**Общие положения обеспечения пожарной безопасности энергообъектов**

В.Н. Камышев, начальник отдела технического аудита и безопасности производства Департамента технического аудита и генеральной инспекции ОАО РАО «ЕЭС России»

Из всех отраслей хозяйственной деятельности человека энергетика оказывает самое большое влияние на нашу жизнь. Тепло и свет в домах, транспортные потоки и работа промышленности – все это требует затрат энергии. Потребление энергии является обязательным условием существования человечества.

Электроэнергетика является одной из базовых отраслей экономики России и одной из нескольких естественных монополий. Имеющийся производственный потенциал полностью обеспечивает тепловой и электрической энергией промышленные предприятия и население России. Техническую основу энергетики составляют: 440 электростанций общей установленной мощностью более 197 тыс. МВт, в том числе АЭС – 21 тыс. МВт, производящие 787 млрд кВт/ч электрической энергии в год; ЛЭП общей протяженностью 3 018 тыс. км.

От надежных поставок электричества зависит надежная работа и развитие отраслей промышленности, народного хозяйства, качество защищенности государства в целом и каждого его гражданина в отдельности.

Электроэнергия – товар, который нигде не аккумулируется. Именно эта особенность превращает всю сложную электроэнергетическую систему, отдельные звенья которой могут быть географически удалены на многие сотни километров, в единый механизм и приводит к тому, что все элементы системы взаимно связаны и взаимодействуют. При таком тесном взаимодействии всех элементов системы энергоснабжения пожар, вызывающий массовый выход из строя оборудования, является одной из основных причин, вызывающих нарушения в работе электроснабжения и соответствующие материальные потери.

Существуют различные пути обеспечения пожарной безопасности объектов энергетики. При условии обеспечения безопасности людей, окончательный выбор требуемого уровня пожарной безопасности и способы достижения данного уровня остается за собственником предприятий.

Одним из таких путей является методический подход к обеспечению пожарной безопасности промышленных объектов; он основывается на трех принципиальных положениях: предотвращении возникновения пожаров, быстром обнаружении и тушении начавшихся пожаров, предотвращении распространения пожаров. Основными направлениями реализации указанного подхода являются: минимизация количества горючих матери‑ алов и возможных источников воспламенения, внедрение технических устройств обнаружения, сигнализации и борьбы с пожарами, подготовка и обучение обслуживающего персонала мероприятиям по противопожарной безопасности, организация пожарной охраны объектов. Теория обоснования проектных решений систем противопожарной защиты промышленных объектов, включающая технико-экономический анализ решений, исследование критериев их эффективности и анализ способов определения оптимальных вариантов, разработана в работе [1]. За меру эффективности систем противопожарной защиты принимается степень их соответствия выбранным критериям, характеризующим уровень пожарной безопасности. При этом требуемый уровень пожарной безопасности выбирается в зависимости от воздействия опасных факторов пожара на обслуживающий персонал, технологическое оборудование и строительные конструкции зданий и сооружений.

В ходе практической реализации данной теории для объектов, отдельных зданий и сооружений описанный подход сводится к определению граничных условий, отвечающих требуемому уровню пожарной безопасности, и выбору в этих ограничениях системы противопожарной защиты, имеющей более высокие показа‑ тели качества. При этом если эффективность систем противопожарной защиты для обеспечения безопасности обслуживающего персонала и предотвращения разрушения строительных конструкций оценивается по допустимому времени эвакуации людей и пределу огнестойкости строительных конструкций, то в качестве критерия оценки защищенности технологических систем предлагается использовать обобщенный показатель ущерба в денежном выражении. Неопределенность этого показателя и неадекватность получаемых результатов фактическому воздействию пожара на технологические элементы привели к тому, что в практике проектирования систем противопожарной защиты применение нашли два первых критерия.

В отмененных нормах проектирования пожарной автоматики зданий и сооружений [2] реализованы эти два критерия, основанные на нормативном методе обоснования проектных решений. Принцип нормативного подхода к выбору типа системы противопожарной защиты для промышленных объектов состоит в том, что для пожароопасных помещений в зависимости от категории производства назначены определенные размеры строительной площади, и если проектируемое или существующее помещение имеет площадь равную или большую нормативной, то применение определенного типа системы противопожарной защиты обязательно.

Несмотря на то, что такой подход слабо учитывает технологические особенности объекта, он широко используется в практике работы проектных организаций.

