

В.Г. АНДРУШ, заведующий кафедрой управления охраной труда Белорусского государственного аграрного технического университета,

А.И. ФЕДОРЧУК, доцент кафедры управления охраной труда Белорусского государственного аграрного технического университета, кандидат технических наук

Статическое электричество: опасность и меры защиты

(Окончание. Начало в № 11, 2011)

ГАЗОВЫЕ ПОТОКИ

Для предотвращения возникновения опасных искровых разрядов при движении горючих газов и паров в трубопроводах и аппаратах, где это технологически возможно, необходимо принимать меры к исключению присутствия в газовых потоках твердых и жидких частиц.

Не допускается во взрывоопасной среде истечение паров и газов через неплотности из аппаратов, трубопроводов и скважин, находящихся под высоким давлением, так как это вызывает сильную электризацию.

Не разрешается присутствие в газовом потоке незаземленных металлических частей и деталей оборудования. Отвод зарядов из газового потока путем введения в него заземленных металлических сеток, пластин, рассекателей, коаксиальных стержней и устройств подобного типа запрещено.

Баллоны для сжиженных газов во время их загрузки продуктом должны устанавливаться на заземленное металлическое основание и соединяться проводником с заполняющим устройством.

При освоении нефтяных скважин продувкой воздухом для предотвращения образования взрывоопасной концентрации и опасных проявлений зарядов статического электричества недопустимо как закрытие (даже кратковременно), так и последующее открытие выкида скважин. При возникновении перерывов скважина обязательно освобождается от воздуха и заполняется инертным газом или пеной.

Запрещено после вызова притока нефти закрывать выкидную линию скважины, пока не будет извлечена вся аэрированная жидкость.

В случае невозможности предотвращения возникновения опасных искровых разрядов необходимо исключить образование взрывоопасной концентрации путем применения инертных газов и т.п.

СЫПУЧИЕ МАТЕРИАЛЫ

Переработка сыпучих (в особенности мелкодисперсных) материалов ведется в металлическом либо электропроводном неметаллическом оборудовании. Особо важно соблюдать данное требование в установках по транспортировке, сушке и раз-

молу материалов в газовых потоках (струях).

Для уменьшения электризации при пневмотранспорте гранулированных, дробленых, порошкообразных полимерных материалов по неметаллическим трубопроводам необходимо применять трубы из этого же или близкого по составу полимерного материала.

В установках по транспортированию и размолу материалов в воздушных потоках (струях) подаваемый воздух должен быть увлажнен так, чтобы относительная влажность воздуха на выходе из пневмотранспорта и в месте размолу материала в струйных мельницах составляла не менее 65%.

Если по технологическим условиям увеличение относительной влажности подаваемого воздуха недопустимо, рекомендовано применять его ионизацию (или процессы проводятся в потоке инертного газа). Применение воздуха допустимо лишь тогда, когда результаты непосредственных измерений степени электризации материалов в действующем оборудовании подтверждают безопасность ведения процесса.

С целью улучшения условий стекания зарядов с тканевых рукавов, применяемых для затаривания гранулированных и других сыпучих материалов и сочленения подвижных элементов оборудования с неподвижными, следует пропитывать их растворами поверхностно-активных веществ с последующей просушкой, обеспечивая при креплении надежный контакт их с заземленными металлическими элементами оборудования. Аналогично нужно поступать, преследуя цель улучшить условия стекания зарядов и с рукавных фильтров.

Для последних необходима пропитка, не снижающая после просушки фильтрующих свойств ткани.

Допустимо применение металлизированной ткани.

Загрузка сыпучих продуктов непосредственно из бумажных, полиэтиленовых, полихлорвиниловых и других мешков в люки аппаратов, содержащих жидкости, при температуре выше их температуры вспышки запрещена. Для этого применимы металлические шнековые, секторные и другие питатели.

Чтобы предотвратить взрывы пыли от искровых разрядов, надо избегать образования взрывоопасных пылевоздушных смесей, не допускать падения и сброса пыли, образования ее клубов и завихрения пыли, а также систематически в сроки, предусмотренные технологическими инструкциями, очищать от осевшей пыли оборудование и строительные конструкции в помещениях.

ВЗРЫВООПАСНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Фланцевые соединения трубопроводов, аппаратов, корпусов с крышкой и соединения на разбортовке, имеющие достаточное для отвода зарядов статического электричества сопротивление (не более 10 Ом), дополнительных мер по созданию непрерывной электрической цепи (к примеру, установки специальных перемычек) не требуют. Запрещено применение шайб из диэлектрических материалов и окрашенных неэлектропроводными красками.

Металлические вентиляционные короба и кожухи термоизоляции трубопроводов и аппаратов в пределах цеха (установки и т.п.) заземляются через каждые 40–50 м с помощью проводников или же путем присоединения непосредственно к заземленным аппаратам и трубопроводам, на которых они смонтированы.



В тех случаях, когда заземление оборудования накопления опасных количеств статического электричества не предотвращает, необходимо принимать меры для уменьшения удельного объемного или поверхностного электрического сопротивления перерабатываемых материалов.

Для уменьшения удельного поверхностного электрического сопротивления диэлектриков рекомендуется повышать относительную влажность воздуха до 65–70% (когда это допускают условия производства), применяя общее либо местное увлажнение воздуха в помещении при постоянном контроле относительной влажности. При этом надо учитывать, что метод уменьшения удельного поверхностного электрического сопротивления путем повышения относительной влажности воздуха и создание тем самым адсорбированного слоя влаги на поверхности материала не эффективен в случаях, когда электризующийся материал гидрофобен или температура электризующегося материала выше температуры окружающей среды.

Для местного увеличения относительной влажности воздуха в зоне, где происходит электризация материалов, рекомендовано производить подачу в эту зону водяного пара (при этом находящиеся в этой зоне электропроводные предметы должны быть заземлены) или охлаждение электризующихся поверхностей до температуры на 10 °С ниже температуры окружающей среды.

Когда повышение относительной влажности окружающей среды неэффективно, для химических волокон дополнительно применяют обработку растворами поверхностно-активных веществ, а для полимерных материалов – нанесе-

ние растворов поверхностно-активных веществ на изделие погружением, пропиткой или распылением с последующей сушкой либо введение поверхностно-активных веществ при вальцевании, экструзии или смешении в смесителях. При этом должно учитываться, что нанесение растворов поверхностно-активных веществ обеспечивает уменьшение удельного поверхностного электрического сопротивления (при относительной влажности воздуха 50–60% и отсутствии интенсивного истирающего воздействия) на срок до 1 месяца.

Для уменьшения удельного объемного электрического сопротивления диэлектрических жидкостей и растворов полимеров (клеев) применимо введение различных растворимых в них антистатических присадок, в частности, солей металлов переменной валентности высших карбоновых, нафтеновых и синтетических жирных кислот.

Введение поверхностно-активных веществ и других антистатических добавок и присадок разрешено только тогда, когда не нарушаются технические требования, предъявляемые к выпускаемой продукции.

Если нельзя достигнуть отвода зарядов статического электричества с помощью более простых средств, необходимо осуществить нейтрализацию зарядов путем ионизации воздуха в непосредственной близости от поверхности заряженного материала.

Для нейтрализации зарядов статического электричества во взрывоопасных помещениях всех классов на открытых поверхностях (пленки, ткани, листы и т.п.) применяются радиоизотопные нейтрализаторы. Такой нейтрализатор располагают так, чтобы в рабочем положении расстояние от поверхности излучателей до заряженной

поверхности не превышало 25–50 мм в зависимости от используемого радиоизотопного прибора.

Установка и эксплуатация радиоизотопных нейтрализаторов должны осуществляться в соответствии с инструкциями по монтажу и эксплуатации. Применение нейтрализаторов допустимо при условии соблюдения требований Санитарных правил и норм 2.6.4.13-24-2005 «Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и контролю радиоизотопных нейтрализаторов статического электричества с эмалевыми источниками альфа- и бета-излучения», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 01.11.2005 № 162 (далее – СанПиН 2.6.4.13-24-2005), гигиенических нормативов ГН 2.6.1.8-127-2000 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000)», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 25.01.2000 № 5.

