

УДК (083.7)614.84:631.842.4

DOI 10.37657/vniipo.2020.4.2.001

Л.П. ВОГМАН, гл. науч. сотр., д-р техн. наук; А.В. ИЛЬИЧЕВ, зам. нач. отд. – нач. сектора; В.А. ЗУЙКОВ, вед. науч. сотр.; Е.Е. ПРОСТОВ, ст. науч. сотр.; Д.В. ДОЛГИХ, науч. сотр. (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

ОСОБЕННОСТИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ СВОЙСТВ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ, СПОСОБЫ ЕЕ ТУШЕНИЯ И УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ

В соответствии с российскими нормами хранение аммиачной селитры, как правило, должно осуществляться в отдельностоящих одноэтажных складских зданиях не ниже II степени огнестойкости. При этом максимально допустимое количество хранимой селитры в пределах пожарного отсека не должно превышать 5000 т, в то время как в странах Прибалтики (Латвия, Эстония) допускается единовременное хранение 25 000 т и более.

В работе предпринята попытка расчетно-аналитическим путем обновить унификацию требований пожарной безопасности российских и зарубежных норм хранения аммиачной селитры.

Ключевые слова: аммиачная селитра, пожаровзрывоопасность, тушение, хранение

Введение

В последнее время вновь возник интерес к хранению аммиачной селитры и вызван этот интерес тем, что в морских портовых терминалах Прибалтийских государств допускается единовременное хранение 25 000 и более т селитры, в то время как российскими нормами, допускается максимальное хранение только 5000 т продукта. Это создает затруднения при осуществлении поставок селитры из европейских государств и, в частности, из портовых терминалов Прибалтийских государств в Россию.

Различный подход к определению «критической массы» аммиачной селитры, установленный в российских [1, 2] и зарубежных [3, 4] нормативных документах, регламентирующих требования пожарной безопасности к ее хранению, обусловлен физико-химическими и пожаровзрывоопасными свойствами этого продукта, поскольку при определенных условиях аммиачная селитра проявляет свойства взрывчатых веществ.

1. Физико-химические и пожаровзрывоопасные свойства аммиачной селитры

Аммиачная селитра – NH_4NO_3 (нитрат аммония, азотнокислый аммоний, аммонийная соль азотной кислоты) – белый кристаллический весьма гигроскопичный порошок: молекулярная масса 80,04, насыпная плотность $550 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ [5], температура плавления чистой селитры $169,6 \text{ }^\circ\text{C}$ [6], в воде растворяется, растворимость возрастает с повышением температуры t (122 % (мас.) при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и 600 % (мас.) при $80 \text{ }^\circ\text{C}$). При увлажнении температура t снижается и определяется по уравнению: $t = 169,4 - 13,2 W$, где W – содержание воды (% (мас.)) [5].

Селитра легко слеживается: при повышении влажности и увеличении температуры хранения изменяется кристаллическая структура продукта, в результате чего происходит связывание его массы в сплошной монолит [7–9]. Сле-

живание происходит и при подсыхании влажного продукта в местах хранения с низкой относительной влажностью от давления верхних слоев продукта на нижние. В этом случае также имеет место перекристаллизация в зависимости от изменения температуры. Ее гигроскопическая точка при 20 °С равна 66,9 % относительной влажности воздуха, т. е. практически при влажности более 60 % селитра увлажняется. Например, при температуре 33 °С и последующем охлаждении селитра рекристаллизуется с изменением объема и увеличением плотности. В сырых помещениях, и особенно при хранении россыпью, в ней появляется рассол – концентрированный раствор продукта в воде.

Существует несколько модификаций кристаллов аммиачной селитры. Наиболее устойчивая из них с простой ромбической решеткой образуется при температуре от 18 до 32 °С. Образование новых кристаллов происходит при температуре 32,3 °С, продукт слеживается и уплотняется, поэтому температура хранения не должна превышать 30 °С.

Уплотнению и слеживаемости селитры способствует также ее попеременное увлажнение и подсушивание, ведущее к распаду старых кристаллов и образованию новых, цементирующих всю массу.

Таким образом, слеживаемость объясняется способностью селитры при изменении температуры переходить из одной кристаллической модификации в другую, т. е. образовывать новые кристаллы, более крупные, чем начальные, приводя к увеличению объема продукта [7].

Для уменьшения слеживаемости селитры ее обрабатывают различными минеральными добавками, в качестве которых используются мел, доломит, зола, гипс и др. В последние годы для предотвращения слеживаемости селитры кристаллы покрывают порошкообразными минеральными веществами (гипс, каолин) или парафином, ее гранулируют.

