

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКИЙ ИНСТИТУТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

ПОЖАРНАЯ И АВАРИЙНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Материалы VI Международной
научно-практической конференции,
посвященной 45-летию Ивановского института ГПС МЧС России**

Иваново, 28-30 ноября 2011 г.

Часть I

Под общей редакцией И.А. Малого

ИВАНОВО
2011

ББК 68.69

П 46

Пожарная и аварийная безопасность : материалы VI
П 46 Международной научно-практической конференции, посвященной
45-летию Ивановского института ГПС МЧС России, Иваново, 28-
30 ноября 2011 г. : в 2 ч. / под общ. ред. И.А. Малого. – Иваново :
ИВИ ГПС МЧС России, 2011. – Ч. 1. – 392 с.

ISBN 978-5-89729-158-0

ООО «Центр социальной поддержки женщины и семьи» (Издательство
«Юнона»)

В сборнике представлены материалы выступлений и статьи участников конференции. В материалах сборника отражены результаты фундаментальных и прикладных исследований в области обеспечения пожарной и аварийной безопасности объектов, гуманитарных аспектов профессиональной подготовки сотрудников МЧС России.

ББК 68.69

Руководство Ивановского института ГПС МЧС России выражает благодарность за оказанную финансовую помощь в проведении конференции и издании сборника материалов:

Ивановскому областному отделению Общероссийской общественной организации «Всероссийское добровольное пожарное общество»

ООО Компания «Сервис ТВ-Инфо»

Редакционная коллегия

канд. техн. наук И.А. Малый (председатель ред. коллегии);
канд. техн. наук Д.Г. Снегирев;
канд. хим. наук О.В. Потемкина;
канд. техн. наук М.Ю. Овсянников;
канд. техн. наук В.Б. Бубнов;
канд. техн. наук В.В. Волков;
канд. ист. наук Н.Ю. Новичкова;
канд. филол. наук Р.Н. Канафиев;
канд. филос. наук А.А. Обрезков;
канд. хим. наук А.В. Петров;
канд. техн. наук А.Х. Салихова;
канд. биол. наук О.Г. Зейнетдинова;
канд. филол. наук Ю.В. Шмелева.

Лавров С.А., Малый И.А., Калюжный И.Л. Математическое моделирование процессов самонагрева и самовозгорания болотных массивов и торфяников.....	301
Недайводин Е.Г., Кропотова Н.А. Диагностика изоляции электрокабелей.....	306
Недайводин Е.Г., Лебедева Н.Ш., Потемкина О.В. Торф и торф-содержащие строительные материалы. Термический анализ.....	309
Павлов Д.Ю., Давыдов Н.Н. Средства контроля разрушения железнодорожных рельс.....	312
Павлов Е.А., Сырбу С.А., Салихова А.Х., Самойлов Д.Б., Федоринов А.С. Антикоррозионные покрытия для защиты нефтерезервуаров.....	315
Пискунов А.А., Коканин С.В., Гуюмджян П.П. О пожарной опасности полимеров строительного назначения.....	317
Покровский А.А. Пожарная и экологическая безопасность процесса производства синтетической кожи нового поколения.....	320
Полетаев В.А. Обработка деталей электронасосов электродуговым напылением.....	322
Прусский А.В., Калугин В.Д., Кальной С.Е., Тютюник В.В. Формирование условий раннего обнаружения газообразных продуктов горения извещателем с полупроводниковым чувствительным элементом спиралевидного типа.....	325
Пучков П.В., Киселев В.В., Топоров А.В. К вопросу применения магнитожидкостных уплотнений в пожарной технике.....	328
Пучков П.В., Киселев В.В., Топоров А.В. Повышение долговечности деталей пожарной техники азотированием.....	331
Реутов С.Н. Роль физического и математического моделирования в прогнозировании торфяных пожаров.....	333
Савченко А.В. Исследование огнезащитного действия гелевых пленок на материалах, распространенных в жилом секторе.....	336
Созонов В.Д., Малькова Е.А., Лебедева Н.Ш., Потемкина О.В. Термогравиметрическое исследование верхового торфа различных районов Ивановской области.....	339
Сырбу А.А., Титова Е.С. К вопросу о защите нефтеперерабатывающего оборудования от возникновения пирофорных соединений.....	342
Сырбу С.А., Бурмистров В.А., Сырбу А.А., Салихова А.Х., Винокуров М.В. Разработка и исследование составов для огнезащиты молескина и саржи.....	344
Тарасова Г.В., Тарахно О.В. Опасность хранения пестицидов с точки зрения угрозы загрязнения окружающей среды.....	347
Тимофеева С.В., Хелевина О.Г. Исследование физико-механических свойств материалов пониженной пожарной опасности, полученных методом полиприсоединения.....	351
Топоров А.В., Киселев В.В., Пучков П.В., Топорова Е.А. Перспективы применения в магнитожидкостных уплотнениях, предназначенных для пожарных насосов нетрадиционных магнитных материалов.....	354
Топоров А.В., Киселев В.В., Пучков П.В., Топорова Е.А. Устройство для экспресс – определения коэффициента трения.....	356
Трегубов Д.Г., Бондарчук М.Г. Влияние степени заполнения барабана на чувствительность метода оценки склонности твердых материалов к тепловому самовозгоранию.....	359