Когда материал электризуется настолько сильно или движется со столь высокой скоростью, что применение радиоизотопных нейтрализаторов нейтрализации зарядов статического электричества не обеспечивает, допустима установка комбинированных нейтрализаторов. Последние представляют собой сочетание радиоизотопного и индукционного (игольчатого) нейтрализаторов либо взрывозащищенных индукционных, высоковольтных (постоянного и переменного напряжения), высокочастотных нейтрализаторов.

В помещениях, не являющихся взрывопожароопасными, для нейтрализации зарядов статического электричества на плоских поверхностях (пленках,

лентах, тканях, листах) во всех случаях, когда позволяет характер технологического процесса и конструкция машин, рекомендуется применять индукционные нейтрализаторы. Устанавливаться они должны таким образом, чтобы расстояние между их коронирующими электродами (иглы, проволочные щетки, нить, лента) и заряженной поверхностью было минимальным и не превышало 20–30 мм.

В случае невозможности применения индукционных нейтрализаторов или их недостаточной эффективности в помещениях, не являющихся взрывопожароопасными, применяются высоковольтные нейтрализаторы и нейтрализаторы скользящего разряда. Когда применяются игольчатые индукционные и высоковольтные нейтрализаторы, обязательно предусматриваются мероприятия, предотвращающие возможность травмирования обслуживающего персонала иглами нейтрализаторов.

Для нейтрализации зарядов статического электричества в труднодоступных местах, где невозможна установка нейтрализаторов, следует применять нагнетание ионизированного воздуха. Ионизация воздуха в этом случае производится любым способом.

Если такая нейтрализация применяется во взрывопожароопасном помещении, ионизаторы (кроме радиоизотопных) делаются взрывозащищенными или располагаются в соседних помещениях, не являющихся взрывопожароопасными.

Устройства для подачи ионизированного воздуха во взрывопожароопасные помещения на всем своем протяжении должны иметь заземленный металлический экран.

Когда на заряженном материале существуют как положительно, так

и отрицательно заряженные участки либо знак заряда неизвестен, необходимо применять ионизаторы, обеспечивающие образование в воздушном потоке как положительных, так и отрицательных ионов.

В том случае, когда материал заряжен преимущественно зарядами одного знака, следует обеспечить униполярную ионизацию воздушного потока (ионами противоположного знака). В таком случае степень ионизации воздушного потока уменьшается медленнее, чем при биполярной ионизации. И это позволяет устанавливать ионизатор на большем расстоянии.

Металлические корпуса, детали, арматура и электропроводные поверхности футерованного и неметаллического оборудования тоже должны быть заземлены. В случае применения антистатического и диэлектрического неметаллического оборудования наличие в них металлических частей и деталей, имеющих сопротивление относительно земли более 100 Ом, не допускается.

Применение дополнительных мер защиты для аппаратов и трубопроводов, изготовленных из антистатических материалов, в которых жидкость с удельным сопротивлением не более 10^9 Ом·м течет со скоростью до 2 м/с при заземлении их корпусов, не требуется.

Наружная поверхность антистатических и диэлектрических трубопроводов, по которым транспортируются вещества и материалы с удельным объемным электрическим сопротивлением более 10^5 Ом·м, должна быть металлизирована или окрашена электропроводными эмалями и лаками. При этом обеспечивается стойкий электрический контакт между электропроводным слоем и заземленной металлической арматурой.

Вместо электропроводных покрытий допустимо обвивать указанные трубопроводы металлической проволокой сечением не менее 4 мм² шагом намотки 100–150 мм, которая должна быть заземлена. Контакт электропроводного покрытия трубопроводов с заземлением осуществляется с помощью заземленных металлических хомутов через каждые 20–30 м.

Неметаллические антистатические и диэлектрические емкости и аппараты покрывают снаружи (а когда позволяет имеющаяся в аппарате среда, то и внутри) электропроводными лаками и эмалями при условии обеспечения их контакта с заземленной металлической арматурой.

Надежный контакт электропроводного покрытия с заземлением обеспечивается путем покраски непрерывным слоем электропроводной эмали всех внутренних и внешних поверхностей аппарата (емкости) с установкой под его опоры заземленных металлических прокладок.

