

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРОВОЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ХРАНЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В.В. Масленников, канд. техн. наук
(ВТУ Спецстроя России)

Предприятия хранения и переработки растительного сырья (ПХПРС) относятся к пожаровзрывоопасным из-за наличия большого количества сырья, склонного к самовозгоранию и взрыву вследствие образования горючих газов и аэрозвесей. При хранении зерна, отрубей, шрота, травяной муки температура растительного сырья может повышаться. В очаге самосогревания термоокислительная деструкция продукта становится более интенсивной, а при увлажнении выделяются газы, в том числе водород. Благодаря высокой сорбционной способности растительного сырья газы (водород, метан, оксид углерода) накапливаются в нем. При дальнейшем повышении температуры и размеров очага тления происходит десорбция этих газов, и в замкнутых свободных объемах силосов и бункеров могут образовываться взрывоопасные газовоздушные смеси. Одновременно в насыпи продукта возможны реакции пиролиза и термоокислительной деструкции, протекание которых приводит к образованию перемычек и комьев из обугленного сырья и соответственно возникновению в насыпи полостей с горючими газами. Из этих застойных зон горючие газы, удельная масса которых меньше удельной массы воздуха, через поры проникают в свободные объемы силосов и бункеров, вызывая при выгрузке из них продукта взрывы. Таким образом, при наличии в насыпи очагов самосогревания или горения в свободном от продукта объеме силоса всегда присутствуют горючие газы.

С использованием газоанализатора (например, «Поиск-2») можно определить наличие, состав и объемную концентрацию горючих газов в свободном объеме силоса. Зная объемную концентрацию, можно сделать вывод о том, какой процесс идет внутри насыпи растительного сырья в силосе. Так, появление в свободном объеме силоса водорода и (или) оксида углерода в концентрации (объемные %) 0,5–1,0 свидетельствует о том, что внутри насыпи идет процесс самонагревания, присутствие оксида углерода, водорода и метана в концентрации выше 1,0 – начинается и развивается процесс горения, при достижении концентрации водорода 4,08, метана 5,24, оксида углерода 12,50 в свободном объеме силоса может произойти взрыв.

Очаг самонагревания и горения в начальной стадии в силосе можно обнаружить визуально – парение, дым, разогрев конструкций силоса.

Современная система дистанционного контроля температуры на ПХПРС, в отличие от газового анализа, не дает информации о том, какой процесс идет в силосе (самонагревание, горение или предвзрывной этап). Регистрируется только изменение температуры в местах расположения термодатчиков. Из-за невысокой теплопроводности растительного сырья, расположения очага горения, как правило, на стенке силоса, а термодатчиков по оси силоса, может возникнуть ситуация, когда развитый процесс самонагревания и даже горения с интенсивной генерацией горючих газов будет идентифицироваться измерительной аппаратурой как незначительное повышение температуры.

В связи с изложенным очевидна необходимость объективно оценивать процессы, протекающие в силосе (самонагревание, горение, предвзрывная стадия). Это можно осуществить, наряду с использованием штатной системы дистанционного контроля температуры, путем внедрения на ПХПРС индикаторной системы анализа горючих газов согласно требованиям правил промышленной безопасности.

При ликвидации аварии на ПХПРС, вызванной самовозгоранием сырья в силосе или бункере, невозможен привычный ритм работы пожарных и специалистов предприятия, так как развитие аварий такого типа имеет особенности. Зарождение очагов горения и образование горючих газозводушных смесей в относительно замкнутых свободных объемах силосов (бункеров) – длительный процесс. При концентрации кислорода менее 1 объемного % тление протекает весьма вяло, поэтому время подавления очага не является определяющим параметром. Основная стадия ликвидации такой аварии – подготовительная. Она может длиться несколько дней.

Очаг горения при самовозгорании залегает в массе растительного сырья, и потушить его традиционными средствами весьма сложно. Воду и пар в данном случае использовать для тушения нельзя, так как при действии их на травяную муку, шрот, зерно и другие виды растительного сырья дополнительно генерируются горючие газы в результате интенсификации биохимических процессов в массе растительного сырья и взаимодействия углерода с водой при температуре выше 1000 °С. Применение воды и пара для подавления очагов горения может привести к обрушению слоя продукта в силосе. Инертные газы также не эффективны, поскольку тление продукта идет при концентрации кислорода в очаге менее 1 об. %. Поэтому основная задача во время ликвидации самовозгорания сырья в силосах – его выгрузка при обеспечении



взрывобезопасных условий работы. Тушение горящего продукта осуществляют в подсилосном этаже (использовать компактную направленную струю воды запрещается во избежание образования взрывоопасной пылевоздушной смеси и последующего взрыва).

