

Таблица 1

Химический анализ исследуемой воды

Показатели	ПДК в воде, мг/л	Концентрация в исследуемой воде, мг/л
Нефтепродукты	0,3	5,29
Цинк	1	0,282
Свинец	0,01	0,0082
Медь	1	0,0049

Как видно из данной таблицы концентрация нефтепродуктов превышает ПДК в 18 раз. После разведения особей мы провели эксперимент, согласно ФР.1.39.2001.00283. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний.

Биотестирование проводится в пробирках объемом 100 см<sup>3</sup>, которые заполняются 50 см<sup>3</sup> исследуемой воды. В пробирки помещают по десять дафний в возрасте 6-24 часов. В экспериментах по определению острой токсичности дафний кормят только перед началом эксперимента до отсадки рачков в пробирки с тестируемой водой. Во время опыта корм в пробирки с тестируемой водой не добавляют. Учет смертности дафний в опыте и контроле проводят каждые 24 часа. Опыт прекращается, если в течение 24 часов наблюдается гибель более 50% рачков. Дафнии считаются погибшими, если не начинают двигаться в течение 15 секунд после легкого покачивания пробирки. Результаты эксперимента показали, что вода имеет острую токсичность, так как 100% дафний погибли в течении 18 часов с начала эксперимента. [1]

Самое интересное что с загрязнением такого рода невозможно бороться, так как Государственные Службы Сан Эпидем Надзора не осуществляют контроль сточных вод автомоек. Эти службы выполняют анализ сбросовых вод автомоек лишь по требованию. Это усиливает их степень опасности для объектов окружающей среды.

Литература.

1. ФР.1.39.2001.00283. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний.

### СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ САМОВОЗГОРАНИЯ ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

*Н.С. Гринченкова, студент группы 17Г20,  
научный руководитель: Луговцова Н.Ю.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26  
E-mail: lnyu-70583@bk.ru*

**Актуальность данной работы** связана с развитием народного хозяйства страны и с дальнейшим увеличением объема производства химических веществ и материалов с новыми, улучшенными свойствами. Приrost производства в химической промышленности осуществляется в основном за счет ввода в эксплуатацию нового высокопроизводительного оборудования, разработки и применения более эффективных технологических процессов.

Безопасная эксплуатация новых технологических процессов и особенно агрегатов большой единичной мощности невозможна без всестороннего анализа вероятностных опасных ситуаций, которые могут вызвать пожар или взрыв в аппарате или машине.

Горючие свойства вещества весьма разнообразны, но опасность пожара определяется не только химической природой, но и физическими характеристиками [1].

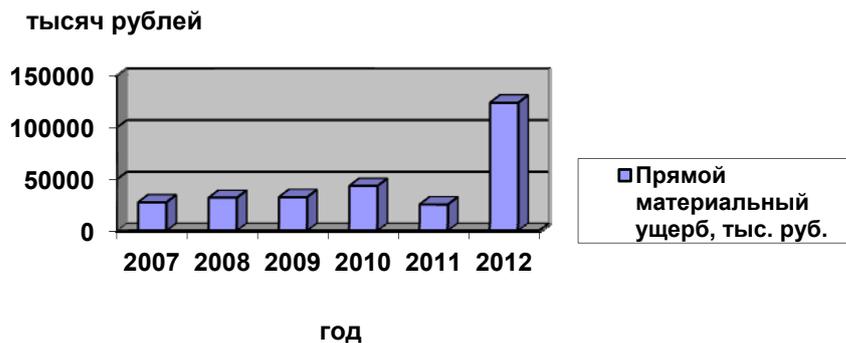
Статистика пожаров по причине самовозгорания показывает, что с каждым годом увеличивается прямой материальный ущерб (Табл.1) [2].

Таблица 1

Статистика пожаров по причине самовозгорания веществ и материалов

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Количество пожаров, ед.	634	598	496	582	490	497
Прямой материальный ущерб, тыс. руб.	27521	31860	32551	43398	25486	123836
Погибло, чел.	11	6	3	6	3	15

### Диаграмма материального ущерба по годам



**Целью** данной работы является исследование и анализ способов предотвращения самовозгорания горючих веществ и материалов. Для ее осуществления необходимо проанализировать методы предотвращения самовозгорания горючих веществ и материалов и предложить более удобный и подходящий способ.