Сила трения может быть определена согласно формуле (1):

$$F_{mp} = N \cdot k, \quad (1)$$

где N – опорная реакция со стороны вала; k – коэффициент трения.

При трении опорная реакция может быть определена согласно формуле (2):

$$N = P \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

где P – вес груза; α – угол подъема луча лазера.

Момент сопротивления трению скольжения муфты будет определяться формулой (3):

$$M_c = r \cdot P_x, \quad (3)$$

где r – расстояние от оси ролика до центра тяжести системы;

P_x – проекция силы тяжести груза на горизонтальную ось X .

Момент трения представляет собой равенство (4):

$$M_{mp} = \frac{d}{2} \cdot N \cdot k, \quad (4)$$

где d – диаметр ролика; N – опорная реакция; k – коэффициент трения.

Таким образом, сравнивая правые части равенств (3) и (4), получаем равенство (5):

$$k = \frac{2 \cdot r}{d} \cdot \frac{h}{L} \quad (5)$$

где h – перемещение светового пятна лазерного указателя 1 по экрану с измерительной шкалой 10;

L – расстояние от центра вращения ролика 3 до экрана с измерительной шкалой 4.

Таким образом, анализируя выражение 5, можно прийти к выводу, что величина коэффициента трения при исследовании его на данном устройстве пропорциональна перемещению светового пятна лазерного указателя по экрану.

УДК 614.842+521.633

Д.Г. ТРЕГУБОВ, М.Г. БОНДАРЧУК

Национальный университет гражданской защиты Украины

**ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЗАПОЛНЕНИЯ БАРАБАНА
НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МЕТОДА ОЦЕНКИ СКЛОННОСТИ
ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ К ТЕПЛОВОМУ САМОВОЗГОРАНИЮ**

**D. TREGUBOV, M. BONDARCHUK
THE INFLUENCE OF FILLING DEGREE ON SENSITIVITY
OF SOLIDS HEAT AUTOIGNITION PROPENSITY EVALUATION METHOD**

Рассмотрено состояние вопроса относительно способа выбора степени заполнения вращающегося барабана при испытании зернистых проб разной кажущейся плотности. Произведены обоснование и выбор способа отбора пробы для заполнения реакционной камеры барабанного типа в рамках методики определения склонности твердых материалов к тепловому самовозгоранию.

Ключевые слова: проба, масса, объем, самовозгорание

Известна проблема, возникающая при исследовании зернистых материалов, по-разному решаемая в рамках различных методик, а именно – отбор пробы для испытания по массе или по объему. Решение этого вопроса серьезно влияет на результаты испытания и индивидуально для каждого случая. Оно основано на характере влияния на материал обширной группы факторов при испытании. Поэтому откликом на загрузку во вращающийся барабан зернистых материала по массе или по объему могут оказаться разные технологические свойства пробы.

