

Список используемой литературы

1. Вершина, Г.А. Охрана труда : учебник / Г.А. Вершина, А.М. Лазаренков. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 512 с.
 2. Босак, В.Н. Охрана труда в агрономии: учебное пособие / В.Н. Босак, А.С. Алексеенко, М.П. Акулич. – Минск : Вышэйшая школа, 2019. – 321 с.
 3. Охрана труда. Практикум : учебно-методическое пособие / сост.: В.Г. Андруш [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2018. – 272 с.
 4. Беляков, Г.И. Охрана труда и техника безопасности : учебник / Г.И. Беляков. – Москва : Юрайт, 2017. – 404 с.
 5. Ткачева, Л.Т. Безопасность производственных процессов переработки сельскохозяйственной продукции : пособие / Л.Т. Ткачева. – Минск : БГАТУ, 2010. – 272 с.
 6. Андруш В.Г. Охрана труда. Учебник / В.Г. Андруш, Л.Т. Ткачева, К.П. Яшин – Минск: РИПО, 2019. – 335 с.
-

УДК 614.841

Баитова С.Н., кандидат технических наук, доцент,

Цап В.Н., кандидат технических наук, доцент

Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь

**САМОВОЗГОРАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
И ПОДАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ**

Предприятия по хранению и переработке зерна вошли в число наиболее опасных отраслей промышленности. Обусловлено это повышенной пожаровзрывоопасностью пыли, продуктов переработки зерна, операциями и технологическими процессами, которые осуществляются на предприятиях отрасли. Ежегодно в мире на зерноперерабатывающих объектах происходит 400–500 взрывов /1/.

Все транспортные и технологические процессы хранения и переработки зерна в элеваторах, на мукомольных, крупяных и комбикормовых заводах сопровождаются значительными пылевыделениями. В производственных условиях пыль находится в двух состояниях: во взвешенном (аэрозоль) и в осевшем (аэрогель). Наиболее взрывоопасной является пыль, богатая органическими веществами, находящаяся в аэрозольном состоянии. Воспламенение и взрыв горючей пыли зависят от дисперсности, зольности, влажности, от концентрации пылевоздушной смеси, наличия источника теплоты и достаточного количества кислорода в воздухе. Пыль и пылевидные продукты размола зерна и комбикормов способны не только гореть, но и при определенных условиях вызывать локальные пылевые взрывы в оборудовании, которые могут распространяться по коммуникациям производственных помещений, приводящие к разрушениям и человеческим жертвам.

Причиной пожара и взрыва также могут стать такие процессы как самонагревание, самовозгорание, тление зерна и комбикормов. Повышенная влажность, нарушение режима хранения, несвоевременная очистка силосов от отложений, длительное совместное хранение продуктов различной биохимической природы в силосах и бункерах элеваторов и комбикормовых заводов приводит к самовозгоранию растительного сырья и, вследствие этого, к крупным пожарам и взрывам /2/. Самовозгорание зерна, комбикормов в силосах и бункерах является результатом повышенного их увлажнения, активной жизнедеятельности растительных клеток и микроорганизмов. В условиях затрудненной аэрации и теплоотдачи пектиновые, белковые и другие органические вещества, входящие в состав зернопродуктов, распадаются

с образованием легкоокисляющихся веществ и пористого угля. Данные процессы сопровождаются значительным тепловыделением, приводящим к резкому повышению температуры зерна и комбикормов. При достижении температуры около 200°C начинается разложение клетчатки с образованием значительного количества пористого угля, способного окисляться, в результате чего температура поднимается до температуры тления, т.е. до 250...260°C.

Целью работы явилось определение состава основных газов, выделяющихся при окислении и горении зерна и комбикормов, а также исследование процесса флегматизации горючей газовой смеси в объеме силосов и бункеров.

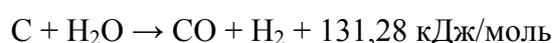
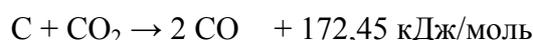
Исследование процессов самонагревания, самовозгорания, тления, горения и тушения зерна и комбикормов проводили в лабораторной установке, представляющей собой модель реального силоса и оборудованной системой зажигания, тушения жидкими и газовыми составами, измерения поля концентраций и температуры в объеме силоса, подачи воздуха в него и т.д. Анализ продуктов терморазложения анализировали при помощи газовой хроматографии.

