозолей под давлением. Дренчерные системы соответствующей конструкции могут также безопасно применяться для защиты электрических устройств под напряжением, таких, как трансформаторы.

VI.2. К спринклерным и дренчерным системам относятся все противопожарные системы, которые производят выброс водяных струй для подавления и тушения пожаров. Эти системы могут быть с головками открытого и/или закрытого типа. В системах с головками закрытого типа спринклерные головки имеют плавкие вставки или хрупкие элементы, которые исключают выброс воды до достижения определенной минимальной температуры. В системах с головками открытого типа подача воды включается после ручного или автоматического открытия клапана в системе трубопроводов.

VI.3. Недавно были разработаны системы пожаротушения водяным туманом. В этих системах использование сопел с очень высоким давлением и соударением струй воды, спиральных или вихревых сопел, имеющих особую внутреннюю конструкцию, либо двухфазных сопел (например, с водой и сжатым воздухом) обеспечивает получение очень мелких капель воды на выходе системы. Системы пожаротушения водяным туманом обладают многими преимуществами, которые обеспечивают водяные системы. Их главное достоинство заключается в том, что для подавления огня оказывается достаточным относительно небольшой объем воды. Системы пожаротушения водяным туманом имеют более сложную конструкцию ввиду необходимости применения более высокого давления. Эти системы следует устанавливать в соответствии со строгими прошедшими проверку требованиями, применяемыми в отношении специального оборудования и проекта станции.

VI.4. Тип и характеристики используемых спринклерных головок или сопел (форсунок) и компоновку самой системы следует выбирать в привязке к данной пожарной опасности.

VI.5. Помимо ожидаемого воздействия огня, определенного при проведении анализа пожарной опасности, при проектировании спринклерных и дренчерных систем следует рассматривать различные факторы. Эти факторы включают расстояние между спринклерными головками и выбор точек их размещения, температурные характеристики и время срабатывания активаторов или спринклерных головок, а также расход воды, необходимый для тушения пожара.

VI.6. Требуемое расстояние между спринклерными головками следует определять на основе производительности отдельных устройств и вероятной степени пожарной опасности, для противодействия которой предназначена защита, рассчитанной по результатам анализа пожарной опасности. Определение расстояния между спринклерными головками только на основе действующих норм не обязательно приводит к обеспечению надлежащего уровня защиты от всех пожарных опасностей.

VI.7. Места размещения спринклерных головок следует тщательно выбирать с целью оптимизации своевременного пожаротушения и распределения водяных струй с минимальными препятствиями для этого.

VI.8. Температурные характеристики спринклерных головок следует выбирать таким образом, чтобы нормальная максимальная температура окружающей среды была определено ниже номинальной температуры срабатывания головки.

VI.9. В случаях, когда анализ пожарной опасности требует быстрого срабатывания спринклерной системы, следует использовать спринклерные головки с более высоким быстродействием, например заливную систему, включаемую дымовыми извещателями системы обнаружения пожаров.

VI.10. Скорость водяного потока или его плотность являются важнейшим параметром при определении эффективности спринклеров в тушении того или иного пожара. Плотность водяного потока спринклерной системы зависит от диаметра выпускных отверстий спринклерных головок, емкости источника водоснабжения и давления в системе, а также от размеров и компоновки сети трубопроводов спринклерной системы. Ожидаемая плотность потока может быть определена посредством гидравлических расчетов. Расчетные плотности потока следует тщательно определять в соответствии с расчетной интенсивностью пожара.

VI.11.Выброс водяного потока спринклерными системами в случае реального пожара или в результате случайного включения спринклеров может привести к ложному срабатыванию электрических систем, чувствительных к влаге. Потенциальную возможность и последствия ложного срабатывания из-за включения спринклеров следует оценивать при проведении анализа пожарной опасности. Может требоваться специальная защита чувствительных элементов систем, важных для безопасности, от воздействия влаги.

VI.12.В случае использования водяных систем пожаротушения следует предусматривать средства для локализации потенциально загрязненной воды, а также следует предусматривать надлежащий дренаж, обеспечивающий предотвращение неконтролируемого выброса радиоактивного материала в окружающую среду.

VI.13.Для быстрого принятия противопожарных мер предпочтительнее использовать автоматические спринклерные системы. Спринклерные системы, управляемые вручную, следует применять только в случаях, когда анализ пожарной опасности ясно показывает, что задержка в срабатывании спринклерной системы при возникновении аварийной пожарной ситуации не будет ставить под угрозу безопасность станции.