Для отвода статического электричества от веществ, находящихся внутри диэлектрического оборудования и способных накапливать заряды при контактом или индуктивном воздействии от наэлектризованной поверхности такого оборудования, допускается введение не менее двух заземленных электродов, стойких к данной среде.

При этом герметичность оборудования не должна нарушаться и вводимые электроды не должны выступать над внутренней поверхностью. Такие меры достаточны, когда удельное объемное электрическое сопротивление среды в аппарате не превосходит 10^5 Ом·м.

Запрещено применять диэлектрическое оборудование для перекачивания и транспортировки нефтепродуктов с

удельным объемным электрическим сопротивлением более 10^9 Ом•м.

Способные электризоваться либо заряжаться от наэлектризованного материала вращающиеся и движущиеся электропроводные части машин и аппаратов, которые установлены на пожаро- или взрывоопасных объектах и контакт которых с заземленным корпусом может из-за наличия слоя смазки в подшипниках или применения диэлектрических антифрикционных материалов нарушиться, должны иметь специальные устройства для обеспечения надежного заземления. Запрещается применять на взрывоопасных объектах подшипники или вкладыши к ним из неэлектропроводных материалов. Для обеспечения контакта в электропроводных подшипниках применяются электропроводные смазки.

В случае отсутствия возможности обеспечить отвод зарядов от вращающихся частей простейшими методами допустимо использовать нейтрализаторы.

Во взрывоопасных производствах рекомендуется непосредственно соединять электродвигатель с исполнительным механизмом либо применять редукторы и другие типы передач, изготовленные из металла и обеспечивающие электрический контакт оси двигателя и исполнительного механизма.

Запрещается применять на взрывоопасных объектах ременные передачи.

В случае применения на пожароопасных объектах ременных передач ремни должны выполняться из материалов с удельным электрическим сопротивлением не более 10^5 Ом•м и заземляться.

Когда материал ременной передачи имеет удельное электрическое

сопротивление более 10^5 Ом•м, относительная влажность воздуха в месте расположения ременной передачи увеличивается не менее чем до 70% или же применяются электропроводные покрытия (смазки) ремней. Запрещается смазка ремней канифолью, воском и другими веществами, увеличивающими поверхностное сопротивление. Принимаются меры к недопущению загрязнения ремней маслом и другими жидкими и твердыми веществами, имеющими удельное сопротивление более 10^5 Ом•м.

РАБОТАЮЩИЙ ПЕРСОНАЛ

При прикосновении работника к предмету, несущему электрический заряд, разряд последнего происходит через его тело. Величины возникающих при разрядке токов – небольшие и очень кратковременные. Поэтому в данном случае электротравм не возникает. Однако разряд, как правило, вызывает рефлекторное движение работника, что в ряде случаев может привести к резкому движению, падению его с высоты.

При образовании заряда с большим электрическим потенциалом вокруг создается вредное электрическое поле повышенной напряженности. Длительное пребывание здесь может вызвать у человека функциональные изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой и других системах.

У тех, кто работают в зоне воздействия электростатического поля, часты различные жалобы: на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита и др. Характерны своеобразные «фобии», обусловленные страхом ожидаемого разряда. Склонность к подобным

«фобиям», как правило, сочетается с повышенной эмоциональной возбудимостью.

Для предотвращения опасных искровых разрядов, возникающих вследствие накопления на теле работающего зарядов статического электричества, во взрывоопасных производствах должно быть обеспечено стекание таких зарядов на землю путем обеспечения электропроводности обуви и пола. Обувь считается электростатически проводящей, когда сопротивление между металлическим электродом, имеющим форму стельки, вложенным внутрь и прижатым к подошве с силой 250 Н, и наружной металлической пластиной не превышает 10^7 Ом.

Когда работник выполняет работу в неэлектропроводной обуви сидя, заряды статического электричества, накапливающиеся на его теле, можно отводить с помощью костюма (халата) из антистатической ткани в сочетании с электропроводной подушкой стула или с помощью легко снимающихся электропроводных браслетов, соединенных с землей через сопротивление 10^5 – 10^7 Ом.

Для обеспечения непрерывного отвода зарядов статического электричества с тела работающего емкостного оборудования во взрывоопасных помещениях должны быть электропроводны полы, то есть их изготавливают из материалов, удельное электрическое сопротивление которых – не более 10^6 Ом•м.

