

*Киреев А.А., канд. хим. наук, доц., УГЗУ,
Касян Н.А., канд. физ.-мат. наук, науч. сотр., ИСМА,
НТК «Институт монокристаллов»*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОХЛАЖДАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ГЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

(представлено д-ром техн. наук Абрамовым Ю.А.)

Методом дифференциальной сканирующей калориметрии изучено охлаждающее действие гелей, которые предлагается использовать для целей огнезащиты, огнетушения, а также борьбы с химическим и радиационным заражением в условиях пожара.

Постановка проблемы. Благодаря уникальному комплексу физико-химических свойств вода проявляет высокие огнетушащие свойства. Её использование при тушении пожаров значительно превосходит использование всех остальных средств пожаротушения вместе взятых. Однако низкий коэффициент использования воды приводит к существенному снижению эффективности её применения в целях пожаротушения [1]. Вода также используется в качестве поглотителя при химических авариях и в качестве средства борьбы с радиоактивной пылью [2]. Из-за стекания с наклонных и вертикальных поверхностей и быстрого испарения воды эффективность её использования в борьбе с радиационным и химическим загрязнением существенно уменьшается. Таким образом, актуальным является решение проблемы уменьшения потерь воды, используемой для ликвидации и предупреждения различных чрезвычайных ситуаций.

Анализ последних исследований и публикаций. Для решения проблемы снижения потерь воды при тушении пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций было предложено использовать гелеобразующие составы [3,4]. Эти системы состоят из двух отдельно хранимых и одновременно подаваемых составов. Один из составов представляет собой раствор гелеобразующего компонента – силиката щелочного металла. Второй состав – раствор двух или трёхвалентного металла. При подаче таких растворов они смешиваются на горящих или защищаемых поверхностях.

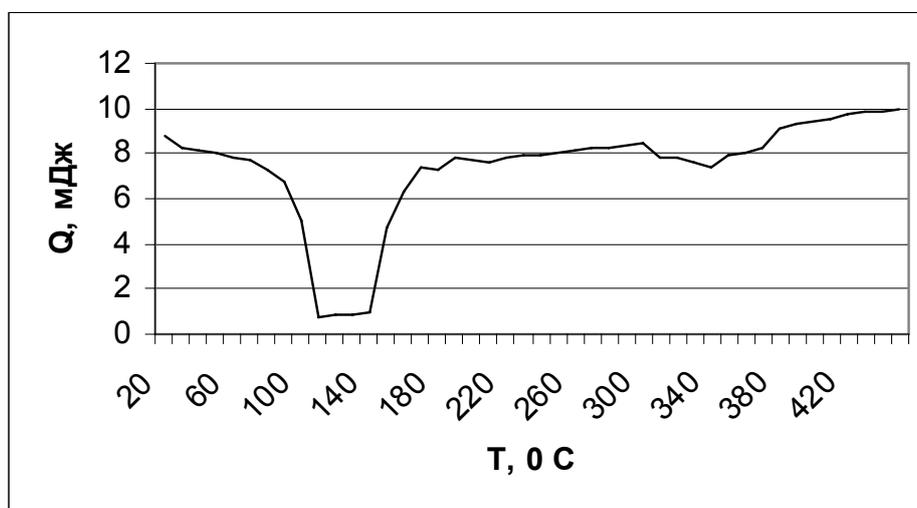
Между компонентами растворов происходит взаимодействие, приводящее к образованию геля. Гель образует на поверхности нетекучий огнезащитный слой. Этот слой прочно закрепляется на вертикальных и наклонных поверхностях. Гелеобразный слой содержит большое количество воды, испарение которой существенно замедляется по сравнению с чистой жидкостью. Последнее явление обусловлено наличием в геле гигроскопических веществ, а также удержанием воды за счет адсорбционных свойств силикагеля. Это существенно повышает эффективность использования воды для целей пожаротушения, огнезащиты, защиты от химического и радиационного загрязнения. Комплексное действие гелеобразующих составов позволяет использовать их при ликвидации многофакторных чрезвычайных ситуаций, в частности, в случае, когда радиационная или химическая авария сопровождается пожаром.

Одним из важнейших требований к веществам используемых для ликвидации многофакторных чрезвычайных ситуаций является их высокое охлаждающее действие. Вещества с высоким охлаждающим действием способствуют снижению температуры. Это ведёт к прекращению процесса горения и уменьшает десорбцию токсичных веществ. В работе [5] на основании литературных данных по теплотам растворения, теплотам испарения и теплоёмкостям оценено охлаждающее действие компонентов гелеобразующих систем. Подобный расчёт для самих гелей осуществить сложно из-за отсутствия данных по теплотам смешения компонентов и неопределённости состава гелеобразного осадка. В работах [6,7] были проведены термогравиметрические исследования гелей систем $MgCl_2 + Na_2O \cdot 2,7SiO_2$ и $CaCl_2 + Na_2O \cdot 2,7SiO_2$. Эти исследования позволили установить поведение гелей в условиях прямого воздействия пламени. Однако такие данные не позволяют установить температурные области процессов кипения и химических превращений, а также получить количественные данные по тепловым эффектам этих процессов.

Постановка задачи и её решение. Задачей исследования является экспериментальное определение охлаждающего действия гелей, используемых при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Для этого необходимо установить температурные области фазовых переходов и получить оценочные значения теплот этих процессов. Такую возможность представляет метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) [8].

