

В.С. Клубань, В.В. Воробьёв, С.А. Горячев, С.В. Молчанов
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;
e-mail: info@academygps.ru)

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СКЛАДОВ УГЛЯ

Проведён анализ пожарной безопасности объектов топливно-энергетического комплекса, использующих в качестве топлива уголь.

Ключевые слова: уголь, котельный агрегат, самовозгорание, дробление, отопительно-производственные котельные.

V.S. Kluban, V.V. Vorobjov, S.A. Goryachev, S.V. Molchanov **SOME OF THE PROBLEMS OF FIRE SAFETY STORAGE OF COAL**

The analysis of the fire safety of objects of the fuel and energy complex, which use coal as fuel.

Key words: coal, boiler unit, self-ignition, shredding, heating and industrial boilers.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 27 апреля 2011 г.

Обеспечение безопасной и эффективной работы объектов **топливно-энергетического комплекса** (ТЭК) обусловлено тем, что они относятся к особо важным объектам жизнеобеспечения. Авария, сбой в работе и даже частичное отклонение от заданных технологических параметров моментально отражаются на потребителях услуг и на населении. Поэтому проблема обеспечения пожарной безопасности объектов ТЭК является одной из самых сложных и острых во всех странах. Об этом говорит произошедшая в 2005 г. авария на Московской **ТЭЦ** (теплоэлектроцентраль – разновидность тепловой электростанции), в результате которой несколько районов Москвы и двух соседних областей остались без света, водо- и теплоснабжения; остановились на некоторых линиях поезда метрополитена, лифты в обесточенных домах, насосы водоподдачи и насосы канализационных насосных; десятки тысяч людей опоздали на работу; убытки от аварии на ТЭЦ исчислялись миллионами рублей.

Учитывая это, концепция пожарной безопасности котельных, сжигающих уголь, должна строиться на обеспечении минимально возможной вероятности возникновения пожара по принципу удержания рисков "настолько низко, насколько это практически достижимо" и соответствовать требованиям Федерального закона Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

На ТЭЦ в больших количествах обращаются взрывопожароопасные и горючие вещества и материалы: в энергетических котлах сжигается природный газ, уголь или мазут, в турбогенераторах для охлаждения нередко применяется водород, в маслосистемах используются минеральные масла в больших количествах. Пожары в машинных залах и в кабельном хозяйстве ТЭЦ приводят к ос-

тановке отдельных агрегатов и узлов либо всего объекта. В случаях, когда пожар затрагивает систему управления и безопасности, могут иметь место крупные аварии турбогенераторов.

Горение электроизоляции, кабельной продукции (поливинилхлорида, резины, полиэтилена, и т.п.) сопровождается выделением большого количества токсичного дыма, содержащего окись и двуокись углерода, хлористый водород, хлор. При этом снижается видимость.

В настоящее время основным сырьём для большинства ТЭЦ являются природный газ и мазут, которые сжигаются в топках энергетических котлов. Уголь применяется в значительно меньших количествах, однако, так как запасы природного газа и нефти не безграничны, то в обозримом будущем уголь неизбежно будет востребован на ТЭЦ в гораздо больших объёмах (количествах). Рассмотрим некоторые аспекты пожарной опасности складов угля ТЭЦ.

Склады угля ТЭЦ включают в себя следующие основные здания и сооружения: дробильный корпус, здания узлов пересыпки, закрытые галереи и конвейеры топливоподачи, гараж для бульдозеров, склад угля, щит управления топливоподачи, размораживающее устройство, буферную емкость.

Топливо (уголь) перед складированием подвергается дроблению в дробильных корпусах, в которых установлены дробилки молотковые М20×30Г или другого типа.

После дробилки уголь конвейером подаётся в распределительный узел, в котором устанавливаются приводная и натяжная станции конвейеров, выдающих топливо на механизмы непрерывного действия – **укладчики-заборщики роторные (УЗР)**, которые позволяют автоматизировать сложные складские работы, сократить затраты на обслуживание склада, решить в некоторой степени проблему поставки топлива, отличающегося по своему качеству, путём частичного усреднения его в процессе укладки и разбора штабелей угля. УЗР имеет возможность подавать уголь на склад, отсыпая его в штабель, и выдавать топливо со склада, забирая его из штабеля. Формирование штабеля (увеличение его длины и ширины) осуществляется обычно бульдозерным способом.