Покрытие пола считается электропроводным, когда электрическое сопротивление между металлической пластиной площадью 50 см^2 , уложенной на пол и прижатой к нему силой в 25 кгс, и контуром заземления не превосходит 10^7 Ом.

Недопустимо загрязнение пола веществами, имеющими удельное объемное электрическое сопротивление выше 10^6 Ом•м.

Проведение работ внутри емкостей и аппаратов, где возможно образование взрывоопасных паро-, газо- и пылевоздушных смесей, в комбинезонах, куртках и другой верхней одежде из электризующихся материалов запрещено.

При использовании в качестве транспортных средств вертолетов для исключения воздействия статического электричества операторам, работающим на земле, до тех пор, пока трос лебедки или трос внешней подвески не коснется грунта, приступать к работе по подцепке груза нельзя.

Операторам, работающим на земле, приступать к отцепке транспортируемых грузов, на которых накапливаются электростатические заряды, до тех пор, пока не будет произведена нейтрализация зарядов путем прикосновения к ним заземленным проводником, также запрещается.

Запрещено использовать вертолеты для доставки грузов, перевозки людей и других подобного рода операций во взрывоопасной зоне.

ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Ответственность за исправное состояние устройств защиты от статического электричества в структурном подразделении возлагается на начальника (руководителя) структурного подразделения. В организации – на главного энергетика либо лицо, ответственное за электрохозяйство.

Главный энергетик или ответственный за электрохозяйство должен

организовать правильную эксплуатацию устройств защиты от статического электричества, рассматривать и утверждать составленные руководителями структурных подразделений инструкции по эксплуатации таких устройств и контролировать правильность ее проведения.

Руководители структурных подразделений в свою очередь составляют соответствующие разделы технологических инструкций или инструкций по охране труда и обеспечивают исправность устройств защиты в цехах, их своевременную проверку и ремонт в соответствии с графиком, утвержденным главным энергетиком, а также ведение технической документации.

При применении электрических нейтрализаторов различных типов их эксплуатация должна осуществляться в соответствии с прилагаемой заводом-изготовителем инструкцией по монтажу и эксплуатации, а также в соответствии с требованиями НПА и ТНПА.

Когда применяются радиоизотопные нейтрализаторы, они эксплуатируются в соответствии с требованиями СанПиН 2.6.4.13-24-2005 и НРБ-2000.

Цепи заземления эстакад и оборудования слива и налива должны осматриваться лицами, назначенными распоряжением соответствующего руководителя структурного подразделения организации.

Текущий ремонт защитных устройств выполняется одновременно с ремонтом электрооборудования и электропроводки заземленного технологического оборудования специально подготовленным электротехническим персоналом, прошедшим обучение и проверку знаний НПА и ТНПА.

При эксплуатации защитных устройств наряду с текущим ремонтом периодически не реже одного раза в год следует осуществлять осмотр, испытание и ремонт таких устройств.

При осмотре защитных устройств должна быть проверена исправность электрической связи между токоведущими элементами, выявлены элементы в защитных устройствах, подлежащие замене или усилению вследствие механических повреждений, определен объем необходимых мероприятий по защите элементов этих устройств от коррозии, а также определен объем их предупредительного ремонта.

Осмотр, проверка и испытание заземляющих устройств осуществляются в сроки, указанные в НПА и ТНПА. Вскрытие отдельных элементов заземляющего устройства взрывоопасных установок проводится выборочно. Первое вскрытие подземной части рекомендуется производить после 8 лет эксплуатации, последующие – через 10 лет. В том случае, когда при контрольном замере обнаружено резкое (в 3 раза против расчетного) возрастание сопротивления заземляющего устройства, ревизионный срок надо сократить.

Отдельные быстроизнашивающиеся узлы защиты от статического электричества (защитное оборудование сливоналивных шлангов и тому подобное) должны подвергаться капитальному ремонту и обновляться в сроки, устанавливаемые в организациях, но не реже одного раза в год.

В каждой организации должна быть разработана и инструкция по эксплуатации систем защиты от статического электричества, учитывающая всю специфику производства. ☒