В процессе ликвидации аварии необходимо осуществлять:

- ❖ газовый анализ продуктов термоокислительной деструкции;
- ❖ флегматизацию горючей газовой смеси инертными газами в свободном объеме аварийного силоса и в смежных с ним силосов до тех пор, пока содержание кислорода не уменьшится до 8 об. %.

Следует отметить, что если в хранилище достигается взрывобезопасная среда путем подачи инертного газа, то взрыв пыли невозможен, поскольку для пылей минимальное взрывоопасное содержание кислорода и минимальная энергия зажигания значительно выше, чем для газов. Для предотвращения «цепной реакции» образования очагов горения в смежных с аварийным силосом, в том случае если температура в этих силосах выше 200 °С, можно рекомендовать следующую тактику ликвидации аварии. Сначала – разгрузка смежных с аварийным силосом, герметизация аварийного силоса и подача в него и в смежные с ним предаварийные силосы флегматизатора в количестве, обеспечивающим взрывобезопасную концентрацию горючих газов (в надсводном пространстве этих силосов) и взрывоопасной пыли (в подсводном пространстве) в течение всего времени ликвидации аварии. После разгрузки смежных силосов производят разгрузку аварийного силоса комбинированным способом.

Выводы

Для ликвидации аварий на ПХПРС необходима система, обеспечивающая флегматизацию горючей газовой смеси в свободном объеме аварийного и смежных с ним силосов, которую можно использовать для создания взрывобезопасной среды в пылевзрывоопасных помещениях, сушильных камерах и т.п.

В настоящее время на предприятиях ПХПРС и в подразделениях ГПС такие системы отсутствуют (т. е. ликвидировать аварийные ситуации практически нечем). Имеющиеся на вооружении водопенные средства тушения для ликвидации аварийных взрывопожароопасных ситуаций применяться не могут, потому что при взаимодействии воды, водопенных средств и водяного пара с горящим продуктом наряду с диоксидом углерода выделяются горючие

газы: водород, монооксид углерода и метан в количествах, значительно превышающих нижний концентрационный предел воспламенения для каждого из них. Использование для подавления очагов горения растительного сырья в силосах и бункерах воды или пара может привести к взрыву хранилищ зернопродуктов.

Для реализации мероприятий, рекомендуемых для ликвидации аварийных ситуаций, возникающих при самовозгорании (горении) растительного сырья в силосах и бункерах, а также при создании взрывоопасной среды в пылевзрывоопасных помещениях, сушильных камерах и т.п., необходимо создать на ПХПРС систему флегматизации. Эта система состоит из емкости (не менее 4 м³), предназначенной для длительного хранения жидкой углекислоты, и газификатора для непрерывного преобразования жидкой углекислоты в газообразную в автоматическом режиме. При этом должен быть обеспечен газовый анализ.

Система флегматизации позволяет:

- ✧ хранить на ПХПРС жидкую углекислоту в стационарно установленной изотермической емкости (тип УДХ) в течение неограниченного периода времени за счет встроенного в систему УДХ холодильного оборудования;
- ✧ заправлять (дозаправлять) УДХ жидкой углекислотой из цистерны, предназначенной для транспортирования жидкой углекислоты (тип ЦЖУ), что позволяет подавать газообразный флегматизатор в аварийный объект в течение неограниченного периода;
- ✧ обеспечивать за счет газификатора типа ГУ, в котором используются в качестве теплоносителя горячая вода или пар (возможен также вариант электроподогрева):
 - ✧ автоматическое регулирование расхода и давления газообразной углекислоты на выходе из газификатора и необходимое рабочее давление в самой цистерне (УДХ);
 - ✧ плюсовую температуру углекислого газа на выходе из газификатора, что, во-первых, исключает проблемы с соблюдением техники безопасности и позволяет использовать для транспортирования углекислого газа в отсеки взрывопожароподавления обычные пожарные рукава; во-вторых, позволяет транспортировать за счет пожарных рукавов газообразную углекислоту практически в любой объект ПХПРС.