Для обеспечения работы склада угля на одной из ТЭЦ УЗР имеет следующие технические характеристики: производительность по укладке до 1200 *т/ч*; производительность по выдаче со склада до 1000 *т/ч*; диаметр роторного колеса 5,6 *м*; оборудован системой орошения. Характеристика штабеля: ширина основания 45,5 *м*; высота от уровня головки рельса 14,6 *м*; заглубление от уровня головки рельса 1,4 *м*; длина штабеля по основанию 300 *м*; масса 290 *тыс. т*. Для увеличения ёмкости склада и уменьшения вредного воздействия на окружающую среду по наружным сторонам штабелей устанавливаются подпорные железобетонные стены высотой 6 *м*. Выдача топлива со склада осуществляется ленточными конвейерами через существующий дробильный корпус.

Пожарная опасность складов угля, в основном, характеризуется пожароопасными свойствами угля, транспортерных лент, электроизоляции проводов и кабелей, источниками зажигания и путями распространения пожара.

Пожаровзрывоопасные свойства углей зависят от их марок. Рассмотрим некоторые из них. Все угли являются твёрдыми горючими веществами, температура самовоспламенения их аэровзвеси $t_{\text{св}} = 515\text{-}670\text{ }^{\circ}\text{C}$, нижний концентрационный предел распространения пламени 60 г/м^3 (уголь марки Т), 185 г/м^3 (уголь марки СС), критическая плотность падающего лучистого потока для углей 35 кВт/м^2 (для сравнения: для торфа кускового $9,8\text{ кВт/м}^2$, для древесины – $13,9\text{ кВт/м}^2$).

Уголь бурый, твёрдый горючий материал (ТГМ), имеет $t_{\text{св}} = 410\text{ }^{\circ}\text{C}$. Имеет высокую вероятность теплового самовозгорания, температура самонагрева $50\text{-}65\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура тления $t_{\text{тлен}} = 150\text{-}250\text{ }^{\circ}\text{C}$. Хранить в штабеле высотой не более $2,5\text{ м}$. Если температура в штабеле достигнет $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, то штабель необходимо разбирать [5].

Антрацит, ТГМ, плотность $1400\text{-}1750\text{ кг/м}^3$, теплота сгорания $33,9\text{-}34,8\text{ МДж/кг}$, $t_{\text{св}} = 500\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура тления $t_{\text{тлен}} = 300\text{-}400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Из всех углей имеет наименее высокую вероятность химического самовозгорания. При хранении температура в штабеле не должна быть более $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ [5].

Уголь марки "Т", ТГМ. Температура самовоспламенения аэровзвеси $t_{\text{св}} = 670\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура тления $t_{\text{тл}} = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$, нижний концентрационный предел распространения пламени $\varphi_{\text{нпрп}} = 60\text{ г/м}^3$, максимальное давление взрыва 860 кПа [5].

Уголь марки "СС", ТГМ, температура воспламенения $t_{\text{воспл}} = 515\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{св}} = 535\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{нпрп}} = 185\text{ г/м}^3$ [5].

Уголь марки "ОС", ТГМ, дисперсность образца менее 75 мкм , $t_{\text{воспл}} = 575\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{св}} = 635\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{нпрп}} = 400\text{ г/м}^3$ [5].

Кузнецкий уголь не имеет вероятности самовозгорания, однако если на склад по каким-то причинам будет поступать бурый или другой уголь, имеющий вероятность самовозгорания, то необходимо принимать меры профилактики, исключающие самовозгорание.

Резинотканевый материал на основе капрона, горючий трудновоспламеняющийся материал. От местного источника зажигания (пламени спички, искр короткого замыкания) не горит [5].

Изоляция кабелей и электропроводов выполняется из пропитанной кабельной бумаги, полиэтилена, **поливинилхлорида** (ПХВ) и поливинилхлоридного пластика, резины, иногда из стеклоткани или асбестового волокна, пропитанных лаками. Все вышеперечисленные изоляционные материалы (кроме асбеста и стеклоткани) являются твердыми горючими материалами.

