

## К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Г. Е. Голиневич, к.т.н., ведущий научный сотрудник НТЦ ЯРБ

В соответствии с требованиями основополагающих нормативных документов в области противопожарной защиты [1, 2] пожарная безопасность промышленного объекта на всех стадиях его жизненного цикла должна обеспечиваться системой предотвращения (предупреждения возникновения) пожара и системой противопожарной защиты.

Система предотвращения пожара предназначена для предупреждения (уменьшения вероятности) его возникновения путем предупреждения образования горючей среды и (или) источников зажигания.

Система противопожарной защиты предназначена для своевременного обнаружения, локализации и тушения пожара с целью защиты персонала и материальных ценностей объекта от воздействия опасных факторов пожара, превышающих допустимые значения [1].

В [1, 2] под вышеуказанными системами рассматривается совокупность специальных противопожарных технических средств и организационно-технических мер. Совокупность обеих систем может быть названа "системой обеспечения пожарной безопасности (противопожарной защиты) промышленного объекта".

В качестве пожаробезопасного в [1, 2] принимается состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью обеспечивается защита персонала и материальных ценностей (оборудования, зданий и сооружений) от опасных факторов пожара. Как правило, последствия пожара (ущерб, включая гибель людей) прямо пропорциональны масштабам и длительности пожара.

Переходя от промышленных объектов к атомным станциям (АС), отметим следующие обстоятельства (особенности):

1. В соответствии с классификацией [3] все типы ядерного топлива, применяющегося на российских энергоблоках, относятся к негорючим материалам. Вместе с тем при обращении с ядерным топливом для тушения пожаров других горючих материалов должны быть предусмотрены меры, исключающие возможность возникновения самоподдерживающейся цепной реакции (преимущественно при групповом хранении и транспортировке ядерного топлива).

Поэтому, например, в хранилищах ядерного топлива запрещено [4] использование огнетушащих веществ, применение которых может повысить значение эффективного коэффициента размножения нейтронов (в основном воды и воздушно-механической пены).

2. Пожарная опасность горючих материалов (натрий, изоляция электрических проводов и кабелей, турбинное и трансформаторное масла, дизельное топливо, водород и др.), которые в ходе эксплуатации подверглись радиационному воздействию, практически не отличается от пожарной опасности "чистых" материалов [5]. Последнее обстоятельство связано с незначительным количеством радионуклидов (доли процента) в общей массе каждого материала.

Тем не менее при ручном (неавтоматическом) тушении пожара необходима защита человека от воздействия ионизирующих излучений, поверхностного загрязнения и попадания в организм радиоактивных веществ.

3. К дополнительной особенности тушения пожаров на энергоблоках АС, напрямую не связанной со свойствами ядерных и радиоактивных материалов, может быть отнесена необходимость тушения отдельных пожаров электрооборудования под напряжением (до 6 кВ), которое, по условиям обеспечения ядерной и радиационной безопасности, не может быть оперативно обесточено при пожаре.

Проблема водородной взрыво- и пожаробезопасности энергоблоков АС в статье не рассматривается.

Вместе с тем сформулированное выше по [1, 2] определение пожаробезопасного состояния промышленного объекта и рассмотренные особенности тушения пожаров на АС не учитывают принципиальную (специфическую и основную) опасность энергоблока. Такой

опасностью является потенциальная возможность радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду при выходе радиоактивных веществ за физические барьеры безопасности при нарушении пределов и условий безопасной эксплуатации и (или) при аварии [6].

Эта опасность обусловлена главным образом следующими особенностями всех типов ядерных реакторов:

- постоянным наличием в реакторе значительного количества радиоактивных веществ (ядерного топлива), от воздействия которых следует защищать персонал, население и окружающую среду при аварии;
- продолжительным выделением значительного количества энергии в реакторе, которое поддерживается за счет продолжающегося деления радиоактивных продуктов в активной зоне даже после остановки реактора.

В соответствии с вышеуказанными особенностями для обеспечения ядерной и радиационной безопасности, в том числе и при возникновении пожара, необходимо обеспечить следующие условия [6]:

- контроль над цепной ядерной реакцией, а следовательно, мощностью реактора;
- поддержание теплогидравлических условий в реакторе, способных обеспечить необходимое охлаждение ядерного топлива с целью сохранения герметичности оболочек тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов);
- удержание радиоактивных продуктов, содержащихся в ядерном топливе, теплоносителе первого контура, герметичном ограждении реактора и некоторых других помещениях.