Во вновь изданных нормативных документах, в том числе и в НПБ 110-03, принцип нормативного подхода к выбору типа системы противопожарной защиты для промышленных объектов сохранен и адаптирован к новым условиям функционирования. В настоящее время, согласно п. 3 НПБ 110-03, тип автоматической установки тушения, способ тушения, вид огнетушащих средств, тип оборудования установок пожарной автоматики определяется организацией-проектировщиком в зависимости от технологических, конструктивных и объемно-планировочных особенностей защищаемых зданий и помещений с учетом требований действующих нормативно-технических документов. А в обязательном приложении 1 НПБ 110-03 представлен перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией. На основании НПБ 110-03 в ОАО РАО «ЕЭС России» разработан перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования энергетических предприятий, подлежащих защите установками автоматического пожаротушения и пожарной сигнализацией.

Второй метод – это «анализа риска» пожара и его использование для обоснования проектных решений систем противопожарной защиты помещений объектов энергетики.

Анализ основных направлений обеспечения пожарной безопасности на объектах энергетики показывает, что в основу технического обоснования необходимости противопожарной защиты положено предположение о возможности воспламенения горючих материалов. Однако если в США в качестве основного направления предусматривается применение активных мер противопожарной защиты, то в Германии – предпочтительное применение находят пассивные противопожарные мероприятия [3]. Применение активных мер противопожарной защиты позволяют ликвидировать пожар на стадии возникновения, тем самым не допускается его развитие. Второй путь предполагает, что развившийся пожар ограничивается огнестойкими противопожарными барьерами. При таком подходе активные противопожарные мероприятия проектируются только для тех мест, для которых противопожарное разделение дублирующих систем и узлов невозможно или в тех случаях, когда существует повышенная опасность пожара. Действующие в нашей стране требования по обеспечению пожарной безопасности примышленных объектов направлены на локализацию пожара в том помещении, где он возник, что предусматривает использование как активной, так и пассивной противопожарной защиты.

Опасность воздействия пожаров на технологические системы промышленных объектов определяет актуальность оценки защищенности таких систем от пожара. За рубежом разработкой методологии количественной оценки воздействия пожара на технологические системы объектов и их последствий занимаются с начала 80-х гг., широко используя полученные результаты как для оценки противопожарного состояния действующих станций, так и для обоснования проектных решений и мер противопожарной защиты проектируемых объектов. Разработанные методы количественной оценки опасности последствий пожаров называются анализом риска пожара и рассматривают два аспекта – оценку вероятности возникновения пожара и вероятностную оценку последствий пожара с учетом принимаемых мер по противопожарной защите объектов [4, 5]. В работе [6] разработан метод оценки опасности пожара для технологических элементов АЭС с учетом мероприятий по противопожарной защите, который позволяет определить время разрушения (отказа) технологического элемента. Суть метода заключается в расчете возможных температурных режимов в помещении и сопоставлении полученных значений температур и времен с предельными для данного технологического элемента. Полученные в ходе расчета значения вероятностей реализации температурных режимов, при которых возможен отказ элемента и представляют количественную оценку воздействия пожара на этот элемент.

Анализ возможности практической реализации данного метода показывает, что метод может быть использован как для оценки воздействия пожара на строительные конструкции, обслуживающий персонал и технологические системы, так и при разработке мероприятий по противопожарной защите помещений как инструмент, позволяющий определить количественные показатели эффективности и обосновать требуемые параметры средств противопожарной защиты, такие как надежность, быстродействие, производительность и продолжительность работы.

Пожары, имевшие место на энергопредприятиях, показывают, что одной из причин тяжелых последствий пожаров в машзалах и кабельных помещениях является низкая эффективность водяных дренчерных установок пожаротушения, обусловленная их значительной инерционностью и выходом из строя при потере питания собственных нужд станции. Кроме указанных недостатков эксплуатационники отмечают значительный ущерб технологическому оборудованию от излишне пролитой воды, что является следствием отсутствия избирательности при работе дренчерных установок пожаротушения.

В связи с этим при разработке систем противопожарной защиты кабельных помещений и помещений с маслонаполненным оборудованием актуальной является задача повышения надежности, снижения инерционности, обеспечения избирательности и автономности установок пожаротушения. Кроме того, разработка научно обоснованных требований к автоматическим установкам пожаротушения является одной из задач проектирования станций нового поколения, где наряду со значительным снижением пожарной нагрузки (кабели типа «НГ») предполагается использование установок, не связанных с электроснабжением станции.

Таким образом, использование метода оценки последствий пожара при разработке автоматических водяных установок пожаротушения помещений станций предполагает:

– анализ динамики пожаров в помещениях, где предусматривается использование автоматических установок пожаротушения;

– определение критических значений опасных факторов пожаров для строительных конструкций, обслуживающего персонала или определяющего (наименее пожароустойчивого) технологического элемента;

– определение момента времени с начала пожара, соответствующего найденным значениям опасным факторам пожара, и обоснование требований по инерционности и надежности системы пожаротушения;

– вероятностный анализ эффективности различных вариантов системы пожаротушения, выбранных исходя из ее назначения и эксплуатационных требований;

– выбор альтернативных вариантов и определение требуемых характеристик отдельных элементов системы пожаротушения.