Оплетки проводов – хлопчатобумажная пряжа, ПХВ, полиэтилен, стекловолокно, асбестоволокно, пропитанные лаком, многие оболочки кабелей – поливинилхлоридный пластикат, резина, полиэтилен; покровы – синтетические и искусственные волокна, ПХВ, лаковые покрытия, нефтяные битумы, парафин, асфальты и др. – также являются ТГМ.

Пыль углей способна образовывать с воздухом взрывоопасные смеси, при взрыве которых может образоваться высокое избыточное давление взрыва – 860 кПа (допустимое избыточное давление взрыва для зданий 5 кПа).

Взрывоопасные смеси пыли угля с воздухом могут образовываться в дробилках, в цилиндрических бункерах, в местах пересыпки угля с одного конвейера на другой, а также в помещениях узлов пересыпки и в галереях топливоподачи при переходе отложений пыли угля во взвешенное состояние (если пыль по каким-то причинам не будет своевременно убираться).

Источниками зажигания в помещениях зданий складов угля, в галереях топливоподачи, на открытом транспортере и в штабелях угля могут являться:

- удары молнии и её вторичные проявления;
- электрические искры и электродуги при коротких замыканиях электропроводов и электрокабелей, перегрузках, больших переходных сопротивлениях в силовом и осветительном электрооборудовании;
- искры, электродуги, пламя газовых горелок при проведении ремонтных газо-электросварочных работ; открытое пламя и нагретые конструкции котлов;
- самовозгорание угля, промасленной ветоши;
- механические искры при попадании в дробилки металла или камней, при ударах ковша крана мостового грейферного о камни, бетон, металл, при работе стальными инструментами;
- пламя папирос, спичек, паяльных ламп и т.д.;
- искровые разряды статического электричества при работе транспортёров, систем аспирации и т.д.;
- искры выхлопных труб двигателей внутреннего сгорания;
- перегрев, загорание и обрыв резинотканевых лент горизонтальных и наклонных транспортёров при их пробуксовке, заклинивании, завалах, недостаточном натяжении лент ведомым барабаном, их растяжении до сверхдопустимых пределов и т.д.

Основной причиной возникновения коротких замыканий в электрокабелях чаще всего является перенапряжение электросети, нарушение изоляции токопроводящих частей вследствие её старения, механического повреждения в процессе монтажа и эксплуатации или воздействия влаги и агрессивных сред. Тепловое старение электроизоляционных материалов наиболее часто возникает из-за перегрузки электросетей токами, превышающими длительно допустимые для данного сечения кабеля.

Старение изоляции характеризуется уменьшением её эластичности и механической прочности. Следствием этого могут быть электрический пробой изоляции и повреждение электрооборудования, а при наличии горючей изоляции – пожар.

Явление перегрузки возникает при неправильном расчёте допустимого сечения токоведущих жил кабелей или из-за дополнительного подключения непредусмотренных проектом потребителей, механических перегрузок на валу, неполнофазных режимов работы двигателей и понижений напряжения сети.

Механическое повреждение изоляции кабелей чаще всего возникает из-за небрежного монтажа (протаскивание сквозь стены, перегородки и т.п. без выполнения соответствующих правил), или вследствие неправильной эксплуатации (например, отсутствие механической защиты кабелей в зоне действия передвижных установок и т.п.).

Воздействие влаги и агрессивных сред при определённых условиях существенно ухудшают состояние изоляции кабелей. Под действием влаги на изоляции образуется проводящий слой и появляются токи утечки. От возникающего при этом тепла слой жидкости испаряется, а на изоляции остаются следы соли. При прекращении испарения ток утечки исчезает. При возобновлении воздействия влаги процесс повторяется, причём из-за повышения концентрации соли проводимость увеличивается. Вследствие постоянно повторяющегося процесса ток утечки не прерывается после испарения, а появляются мельчайшие искры. Дальнейшее действие тока утечки приводит к обугливанию изоляции и возникновению дугового разряда (неполное короткое замыкание), способного воспламенить изоляцию.