Аммиачная селитра относится к малоопасным веществам: ПДК в воздухе рабочей зоны составляет $10 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, по степени воздействия на организм человека – к 4 классу опасности [10]. По ГОСТ 19433–88 [11] она относится к 5 классу, подклассу 5.1, классификационный шифр группы 5113, номер ООН 1942 [12], номер карточки (при транспортировании железнодорожным транспортом) № 509 [13].

Аммиачная селитра является сильным окислителем, относится к пожароопасным и взрывоопасным соединениям с характеристиками: температура разложения 195–205 °С, температура самовоспламенения 350 °С, нижний концентрационный предел распространения пламени $175 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$, теплота взрывчатого превращения $1600 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ [6]. Следует заметить, что теплота сгорания аммиачной селитры в других источниках имеет другие значения: от 460 [14], 1400 [15] до $3700 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ [16]. При разложении селитры (температура выше 200 °С) образуются оксиды азота и пары воды, при этом при взаимодействии оксидов и селитры выделяются кислород и аммиак, что может привести к взрыву. Селитра может взрываться и при попадании в зону пожара [10].

Аммиачная селитра выпускается двух марок: А (для промышленности) и Б (для сельского хозяйства). Суммарная массовая доля нитратного и аммонийного азота в пересчете на аммиачную селитру составляет: для селитры марки А – 98 % (мас.) не менее, для марки Б – не нормируется; азота в сухом веществе марки А – не нормируется, марки Б – 34,4 %, не менее. Массовая доля воды с добавками стабилизирующих добавок составляет 0,4 %, общей воды не более 0,7 % (мас.) [10].

При горении селитры плавится и растекается, вызывая все новые очаги загорания, при этом вероятность взрыва расплавленной селитры значительно выше, чем кристаллической. Толщина критического слоя распространения взрыва в безоболочном заряде составляет: кристаллической селитры 30–50 мм, мелкодисперсной 15–20 мм [5].

В присутствии некоторых веществ как органического, так и неорганического происхождения температура разложения селитры снижается. Например, при добавлении к аммиачной селитре древесной муки она составляет 170 °С, серного колчедана 120 °С, а при смешении ее с измельченным цементным камнем (в соотношении 1:1) снижается до 40 °С благодаря протекающей между селитрой и гидроксидом кальция химической реакции. Селитра, содержащая 0,3 % (мас.) хлор-иона, разлагается со взрывом при температуре 230 °С. Образец смеси селитры с полиэтиленом, фосфатом кальция или с 3%-ной талькомагнезитовой добавкой в соотношении 1:1 имеет температуру самовоспламенения 350 °С, а нижний концентрационный предел распространения пламени 125 г · м⁻³. Органические вещества при контакте с аммиачной селитрой также изменяют свои свойства. Температура воспламенения горючих материалов, пропитанная ею, снижается. Так, битумированная бумага, из которой делают тару под селитру, имеет температуру воспламенения 250 °С, в то время как эта бумага, пропитанная селитрой и высушенная, воспламеняется уже при 200 °С. Снижение температуры зарегистрировано и обычной, и прорезиненной бумаги, пропитанной селитрой. Поэтому контакт селитры с горючими веществами, такими как уголь, солома, бумага торф, джут, мешкотара при определенных условиях может привести к загоранию даже при незначительном импульсе. Контакт этих продуктов с селитрой может также привести к химическому самовозгоранию за счет теплоты реакции при температуре 100 °С. При автокаталитическом разложении селитры, обусловленном выделением диоксида азота и водяного пара, в результате такого контакта органические продукты разогреваются до температуры их самовоспламенения [6–8]. К самовозгоранию может привести и взаимодействие аммиачной селитры с маслами, легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, другими нефтепродуктами, а также с различными металлами в порошкообразном состоянии, в частности, с алюминием.

При взаимодействии селитры с серной кислотой, встречающейся в свободном состоянии в минеральных удобрениях (например, суперфосфат), или с ее кислыми солями образуется азотная кислота. При обычной температуре на свету при нагревании она разлагается с образованием окислителей: атомарного кислорода и диоксида азота. Органические вещества и материалы при воздействии на них окислителей самовозгораются.

2. Статистические данные пожаров и взрывов аммиачной селитры

Аммиачная селитра широко применяется в промышленности и в сельском хозяйстве. При хранении, транспортировании и переработке селитры зарегистрировано много случаев пожаров и взрывов. О наиболее резонансных из них речь пойдет ниже [7, 8].

