

Безопасность функционирования объектов промышленного и другого назначения включает разработку необходимого уровня надежной и эффективной молниезащиты. Современные требования к организации систем молниезащиты, обеспечивающей безопасность людей, сохранность зданий и сооружений, оборудования и материалов от разрядов молнии, приводящих к взрывам, пожарам и разрушениям, обязывают к адекватному отражению этих вопросов на уровне нормативно-технической документации (НТД). Однако, в настоящее время проектирование и эксплуатация систем молниезащиты осуществляется на основе ряда НТД, действующих равноправно в части их применения [1,2]. Анализ показывает, что эти документы отличаются друг от друга, не только в части обустройства систем молниезащиты, но и по методикам расчета элементов молниезащиты. Это требует оценки особенностей применения в проектной практике отдельных нормативных документов. Следует также учесть, что в последнее время изменилась номенклатура защищаемых объектов. Функционирование многих объектов обеспечивается микропроцессорной (МП) аппаратурой, которая чувствительна к импульсным электромагнитным помехам, возникающим, в том числе, при разряде молнии, поэтому современное понятие молниезащиты расширилось [3]. Устанавливается МП в качестве основных элементов систем управления и систем безопасности ядерных реакторов. Также ведется разработка программ по проектированию и расчету систем молниезащиты промышленных объектов, исключая громоздкие ручные расчеты зон защиты, построение сложных кривых, проведение анализа способов молниезащиты. Выбор способа защиты зависит и от назначения здания или сооружения, интенсивности грозовой деятельности в рассматриваемом районе и ожидаемого числа поражений объекта в год. В РФ действуют в настоящее время следующие нормативные документы по молниезащите: - РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» [1]; - СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по молниезащите зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» [2]. А также зарубежные стандарты: - Стандарт МЭК (Международная электротехническая комиссия) 62305. (IEC-62305. Lightning protection); - МЭК 61312; - МЭК 61024; Стандарт МЭК 62305. утвержден как действующий в 2005 г. Применение инструкции РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» (далее И-1), позволяет спроектировать надежную систему молниезащиты, обеспечивающую эффективную защиту объекта от первичных проявлений молнии. Однако вопросы защиты МП аппаратуры и кабельных линий от вторичных проявлений ударов молнии рассматривались по нашему мнению недостаточно. В 2003 году в РФ были введены в действие инструкция СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» [2] (далее И-2). Тем более, следует отметить, что к моменту ее выхода уже

существовали зарубежные стандарты по молниезащите (МЭК 61312 и МЭК 61024). Предполагалось, что, учитывая современные зарубежные и отечественные разработки, новый документ И-2 должен использовать и, в том числе, конкретизировать материалы МЭК, где более детально прописаны вопросы молниезащиты, также накопился опыт использования этих стандартов, однако новый документ имеет много замечаний, которые будут рассмотрены далее. Выяснилось, что раздел по защите от вторичных проявлений молнии значительно короче по сравнению с таковым в МЭК. Так, в новом документе изложены отдельные разделы из МЭК 61312, например, даны только основные сведения о зонной концепции защиты, об экранировании и заземлении. В практическом проектировании использование положений И-2 затруднено, в связи с тем, что изложение не достаточно подробно и не детализировано, имеются отдельные неточности и пробелы, пропущены многие положительные качества И-1. В частности, И-2 не содержит методику определения минимального по условиям отсутствия перекрытия расстояния от конструкций с молниеприемниками до защищаемых объектов (вторичного разряда молнии). Имеется только общее указание на то, что следует осуществлять оценку рисков, которое излагается в И-2. При этом проектировщикам предлагается самостоятельно выбрать уровень защиты. На примере электростанций, оценим к чему это может привести. Все электростанции отнесены к специальным, а подстанции, видимо, относятся к обычным объектам. Также неясно, каким уровнем защиты следует проектировать систему молниезащиты электростанций, дается лишь диапазон 0,9–0,999 для всех специальных объектов, но стоимость системы молниезащиты, спроектированной с уровнем защиты 0,999, может быть на порядок выше стоимости системы молниезащиты, спроектированной с уровнем 0,9. Для специальных объектов не даны параметры тока молнии в зависимости от уровня надежности. Приведенная для обычных объектов таблица уровней надежности также не отвечает на вопрос, какой именно уровень надежности и какой ток молнии следует использовать в расчетах для конкретного объекта, и в первую очередь для подстанций (ПС). Кроме этого, чтобы спроектировать систему молниезащиты с достаточным уровнем надежности, необходимо оценить риски, выбрать уровень молниезащиты и определить амплитуду тока молнии в зависимости от назначения защищаемого объекта, срока действия оборудования на объекте, ожидаемого количества прорывов молний и других факторов. Однако в И-2 такая методика отсутствует, так же как и методика определения количества молниевых разрядов в объект в зависимости от его геометрических параметров (ширины, длины, высоты зданий и сооружений) и местоположения. В МЭК-62305 по молниезащите указанные вопросы отражены более подробно. По мнению многих авторов [3, 4] наиболее характерным недостатком И-2 является методика расчета типовых зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов, которая