Для оценки возможности поджога угля вышеуказанными тепловыми источниками зажигания, которые могут иметь место в помещениях и на площадке склада, были проведены прикидочные опыты, которые показали, что уголь является трудновоспламеняемым материалом. Уголь и его осевшие пылевидные фракции не могут загораться (воспламеняться) от электрических искр, горящих спичек, папирос; небольших горящих частиц (кусочков) древесины, резины и т.д., то есть, от большинства тепловых источников в помещениях и на площадках склада уголь и осевшая пыль загореться не могут. Уголь может загораться от пламени газовых и мазутных горелок, ударов молнии, паяльных ламп, горящих дров при его (угля) укладке на их слой. То есть, уголь можно поджечь только высококалорийными, длительно действующими источниками зажигания, которых на складе небольшое количество.

Однако эти рассуждения не относятся к взрывоопасным смесям угольной пыли с воздухом, которые могут воспламеняться и взрываться от маломощных источников зажигания.

Опыты показали, что зона горения угля совпадает с поверхностью его горения, так как горение происходит без видимого пламени на поверхности, в виде тления. Опасные лучистые потоки над очагом и около очага горения угля не создаются: металлические конструкции здания, оборудования, а также аппараты, расположенные на расстоянии 1,5-2 м и более от очага горения угля, не могут нагреться до опасных для них температур (350-500 °С). До опасных температур металлические конструкции зданий, галерей или оборудования могут нагреваться только в том случае, если они окажутся в зоне горения или будут иметь непосредственный контакт с раскалённым (горящим) углём.

Для исключения перечисленных выше источников зажигания на ТЭЦ:

- запрещается применение факелов, паяльных ламп и т.п. для разогрева трубопроводов (допускается производить подогрев трубопроводов нагретым песком или водой);
- запрещается курение на территории ТЭЦ;
- предусматривается защита от прямых ударов молнии молниеотводами отдельно стоящими и установленными на дымовых трубах, молниеотводными сетками;
- для защиты от вторичных проявлений молнии металлические корпуса аппаратов присоединяются к контуру заземления ТЭЦ;

– при проведении ремонтных работ во взрывопожароопасных местах категорически запрещено использование стальных инструментов, разрешается применять только специальные искронеобразующие инструменты;

– для защиты от искровых разрядов статического электричества при перемещении угля по трубопроводам предусматриваются перемычки из стального троса и заземление;

– промасленная ветошь складывается в металлические ящики и регулярно вывозится за территорию ТЭЦ;

– предусматривается контроль температуры подшипников насосов турбогенераторов и двигателей.

Для исключения попадания в дробилки магнитных частиц предусмотрено извлечение из угля металла: в дробильных корпусах над приводными барабанами подающих конвейеров устанавливаются железоотделители подвесные с саморазгружающейся лентой. На конвейере предусматривается установка металлоискателя, регулирующего работу железоотделителей и служащего для обнаружения металла в подаваемом в дробилку со склада топлива угле.

Пути распространения пожара на ТЭЦ могут являться:

– газовоздушные облака горючих концентраций, облака масляного тумана, которые могут образовываться в котельных и машинных залах ТЭЦ;

– линии наполнения резервуаров мазутом из ж/д цистерн и линии выдачи мазута из резервуаров, а также линии рециркуляции мазута после их освобождения от продуктов;

– дыхательные линии резервуаров с мазутом;

– трубопроводы систем аварийного слива и промышленной канализации;

– дверные и оконные проёмы зданий, размещённых на ТЭЦ;

– незаделанные отверстия в стенах и перекрытиях;

– поверхность разлившихся нефтепродуктов (масел, мазутов);

– сгораемая или трудносгораемая электроизоляция и оболочки электрокабелей и электропроводов;

– транспортеры на угольном складе вертикальные и наклонные;

– трубопроводы систем аспирации и вентиляции;

– отложения угольной пыли на конструкциях.

Развитию пожаров способствует наличие значительной пожарной нагрузки в виде горючей и трудногорючей изоляции и прогрев электрокабелей по всей длине, разветвлённая сеть и большое количество кабельных трасс.