Следует отметить, что назначение и эксплуатационные требования к проектируемой системе пожаротушения резко ограничивают число вариантов и позволяют априори определить вид установки пожаротушения.

Следующий метод – это оценки эффективности систем противопожарной защиты станций. Противопожарная защита объектов представляет комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности объекта. Требования пожарной безопасности приводятся в строительных нормах и правилах.

В тех случаях, когда нормативные требования отсутствуют, при проектировании используют расчетные методы, которые раскрывают смысл требований пожарной безопасности и определяют меру эффективности систем противопожарной защиты. За меру эффективности систем противопожарной защиты принимается степень соответствия выбранным или рассчитанным критериям, характеризующим уровень пожарной безопасности объекта. Уровень пожарной безопасности выбирается в зависимости от воздействия опасных факторов пожара на обслуживающий персонал, технологическое оборудование, строительные конструкции зданий и сооружений. Уровень пожарной безопасности определяется допустимой (критической) температурой среды в расчетной точке помещения и продолжительностью нагревания технологического оборудования, строительных конструкций до критической температуры (предел огнестойкости строительных конструкций). Так, во время пожара температура в помещении повышается и через определенный промежуток времени достигает критического значения (например, для обслуживающего персонала предельно допустимая температура составляет 70оС, для металлоконструкций – 700оС, при этом критическая температура самой конструкции составляет 500оС). Система пожарной защиты должна до достижения критических температур обеспечить подачу такого количества огнетушащих веществ, при которой прекращается дальнейший рост температуры и тем самым предотвращается выход из строя технологического элемента либо обрушение строительных конструкций. Поэтому при определении параметров системы противопожарной защиты необходима информация о времени прогрева конструкций и оборудования до критической температуры и их огнестойкость.

В то же время требованием к работе системы противопожарной защиты энергопредприятий является выполнение ими заданных функций при удовлетворении показателей надежности и экономичности. То есть система должна не только выполнять с наименьшими затратами средств заданные функции – обеспечение требуемого уровня пожарной безопасности, – но и выполнять их в процессе эксплуатации без нарушений и с высоким уровнем надежности. Противопожарная защита, представляющая собой сложную систему, состоит из нескольких функциональных самостоятельных подсистем, технических элементов. В каждой подсистеме (технических элементах) заключена потенциальная возможность отказа, приводящая к снижению надежности системы в целом, что обусловливает процесс ее эксплуатации и уровень качества ее функционирования.

Для оценки качества функционирования системы применяют смешанный метод, заключающийся в сочетании дифференциального (для сравнения с аналогами и зарубежными образцами) и комплексного (для сравнения с аналогами и базовыми образцами) методов.

Дифференциальный метод оценки уровня качества проектируемой системы основан на сопоставлении значений показателей качества с соответствующей совокупностью значений показателей базового варианта. При таком сопоставлении определяют, достигается ли технический уровень разрабатываемой системы уровня показателей базовой системы.

Комплексный метод оценки качества основан на использовании обобщенного показателя качества системы. Обобщенный показатель представляет функцию от групповых единичных показателей качества системы и должен отвечать требуемому уровню.

Для формулирования требований надежности (эффективности) пожарной защиты необходимо учитывать пожарную опасность объекта, которая характеризуется вероятностью возникновения пожаров и их размерами.

Основой для оценки мер пожарной защиты являются результаты анализа надежности систем. Они показывают, какое помещение станции является критическим в отношении последовательностей событий пожара для безопасности станции, персонала станции или для работы реактора, какие защитные противопожарные меры реально снижают частоту последовательностей или ограничивают ущербную стоимость, какой параметр имеет самое большое влияние на эффективность защитных мер.

В пожароопасных помещениях более высокий уровень пожарной безопасности достигается сведением к минимуму вероятности реализации последствий событий, приводящих к разрушению технологических элементов. При этом необходимо избегать дорогостоящих и ненадежных мер противопожарной защиты. Также нецелесообразными являются защитные меры, не влияющие на частоту и диапазон последовательностей событий.

В настоящее время за рубежом разработаны методические подходы к количественной оценке последствий пожаров, основанные на вероятностных методах анализа надежности систем, которые, несмотря на определенные недостатки, позволяют в первом приближении получить количественные показатели последствий пожаров как с точки зрения их воздействия на безопасность станции, так и с точки зрения экономической целесообразности противопожарных мероприятий.