Причины и источники появления статического электричества

В разделе проанализированы возможные причины и источники появления статического электричества в лабораториях, производственных и научно-исследовательских учреждениях. На основе этого анализа выведены те источники, которые могут иметь место в лабораториях и производствах НИЧ БГУИР, а именно:

Наведение статического электричества на экранах и корпусах видеомониторов персональных компьютеров;

Появление электростатических зарядов на платах и приборах микроэлектронной техники в процессе их взаимного перемещения при монтаже схем, ремонте и настройки аппаратуры;

Возникновение электрического потенциала на незаземленном оборудовании за счет электрической индукции при сильных грозовых разрядах и недостаточной молниезащите;

Электростатические заряды на производстве и их опасность.

В некоторых отраслях промышленного производства, связанных с обработкой диэлектрических материалов, нефтеперерабатывающей, текстильной, бумажной, и т.д. наблюдаются явления электризации тел – статическое электричество.

По определению ГОСТ 17.1.018-79 “Статическое электричество. Искробезопастность.” термин “статическое электричество” означает совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектриков и полупроводников, изделий на изолированных (в том числе диспергированных (лат. dispergo – рассеивать; порошки, эмульсии) в диэлектрической среде) проводниках.

Электризация материалов часто препятствует нормальному ходу технологических процессов производства, а также создает дополнительную пожарную опасность вследствие искрообразования при разрядах при наличии в помещениях, резервуарах и ангарах горючих паро- и газо-воздушных смесей.

Этот же ГОСТ дает определение понятий электростатической искробезопастности (ЭСиБ) как состояние объекта, при котором исключена возможность взрыва и пожара от статического электричества. Электростатическая искробезопастность должна обеспечиваться путем устранения разрядов статического электричества, способных стать источником зажигания огнеопасных веществ (материалов, смесей, изделий, продукции и т.д.)

В ряде случаев статическая электризация тела человека и затем последующий разряд с человека на землю или заземленное производственное оборудование, а также электрический разряд с незаземленного оборудования через тело человека могут вызвать болевые и нервные ощущения и быть причиной непроизвольного резкого движения в результате которого человек может получить травму (падения, ушибы и т.д.).

Согласно гипотезе о статической электризации тел при соприкосновении двух разноразрядных веществ из-за неравновесности атомных и молекулярных сил на их поверхности происходит перераспределение электронов (в жидкостях и газах еще и ионов) с образованием двойного электрического слоя с противоположными знаками электрических зарядов. Таким образом, между соприкасающимися телами, особенно при их трении, возникает контактная разность потенциалов, значение которой зависит от ряда факторов – диэлектрических свойств материалов, значения их взаимного давления при соприкосновении, влажности и температуры поверхностей этих тел, климатических условий.

При последующем разделении этих тел каждое из них сохраняет свой электрический заряд, а с увеличением расстояния между ними (при уменьшении электрической емкости системы) за счет совершаемой работы по разделению зарядов, разность потенциалов возрастает и может достигнуть десятков и сотен киловольт.

При одинаковых значениях диэлектрической постоянной ε соприкасающихся материалов электростатические заряды не возникают.

При статической электризации во время технологических процессов, сопровождающихся трением, размельчением твердых частиц, пересыпанием сыпучих материалов, переливанием диэлектрических жидкостей (нефтепродуктов и т.п.) на изолированных от земли металлических частях оборудования возникают, относительно земли, напряжения порядка десятков киловольт. Так, например, при движении резиновой ленты транспортера и в устройствах ременной передачи на ленте (ремне) и на роликах транспортера (шкивах) из-за некоторой пробуксовки возникают заряды противоположных знаков и большого значения, а разность и потенциалов достигает 45 кВ. Аналогично происходит электризация при сматывании (наматывании) тканей, бумаги, полиэтиленовой пленки и др.

При относительной влажности воздуха 85% и более разрядов статического электричества практически не возникает. В аэрозолях электрические заряды возникают от трения частиц вещества друг о дуга и о воздух во время движения.

Применяемое в электроустановках минеральное масло, в процессе его переливания, например, слив трансформаторного масла в бак, также подвергается электризации.

Электрические заряды, образующиеся на частях производственного оборудования и изделиях, могут взаимно нейтрализовываться вследствие некоторой электропроводности влажного воздуха, а также стекать в землю по поверхности оборудования, но в некоторых случаях, когда заряды велики и разность потенциалов также велика, то (при малой влажности воздуха) может произойти быстрый искровой разряд между наэлектризованными частями оборудования или на землю. Энергия такой искры может оказаться достаточной для воспламенения горючей ил взрывоопасной смеси. Например для многих паро- и газо-воздушных взрывоопасных смесей требуется небольшая энергия (0.1\*10-3Втс). Практически при напряжении 3 кВ искровой разряд вызывает воспламенение паро- и газо-воздушных взрывоопасных смесей, а при 5 кВ – большей части горючих пылей и волокон.

Меры подавления статической электризации.

Устранение образования значительных статического электричества достигается при помощи следующих мер:

Заземление металлических частей производственного оборудования;

Увеличение поверхностной и объемной проводимости диэлектриков;

Предотвращение накопления значительных статических зарядов путем установки в зоне электрозащиты специальных неитрализаторов.

Все проводящее оборудование и электропроводящие неметаллические предметы должны быть заземлены независимо от применения других мер защиты от статического электричества.

Неметаллическое оборудование считается заземленным, если сопротивление стекания тока на землю с любых точек его внешней и внутренней поверхностей не превышает 107 Ом при относительной влажности воздуха 60%. Такое сопротивление обеспечивает достаточно малое значение постоянной времени релаксации зарядов.