Так как горение угля протекает беспламенно и при его горении рост температуры в помещениях склада угля будет по времени сравнительно небольшим, то по таким путям распространения пожара, как дверные и технологические проёмы, системы вентиляции, будет в основном распространяться дым. Уголь от перегретых и загоревшихся транспортерных лент загораться может, однако его горение будет происходить медленно. Если транспортёр будет остановлен, то распространение пожара будет медленным. Горение в этом случае может быть быстро ликвидировано системой пожаротушения. Если уголь загорится в штабеле для его хранения, то подавать на транспортёры горящий уголь

никто не будет. То есть, вероятность распространения пожара по транспортёрам небольшая.

Для предотвращения возникновения и распространения пожара от электротехнических причин принимаются следующие решения:

- основные кабельные трассы прокладываются в кабельных сооружениях, которые разделяются несгораемыми перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч на отсеки, длина которых не превышает 150 м, что удовлетворяет требованиям п. 4.71 СНИП II-58-75;

- взаиморезервируемые ответственные кабельные линии прокладываются по разным трассам;

- предусматриваются кабели с пониженным дымовыделением и не распространяющие горение марки АВВГ_{нг};

- при переходе кабелей через ограждающие конструкции кабельных сооружений предусматривается заделка проходов кабеля несгораемым материалом с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч, что удовлетворяет требованиям п. 4.72 СНИП II-58-75;

- кабельные короба секционируются противопожарными перемычками из несгораемых материалов огнестойкостью не менее 0,75 ч. Расстояние между перемычками на горизонтальных участках в кабельных коробах принимается не более 30 м, что удовлетворяет требованиям п. 4.71 СНИП II-58-75;

- устройство молниезащиты и заземления сооружений и оборудования системы топливоподачи.

Молниезащита и заземление зданий и сооружений должны осуществляться в соответствии с действующими нормами (РД 34.21.122-87, ПУЭ).

Защита от прямых ударов молний предусматривается с помощью стержневых молниеотводов, устанавливаемых отдельно. Для зданий с неметаллической кровлей предусматривается молниеприемная сетка, присоединяемая к заземляющему устройству не менее чем в двух точках.

Основопологающим документом, устанавливающим степень пожаровзрывоопасности объектов, является СП 12.13130.2009 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности". Этим документом предусматривается категорирование промышленных и складских помещений, зданий и сооружений по взрывопожарной и пожарной опасности. Согласно табл. 1 указанного СП, помещения склада угля в основном могут относиться к следующим категориям: Б (взрывопожароопасная), В1-В4 (пожароопасные) и Г (умеренно пожароопасная). К категории Б относятся помещения, в которых обращаются горючие пыли в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчётное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. К категориям В1-В4 относятся помещения, в которых обращаются твёрдые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли), при условии, что они не относятся к категории Б. К категории Г относятся помещения, в которых твёрдые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли) сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Расчёт избыточного давления взрыва ΔP для помещений, в которых об-
рабатывается (находится, в том числе и в виде отходов, отложений и т.п.) угольная
пыль, может быть выполнен по формуле, приведённой в СП.12.13130.2009:

$$\Delta P = \frac{m H_T P_0 Z}{V_{св} \rho_v C_p T_0} \cdot \frac{1}{K_H},$$

где H_T – теплота сгорания угля, Дж·кг⁻¹;

ρ_v – плотность воздуха при начальной температуре T_0 , кг·м⁻³;

C_p – теплоёмкость воздуха, Дж·кг⁻¹·К⁻¹ (допускается принимать равной
1,01·10³, Дж·кг⁻¹·К⁻¹);

T_0 – начальная температура воздуха в помещении, К;

P_0 – начальное давление в помещении, кПа (допускается P_0 принимать
равным 101 кПа);

m – масса горючей пыли, вышедшей в результате расчётной аварии в по-
мещение, кг;

Z – коэффициент участия горючей пыли в горении;

K_H – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неadia-
батичность процесса горения. Допускается принимать K_H равным трём.

Коэффициент Z участия взвешенной пыли в горении рассчитывают
по формуле:

$$Z = 0,5 F,$$

где F – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превы-
шением которого аэрозоль становится неспособной распространять пламя.
При невозможности получения сведений для оценки величины F допускается
принимать $F = 1$.