предполагает только наличие молниеотводов одинаковой высоты. В отличие от И-1 и МЭК-62305 в данном документе полностью отсутствует методика расчета зон защиты для разнорысоких молниеотводов (стержневых, тросовых), хотя в реальности молниезащита часто организована именно такими молниеотводами. В И-2 сказано: «В случае проектирования молниезащиты для обычного объекта, возможно определение зон защиты по защитному углу или методом катящейся сферы согласно стандарту МЭК (IEC 1024) при условии, что расчетные требования МЭК оказываются более жесткими, чем требования «Инструкции», что не решает проблемы. Для молниеотводов равной высоты проектировщику, чтобы оправдать использование МЭК, приходится производить расчеты по обеим методикам, чтобы сравнить требования и убедиться, какие из них более «жесткие». Молниезащиту специальных объектов разрешается рассчитывать только по И-2, но именно на таких объектах молниеотводы, как правило, имеют разную высоту. Например, выполнить корректный расчет молниезащиты для АЭС невозможно, т.к. трубы на зданиях блоков АЭС и молниеотводы на ОРУ АЭС различаются по высоте в несколько раз. Существенный недостаток И-2 – отсутствие методики расчета зоны молниезащиты при наличии более двух молниеотводов. Согласно предложенной методике, может быть определена только зона защиты, образованная парой молниеотводов. Если построить зоны защиты трех молниеотводов только исходя из перекрытия зон молниезащиты, образованной каждой парой из них, то в большинстве случаев зона, находящаяся в центре треугольника (образованного молниеотводами), будет не перекрыта. Полное перекрытие указанной зоны будет, только если на высоте защиты все попарно образованные зоны будут пересекаться. Это возможно, например, для случая, когда мачты, образующие правильный треугольник, находятся на расстоянии не более двух радиусов одиночных зон перекрытия на заданной высоте друг от друга. В И-1 вопрос построения зон нескольких молниеотводов (больше двух) был решен. Рассмотрим другие отличия методик расчета зон защиты в РД и в СО. В И-1 имеются варианты расчета зон защиты для двух уровней надежности: А — 0.995; Б — 0.95, причем эти уровни являются оценкой для «средних» по расположению объектов, не находящихся вблизи границы зоны защиты. Соответствующие «крайним» объектам уровни надежности составляют для зон защиты: А — 0.99; Б — 0.9. В И-2 таких вариантов стало больше, и используются только характеристики предельно допустимой вероятности удара молнии в объект, то есть уровни надежности, соответствующие «крайним» из защищаемых объектов. Для обычных объектов таких уровней предусматривается четыре: 0.98, 0.95, 0.9 и 0.8; для специальных объектов, к которым, в частности, относятся химические производства, их три: 0.999, 0.99 и 0.9. Несмотря на включение зон защиты А и Б в состав рассчитываемых по И-2, там, в отличие от И-1, нет формул для расчета зон защиты для одиночного стержневого молниеотвода с высотой от 150 и более

метров, для двойного стержневого молниеотвода с разной высотой молниеприемников и для двойного тросового молниеотвода с разной высотой тросов. Для поверочных расчетов ранее спроектированных систем молниезащиты необходима возможность рассчитать их зоны защиты по И-1. После выхода СО 153-34.21.122-2003 (И-2), использовавшаяся до этого И-1 не была отменена. И-2 является отраслевым стандартом и была утверждена приказом Минэнерго, поэтому во многих отраслях по-прежнему используется И-1, к примеру на объектах ОАО «Газпром», или разработаны собственные отраслевые стандарты, как например, на объектах ОАО «АК «Транснефть» [5,6]. Таким образом, в настоящее время наиболее совершенным и подробным является МЭК-62305, где рассмотрены многие аспекты защиты от первичных и вторичных проявлений молнии, даны подробные рекомендации, которые используются без дополнительных исследований. К недостаткам можно отнести то, что в методике оценки среднегодового количества ударов молнии в объект предлагаются эмпирические коэффициенты расположения объектов, использование которых не всегда дает корректные результаты. Несомненно, что существует необходимость создания нового документа, регламентирующего проектирование систем молниезащиты высокого (европейского) уровня. Принимая современные требования и существенные поправки должны быть учтены: - возможность использования для максимально большого числа типов объектов; - определять и давать максимально четкие решения; - в полном объеме рассматривать вопросы защиты от вторичных проявлений разряда молнии, а в целом повысить общий уровень молниезащиты опасных объектов.