Дополнение VII

СИСТЕМЫ ГАЗОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

VII.1. Газовые огнетушащие составы обычно называют чистыми средствами, поскольку они не оставляют никаких остатков при их применении. Поскольку они являются также непроводящими веществами, их совокупные характеристики делают их подходящими для защиты электрооборудования. Имеется несколько типов систем газового пожаротушения, и разрабатываются новые системы. Преимущества систем с чистыми средствами сводятся на нет необходимостью поддержания концентрации огнетушащего средства, сложностью соответствующих систем, их неспособностью обеспечивать охлаждение и одноразовым характером их использования.

VII.2. В целом существуют два метода обеспечения противопожарной защиты газовыми огнетушащими средствами: 1) локальное применение, когда такое средство подается к месту расположения источника пожарной опасности или конкретной единицы оборудования; 2) полное затопление, при котором огнегасительное средство подается в противопожарный отсек или в закрытое оборудование, такое, как распределительное устройство. Некоторые огнетушащие средства непригодны для локального применения.

VII.3. Следует обеспечивать, чтобы общее количество газового огнетушащего вещества было достаточным для тушения пожара. Это обычно достигается посредством разбавления кислорода – исключение составляют галогенизированные средства. При определении требуемого количества вещества следует учитывать герметичность помещения (корпуса), необходимую концентрацию для борьбы с конкретной пожарной опасностью, интенсивность подачи вещества и время, в течение которого должна поддерживаться расчетная концентрация.

VII.4. Следует проводить оценку последствий повышения давления для элементов конструкции защищенных помещений в результате подачи газовых огнетушащих веществ, и при необходимости следует обеспечивать безопасное вентилирование. При выборе средств вентилирования необходимо соблюдать осторожность, с тем чтобы не переносить избыточное давление или окружающие условия в зону сброса.

VII.5. Следует принимать во внимание потенциальную возможность нанесения ущерба в результате теплового удара при срабатывании системы газового пожаротушения и подаче огнетушащего вещества непосредственно в место

расположения оборудования. Это может происходить при местном ручном включении и во время автоматической подачи огнетушащего вещества в шкафы с электрооборудованием.

VII.6. Пожаротушащие средства на основе галогенизированных углеводородов гасят огонь, прерывая химическую реакцию горения. Эти средства переходят в парообразное состояние до или во время их применения и не оставляют никаких остатков в виде твердых частиц. Нежелательное свойство некоторых из этих средств (галонов) состоит в том, что они выделяют бром в летучей форме, который оказывает пагубное воздействие на озоновый слой Земли. Поэтому использование галонов прекращается.

VII.7. При применении метода полного затопления требуется обеспечение быстрого и равномерного распределения газа по всему затопляемому пространству. Это обычно достигается в течение 10–30 с после приведения в действие системы за счет использования специальных сопел (распылительных головок) и соответствующей системы, имеющей особую конструкцию. Быстрое распределение газа особенно важно в случае, когда газообразное вещество тяжелее воздуха, в целях сведения к минимуму стратификации газа в помещении и его возможной ускоренной утечки.

VII.8. Для всех систем газового пожаротушения при вводе в эксплуатацию обычно требуются эксплуатационные испытания в виде реальных испытаний с подачей огнетушащих веществ или путем применения эквивалентных методов, таких, как герметизация помещения избыточным давлением.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: проектирование, Серия норм безопасности, № NS-R-1, МАГАТЭ, Вена (2003).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Пожарная безопасность при эксплуатации атомных электростанций, Серия норм безопасности, № NS-G-2.1, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Inspection of Fire Protection Measures and Fire Fighting Capability at Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-P-6, IAEA, Vienna (1994).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Evaluation of Fire Hazard Analyses for Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-P-9, IAEA, Vienna (1995).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment of the Overall Fire Safety Arrangements at Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-P-11, IAEA, Vienna (1996).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Treatment of Internal Fires in Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 10, IAEA, Vienna (1998).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Preparation of Fire Hazard Analyses for Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 8, IAEA, Vienna (1998).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.5, IAEA, Vienna (2003).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Protection against Internal Hazards Other than Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.11, IAEA, Vienna (2004).
- [10] [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.3, IAEA, Vienna (2002).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Design of Emergency Power Systems for Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.8, IAEA, Vienna (2004).
- [12] ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Готовность и реагирование в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации, Серия норм безопасности № GS-R-2, МАГАТЭ, Вена (2003).

- [13] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Обеспечение качества для безопасности атомных электростанций и других ядерных установок, Серия изданий по безопасности, № 50-C/SG-Q, МАГАТЭ, Вена (1998).