**Современная** теория теплового самовозгорания веществ и материалов базируется на представлении о блуждающих «горячих точках», которые формируются по определенным закономерностям. Представим дисперсную систему (рис. 1) ограниченных размеров (кипы ваты, хлопка, мешки с рыбной мукой и т.п.). Система и окружающая среда имеют температуру  $T_0$ , а внутри ее образовалась небольшая зона, в которой начались окислительные процессы.

В результате окисления стала выделяться теплота, которая распространяется во все стороны (без учета конвекции). Температура в реакционной зоне будет постепенно расти и достигнет значений, при которых начнутся процессы термической деструкции твердого материала с выделением продуктов разложения.

Последние будут конденсироваться и адсорбироваться на поверхности вещества. Обязательным условием такого процесса является наличие кислорода и развитой поверхности горючего вещества. Чем больше дисперсность материала, тем больше его удельная поверхность, а значит и выше скорость процессов окисления, разложения, конденсации и адсорбции, в результате которых выделяется и накапливается внутри материала теплота:

$$q_+ = q_r + q_{\text{дестр}} + q_{\text{конд}} + q_{\text{адс}}$$

где  $q_+$  – тепловой эффект реакций окисления;

$q_{\text{дестр}}$  – тепловой эффект реакций термической деструкции;

$q_{\text{конд}}$  – теплота конденсации продуктов разложения;

$q_{\text{адс}}$  – теплота адсорбции продуктов реакций.[4]

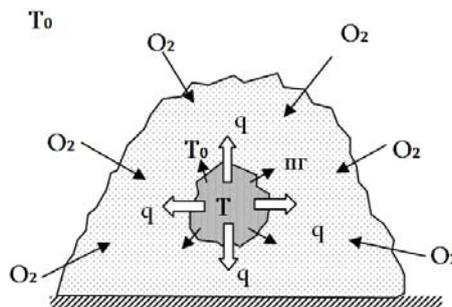


Рис. 1. Схема возникновения «горячей точки»

Вещества, способные самовозгораться, условно можно классифицировать следующим образом:

- 1) вещества, реагирующие с водой или другими веществами, отличными от кислорода;
- 2) вещества биологически активные;
- 3) вещества, окисляющиеся кислородом воздуха.

К *первому классу* могут относиться вещества и не горючие, но в определенных условиях способные вызвать воспламенение горючих веществ. Например, при реакции окиси кальция с водой выделяется около 1150 Дж/кг тепла и в определенных условиях эта реакция может быть источником воспламенения горючего материала. Такие вещества самовозгораются при контакте с воздухом независимо от их объема. К этому классу веществ относятся и металлоорганические соединения (МОС). Исследования показывают, что растворы МОС обладают пирофорными свойствами: низкой температурой самовоспламенения паров в воздухе. Аллюмоорганические соединения воспламеняются при комнатной температуре, если содержание кислорода будет не менее 6 % (об.). До настоящего времени не предложено достаточно обоснованного механизма окисления МОС.

*Вещества второго класса* способны самонагреваться в результате микробиального термогенеза. В таких веществах возможно развитие аэробных бактерий, жизнедеятельность которых сопровождается выделением тепла. К таким веществам относятся продукты сельскохозяйственного производства (белковые): зерно и продукты его переработки, продукты переработки животных и др.

*Вещества третьего класса* могут быть твердыми, жидкими или газообразными. Заметная экзотермическая реакция, сопровождаемая самонагреванием, наблюдается, как правило, в том случае, когда эти вещества образуют развитую поверхность окисления, перерабатываются, или хранятся в дисперсном состоянии, а жидкость в виде пленки нанесена на материал, который может быть и не горючим, но имеющим развитую поверхность.

Самонагревание окисляющихся материалов происходит и при низкой температуре, но с повышением температуры этот процесс усиливается. Одновременно с этим усиливается и рассеивание тепла. При некоторых условиях, определяемых свойствами вещества, удельной поверхностью контакта с окислителем, линейными размерами горючей системы, нарушается тепловое равновесие. Время установления теплового равновесия может составлять часы и даже недели. В течение этого времени (индукционного периода) температура вещества непрерывно повышается. Если в это время принять соответствующие меры защиты (обеспечить тепловое равновесие), самонагревание приостанавливается, и самовозгорания не происходит.[1]

Профилактика самовозгорания основана на принятии таких мер, которые тормозят реакцию окисления и увеличивают индукционный период. Безопасным считается процесс, в котором индукционный период самовозгорания превышает время, в течение которого сохраняются условия, способствующие самонагреванию [3].