При определении склонности твердых материалов к тепловому самовозгоранию вращение необходимо для стабилизации и стандартизации теплового режима испытания пробы в целом, а также для обновления электрических контактов между частичками пробы при ее электронагреве. Необходимо создать для разных проб одинаковые условия окисления и теплообмена.

В большинстве методик, связанных с исследованием зернистых материалов, принимают отбор пробы по массе. Это связано в первую очередь с тем, что массу определять проще и можно это сделать с требуемой степенью точности. В рассмотренных методиках [1, 2, 3] при определении технологических физико-химических свойств доменного кокса, в том числе реакционной способности, принято отбирать пробу по массе.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время производство нацелено на поддержание международного стандарта [2], согласно которому термическим и механическим испытаниям подвергается проба фракции 19 - 22 мм массой 200 г при скорости вращения 20 об·мин⁻¹.

Электротермический метод УХИНа [1] предлагает испытывать коксы фракции 6 – 10 мм с массой пробы 200 г при вращении барабана со скоростью 30 об·мин⁻¹ и подаче воздуха. Такая обработка обеспечивает протекание окислительно-восстановительных реакций, газификацию и истирание кокса. По умолчанию предполагается, что одинаковая масса проб будет создавать одинаковые условия для воздействия на разные пробы.

Нами предложен электротермический метод определения склонности твердых материалов к тепловому самовозгоранию [5]. Материал фракции 6 – 10 мм подвергается воздействию тепловых нагрузок при диссипации в электропроводном наполнителе электрической энергии и химическом взаимодействии с имеющимся в реакционной камере газообразным реагентом. Цилиндрический барабан вращается относительно своей оси, расположенной горизонтально (рис.1.), со скоростью 1 об·мин⁻¹, поэтому в ходе испытания истирание практически отсутствует, а материал пробы реагирует с газообразным реагентом по поверхности частиц.

Для получения адекватных результатов анализа в описанной установке необходимо принять один из вариантов загрузки:

- 1) пробы с одинаковой массой, но вариативного объема;
- 2) пробы с одинаковым объемом, но вариативной массы.

Испытание должно создавать идентичные условия воздействия на различные материалы для получения чувствительного отклика по рассматриваемому показателю.

Несмотря на то, что во всех проанализированных методиках определения прочности и реакционной способности зернистых материалов принята загрузка по массе, существует ряд соображений, которые говорят в пользу взятия пробы по объему.