Заземление устройства для защиты от статического электричества, как правило, соединяется с защитными заземляющими устройствами электроустановок. Практически, считают достаточным сопротивление заземляющего устройства для защиты от статического электричества около 100 Ом. К заземляющему устройству присоединяют отдельными ответвлениями от магистрали аппараты и машины, являющиеся источниками статической электризации (смесители, вальцы, каландры, дробилки, сливно-наливные устройства нефтепродуктов и др.). Автоцистерны во время слива или налива горючих жидкостей заземляют переносным заземлением в виде гибкого многопроволочного провода.

Эффективным способом подавления электризации нефтепродуктов является введение в основной продукт специальных присадок, например, элеата хрома, элеата кобальта и др. Кроме того с целью уменьшения статической электризации при сливе нефтепродуктов и других горючих жидкостей необходимо избегать падения и разбрызгивания струи с высоты; сливной шланг (рукав) следует опускать до самого дна цистерны или другой емкости. Неметаллические наконечники этих сливных шлангов во избежание протекания на землю или незаземленные части оборудования необходимо заземлять гибким медным проводником.

Для повышения электропроводности резинотехнических изделий в их состав вводят такие антистатические вещества, как графит и сажа. Такие присадки вводят в резиновые шланги для налива и перекачки ЛВЖ, что в значительной мере снижает опасность воспламенения этих жидкостей при переливании их в передвижные емкости (автоцистерны, железнодорожные цистерны).

Нейтрализация электрических зарядов может осуществляться путем ионизации воздуха, разделяющего заряженные тела. На практике применяются ионизаторы индукционные, высоковольтные или радиационные.

Индукционные нейтрализаторы статического электричества состоят из несущих металлических или непроводящих стержней, на которых укреплены заземленные острия или тонкие проволоки и располагаются вблизи наэлектризованного тела (например, движущиеся ленты) на расстоянии 5 – 10 мм. Электрическое поле создается у электродов-стержней с зарядами наэлектризованного материала.

Вблизи острия образуется электрическое поле высокой напряженности, под действием которого происходит ударная ионизация с образованием положительных и отрицательных ионов. При этом ионы противоположные заряду наэлектризованного тела знака устремляются к его поверхности и нейтрализуют в значительной мере его электрический заряд.

Для защиты обслуживающего персонала от случайного прикосновения к электродам их снабжают кожухами.

Контроль за качеством работы нейтрализаторов ведется по показаниям микроамперметра или по свечению неоновой лампочки, включенной между электродами и заземляющим устройством.

Высоковольтные нейтрализаторы статического электричества работают на принципе коронного разряда, создаваемого электродами, находящимися под высоким напряжением повышающего трансформатора. Положительные ионы, образованные вблизи электродов, направляются на отрицательно заряженный материал-диэлектрик, нейтрализуя его электростатический заряд.

Радиоизотопные нейтрализаторы применяются во взрывоопасных производствах химической промышленности – в установках производства полиэтиленовой пленки, бумаги, тканей и т.д. Они просты в конструктивном исполнении и не требуют источников электропитания. Наибольшей ионизирующей способностью обладают ионизаторы с α-излучением. Глубина проникновения α-излучения в воздухе около 30 мм, что делает безопасным применение этого вида излучения для обслуживающего персонала.

На рис.3 схематически изображен радиоизотопный нейтрализатор с использованием 239Pu. Нейтрализатор состоит из металлического контейнера, в котором укреплены держатели активного материала – источника излучения. Держатели вручную можно поворачивать на 1800 с тем, что бы при необходимости направлять излучение вовнутрь. В рабочем помещении активная поверхность обращена к наэлектризованному объекту через проем в контейнере.

Отвод статического электричества с тела человека осуществляется путем устройства электропроводящих полов в производственных помещениях, рабочих площадок и других приспособлений, а также обеспечение токопроводящей обувью и антистатическими халатами.

Молниезащита зданий и сооружений.

В результате движения воздушных потоков, насыщенных водяными парами, образуется грозовые облака, являющиеся носителями статического электричества. Электрические разряды образуются между разноименными заряженными облаками или, чаще, между заряженным облаком и землей.

Так молнии производят тепловые, электрические, а также механические воздействия на те объекты, на которые он проходит. Помимо прямого удара, молнии в здание, сооружение, дерево проявление молнии могут быть в виде электростатической и электромагнитной индукции.

Электростатическая индукция проявляется тем, что на изолированных металлических предметах наводятся опасные электрические потенциалы , вследствие чего возможно искрение между отдельными металлическими элементами конструкций и оборудования.

При грозе, во время ударов молнии в различные промышленные, транспортные и другие объекты, находящиеся вдали от производственных зданий и сооружений, возможно проникновение (занос) электростатических потенциалов в здание по внешним металлическим сооружениям и коммуникациям – эстакадам, монорельсам и канатам подвесных дорог, по трубопроводам, оболочкам кабелей и т.д.

Для приема электрического разряда молнии и отвода её в землю применяют устройства называемые молниеотводами. Молниеотвод состоит из несущей части – опоры (которой может служить само здание или сооружение), молниеприемника, токоотвода и заземления. Наиболее распространенные стержневые и Тросовые молниеотводы.

При выполнении молниезащиты зданий и сооружений для повышения безопасности людей и животных необходимо заземлители молниеотводов (кроме углубленных) размещать в редко посещаемых местах, в удалении на 5 метров и более от грунтовых, проезжих и пешеходных дорог.

Для защиты от проявления электростатической индукции в зданиях и сооружениях, присоединяют металлические корпуса всего оборудования, установленного в защищаемом здании, к специальном заземлителю или к защитному заземлению местной электросети; отдельно стоящие неизолированные тросовые и стержневые молниеотводы, наложением молниеприемной сети на плоскую неметаллическую кровлю.