Установлено, что окись углерода начинает образовываться при температуре 110...130°C, а максимальное ее выделение происходит в интервале температур 400...430°C. С увеличением расхода воздуха выделение окиси углерода происходит при более высоких температурах. При температурах около 300...350°C отмечалось выделение и конденсация жидких продуктов и образование значительного количества воды. Основная часть жидких продуктов терморазложения появляется в интервале температур 320...400°C. Метан и водород начинают выделяться при 250...350°C, а максимальное их количество фиксируется при температурах 400...500°C. С ростом скорости подачи воздуха увеличивается зона горения и площадь взаимодействия кислорода воздуха с горящим растительным сырьем, что приводит к резкому уменьшению образования метана и водорода.

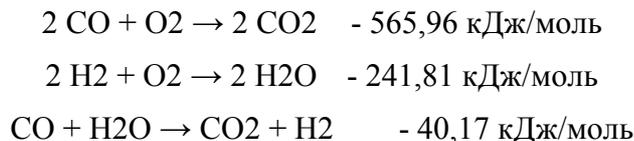
Тление и горение зерна и комбикормов обусловлено довольно сложной природой растительного сырья и биохимических реакций в процессе термоокислительной деструкции, кроме того разнообразием условий газо-, тепло- и массообмена в конкретных условиях. Однако это позволяет установить основные закономерности горения растительного сырья и объяснить причины взрывов силосов и бункеров в результате образования газоздушных смесей в процессе взаимодействия кислорода воздуха и продуктов термоокислительной деструкции зерна и комбикормов.

Тление и горение растительного сырья протекают в гомогенных и гетерогенных фазах, а также на их границе. Преобладание одного процесса над другим существенно влияет на выход и состав продуктов газовой выделенной. До температуры 65...70°C протекают биохимические и ферментативные реакции, в результате которых расходуется кислород воздуха, незначительно повышается содержание водорода и углекислого газа. В интервале температур 100...250°C взаимодействие кислорода воздуха с горючими веществами протекает на поверхности материала, причем с увеличением температуры возрастает количество кислорода, вступающего в химическое взаимодействие.

В присутствии влаги на поверхности процесс окисления растительного сырья определяется следующими реакциями /3/:



В результате негерметичности силосов и бункеров между продуктами неполного сгорания и окисления вблизи поверхности и в воздухоотводящих каналах протекают следующие реакции:



Таким образом, горение растительного сырья происходит в режиме тления при ограниченном доступе кислорода воздуха и концентрации углекислого газа более 50 % (об.); высокая концентрация углекислого газа не приводит к самозатуханию процесса горения растительного сырья, но снижает скорость экзотермических процессов; при высоких температурах порядка 500°C повышается выход водорода, метана и углекислого газа.

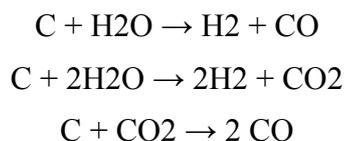
Изменение параметров влажности и температуры хранения, установленных технологическим регламентом, может привести к порче растительного сырья и даже к его самовозгоранию.

Для тушения пожаров в силосах и бункерах наиболее часто применяют воду и водные растворы пенообразователей, исследование взаимодействия которых с растительным сырьем представляет практический интерес. Как отмечалось выше, при повышенной влажности растительного сырья наблюдается активное газовыделение – водород, окись углерода, метан и углекислый газ.

Было установлено, что увлажнение и особенно смачивание растительного сырья снизу существенно влияет на выделение водорода, т.к. при этом реализуются условия анаэробного брожения и происходит полное вытеснение из дисперсной массы кислорода воздуха. Сбраживание растительного сырья при смачивании сверху начинается на 8...10 сутки и вызвано тем, что в начале слой воды препятствует выходу газов из продуктов. Только при проникновении воды в массу растительного сырья начинаются процессы брожения в анаэробных условиях. Образование водорода при брожении растительного сырья в анаэробных условиях обусловлено биохимическими процессами, которые неизбежно возникают при увлажнении или смачивании продуктов. Данный процесс в зависимости от состава и условий увлажнения, температуры и степени анаэробности среды протекает с выделением газов, прежде всего водорода и углекислого газа. Таким образом, при увлажнении, и особенно при смачивании растительного сырья в условиях нормальной температуры выделяется водород.