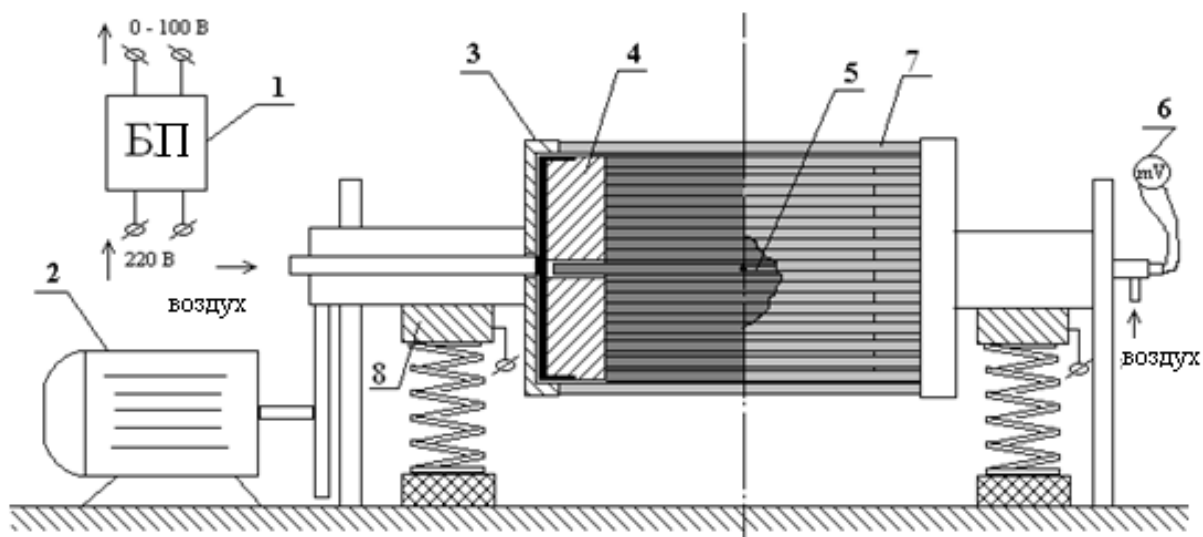


Рис.1. Схема установки для оценки склонности твердых веществ к самовозгоранию: 1. Блок питания. 2. Электродвигатель для вращения реактора. 3. Реактор барабанного типа. 4. Неподвижный электрод. 5. Термопара. 6. Милливольтметр. 7. Теплоизолированный корпус. 8. Графитовый токоподвод

В данной работе поставлена задача проанализировать влияние на итоговые показатели испытания во вращающемся барабане фиксированной массы и объема исходной пробы. Сравним особенности испытания зернистых материалов во вращающейся камере и реакции с газообразным окислителем при отборе проб по массе и по объему.

1. *Количество частиц.* При взятии пробы данной фракции по объему достигается близкое количество частичек в разных опытах и, соответственно, близкая площадь поверхности механического и электроконтактного взаимодействия частиц. В то же время, рассев обработанной в барабане пробы показывает, что фракция < 1 мм на 90 % состоит из частиц < 0,5 мм [5]. Это говорит о том, что разрушение образца происходит именно по поверхности частиц. Поэтому близкая интенсивность действия механических, химических, микродуговых факторов будет наблюдаться при испытании проб, имеющих стандартный объем.

2. *Степень заполнения барабана* определяет длину пути пересыпания засыпи при вращении барабана. На истирание частиц большее влияние оказывает не масса пробы, а длина пути пересыпания частиц. При этом незначительное расхождение значений масс частиц в пробах с разной плотностью материала незначительно влияет на величину истирающих и раскалывающих усилий в слое пересыпания. Учитывая диапазон кажущихся

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

плотностей твердых материалов, которые необходимо испытывать, при загрузке по массе возможны варианты полупустой и переполненной реакционной камеры. Поэтому разный объем заполнения реакционной камеры создает разный путь осыпания и интенсивность истирания частиц при вращении барабана.

3. *Температура испытания.* Разная степень заполнения барабана, при измерении температуры камеры по оси ее вращения, приводит к тому, что точка измерения температуры может оказаться:

- 1) ближе к центру загрузки (наименьшая средняя температура пробы),
- 2) на периферии,
- 3) в газовой среде над уровнем пробы (наибольшая средняя температура пробы).

Кроме этого, вращение усредняет температуру зернистой пробы в барабане и приближает условия к изотермическим. Разный уровень заполнения барабана при отборе проб по массе определяет разную интенсивность перемешивания и, соответственно, разную степень приближения к изотермическому режиму в пробе.

4. *Площадь реакционной поверхности.* Для физико-химических процессов, протекающих в барабане, важны величина внешней и внутренней поверхности пробы, которые пропорциональны количеству частиц. Соответственно, реакционная поверхность будет одинакова при испытании проб равного объема.

Таким образом, проба, взятая для испытания со стандартной массой, но с меньшей кажущейся плотностью, чем у эталонного материала, который обеспечивает заполнение 70 % барабана, будет иметь больший объем и большее количество частиц установленной фракции. Поэтому в ходе опыта будет наблюдаться более интенсивная реакция (чем в эталонной пробе той же реакционной способности) из-за увеличения реакционной поверхности; менее интенсивное истирание из-за меньшего пути осыпания внешнего слоя засыпи при вращении барабана; несколько меньшая средняя температура пробы из-за попадания осевой термодары ближе к центру засыпи, поэтому наблюдается недогрев пробы и уменьшение показателей реакционной способности и истираемости. То есть, загрузка проб по массе сближает показатели оценки качества разных проб (реакционная способность, степень газификации, прочность, истираемость) и снижает чувствительность метода в целом.