В апреле 2013 г. Уэст (Техас, США) загорелось и взорвалось хранилище с 30 т аммиачной селитры. Взрыв уничтожил большую часть объекта компании West Fertilizer. Образовалась воронка глубиной 3,5 м и диаметром 35 м. Почти каждое сооружение на расстоянии ~ 520 м (дома, школы, дом престарелых) было повреждено или разрушено. Погибли 15 чел. (10 из них пожарных), около 200 чел. травмированы.

Ниже приводится информация о взрывах аммиачной селитры, опубликованная в СМИ Латвии.

США, г. Техас-Сити

Взрыв на 135-метровом французском сухогрузе «Гранкан» 2300 т аммиачной селитры в 45-килограммовых бумажных мешках. Мощность взрыва была такова, что вода у причала испарилась. Части корабля весом в тонну оказались на расстоянии 3,5 км от причала. Рухнули бетонные склады и находившиеся на другом берегу залива нефтяные вышки. Наполненная нефтью 50-метровая баржа, стоявшая рядом с «Гранканом», пролетела 70 м по воздуху, прежде чем упасть на автостоянку. Взрывной волной накрыло не только 600 автомашин в различных районах города, но и два пролетавших спортивных самолета, рухнувших в воду. Загорелись предприятия химического комплекса, только на химкомбинате «Монсанто» из 450 работников погибли 154, еще около 200 были тяжело ранены.

На стоящих неподалеку парходах «Хайфлаер» и «Вильсон Киин» детонировали селитра и сера. От этих взрывов пожары распространились на терминалы двух нефтяных компаний.

Всего в городе и его окрестностях погибли 1500 чел, ранены более 5000, несколько сотен пропали без вести. Повреждено более 1100 автомобилей, в металлолом превращено 362 грузовых вагона. На 75 % уничтожена нефтеперерабатывающая и химическая и промышленность города, 2/3 Техас-Сити разрушено. Имущественный ущерб превысил 100 млн долларов.

Франция, г. Тулуза

После взрыва 300 т аммиачной селитры на химическом комбинате образовалась воронка глубиной 15 м, погибли 30 чел., ранено 3500, фрагменты частей тела жертв находили на расстоянии 15 км. Разрушены или получили серьезные повреждения 27 000 квартир, 184 детских сада, 79 школ, 26 колледжей, 2 университета, прекратили деятельность 134 предприятия, лишились крыши над головой 40 000 чел. В зоне радиусом в 1 км от эпицентра взрыва не подлежало восстановлению ни одно строение, в зоне 2–3 км снесены крыши домов, повреждены стены, в зоне 8 км – центр города: в окнах выбиты все стекла, в негодность пришли легкие конструкции, пострадали концертный зал и стадион. Общая сумма ущерба приблизилась к 3 млрд евро, органы власти и страховые компании получили порядка 100 тысяч требований о возмещении убытков.

Мексика, Коахила

Грузовик с прицепом, перевозивший навалом 22 т аммиачной селитры, попал в дорожно-транспортное происшествие. Начавшийся в кабине водителя пожар привел к взрыву. Погибли 37 чел., около 150 были ранены. Воронка от взрыва была диаметром свыше 18 м и около 2 м глубиной.

На территории Советского Союза приводятся случаи пожаров при складировании селитры.

Описаны пожары в Грузии, которые произошли при хранении селитры [8]. В одном случае (1955 г.) сгорело складское помещение в результате самовозгорания органических материалов в присутствии аммиачной селитры. В другом случае (1965 г.) причиной пожара стало хранение в помещении несовместимых веществ: селитры, суперфосфата и других минеральных удобрений. Похожий пожар произошел в Луганской области в 1957 г. Причиной пожара послужило химическое самовозгорание при контакте селитры с серным колчеданом при размещении ее на земляном полу. В 1965 г. в Ростовской области зарегистрировано более 10 случаев пожаров на складах минеральных удобрений, где хранилась селитра.

За последние 10 лет (2009–2019 г.) в России в зданиях складов химических веществ, минеральных удобрений и ядохимикатов (в том числе и в зданиях хранения аммиачной селитры) произошли 74 пожара с общим ущербом около 200 млн руб. В них пострадали 12 чел. Столь незначительные последствия и потери в пожарах при хранении химических веществ, минеральных удобрений и ядохимикатов обусловлены, прежде всего, тем, что качество выпускаемой продукции повысилось. Например, содержание аммиачной селитры марки А достигает 98 % (мас.) по основному продукту [10], выпускается продукция в виде гранул. Соблюдаются требования и по совместному (в одном здании) хранению материалов удобрений и химических средств защиты растений, выполняются и другие требования пожарной безопасности при хранении. Как следует из статистики аварий, за последние 50 лет в России не зарегистрировано ни одного случая взрыва в хранилищах селитры.