Расчётную массу взвешенной в объёме помещения пыли m , кг, образо-
вавшейся в результате аварийной ситуации, определяют по формуле:

$$m = \min \left\{ \begin{array}{l} m_{вз} + m_{ав} \\ \rho_{ст} V_{ав} / Z \end{array} \right\},$$

где $m_{вз}$ – расчётная масса взвихрившейся пыли, кг;

$m_{ав}$ – расчётная масса пыли, поступившей в помещение в результате ава-
рийной ситуации, кг;

$\rho_{ст}$ – стехиометрическая концентрация горючей пыли в аэрозоль, кг·м⁻³;

$V_{ав}$ – расчётный объём пылевоздушного облака, образованного при ава-
рийной ситуации в объёме помещения, м³.

В отсутствие возможности получения сведений для расчёта $V_{ав}$ допуска-
ется принимать:

$$m = m_{вз} + m_{ав}.$$

Расчётную массу взвихрившейся пыли $m_{вз}$ определяют по формуле:

$$m_{вз} = K_{вз} m_{п},$$

где $K_{вз}$ – доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взве-
шенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии экспери-
ментальных сведений о величине $K_{вз}$ допускается принимать $K_{вз} = 0,9$;
 $m_{п}$ – масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

Расчётную массу пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, $m_{ав}$, определяют по формуле:

$$m_{ав} = (m_{ап} + qT)K_{п},$$

где $m_{ап}$ – масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата, кг;
 q – производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их отключения, $кг \cdot с^{-1}$;

T – время отключения, с;

$K_{п}$ – коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение. При отсутствии экспериментальных данных о величине $K_{п}$ допускается принимать:

- $K_{п} = 0,5$ – для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм;
- $K_{п} = 1,0$ – для пылей с дисперсностью менее 350 мкм.

Величину $m_{ап}$ принимают в соответствии с вышеизложенным.

Количество пыли, которое может образовать пылевоздушную смесь, определяется из следующих предпосылок:

а) расчётной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования);

б) в момент расчётной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Массу отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяют по формуле:

$$m_{п} = \frac{K_{г}}{K_{у}}(m_1 + m_2),$$

где $K_{г}$ – доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

$K_{у}$ – коэффициент эффективности пылеуборки (принимают равным 0,6 при сухой и 0,7 – при влажной ручной пылеуборке). При механизированной вакуумной пылеуборке для ровного пола $K_{у}$ принимают равным 0,9; для пола с выбоинами (до 5 % площади) – 0,7;

m_1 – масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками, кг;

m_2 – масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг.

Под труднодоступными для уборки площадями подразумевают такие поверхности в производственных помещениях, очистка которых осуществляется только при генеральных пылеуборках. Доступными для уборки местами являются поверхности, пыль с которых удаляется в процессе текущих пылеуборок (ежедневно, ежесуточно и т.п.).

Масса пыли m_i ($i = 1; 2$), оседающей на различных поверхностях в помещении за межуборочный период, определяется по формуле:

$$m_i = M_i(1 - \alpha)\beta_i, \quad (i = 1; 2),$$

где $M_1 = \sum_j M_{1j}$ – масса пыли, выделяющаяся в объём помещения за период времени между генеральными пылеуборками, кг;

M_{1j} – масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;

$M_2 = \sum_j M_{2j}$ – масса пыли, выделяющаяся в объём помещения за период времени между текущими пылеуборками, кг;

M_{2j} – масса пыли, выделяемая единицей пылящего оборудования за указанный период, кг;

α – доля выделяющейся в объём помещения пыли, которая удаляется вытяжными вентиляционными системами. При отсутствии экспериментальных данных о величине α полагают $\alpha = 0$;

β_1, β_2 – доли выделяющейся в объём помещения пыли, оседающей соответственно на труднодоступных и доступных для уборки поверхностях помещения ($\beta_1 + \beta_2 = 1$). При отсутствии сведений о коэффициентах β_1 и β_2 допускается принимать $\beta_1 = 1, \beta_2 = 0$.

