

образовывать частицы. Современное состояние исследований и разработок в этом направлении показывает, что комбинация различных процессов в одной технологической цепочке – дезактивация и переработка ЖРО – может обеспечить как получение высокой эффективности дезактивации, так и значительное уменьшение объема радиоактивных отходов. При эксплуатации АЭС необходимо решать 3 научные радиохимические проблемы: дезактивация оборудования и рабочих помещений АЭС; переработка жидких радиоактивных отходов; подготовка к захоронению и захоронение радиоактивных отходов. Все эти проблемы тесно связаны. Нельзя решать проблему дезактивации, не думая о последствиях, связанных с переработкой дезактивирующих растворов. Точно так же неэффективное решение вопросов переработки ЖРО приведет к образованию больших количеств радиоактивных отходов, которые необходимо отверждать и захоранивать. Исследование форм нахождения радионуклидов в растворах различного состава является основой при разработке новых технологических решений по очистке растворов от радионуклидов.

Выделяют ряд особенностей физико-химического поведения в растворах ионов Fe, которые можно использовать для простого и эффективного решения задач по очистке растворов от радионуклидов. Для эффективного выделения радионуклидов требуется соблюдение определенных условий. Подход основан на факте, что полиядерные гидроксокомплексы многозарядных катионов способны взаимодействовать с некоторыми анионами и катионами с образованием форм, которые могут быть отделены от раствора при помощи полупроницаемой мембраны.

Повышение экономической эффективности и экологической безопасности работы АЭС возможно за счет использования современных малоотходных и экономичных технологий дезактивации и переработки отходов, образующихся при эксплуатации АЭС нового поколения. При разработке методов очистки ЖРО необходимо учитывать разнообразие форм ЖРО и многообразие радионуклидов в растворе. Для очистки радиоактивных вод следует использовать комбинированные технологические схемы, в которых результат достигается пропусканием отходов через каскад различных аппаратов, использующих физико-химические методы очистки в соответствии с физико-химическими формами радионуклидов в растворах.

УДК 620.9:658.345(075.8)

### **Защита цепей газоанализаторов ТЭЦ от импульсных перенапряжений**

Студент гр. 10604113 Драньков В. А.  
Научный руководитель – Филянович Л. П.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Дымовые трубы ТЭЦ из-за своей большой высоты являются объектами постоянных разрядов молний в период летних гроз. Применяемые молниеотводы позволяют сделать разряды молний более безопасными, однако при этом возникают побочные эффекты, негативно влияющие на жизнь людей и работоспособность электронного оборудования.

Металлическая дымовая труба с параллельно проложенными контрольными кабелями представляет собой трансформатор, первичной обмоткой которого является поверхность дымовой трубы, магнитопроводом – многотонная металлическая конструкция трубы, а вторичными обмотками – жилы кабелей, проложенные параллельно поверхности трубы. При разрядах молний в ствол дымовой трубы протекающие по его поверхности токи наводят во вторичных цепях кабелей величины импульсных напряжений амплитудой порядка 1000 В относительно земли.

При нахождении обслуживающего персонала вблизи измерительного оборудования возможно поражение его электрическим током. При разряде молний также могут быть повреждены электронные компоненты устройства. Для предотвращения подобных явлений в цепях, подверженных импульсным перенапряжениям в результате разряда

молний, должны предусматриваться средства защиты в виде разрядников, обеспечивающих снижение перенапряжений до безопасных пределов для эксплуатационного персонала и электронного оборудования.

Каждая система должна предусматривать установку барьеров защиты от импульсных перенапряжений по цепям питания 220 В – 1-й категории, а по токовым цепям 4–20 мА – 2-й категории. Данное решение позволяет снизить импульсы перенапряжений по цепям 220 В до величины не более 350 В, а для цепей 4–20 мА – до величины не более 48 В относительно земли. Наиболее перспективными модулями защиты от импульсных перенапряжений являются двухуровневые модули.

Первый уровень защиты представляют искровые разрядники, обеспечивающие снижение импульса перенапряжения до безопасных значений как между жилами кабеля двухпроводной цепи, так и каждой из жил кабеля относительно земли. Второй уровень защиты от перенапряжений выполнен на двух резисторах, включенных последовательно в защищаемую цепь, и двухстороннем стабилитроне с напряжением пробоя порядка 48 В.

Дополнительным преимуществом данных модулей защиты является то обстоятельство, что при сверхсильных импульсах перенапряжений и проникновении тока молнии в саму защищаемую цепь стабилитроны сплавляются и накоротко замыкают защищаемую линию. После этого, конечно, требуется замена стабилитронов, однако защищаемая аппаратура остается неповрежденной.

Для обеспечения защиты электронной аппаратуры автоматизированных систем контроля и учета выбросов загрязняющих веществ модули защиты от импульсных перенапряжений должны устанавливаться в двух шкафах защиты. Они расположены на дымовой трубе на площадке установки первичных приборов и у основания дымовой трубы в контейнере размещения электронного оборудования. В этом случае обеспечивается полное подавление наводимых от разрядов молний импульсов перенапряжений и большей частью подавление проникающих в систему просачивающихся импульсов разрядного тока. Правда, в последнем случае чаще всего происходит сплавление разрядников и варисторов, что требует ремонта модулей защиты от импульсных перенапряжений.