Анализ статистических данных о пожарах и взрывах при хранении аммиачной селитры свидетельствует о серьезных проблемах в обеспечении пожаровзрывобезопасности процессов ее хранения. Из описания аварий следует, что чаще всего их причиной становится химическое самовозгорание селитры при ее взаимодействии с несовместимыми веществами и материалами: органическими веществами и материалами, маслами и т. п., или использование, хранение загрязненного примесями продукта.

3. Анализ нормативных требований пожарной безопасности хранения аммиачной селитры

Аммиачную селитру марок А и Б [10] в России упаковывают в сварные или клееные влагопрочные полиэтиленовые мешки или в мешки из пропиленовых нитей, в пяти-, шестислойные ламинированные мешки, в мягкие контейнеры разового или многократного использования. Ее упаковывают также во влагопрочные мешки, а затем в специализированные металлические контейнеры при транспортировании железнодорожным, водным и автомобильным транспортом [10, 13].

В соответствии с российскими нормами [1, 2] хранение аммиачной селитры, как правило, должно осуществляться в отдельно стоящих одноэтажных бесчердачных складских зданиях не ниже II степени огнестойкости, полы должны быть выполнены из кислотостойких негорючих материалов. Наибольшая допустимая площадь этажа в пределах пожарного отсека складских зданий для удобрений и пестицидов для одноэтажных зданий II степени огнестойкости категории А по взрывопожарной опасности составляет 5200 м², категории Б – 7800 м², категории В – 10 500 м². При определении площади этажа для хранения аммиачной селитры (за исключением водоустойчивой селитры) можно хранить не более 5000 т насыпью, в специальных мешках – не более 2500 т продукта. Хранение селитры в специальных мешках массой до 3500 т в помещениях, разделенных перегородками из материала НГ с пределом огнестойкости не менее REI 45, может быть предусмотрено в отдельно стоящих складских зданиях. Штабели селитры в мешках не должны превышать 700 т. Расстояние между штабелями для проезда механизмов должно быть не менее 1,5 м, проходы не менее 1 м [2]. В исключительных ситуациях допускается хранение селитры в отдельном отсеке общего склада минеральных удобрений сельскохозяйственного предприятий I или II степени огнестойкости [2].

Допускается размещать изолированные складские помещения (части зданий II степени огнестойкости) для хранения селитры в составе зданий для других

агрохимикатов. При этом помещения для хранения аммиачной селитры в количестве не более 1500 т отделяются от других складских помещений для удобрений и пестицидов сплошными (без проемов) перегородками из материала НГ с пределом огнестойкости не менее EI 45.

В соответствии с прил. 1 и 2 к Федеральному закону № 116-ФЗ [16] для опасных производственных объектов в зависимости от количества обращающейся взрывопожароопасной продукции устанавливаются классы опасности. Объекты хранения аммиачной селитры идентифицируются в качестве опасных производственных объектов. Например, для объекта I класса опасности с обращением на нем аммиачной селитры и ее смесей, которые одновременно находятся или могут находиться на объекте и которые содержат в селитре азота из нитрата аммония более 28 % массы, допускается содержать 25 000 т и более продукта, а селитры в форме удобрения с тем же содержанием азота – 100 000 т и более. С уменьшением количества хранимой селитры класс опасности снижается от I до IV. Объекты хранения селитры массой 5000 т относятся к II классу опасности. Таким образом, с точки зрения взрывобезопасности объектов хранения аммиачной селитры на складах можно размещать 25 000 т и более продукта. В зависимости от класса опасности в соответствии с Федеральными нормами и правилами [17] (п. 17, 25, 49, 50, 5, 66, 73, 75, 77, 79, 80–86, 90, 92, 94, 99–103, 105, 106 и др.) устанавливаются требования безопасности к соответствующим объектам по предотвращению взрывов.

В соответствии NFPA-400 [3, 4] требования безопасности устанавливаются к объектам с обращением в нем селитры, превышающем 450 кг.

В России, Украине, странах Европы допускается складирование аммиачной селитры на складах и портах до 5000 т.