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Contri, P.	Международное агентство по атомной энергии
Haighton, A.P.	British Energy Generation Ltd, Соединенное Королевство
Kaercher, M.	Electricité de France, Франция
Lojk, R.	Комиссия по ядерной безопасности Канады, Канада
Maillet, E.	Association Vinçotte Nuclear, Бельгия
Tezuka, H.	Международное агентство по атомной энергии

ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ

Звездочкой () отмечены члены-корреспонденты. Членам-корреспондентам направляются проекты документов для замечаний, а также другая документация, но они, как правило, не принимают участия в работе совещаний.*

Комиссия по нормам безопасности

Аргентина: Oliveira, A.; Бразилия: Caubit da Silva, A.; Канада: Pereira, J.K.; Франция: Gauvain, J.; Lacoste, A.-C.; Германия: Renneberg, W.; Индия: Sukhatme, S.P.; Япония: Tobioka, T.; Корея, Республика: Eun, S.; Российская Федерация: Малышев, А.Б.; Вишневский, Ю.Г.; Испания: Azuaga, J.A.; Santoma, L.; Швеция: Holm, L.-E.; Швейцария: Schmocker, U.; Украина: Грищенко, В.; Соединенное Королевство: Hall, A.; Williams, L.G. (председатель); Соединенные Штаты Америки: Travers, W.D.; МАГАТЭ: Karbassioun, A. (координатор); Международная комиссия по радиологической защите: Clarke, R.H.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Shimomura, K.

Комитет по нормам ядерной безопасности

*Аргентина: Sajaroff, P.; Австралия: MacNab, D.; *Беларусь: Судков, И.; Бельгия: Govaerts, P.; Бразилия: Salati de Almeida, I.P.; Болгария: Ганчев, Т.; Канада: Hawley, P.; Китай: Wang, J.; Чешская Республика: Böhm, K.; *Египет: Hassib, G.; Финляндия: Reiman, L. (председатель); Франция: Saint Raymond, P.; Германия: Feige, G.; Венгрия: Vöröss, L.; Индия: Kushwaha, H.S.; Ирландия: Hone, C.; Израиль: Hirshfeld, H.; Япония: Yamamoto, T.; Корея, Республика: Lee, J.-I.; Литва: Demcenko, M.; *Мексика: Delgado Guardado, J.L.; Нидерланды: de Munk, P.; *Пакистан: Hashimi, J.A.; *Перу: Ramírez Quijada, R.; Российская Федерация: Баклушин, Р.П.; Южная Африка: Bester, P.J.; Испания: Mellado, I.; Швеция: Jende, E.; Швейцария: Aeberli, W.; *Таиланд: Tanipanichskul, P.; Турция: Alten, S.; Соединенное Королевство: Hall, A.; Соединенные Штаты Америки: Mayfield, M.E.; Европейская комиссия: Schwartz, J.-C.; МАГАТЭ: Bevington, L. (координатор); Международная организация по стандартизации: Nigon, J.L.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Hrehor, M.*

Комитет по нормам радиационной безопасности

Аргентина: Rojkind, R.H.A.; *Австралия:* Melbourne, A.; **Беларусь:* Рыдлевский, Л.; *Бельгия:* Smeesters, P.; *Бразилия:* Amaral, E.; *Канада:* Bundy, K.; *Китай:* Yang, H.; *Куба:* Betancourt Hernandez, A.; *Чешская Республика:* Drabova, D.; *Дания:* Ulbak, K.; **Египет:* Hanna, M.; *Финляндия:* Markkanen, M.; *Франция:* Piechowski, J.; *Германия:* Landfermann, H.; *Венгрия:* Koblinger, L.; *Индия:* Sharma, D.N.; *Ирландия:* Colgan, T.; *Израиль:* Laichter, Y.; *Италия:* Sgrilli, E.; *Япония:* Yamaguchi, J.; *Корея, Республика:* Kim, C.W.; **Мадагаскар:* Andriambololona, R.; **Мексика:* Delgado Guardado, J.L.; **Нидерланды:* Zuur, C.; *Норвегия:* Saxebol, G.; **Перу:* Medina Gironzini, E.; *Польша:* Merta, A.; *Российская Федерация:* Кутков, В.; *Словакия:* Jurina, V.; *Южная Африка:* Olivier, J.H.I.; *Испания:* Amor, I.; *Швеция:* Hofvander, P.; *Мoberg, L.; Швейцария:* Pfeiffer, H.J.; **Таиланд:* Pongpat, P.; *Турция:* Uslu, I.; *Украина:* Лихтарев, И.А.; *Соединенное Королевство:* Robinson, I. (председатель); *Соединенные Штаты Америки:* Paperiello, C.; *Европейская комиссия:* Janssens, A.; *МАГАТЭ:* Boal, T. (координатор); *Международная комиссия по радиологической защите:* Valentin, J.; *Международное бюро труда:* Niu, S.; *Международная организация по стандартизации:* Perrin, M.; *Международная ассоциация радиационной защиты:* Webb, G.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР:* Lazo, T.; *Панамериканская организация здравоохранения:* Jimenez, P.; *Научный комитет ООН по действию атомной радиации:* Gentner, N.; *Всемирная организация здравоохранения:* Carr, Z.