Защита цепей 220 В электрообогрева шланга пробозаборного зонда выполняется модулем, который обеспечивает снижение волны перенапряжения путем ограничения амплитуды волны по цепи фазы и по цепи нейтрали. Ограничение выполняется мощными газонаполненными ограничителями, имеющими порог срабатывания 350 В и максимальный разрядный ток до 50 кА при длительности импульса 8/20 мкс.

Защита токовых цепей осуществляется модулями, которые обеспечивают снижение напряжения между проводниками цепей и между проводниками и землей на уровне 48 В при токе разряда до 2 кА.

Важным фактором надежной работы системы защиты от импульсных перенапряжений является правильное заземление модулей защиты. Наиболее предпочтительный метод заземления – прокладка плоской стальной шины заземления сечением от шкафов модулей защиты к стационарному заземлителю. Плоская стальная шина имеет очень низкую индуктивность (в 10–20 раз ниже, чем круглый проводник того же сечения). При разряде молнии возникают импульсы длительностью 8/20 мкс. При разложении в ряд Фурье полученный спектр соответствует совокупности гармонических составляющих тока с частотами от 100 кГц до 1 МГц. При высокой индуктивности заземляющего проводника высокочастотный импульс разряда не стекает на землю, а начинает растекаться по оборудованию, в результате эффект от применения защиты получается нулевой. Плоская же металлическая шина, идущая параллельно земле, представляет собой конденсатор с распределенной емкостью порядка 1000 пФ/м. Это позволяет высокочастотным составляющим тока разряда стекать на землю через распределенную емкость. Градиент напряжения резко понижается и составляет всего несколько вольт на 10 м, что обеспечивает эффективное заземление высокочастотных токов.

Таким образом, правильное построение схем защиты с учетом всех сопутствующих факторов позволяет надежно защитить электронную аппаратуру от грозových разрядов и коммутационных перенапряжений, чем обеспечивается ее длительная безотказная эксплуатация.

УДК 614.84(476)

### **Особенности выбора и эксплуатации огнетушителей**

Студентка гр. 11101412 Клещенко К. В.  
Научный руководитель – Ушакова И. Н.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

При выборе и эксплуатации огнетушителей необходимо руководствоваться ТКП 295-2011.

Рассмотрим вариант выбора и использования переносных и передвижных огнетушителей массой до 400 кг, предназначенные для тушения пожаров классов А, В, С, D и E, а также стационарных, предназначенных для пожаров классов А, В, С и E в помещениях зданий и сооружений внутренних объемов технологических установок и оборудования.

При выборе огнетушителей учитывают физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их отношение к огнетушащим веществам, а также площадь занимаемых помещений, открытых площадок и установок.

Огнетушители должны иметь предусмотренные законодательством Республики Беларусь документы об оценке соответствия.

Выбирая огнетушитель с соответствующим температурным пределом использования, необходимо учитывать также климатические условия эксплуатации зданий (сооружений).

Если на объекте возможны комбинированные очаги пожара, то предпочтение при выборе отдают более универсальному по области применения огнетушителю и предназначенному для тушения пожара более высокого ранга.

Рассмотрим особенности применения разных типов огнетушителей.

Порошковые огнетушители применяют для тушения пожаров классов: А, В, С и E; В, С и E; D. Запрещается тушить порошковым огнетушителем электрооборудование, находящееся под напряжением выше 1000 В.

Не следует использовать порошковые огнетушители для защиты оборудования, которое может выйти из строя при попадании порошка (некоторые виды электронного оборудования, электрические машины коллекторного типа и т. д.).

Углекислотные огнетушители применяют в тех случаях, когда для эффективного тушения пожара необходимы ОТВ, не повреждающие защищаемое оборудование и объекты (вычислительные центры, радиоэлектронная аппаратура, музейные экспонаты, архивы и т. д.). Запрещается использовать их для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением выше 10 кВ, а также веществ, которые могут гореть без доступа воздуха.

Углекислотные огнетушители с длиной струи ОТВ менее 3 м запрещается применять для тушения электрооборудования, находящегося под напряжением выше 1000 В.

Водные, воздушно-пенные и воздушно-эмульсионные огнетушители и используют для тушения оборудования, находящегося под электрическим напряжением, и веществ сильно нагретых или расплавленных, а также вступающих с водой в химическую реакцию, которая сопровождается интенсивным выделением тепла и разбрызгиванием горючего.

Воздушно-пенные огнетушители тушат пожары классов А (как правило, со стволем пены низкой кратности), В.

Воздушно-эмульсионные огнетушители рекомендуется применять для тушения пожаров классов А и В.

Для тушения пожаров электрооборудования под напряжением до 1000 В возможно применение водных или воздушно-эмульсионных огнетушителей с тонкораспыленной струей ОТВ, прошедших испытания на электробезопасность.