В странах Прибалтики в морских терминалах допускается единовременное хранение 25 000 т в одном складе (постановление Министра экономики Эстонии от 11.01.2016 г.) и рассматривается возможность хранения 90 000 т селитры.

4. Особенности возникновения, развития и тушения пожаров на складах аммиачной селитры

Следует особо подчеркнуть, что, как видно из обзора статистики аварий с аммиачной селитрой, данных литературы и расчета тротилового эквивалента, последствия взрыва 20, 200, 2000 т и более будут одинаково катастрофическими. Поэтому взрыва допускать нельзя.

Как отмечалось выше, в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ [16] и прил. 1 и 2 к нему для опасных производственных объектов в зависимости от количества обращающейся взрывопожароопасной продукции устанавливаются классы опасности и требования к классам опасности (п. 17, 25, 49, 50, 5, 66, 73, 75, 77, 79, 80–86, 90, 92, 94, 99–103, 105, 106 и др. [18]). Объекты хранения аммиачной селитры идентифицируются в качестве опасных производственных объектов. Например, для объекта I класса опасности с обращением на нем аммиачной селитры и ее смесей, которые одновременно находятся или могут находиться на объекте и которые содержат в селитре азота из нитрата аммония более 28 % массы, допускается размещение 25 000 т и более продукта, а селитры в форме удобрения с тем же содержанием нитрата аммония 100 000 т и более продукта.

Отсюда вытекает важный вывод о том, что нельзя допускать повышение температуры на складах аммиачной селитры до температуры начала ее разложения (выше 160 °С) и тем более до температуры горения при пожаре. Эта за-

дача решается регистрацией на ранней стадии начала процесса разложения селитры, выбором средств и способов предотвращения и тушения пожара.

Аммиачная селитра в условиях пожара при воздействии высокой температуры разлагается с выделением кислорода, оксидов азота и аммиака, что не исключает возможности взрыва. Рост температуры и давления в помещении представляет угрозу взрыва. Сильный и длительный прогрев всей массы селитры в процессе горения конструкций складов, вызывающий ее растекание и последующее разложение, может привести к взрыву. Особенность тушения пожара заключается в том, что вентиляция помещения при пожаре прекращать нельзя. Дело в том, что приток воздуха, который при большинстве пожаров различных веществ и материалов способствует развитию пожара, при пожаре селитры, сопровождающемся в процессе ее разложения образованием кислорода, оксидов азота и аммиака, будет приводить к дополнительному вентилированию воздушной среды и ее охлаждению. Иначе говоря, при пожаре аммиачной селитры в помещении необходимо обеспечить наилучшие условия его вентилирования (не выключать систему вентиляции) и разгерметизации путем открытия ворот, дверей, окон, люков, а на плавсредствах – иллюминаторов, трюмных отверстий, люков и других преград.

Поскольку аммиачная селитра растворяется в воде, то лучшим средством ее тушения является вода, пена средней и низкой кратности, подаваемые с высокой интенсивностью в виде распыленных или компактных струй. В соответствии с СП 5.13130.2009, например, для помещений категории В1, В2 высотой 18 м интенсивность орошаемой площади водой должна быть не менее $0,42 \text{ л} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, раствором пенообразователя не менее $0,27 \text{ л} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ (табл. 5.3), а расход должен быть не менее 105 и 165 $\text{л} \cdot \text{с}^{-1}$ соответственно. При этом защищаемая орошаемая водой площадь должна быть не менее 252 м^2 , а раствором пенообразователя 303 м^2 .

Следует отметить, что по своим физико-химическим и пожаровзрывоопасным свойствам аммиачная селитра схожа с пероксидами: при разложении пероксидов, как и при разложении селитры, выделяются кислород, оксиды азота, которые активизируют горение и могут привести к взрыву. Тушение пероксидов осуществляется большими расходами воды вплоть до затопления складов. Для помещений складов пероксидов предусматриваются системы автоматического водяного дренчерного или спринклерного пожаротушения с интенсивностью подачи воды не ниже $0,16 \text{ л} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Сравнение расходных параметров для тушения селитры и пероксидов по воде и по воде с пенообразователем показывает, что для селитры они почти в два раза выше.