На каждой АС существует вероятность того, что пожар станет причиной или сопутствующим событием аварии. В этом случае масштабы опасности и последствия (ущерб) могут возрасти многократно, независимо от величины опасных факторов и масштабов пожара. Угрозой для АС могут быть (и были) относительно небольшие пожары, например, в кабельных сооружениях систем управления или энергоснабжения реактора [7]. Такие пожары могут быть не связаны с гибелью персонала или значительными материальными потерями от непосредственного воздействия опасных факторов пожара.

Поэтому в том случае, когда пожар входит в число событий, которые могут привести к аварии, соответствующие противопожарные мероприятия должны быть учтены при обеспечении ядерной и радиационной безопасности АС [7].

По статистическим данным эксплуатации зарубежных и российских АС [8], частота возникновения таких пожаров достигает значений порядка  $10^{-1}$  реактор/год, т. е. за период эксплуатации энергоблока на нем может быть несколько пожаров, оказывающих то или иное влияние на ядерную и (или) радиационную безопасность.

В отличие от промышленного объекта у системы обеспечения пожарной безопасности (противопожарной защиты по терминологии [9]) АС должна быть дополнительной функцией. Она обусловлена необходимостью защиты от любого пожара систем, важных для ядерной и радиационной безопасности.

В частности, в [10,11] принимается, что противопожарная защита АС достаточна, если в проекте и при эксплуатации решены следующие задачи ("эшелоны" противопожарной защиты):

1. Предупреждение возникновения пожара (система предупреждения пожара по терминологии [1]).
2. Своевременное обнаружение и ликвидация пожара средствами активной противопожарной защиты (система противопожарной защиты по терминологии [1]).
3. Ограничение распространения пожара с помощью конструктивных и технологических мер, принимаемых в проекте АС. За счет этого уменьшается воздействие пожара на системы, ответственные за безопасный останов, расхолаживание реактора и локализацию (удержание) радиоактивных веществ в установленных границах, даже в том случае, если пожар не удастся ликвидировать средствами противопожарной защиты (условная система обеспечения ядерной и радиационной безопасности при пожаре).

Совокупность систем 1, 2 и 3 может быть названа "системой обеспечения пожарной безопасности (противопожарной защиты по [9]) атомной станции".

Можно увидеть, что для АС, по сравнению с промышленным объектом, последняя задача (система) является дополнительной и специфической. Ее решение достигается комплексом не только противопожарных, но и конструктивно-технологических мероприятий, предусматриваемых на АС для защиты систем, важных для безопасности, от отказа по общей причине. Основными способами такой защиты в случае пожара являются [6, 9, 10]:

- резервирование систем безопасности (СБ) в количестве, обеспечивающем выполнение ими проектных функций в процессе и после пожара;
- физическое разделение каналов СБ противопожарными преградами (барьерами) с нормируемыми пределами огнестойкости и (или) безопасными (предельными) расстояниями для исключения одновременного воздействия пожара на разные каналы этих систем, т.е. размещение каналов СБ в разных пожарных зонах (в соответствии с принципом локализации пожара [10]).

При технической невозможности размещения резервируемых каналов СБ в разных пожарных зонах необходимо использовать способ обнаружения и тушения пожара на начальной стадии его развития. В этом случае к автоматическим установкам пожаротушения необходимо предъявлять повышенные требования как к обеспечивающим системам безопасности [6,9].

При размещении в пожарной зоне элементов только одного канала СБ ограждающие строительные конструкции, устройства огнепреграждения (противопожарные клапаны, двери и др.) на коммуникациях, пересекающих ограждающие конструкции каждого канала, а также установки обнаружения и тушения пожара следует относить к системам или элементам, важным для безопасности [6, 9].

Таким образом, на основе вышеизложенных соображений и в соответствии с рекомендациями [10] принцип эшелонированной противопожарной защиты предполагает, что при проектировании и эксплуатации АС должно быть выполнено:

- сведена к разумному минимуму возможность возникновения пожара;
- обеспечено обнаружение и тушение пожаров путем применения автоматических и (или) неавтоматических (ручных) средств ликвидации пожаров;
- обеспечено физическое разделение резервных каналов систем безопасности с помощью огнестойких противопожарных барьеров и (или) предельных расстояний.

Под системой противопожарной защиты (обеспечения пожарной безопасности) АС следует понимать рассмотренный выше комплекс соответствующих технических средств и организационных, технических, технологических и противопожарных мероприятий. Этот комплекс служит неотъемлемой частью АС и должен быть реализован на стадиях проектирования и сооружения, а также поддерживаться в исправном состоянии в период эксплуатации.