M_i ($i = 1; 2$) могут быть также определены экспериментально (или по аналогии с действующими образцами производств) в период максимальной загрузки оборудования по формуле:

$$M_i = \sum_j (G_{ij}F_{ij})\tau_i, \quad (i = 1; 2),$$

где G_{1j}, G_{2j} – интенсивность пылеотложений соответственно на труднодоступных F_{1j} (м^2) и доступных F_{2j} (м^2) площадях, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;

τ_1, τ_2 – промежуток времени соответственно между генеральными и текущими пылеуборками, с.

Для предотвращения образования пылевоздушных взрывоопасных концентраций в местах пыления технологического оборудования зданий и сооружений склада угля должны предусматриваться:

- установки обеспыливания (аспирационные) в помещениях дробильных корпусов, в помещениях узлов пересыпки топлива, с удалением воздуха от укрытий технологического оборудования и его двухступенчатой мокрой очисткой;

- выполнение внутренних ограждающих конструкций помещений корпуса дробления топлива, узлов пересыпки, наземных транспортных галерей из негорючих материалов с учётом уборки их с помощью гидросмыва: гладкими, с максимально ограниченным количеством выступов; имеющиеся выступающие элементы должны выполняться с откосами под углом наклона не менее 60° к горизонту;

- выполнение полов отопляемых помещений корпуса дробления топлива, узлов пересыпки, надземных транспортных галерей с учётом уборки их с

помощью гидросмыва. Эти полы должны иметь лотки, быть гладкими и иметь уклоны к лоткам и приямкам для стока;

- гидравлическая уборка полов, смыв пыли со стен, перекрытий конструкций и оборудования в конце каждой рабочей смены во всех отапливаемых помещениях топливоподачи;

- оснащение конвейеров топливоподачи блокировками, исключающими пуск конвейеров при неработающих системах обеспыливания, щепо- и металлоулавливания;

- выполнение электрооборудования трактов топливоподачи пылезащитного исполнения с учётом требований гидроуборки пыли;

- герметизация (от пыления) всех устройств по пересыпке топлива внутри помещений, а также бункеров сырого топлива.

В помещениях тракта топливоподачи включение аспирационных систем должно производиться при пуске соответствующих лент конвейеров, остановка вентиляторов должна предусматриваться при остановке соответствующих лент конвейеров с выдержкой в 3 минуты. Прекращение подачи воды должно предусматриваться с выдержкой в 2 минуты после остановки вентиляторов. При прекращении подачи воды на очистку должна блокироваться работа аспирационной установки с подачей сигнала о неисправности [2].

При пуске любой аспирационной системы должен осуществляться пуск приточной системы и её отключение при остановке аспирационной системы.

В зданиях и сооружениях топливоподачи (дробильный корпус, здания узлов пересыпки, галереи транспортёров), согласно п. 4.16 РД 153.34.0-49.101-2003, должны предусматриваться оконные проёмы с остеклением, не менее $0,03 \text{ м}^2$ на 1 м^3 объёма каждого помещения. Площадь одной остеклённой ячейки при толщине стекла 3 мм должна быть не менее $0,8 \text{ м}^2$.

Следует также иметь ввиду, что ограждения стен и покрытия галерей, выполняемые из профилированных металлических листов, которые крепятся к каркасу самонарезными болтами через каждые 250 мм, не обладают большой прочностью и, как показывает практика, при взрывах эти листы отрываются и способствуют стравливанию избыточного давления взрыва.

При выполнении указанных пожарно-технических мероприятий образование пылевоздушных взрывопожароопасных концентраций в помещениях зданий и сооружений складов угля будет исключено. Но если взрыв все же произойдёт, то разрушения этих зданий и сооружений не будет.

Литература

1. **СНиП II-58-75.** Электростанции тепловые.
2. **РД 153-34.0.49.101-2003.** Инструкция по проектированию противопожарной защиты энергетических предприятий.
3. **ВППБ 01-02-95** (РД 34-03-301-95). Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий.
4. **ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ.** Пожарная безопасность. Общие требования.
5. **Пожаровзрывоопасность** веществ и материалов, средства их тушения. Справочник. Книга 1. М.: Химия, 1990.
6. **СП 12.13130.2009.** Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.