Проба, подготовленная в соответствии со стандартным объемом, но с меньшей кажущейся плотностью, чем у эталонного материала, будет занимать тот же объем в барабане, иметь то же количество частиц, путь пересыпания и площадь реакционной поверхности. Поэтому при прочих одинаковых физических и химических свойствах с эталонным материалом (кроме кажущейся плотности) будут наблюдаться одинаковые: интенсивность реакции, истирание, путь пересыпания частиц, средняя температура и градиент температур в пробе. Это определяет более высокую чувствительность испытания. Погрешность опыта при испытании проб взятых по объему меньше и зависит от погрешности определения объема. Следует заметить, что получение итогового показателя испытания при взятии пробы по объему требует пересчета на единицу массы пробы.

Необходимость загрузки по объему проверена экспериментально. В выбранном режиме обработки определили степень газификации эталонной и испытываемой проб взятых с разной массой и при разном объеме. Затем этот эксперимент провели для смеси указанных проб с теми же суммарными массами, что и для индивидуальных проб. При этом получили объемы проб отличные от объемов индивидуальных проб эталонного и испытываемого материала. Предполагали, что если условия испытания хорошо коррелируют с массой пробы, то результат опыта, пересчитанный на единицу массы не изменится. То есть, в зависимости от того, какой механизм воздействия преобладает при обработке материала, степень газификации (как функция реакционной способности) будет коррелировать при рассмотрении результатов или по массе, или по объему пробы.

В ходе эксперимента получены линейные зависимости для степени газификации индивидуальных проб одного и того же промышленного кокса в условиях опыта в диапазоне объемов проб 350 – 400 см³ с соответствующей массой 200 – 235 г (рис.2).

Затем на графики наносились данные, полученные при обработке смешанных проб (рис.2., пунктир). Смешанные пробы при той же массе 200 и 210 г заняли больший объем – 380 и 385 см³. Степень газификации (реакционная способность), рассмотренная, как зависимость от объема пробы достаточно попадает в область линейных зависимостей.

В проведенном эксперименте зависимость степени газификации от массы пробы имеет коэффициент корреляции 0,54 и совершенно не идентифицируются с графиками качества исследуемого кокса. Это подтверждает предположение о том, что параметр реакционной способности материала пропорционально зависит от объема пробы, которая определяет площадь реакционной поверхности, и не зависит от массы.

Как показано выше, изменение объема пробы влияет на интенсивность как истирания, так и химической реакции. Это позволяет выбрать технологически выгодную степень заполнения барабана. В нашем случае истирание не нужно (поскольку у разных материалов разная степень истирания и это будет искажать результаты эксперимента), поэтому загрузка барабана должна проводиться предварительным определением объема пробы в количестве 90 % от рабочего объема барабана только для вспучивания пробы. Большая степень заполнения может вызвать ухудшение теплораспределения в пробе и перегрев ее центральной части, которая и контролируется термодарой. Тогда средняя температура пробы будет заниженной.