Наружное пожаротушение складских зданий, в которых осуществляется хранение аммиачной селитры, должно производиться в соответствии требованиями СП 8.13130.2009. Если принять максимальную площадь хранения селитры в здании I или II степени огнестойкости (или площадь этажа 10 400 м^2 между противопожарными стенами), С0, С1 конструктивной пожарной опасности, категории В по пожарной опасности в соответствии с данными п. 6.3.11 (табл. 11) СП 4.13130.2013 [1], а высоту, равной 18 м, то объем здания (отсека) составит 189 000 м^3 . Тогда в соответствии с табл. 4 СП 8.13130.2009 расход воды на наружное пожаротушение составит 30 $\text{л} \cdot \text{с}^{-1}$.

В соответствии с СП 10.13130.2009 на складах аммиачной селитры должен быть предусмотрен внутренний водопровод. Например, для зданий I и II степени огнестойкости категории В по пожарной опасности объемом до 200 тыс. м^3 (пло-

щадь отсека 10 400 м², высота 18 м) в соответствии с п. 4.1.1 и 4.1.2 СП 10.13130 должно быть предусмотрено четыре ствола с расходом воды не менее 5 л · с⁻¹.

Наибольший эффект тушения на складах селитры достигается при использовании стволов А и Б. Применять стволы большего диаметра (например, лафетные), особенно в самом начале пожара, нецелесообразно, так как это ведет к разрыву мешков, тары, просыпанию продукта на пол, развалу штабелей и образованию завалов между ними. Могут образовываться закрытые объемы между мешками, внутри штабелей участки разложения селитры и скрытые очаги горения.

Однако если свободное горение в помещении склада селитры продолжается более 30 мин, то в этом случае подача воды с помощью лафетных стволов в виде компактных мощных с дальних дистанций струй вплоть до полного затопления зоны горения с соблюдением мер предосторожности от взрыва для ствольщиков будет обоснована. Распыленная вода и тем более пар в условиях развитого пожара селитры могут оказаться неэффективными. В то же время при хранении селитры навалом или при расплавлении масс продукта, которые при растекании создают условия для развития пожара, для охлаждения всей поверхности удобрения целесообразно использовать распыленную воду. Подача компактных струй на поверхность массы селитры или при ее растекании приводит к ее разбрызгиванию и увеличению площади горения. Предотвращению растекания расплавленной массы селитры можно обеспечить приямками, поддонами, преградами в виде обвалований из песка и земли.

При небольших очагах пожара селитры используют водяные и пенные огнетушители. Воздействие воды и водопенных средств приводит к интенсивному охлаждению очага горения, уменьшению растекания расплава селитры, увлажняет тару, проникает между мешками и штабелями. Применение пара для тушения селитры не рекомендуется, поскольку в этом случае температура очага снижается слабо.

Складские помещения аммиачной селитры должны быть оснащены системами пожарной сигнализации в соответствии с требованиями СП 5.13130.2009. Как отмечалось выше, аммиачная селитра является пожароопасным веществом, сильным окислителем, с характеристиками: температура разложения 195–205 °С, температура самовоспламенения 350 °С. Иначе говоря, это вещество не имеет температуры вспышки и воспламенения, горит только при разложении в виде расплавленной выше температуры 160 °С массы низким пламенем и с невысокой интенсивностью в газовой фазе за счет одновременного выделения окислителей (кислород и оксиды азота) и аммиака и взаимодействия их с аммиачной селитрой [10]. В горении могут принимать участие в небольших количествах присадки к селитре, а также упаковочный материал (полиэтилен, пропиленовая ткань). В соответствии со свойствами аммиачной селитры и требованиями п. 13 табл. 1 прил. М СП 5.13130.2009 в качестве пожарных извещателей в хранилищах аммиачной селитры могут быть применены датчики на пламя, тепло и дым.

5. Предложения по корректировке требований СП 4.13130.2013, относящихся к хранению аммиачной селитры

На основании анализа литературы и расчетно-аналитических исследований предложены изменения и дополнения в СП 4.13130.2013 [1].

Раздел 6.3 Требования к складским зданиям

Пункт 6.3.12 изложить в следующей редакции:

«Аммиачную селитру и ее производные допускается хранить в одноэтажных складских зданиях не ниже II степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности С0. Площадь этажа в пределах пожарного отсека не должна превышать 10 500 м².

Между противопожарными стенами 1-го типа допускается хранение не более 25 000 т аммиачной селитры и ее производных насыпью или в специальных мешках, а также в мягких специализированных контейнерах для сыпучих продуктов в соответствии с ГОСТ 2–2013.

Условия размещения аммиачной селитры и ее производных в штабелях следует принимать в соответствии с требованиями СП 92.13330.2012.

Температура в помещении хранения аммиачной селитры и ее производных не должна превышать 30 °С при относительной влажности не более 60 %.