Мероприятия, предотвращающие процессы самонагревания и самовозгорания условно можно разделить на химические и физические. Химические, в основном, нацелены на уменьшение химической активности горючих веществ (рис.2).

Наиболее простым и доступным методом снижения химической активности является окислительная дезактивация горючего.



Рис. 2. Химические методы предотвращения самовозгорания

Окисный слой на поверхности затрудняет контакт кислорода с чистой, не окисленной поверхностью материала; при этом скорость процесса окисления резко уменьшается. Процесс окисления, в результате которого образуется защитная окисная пленка, должен быть управляемым, температура непрерывно контролироваться, чтобы не допустить самовозгорание материала.

Свежеприготовленные порошки в среде кислорода (воздуха) адсорбируют кислород и интенсивно окисляются, выделяют тепло и самовозгораются. Самовозгорание может быть причиной взрыва пылевоздушной смеси. Для уменьшения химической активности металла процесс измельчения (размола) рекомендуется выполнять в атмосфере, содержащей небольшое количество кислорода. Этим достигается пассивирование поверхностных частиц порошков. Так как химическая активность зависит не только от свойства материала, но и от дисперсности порошка, оптимальное содержание кислорода в газовой смеси

должно быть определено экспериментально для каждого вида порошка. Крупные порошки, вследствие уменьшения реакционной поверхности, менее склонны к самовозгоранию. Обычно порошки железа, никеля и меди с размерами частиц более 50 мкм считаются не пирофорными. Порошки этих же металлов с размерами частиц 10–30 нм считаются пирофорными. Особенно пирофорными являются порошки металлов циркония, магния, алюминия, титана и их сплавов.

*Пирофорные* свойства имеют также гидриды лития, кальция, натрия, бора и калия. Для уменьшения химической активности рекомендуется покрывать поверхности частиц порошков пленками. Обработка порошков кобальта, марганца и других металлов 5 %-ным раствором бихромата калия или натрия при 70–95 °С в течение 30 мин с последующей сушкой и обработкой раствором стеариновой кислоты позволяет уменьшить их активность настолько, что самовозгорание не наблюдается.

*Активные сульфиды железа*  $\text{FeS}_2$ ,  $\text{FeS}$  образуются в результате взаимодействия сероводорода, сернистых соединений нефти с продуктами коррозии железа и его сплавов. Самовозгорание сульфидов и вызванные этим пожары и взрывы в технологических аппаратах тем вероятнее, чем выше скорость притока воздуха. Присутствие влаги усугубляет опасность самовозгорания.

Пожары и взрывы в технологических аппаратах, вызванные самовозгоранием сульфидов железа, происходят после освобождения аппаратов от перерабатываемого продукта.

Представляет интерес и обработка дисперсных горючих материалов галоидосодержащими веществами. На поверхности в этом случае адсорбируются молекулы ингибитора. При нагревании происходит десорбция, ингибитор, выделяясь в газовую фазу, тормозит процесс окисления.

К ингибиторам относятся вещества, замедляющие процесс окисления твердых пористых горючих материалов.

Вещества, ингибирующие реакции окисления, поступают в атмосферу в основном вместе с продуктами взрыва. Предохранители взрывчатых веществ вводятся предварительным распылением. Для этого в состав предохранителей взрывчатых веществ включают соли-пламегасители или соединения, разлагающиеся при взрыве с выделением ингибиторов. Ингибиторы наносят также на оболочку предохранителей электродетонаторов. Ингибирующую способность веществ в реакциях окисления углеводородов и горючих газов обычно оценивают по снижению температуры или увеличению задержки самовоспламенения смесей этих газов с воздухом или кислородом [1].

Технология ингибирования включает многокомпонентную химическую обработку бурового раствора путём введения коагулирующих агентов (хлорида кальция или калия, гипса, извести), регуляторов pH (едких натра или калия), понизителей вязкости (лигносульфонатов или нитролигнина), понизителей водоотдачи (карбоксо- метилцеллюлозы или конденсированной сульфитно-спиртовой барды).

Несмотря на перспективность ингибирования газообразными галоидосодержащими веществами, метод не нашел широкого применения. Одна из основных причин – недостаточная научная проработка этого метода и дороговизна галоидосодержащих веществ.