Охлаждение очагов горения растительного сырья в силосах и бункерах водой или водопенными средствами может вызвать взрыв водорода, выделяемого растительным сырьем при смачивании в анаэробных условиях. Растительное сырье, смоченное водой, нельзя оставлять на хранение в силосах и бункерах более чем на 3 суток, т.к. возможен взрыв в результате выделения водорода при брожении растительного сырья.

Таким образом, при взаимодействии горящего растительного сырья (зерно, комбикорма, травяная мука и т.д.) с водой и водопенными средствами происходит увеличение выхода горючих газов. Поэтому использование воды и водных растворов пенообразователей является небезопасным при тушении растительного сырья, т.к. при его горении образуется пористый углерод, а попадание воды на горящее сырье – к возрастанию выхода горючих газов по реакциям:



Анализ взрывов на комбикормовых заводах /3,4/ показал, что для тушения загорания в хранилищах силосного типа нельзя применять одну воду. Тушение растительного сырья в силосах и бункерах возможно путем:

- герметизации силосов и бункеров с целью предотвращения доступа кислорода в зону горения;
- флегматизации горючей газовой смеси в объеме силоса или бункера азотом или углекислым газом, пока содержание кислорода в объеме не упадет до 5 % (об.);
- заполнения свободного пространства силоса или бункера слоем воздушно-механической пены и поддержанием его в течение всего времени горения.

Для предотвращения накопления горючей пыли целесообразно проводить регулярную механическую уборку помещений; электропроводку прокладывать в металлических герметизированных каналах, а светильники, электродвигатели и пусковые приборы применять во взрывоопасном исполнении, в местах высокой концентрации пыли устанавливать ловушки для пламени из нержавеющей стали, которые позволяют уменьшить объем выходящих газов, резко снижают скачки давления взрыва.

Список используемой литературы

1. Пожаровзрывозащита мукомольного производства. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru> – Дата доступа: 25.01.2020.
 2. Васильев Л.Л., Семенов Л.И. Взрывобезопасность на предприятиях по хранению и переработке зерна. М.: Колос, 1983. – 224 с.
 3. Тушение пожаров в силосах и бункерах/Баратов А.Н., Жолобов В.И., Вогман Л.П., Хворных А.И. // Пожарное дело. – 1985, № 11 – С. 72–74.
 4. Макаренко, А.В. Исследование пожарной опасности пылей пивоваренных производств / А.В. Макаренко, В.Н. Цап. Тез. докл. IX Международной конференции студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств». – Могилев, МГУП – 2014. – С. 211.
-

УДК 629.433-041.45

Мисун Л.В., доктор технических наук, профессор,

Мисун Ал-й Л., магистр технических наук, Илюкович А.Д.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

**ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ТРАКТОРА
ПРИ РАБОТЕ НА СКЛОНАХ**

Работа сельскохозяйственной техники на полях с уклоном относится к затратному земледелию и требует определенных усилий от аграриев, а также «воплощения в жизнь» ряда инженерных решений для адаптации к конкретному типу технологических операций. Так, трактора с классической рамой, хорошо справляются со своими функциями на равнинах, отличаются конструктивной особенностью, имея высокий центр тяжести. Наглядно достаточно просто представить расположение центра тяжести такого трактора, поставив его на склон и проведя вертикальную линию через ось качания трактора в переднем мосту. Становится очевидным, что весь вес (двигатель, кабина, противовесы, тракторист и т.д.) действуют против устойчивости и при достижении критического угла произойдет переворот трактора со всеми последствиями. Повысить же поперечную устойчивость трактора можно используя следующее:

- увеличить колею трактора, площадь контакта;
- использовать колеса меньшего диаметра, чтобы понизить центр тяжести;
- оснастить трактор постоянным полным приводом;
- использовать низкоклиренсные модификации тракторов при угле склона до 16°.

Для предотвращения несчастных случаев во время эксплуатации, например, при движении трактора Беларус 320 на подъем на дамбу клюквенного чека [1] и по поперечному