Комитет по нормам безопасности перевозки

Аргентина: López Vietri, J.; *Австралия:* Colgan, P.; **Беларусь:* Зайцев, С.; *Бельгия:* Cottens, E.; *Бразилия:* Mezrahi, A.; *Болгария:* Бакалова, А.; *Канада:* Viglasky, T.; *Китай:* Pu, Y.; **Дания:* Hannibal, L.; *Египет:* El-Shinawy, R.M.K.; *Франция:* Aguilar, J.; *Германия:* Rein, H.; *Венгрия:* Sáfár, J.; *Индия:* Nandakumar, A.N.; *Ирландия:* Duffy, J.; *Израиль:* Koch, J.; *Италия:* Trivelloni, S.; *Япония:* Saito, T.; *Корея, Республика:* Kwon, S.-G.; *Нидерланды:* Van Halem, H.; *Норвегия:* Hornkjøl, S.; **Перу:* Regalado Сампаña, S.; *Румыния:* Vieru, G.; *Российская Федерация:* Ершов, В.Н.; *Южная Африка:* Jutle, K.; *Испания:* Zamora Martin, F.; *Швеция:* Pettersson, B.G.; *Швейцария:* Knecht, B.; **Таиланд:* Jerachanchai, S.; *Турция:* Köksal, M.E.; *Соединенное Королевство:* Young, C.N. (председатель); *Соединенные Штаты Америки:* Brach, W.E.; McGuire, R.; *Европейская комиссия:* Rossi, L.; *Международная ассоциация воздушного транспорта:* Abouchaar, J.; *IAEA:* Wangler, M.E. (координатор); *Международная организация гражданской авиации:* Rooney, K.; *Международная федерация ассоциаций линейных пилотов:* Tisdall, A.; *Международная морская организация:* Rahim, I.;

Международная организация по стандартизации: Malesys, P.; Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций: Kervella, O.; Всемирный институт по ядерным перевозкам: Lesage, M.

Комитет по нормам безопасности отходов

*Аргентина: Siraky, G.; Австралия: Williams, G.; *Беларусь: Роздяловская, Л.; Бельгия: Baekelandt, L. (председатель); Бразилия: Xavier, A.; *Болгария: Симеонов, Г.; Канада: Ferch, R.; Китай: Fan, Z.; Куба: Benitez, J.; *Дания: Øhlenschlaeger, M.; *Египет: Al Adham, K.; Al Sorogi, M.; Финляндия: Ruokola, E.; Франция: Averous, J.; Германия: von Dobschütz, P.; Венгрия: Czoch, I.; Индия: Raj, K.; Ирландия: Pollard, D.; Израиль: Avraham, D.; Италия: Dionisi, M.; Япония: Irie, K.; Корея, Республика: Song, W.; *Мадагаскар: Andriambololona, R.; Мексика: Aguirre Gómez, J.; Delgado Guardado, J.; Нидерланды: Selling, H.; *Норвегия: Sorlie, A.; Пакистан: Hussain, M.; *Перу: Gutierrez, M.; Российская Федерация: Полуэктов, П.П.; Словакия: Konecny, L.; Южная Африка: Pather, T.; Испания: López de la Higuera, J.; Ruiz López, C.; Швеция: Wingefors, S.; Швейцария: Zurkinden, A.; *Таиланд: Wangcharoenroong, B.; Турция: Osmanlioglu, A.; Соединенное Королевство: Wilson, C.; Соединенные Штаты Америки: Greeves, J.; Wallo, A.; Европейская комиссия: Taylor, D.; IAEA: Hioki, K. (координатор); Международная комиссия по радиологической защите: Valentin, J.; Международная организация по стандартизации: Hutson, G.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Riotte, H.*

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА
ISBN 978-92-0-402908-6
ISSN 1020-5845