Также наиболее перспективным методом снижения химической активности является обработка горючих веществ антипирогенами – веществами, снижающими поглощение кислорода посредством образования пленок на поверхности обнажения или за счет заполнения пор и трещин. Антипирогенами являются водные растворы жидкого стекла (2 %), фенолформальдегидной смолы (5 %), хлористого аммония (10 %) и хлористого кальция (20 %). Расход профилактического раствора составляет 40–50 л/т.

Профилактической обработке антипирогенами подвергают главным образом межблоковые, междуэтажные, участковые барьерные целики, а также целики, оставляемые для предотвращения аварий в горнопромышленной отрасли. В случае высокой газоносности массив сначала дегазируют путем принудительного отсоса газа и удаления его, минуя атмосферу горных выработок.

В производственных условиях область воспламенения иногда уменьшают добавлением флегматизаторов, т. е. веществ, понижающих верхний концентрационный предел воспламенения. Во многих случаях в процесс вводят добавки, снижающие опасность взрыва не участвующих в реакции продуктов. Например, при проведении окислительных процессов в реакционных аппаратах находятся одновременно горючие продукты и окислители (кислород, хлор и др.), причем реакция часто проходит при высоких температурах, близких к температуре воспламенения реагирующих веществ или даже ее превышающих. В этих случаях необходимо, чтобы концентрации горючих веществ в смеси с окислителем были меньше нижнего или выше верхнего концентрационного предела воспламенения. При нарушении безопасного соотношения между горючим веществом и окислителем возможен

взрыв. Для его предотвращения в реакционную среду вводят флегматизаторы. Применяют активные и инертные флегматизаторы.

*Тепловые (инертные) флегматизаторы горения.* По характеру воздействия на реакцию в пламени флегматизаторы горения можно в принципе разделить на два основных класса. К флегматизаторам первого класса, которые мы будем именовать тепловыми, относятся компоненты, не принимающие прямого участия во взаимодействии горючего с окислителем, но понижающие температуру горения. Избыточный компонент смеси также можно рассматривать как тепловой флегматизатор.

Класс тепловых флегматизаторов следует в свою очередь разделить на две группы инертных компонентов, которыми обычно являются  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{N}_2$ , и сложных горючих, добавки которых флегматизируют горение богатых смесей и эндотермических соединений. Инертные добавки флегматизируют горение разбавляемых ими взрывчатых систем только вследствие увеличения при горении их запаса физического тепла. Действие горючих флегматизаторов имеет более сложную природу. Как и инертные добавки, они не оказывают специфического химического влияния на реакцию в пламени и только понижают температуру горения. Однако такие флегматизаторы гораздо активнее тормозят горение, что обусловлено не столько их большой теплоемкостью, сколько способностью к эндотермическим реакциям при высоких температурах.

Наиболее удобным и во многих случаях наиболее *активным флегматизатором* оказывается само избыточное горючее. При этом в реакционную среду не вводятся посторонние продукты. Поэтому целесообразно, по мере возможности, перерабатывать богатые смеси. В частности, ацетилен, полученный электрокрекингом метана или высокотемпературным пиролизом углеводородных газов, содержит примеси метана, пропана, бутана и других углеводородов, которые являются хорошими флегматизаторами и препятствуют термическому разложению и взрывному распаду ацетилена более эффективно, чем, например, азот. Ацетилен, флегматизированный данными углеводородами, можно сжимать до высоких давлений и нагревать до высоких температур, не опасаясь его разложения и взрыва.

*Химически активные флегматизаторы* применяются в основном в предохранительных приспособлениях. При аварийных режимах флегматизаторы быстро вводятся в больших количествах во взрывоопасную среду, которая при этом становится негорючей. Для этой цели в основном предназначаются различные галоидпроизводные, причем ингибирующая активность бромпроизводных много выше, чем хлорпроизводных [1].

Физические методы предотвращения самовозгорания в основном основаны на конструктивных решениях (рис.3).



Рис. 3. Физические методы предотвращения самовозгорания

**Ограничение объема горючего.** Чтобы самонагревание не перешло в самовозгорание, объем перерабатываемого материала, сосредоточенного в аппарате или на стенках оборудования в виде отложений, не должен превышать определенной (критической) величины. Если это требование не учитывается, происходит самовозгорание, которое часто приводит к взрывам пылевоздушной смеси. По этим причинам часто наблюдаются пожары и взрывы в распылительных сушилках. В сушильных камерах самовозгорание начинается в слое осевшего на стенках материала, на поверхностях жалюзи воздушнонаправляющей колонки и стенках вертикального воздуховода.