Складские помещения для хранения аммиачной селитры и ее производных должны быть оборудованы общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией с целью исключения образования пожаровзрывоопасной среды в помещении при разложении аммиачной селитры.»

Пункт 6.3.14 изложить в следующей редакции:

«Складские помещения для хранения аммиачной селитры и ее производных в количестве не более 5000 т допускается отделять от других помещений, в том числе от складских помещений для удобрений и пестицидов, сплошными (без проемов) противопожарными стенами 2-го типа.»

Заключение

Анализ свойств пожаровзрывоопасности аммиачной селитры, особенностей тушения свидетельствует о том, что к хранению этого вещества, применяемого как удобрение, следует предъявлять соответствующие этим особенностям требования пожарной безопасности и противопожарной защиты. С одной стороны, аммиачная селитра относится к негорючим пожароопасным веществам. С другой стороны, при ее разложении выделяется большое количество кислорода, оксидов азота, взаимодействие с которыми при повышенных температуре и давлении органических веществ и материалов может привести к взрыву.

Нормативные требования, которые относятся к хранению аммиачной селитры и содержащиеся в нормативной и технической литературе, представляются отрывочными, недостаточно обоснованными и не учитывают высокие качественные показатели выпускаемой в настоящее время товарной продукции, а также технические возможности по предотвращению и тушению пожаров на складах.

На основании выполненных расчетно-аналитических исследований и обзора технической литературы, а также установленных Федеральным законом № 116-ФЗ [16] норм хранения аммиачной селитры представляется целесообразным осуществить унификацию требований пожарной безопасности по количеству допускаемой к хранению на закрытых складах селитры, принятых у нас в стране и за рубежом исходя из того, что вероятность взрыва в современных хранилищах селитры весьма мала по следующим соображениям.

Выпускаемая в настоящее время гранулированная аммиачная селитра марки А и Б [10] относится к высшей категории качества: суммарная массовая доля нитратного и аммонийного азота в пересчете на нитрат аммония в сухом веществе составляет 98 %, на азот в сухом веществе не нормируется (марка А) или не менее 34,4 % (марка Б). Такая селитра в отсутствие примесей и контакта с горючими веществами в герметичной таре длительное время сохраняет свои

свойства и не подвержена растеканию при допускаемой массовой доле воды 0,7 %, разложению вплоть до 210 °С. Аммиачную селитру марок А и Б в нашей стране упаковывают в сварные или клееные влагопрочные полиэтиленовые мешки, в мешки из полипропиленовой ткани, в мягкие влагонепроницаемые или влагопрочные контейнеры разового или многократного использования. Ее упаковывают также в специализированные металлические влагонепроницаемые или влагопрочные контейнеры при транспортировании железнодорожным, водным и автомобильным транспортом. Селитру допускается перевозить в непакетированном виде. Такая перевозка в районы Крайнего Севера и приравненные к ним районы запрещена.

Таким образом, изменение требований пожарной безопасности к хранению аммиачной селитры в зданиях и сооружениях должно быть обусловлено требованиями к чистоте продукта и его упаковке, к исключению контактов с органическими веществами и материалами, к условиям хранения, а именно:

- не допускать хранение в одном помещении, отсеке несовместимых веществ и материалов;

- температура хранения не должна превышать 30 °С, влажность должна составлять не выше 60 %;

- необходимо предусмотреть приямки при хранении продукта в штабелях под штабелями для предотвращения растекания продукта при повышении температуры в складе выше 160 °С;

- необходимо предусмотреть меры, направленные на предотвращение повышения концентрации газообразных продуктов разложения (кислород, оксиды азота, аммиак) в замкнутом объеме: оборудовать склады аммиачной селитры приточно-вытяжной вентиляцией кратностью не ниже 5; вентиляция при пожаре должна продолжать работу без остановки вплоть до полного прекращения пожара.

Склады селитры следует оснащать:

- автоматической установкой пожарной сигнализации;
- автоматической установкой водяного или водопенного пожаротушения;
- внутренним противопожарным водопроводом;
- источниками наружного противопожарного водоснабжения;
- первичными средствами пожаротушения.

Все эти меры позволят снизить аварийность и минимизировать последствия пожаров, исключить взрывы на складах аммиачной селитры.