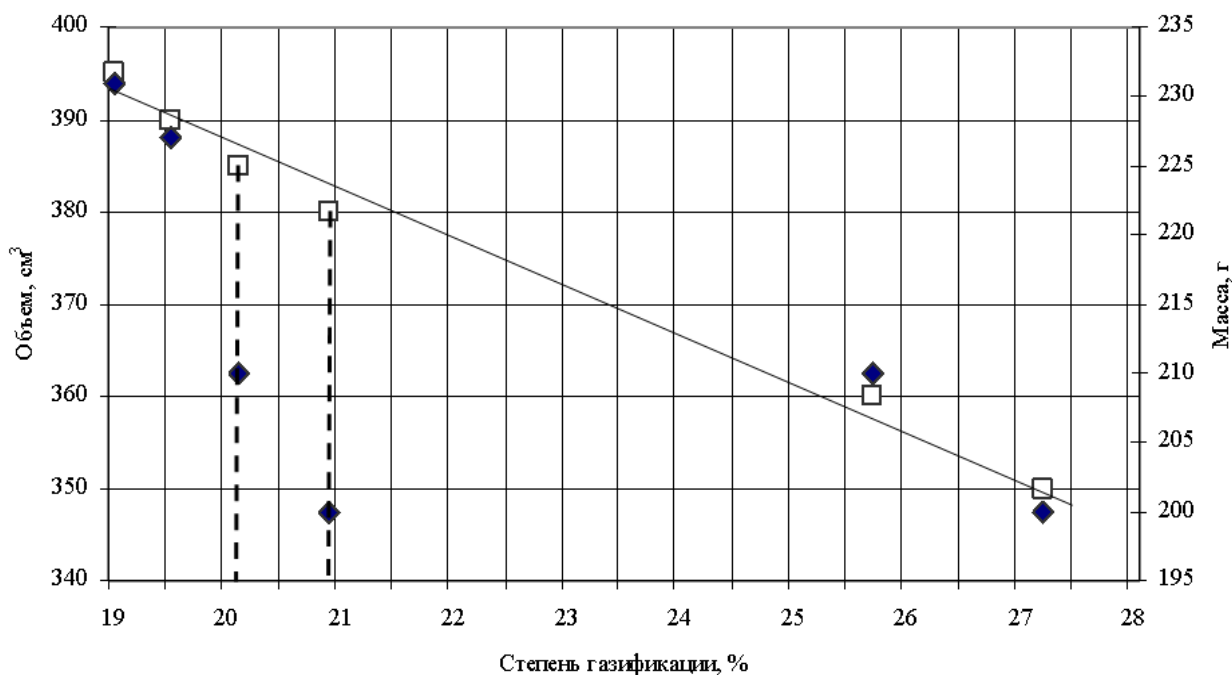


Рис. 2. Степень газификации при термообработке кокса:

◆ - данные представлены по массе пробы, □ - данные представлены по объему пробы,
пунктир - данные, полученные для смешанных проб

Таким образом, эксперимент во вращающемся барабане подтвердил:

- 1) чем шире диапазон кажущихся плотностей испытываемых материалов, тем больше погрешность испытания проб в барабане, взятых по массе;
- 2) сходимость результатов термоиспытания материалов в барабане достигается при отборе проб по объему.

Библиографический список

1. А.с. 1651546 СССР. Способ определения прочности кокса / Слободской С.А., Скляр М.Г.; заяв. УХИН, 18.09.91; оп. 20.12.91, Бюл. №19.
2. Дубравски С. Автоматическое определение параметров доменного кокса ISO 18894 / Дубравски С., Савицки Я.// Уголь. -2006. - №1. - С. 58 - 63.
3. Веселовский В.С. Физические основы самовозгорания углей и руд / Веселовский В.С., Виноградова Л., Орлеанская Л. - М: Наука. - 1976. - 160 с.
4. Трегубов Д.Г. Моделирование процессов теплового самовозгорания / Трегубов Д.Г., Бондарчук М.Г. // Проблемы пожарной безопасности. - Харьков: УГЗУ.- Вып.25. - 2009. – С. 185 - 189.

УДК 628.83

Д.А. УЛЬЕВ

Ивановский институт ГПС МЧС России

МЕХАНИКА ГАЗА В СИСТЕМАХ ДЫМОУДАЛЕНИЯ С УСТАНОВЛЕННЫМИ ВСТАВКАМИ

D. ULIEV

GAS MECHANICS IN SMOKE EXHAUSTING SYSTEMS WITH INSTALLATIONS

При работе динамических систем дымоудаления в продольных вентиляционных шахтах основной объем дымоудаления приходится на края всасывающих отверстий. Это является причиной снижения эффективности работы данных систем. Ниже предложен вариант решения этого вопроса, который позволит уменьшить время удаления продуктов горения из помещения.