Обоснование ядерной и радиационной безопасности каждого энергоблока АС при возникновении пожара должно быть выполнено на стадии проектирования [9, 10, 11]. Это обоснование необходимо пересматривать периодически в процессе эксплуатации, а также при проведении любой модернизации, которая может оказывать влияние на пожарную, ядерную и радиационную безопасность. Методические рекомендации по выполнению этого обоснования содержатся в [9, 10, 12].

Конкретные требования, способы, методы, технические средства и организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при проектировании и эксплуатации АС рассматриваются и регламентируются в [9, 10, 11, 13].

Таким образом, основные специфические особенности противопожарной защиты АС (энергоблока) заключаются в следующем:

- необходимость обеспечения ядерной и радиационной безопасности при пожаре на системах энергоблока важных для безопасности, даже в том случае, если пожар не удастся ликвидировать средствами противопожарной защиты;
- учет того, что последствия от пожара (ущерб от пожара) АС могут быть не связаны с величинами опасных факторов, масштабом и длительностью пожара (последствия будут определяться конечными результатами аварии, обусловленной пожаром);

- необходимость защиты людей, участвующих в тушении пожара, от воздействия ионизирующих излучений, поверхностного загрязнения и попадания в организм радиоактивных веществ;
- использование для тушения пожара огнетушащих средств (веществ), применение которых не может привести к самоподдерживающейся цепной ядерной реакции (преимущественно при групповой транспортировке и хранении ядерного топлива);
- необходимость тушения пожаров на электрооборудовании под напряжением (до 6 кВ), которое, по условиям ядерной и радиационной безопасности, не может быть оперативно обесточено при пожаре.

На основании рассмотренных выше положений, требований [6, 9, 14] и международных рекомендаций [10, 11] к противопожарной защите АС можно сформулировать в следующем виде общий критерий пожарной безопасности атомной станции:

атомная станция (энергоблок) удовлетворяет требованиям пожарной безопасности, если при возникновении пожара обеспечивается ее ядерная и радиационная безопасность, а также защита персонала и материальных ценностей от опасных факторов пожара.

Количественные показатели для этого каждой из составляющих критерия следует принимать с учетом требований [1, 2] в части защиты персонала и материальных ценностей от опасных факторов пожара и требований [6] в части обеспечения ядерной и радиационной безопасности при пожаре.

По аналогии вышеуказанный критерий может быть использован при обосновании противопожарной защиты и для других объектов использования атомной энергии.

### Литература

1. ГОСТ 12.1.004-91, Пожарная безопасность. Общие требования. - М.: Госстандарт Союза ССР.
2. ГОСТ Р 12.3.047-98, Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. - М.: Госстандарт РФ.
3. ГОСТ 12.1.044-89, Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. - М.: Госстандарт Союза ССР.
4. Правила безопасности при хранении и транспортировании ядерного топлива на объектах использования атомной энергии, НП-061-05. - М.: Ростехнадзор, 2005.
5. Микеев А.К. Противопожарная защита атомных электростанций. - М.: Энергоиздат, 1990.
6. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций, (ОПБ-88/97), ПНАЭ Г-1-011-97. - М.: Госатомнадзор России, 1998.
7. Гордон Б.Г. Понятия безопасности при использовании атомной энергии //Вестник Госатомнадзора России, 2001, № 2.
8. Лобанова Н.А. Организация противопожарной защиты атомных станций нового поколения. Материалы конференции "Состояние и перспективы развития противопожарной защиты АЭС", г. Сосновый Бор, 2000.
9. Противопожарная защита атомных станций. Нормы проектирования. НПБ-114-02. - М.: МЧС России, 2002.
10. Противопожарная защита атомных станций. Руководство по безопасности. МАГАТЭ № 50-SG-D2. Вена, 1998.
11. Пожарная безопасность при эксплуатации атомных станций. Руководство по безопасности. МАГАТЭ № NS-G-2.1. Вена, 2002.
12. Методология анализа влияния пожаров и их последствий на безопасный останов и расхолаживание реакторной установки. - М.: Концерн "Росэнергоатом", 2000.
13. Правила пожарной безопасности при эксплуатации АЭС. ППБ-АС-95. - М.: Концерн "Росэнергоатом", 2005.
14. Пожарная безопасность атомных станций. Общие требования. НПБ 113-03. - М.: МЧС России, 2003.