Описание типовых объектов хранения селитры, размещение в них штабелей массой 700 т с общей загрузкой склада 5000 т и 25 000 т показывают, что и в том, и в другом случае, выполняются условия для осуществления технологических операций по безопасному хранению продукта, его доставки на склад и вывоза со склада, оснащения объекта всеми элементами предотвращения пожара и пожарной защиты, предусмотренных нормативными документами и новыми требованиями, сформулированными в разд. 5 настоящей статьи в виде дополнений и изменений к СП 4.13130.2013 [1].

Список литературы

1. СП 4.13130.2013. Система противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным решениям.
2. СП 92.13330.2012. Склады сухих минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Актуализированная редакция СНиП II-108-78.

3. Роберт Джеймс, UL; Элизабет Бук, FMRL; Марти Грешо FP2 Fire Inc.; Крис Коннели, пожарный маршал штата Техас; Пол Якобуччи, Акзо Нобель; Пэм Гуффейн, Институт удобрений. Раскрытие загадки нитрата аммония: изменения кода для AN в NFPA-400. NFPA Conference and Expo. Чикаго, июнь 2015 г. (пер. с англ.).

4. NFPA-400. Hazardous Materials Code.

5. Кармолин А.Л., Чернюгов А.Д., Коршунов Ю.Н. Безопасная перевозка взрывчатых веществ железнодорожным транспортом. М.: Транспорт, 1992. 383 с.

6. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник в 2 ч. М.: Ассоциация «Пожнаука», 2000.

7. Смирнов И.В. Пожарная безопасность при хранении аммиачной селитры. М.: Россельхозиздат, 1984. 62 с.

8. Пожаровзрывоопасность аммиачной селитры при хранении и транспортировании: информационное письмо ВНИИПО МВД СССР. М.: ВНИИПО, 1970. 17 с.

9. Правила по безопасному складированию, хранению, перевозке, подготовке к внесению аммиачной селитры. М.: КОЛОС, 1973. 9 с.

10. ГОСТ 2–2013. Селитра аммиачная. Технические условия.

11. ГОСТ 19433–81. Грузы опасные. Классификация и маркировка.

12. Рекомендации по перевозке опасных грузов. 5-е пересмотр. изд. ООН. Нью-Йорк, 1988.

13. ГОСТ 21124–75. Транспортирование аммиачной селитры в металлических контейнерах. Общие требования.

14. Потемкин Г.А. Критерий пожаровзрывоопасности веществ и материалов // Пожарная безопасность. 2018. № 4. С. 78–83.

15. Земский Г.Т. Огнеопасные свойства неорганических и органических веществ: справочник. М.: ВНИИПО, 2016.

16. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Федер. закон Рос. Федерации от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 20 июня 1997 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

17. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов». Серия 09. Вып. 40. М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. 72 с.

Материал поступил в редакцию 19.02.2020 г.

Вогман Леонид Петрович – главный научный сотрудник, доктор технических наук; **Ильичев Александр Валерьевич** – заместитель начальника отдела – начальник сектора; **Зуйков Владимир Александрович** – ведущий научный сотрудник; **Простов Евгений Евгеньевич** – старший научный сотрудник; **Долгих Дмитрий Вадимович** – научный сотрудник. Тел. (495) 524-98-59. E-mail: vniipo-3.5.3@yandex.ru (Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)), г. Балашиха, Московская область, Россия.

L.P. Vogman, A.V. Ilyichev, V.A. Zuykov, E.E. Prostov, D.V. Dolgikh

FEATURES OF FIRE-EXPLOSIVE PROPERTIES, EXTINGUISHING METHODS AND SAFE STORAGE CONDITIONS OF AMMONIUM NITRATE

The storage of ammonium nitrate usually should be realized in separate single-story warehouse structures of at least II degree of fire resistance in accordance with Russian standards. At the same time, the maximum allowable amount of stored ammonium nitrate within the fire compartment should not exceed 5000 tons, while the simultaneous storage of 25000 or more tons is allowed in the Baltic countries (Latvia, Estonia).

Authors attempt to substantiate the unification of fire safety requirements for ammonium nitrate storage in Russian and foreign standards by calculation and analysis.

Keywords: ammonium nitrate, fire-and-explosion hazard, extinguishing, storage

Leonid P. Vogman – Doctor of Technical Sciences, Main Researcher; **Alexander V. Ilyichev** – Deputy Head of Department – Head of Sector; **Vladimir A. Zuykov** – Leading Researcher; **Evgeny E. Prostov** – Senior Researcher; **Dmitry V. Dolgikh** – Researcher. Phone: (495) 524-98-59. E-mail: vniipo-3.5.3@yandex.ru.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.