С этой целью в сушильные камеры помещают различные механические скребковые устройства, непрерывно очищающие стенки от осевших частиц материала. Но такие механические методы очистки таят не меньшую опасность воспламенения и взрыва пылевоздушной смеси: от искр, образующихся при ударе и трении движущихся частей, а также воспламенение от нагретых поверхностей узлов трения.

*Более безопасным* и рациональным следует считать гидродинамические принципы очистки поверхностей, основанные на создании таких режимов и траекторий движения теплоносителя, которые исключают накапливание слоя материала. Например, над распылительным диском устанавлива-

ют диффузор – отражатель воздуха (сушильного агента), который исключает осаждение материала на распылительном устройстве.

*Большую опасность* представляет аварийное прекращение подачи продукта на распылительный диск. Если не будут приняты экстренные меры, то самовозгорание неизбежно. Безопасность обеспечивается автоматическим отключением сушильного агента и подачей на распылительное устройство воды, которая одновременно выполняет роль огнетушащей среды [1].

Предотвращение образования взрывоопасной среды и обеспечение в воздухе производственных помещений содержания взрывоопасных веществ, не превышающего нижнего концентрационного предела воспламенения с учетом коэффициента безопасности, должно быть достигнуто: контролем состава воздушной среды (использование газоанализаторов), снижением интенсивности образования горючих отложений в технологическом оборудовании с помощью улавливающих устройств, периодической очисткой технологического оборудования от самовозгорающихся горючих отложений, рабочей и аварийной вентиляцией, отводом, удалением взрывоопасной среды и веществ, способных привести к ее образованию [5].

Проанализировав все эти способы можно выявить в них ряд достоинств и недостатков. В частности, чтобы предотвратить образование взрывоопасной среды внутри технологического оборудования, необходимо применять герметичное оборудование. Однако этот способ является дорогостоящим, соответственно экономически неэффективным. Для поддержания состава среды вне области воспламенения, используют ингибирующие (химически активные) и флегматизирующие (инертные) добавки, но этот метод плохо разработан и тоже является дорогостоящим. Кроме того, необходимо подбирать соответствующие скоростные режимы движения среды. Взрывобезопасные составы среды внутри технологического оборудования должны быть установлены нормативно-технической документацией на конкретный производственный процесс. Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее простым и удобным методом является использование антипирогенов и активного флегматизатора, а также использование рабочей и аварийной вентиляции.

Литература.

1. Кольцов К.С. Самовозгорание твердых веществ и материалов и его профилактика / К.С. Кольцов, Б.Г. Попов //М.: Химия, 1978. – 160 с., ил.
2. Климкин В.И. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2012, – 137 с.: ил. 40.
3. Дайджест – Промышленная безопасность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru-safety.info/post/100935000040016/> Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 23.10.2014).
4. Механизм процесса самовозгорания веществ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://studopedia.ru/2\\_41965\\_vopros--mehanizm-protssesa-samovozgoraniya-veshchestv.html](http://studopedia.ru/2_41965_vopros--mehanizm-protssesa-samovozgoraniya-veshchestv.html) Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 23.10.2014).
5. Предотвращение образования взрывоопасных смесей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.q02.ru/trub/p-2/824/index.html> Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 23.10.2014).

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

*Н.С. Гринченкова, студент группы 17Г20,*

*научный руководитель: Хамлов А.В.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

*E-mail: malevanova.kristina@mail.ru*

Актуальность данной работы заключается в формировании «психологии здоровья» человека. Главными мотивами которой являются: укрепление здоровья, снижение веса тела, формирование красивой и идеальной фигуры, развитие физических качеств и другие.

**Цель:** ознакомить и изучить экспресс-оценку уровня физического здоровья (по Г.Л. Апанасенко, 1988).

**Задачи:** провести оценку индивидуального здоровья, изучить материалы, полученные при обследовании, рассказать о значении оценки состояния здоровья.

Любому человеку, решившему закрепить свое здоровье, рано или поздно приходится заниматься этим вопросом самостоятельно. За небольшой исторический период (лишь более 50-ти лет)