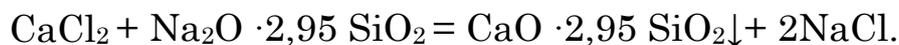
С использованием термоаналитической системы “Mettler TA 3000” были сняты ДСК – термограммы гелеобразных систем $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$ при разных концентрациях и соотношениях компонентов. Для сравнения были сняты ДСК – термограммы растворов CaCl_2 , $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,7\text{SiO}_2$ и воды. Измерения проводили в воздушной атмосфере в алюминиевых тиглях с полужакрытым положением крышки. Измерения проводились в интервале температур 20–450°C при скорости сканирования 10 К/мин. Навески изученных материалов составляли 20–30 мг.

Огнезащитные гели получали одновременным распыливанием водных растворов жидкого натриевого стекла с концентрациями от 5 до 30% и раствором хлорида кальция с концентрациями от 5 до 40%. Усреднение состава геля проводилось механическим перемешиванием гелеобразной композиции. Все ДСК–термограммы имели качественно одинаковый вид (рис.1) с глубоким эндотермическим экстремумом в области температур 100–150°C. В случае систем содержащих большие концентрации или большой избыток CaCl_2 эндотермический эффект заканчивался при 160-165°C.

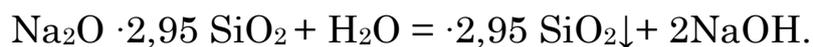


**Рис.1 – ДСК термограмма гелевой композиции
10% $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95 \text{SiO}_2 + 20\% \text{CaCl}_2 + 70\% \text{H}_2\text{O}$**

При смешивании компонентов гелеобразующей системы происходит реакция

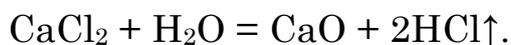


Таким образом, гель содержит в качестве твёрдой фазы полисиликат кальция и водный раствор хлорида натрия. Кроме того, в случае если растворы взяты в неэквивалентных количествах, в растворе будут находиться вещества, находящиеся в избытке. В случае если в избытке был взят полисиликат натрия, он через некоторое время образует силикагель



Таким образом, в случае избытка силикатной составляющей в растворе кроме твёрдой фазы будет находиться раствор NaOH и NaCl. В случае избытка хлорида кальция в растворе будут находиться NaCl и CaCl₂.

Охлаждающее действие гелей будет определяться теплотой испарения воды из растворов соответствующих веществ (NaCl, CaCl₂, NaOH), теплотой разложения кристаллогидратов и теплотой десорбции воды из силиката кальция и силикагеля. При удалении последних порций воды, в случае избытка в системе хлорида кальция, происходит гидролиз этой соли



Выделение хлороводорода было ранее экспериментально зафиксировано во всех системах содержащих избыток хлорида кальция [7].

Как показывает анализ термограмм, все эти процессы протекают одновременно. Их эндотермические эффекты перекрываются и на термограммах наблюдаются широкие минимумы.

Метод ДСК позволяет количественно сопоставить значения тепловых эффектов. Это можно сделать, сопоставив площади эндотермических пиков для разных растворов, если измерения проводились при одинаковых режимах сканирования и при близких навесках исследуемых образцов. При этом нужно иметь в виду, что соответствующие площади пиков не включают составляющей учитывающей теплоемкость образцов. Площади пиков связаны с теплотами процессов связанных с испарением воды, разложением кристаллогидратов, химическим превращением и десорбцией воды.

Сравнение термограмм гелей с термограммой воды позволило сделать следующие выводы. Эндотермические эффекты, наблюдаемые при нагревании гелей, полученных при избытке хлорида кальция, практически не отличаются от тепловых эффектов для чистой воды. Соответствующие эффекты для систем, содержащих избыток силикатной составляющей и для чистого силиката натрия меньше эндотермических эффектов для воды приблизительно на 20%. Эти выводы находятся в качественном согласии с результатами теоретических расчетов охлаждающих действий растворов солей, полученных в работе [5].

ДСК–термограммы также позволяют установить, что температурные области эндотермических эффектов гелей и компонентов гелеобразующих систем лежат в области предшествующей температурной области воспламенения большинства твёрдых горючих материалов. Это позволяет использовать охлаждающее действие огнезащитных гелей в наибольшей степени.

Выводы. Методом дифференциальной сканирующей калориметрии изучено охлаждающее действие гелеобразных покрытий, которые предлагается использовать для целей огнезащиты, огнетушения, а также борьбы с химическим и радиационным заражением в условиях пожара. Установлено, что охлаждающее действие гелей, полученных при избытке хлорида кальция близко к охлаждающему действию воды. Охлаждающее действие гелей полученных при избытке силикатной составляющей уступает охлаждающему действию воды приблизительно на 20%. Основная часть охлаждающего действия гелеобразных составов проявляется до температур 150–165⁰С.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тарахно О.В., Шаршанов А.Я. Фізико–хімічні основи використання води в пожежній справі. – Харків. – 2004. – С252.
2. Киреев А.А., Тарасова Г.В., Жерноклёв К.В., Шаршанов А.Я. Гелеобразующие составы – перспективные средства радиационной и химической защиты // Збірник наукових праць харківського університету повітряних сил. – 2006. – вып.3(9).– С.149-153.
3. Патент. 60882 Україна, МКІ 7А62С1/00. Способ гасіння пожежі та склад для його здійснення/Борисов П.Ф., Росоха В.О., Абрамов Ю.О., Кіреєв О.О., Бабенко О.В. (Україна). АПБУ.-№

Експериментальное определение охлаждающего действия гелей, использующихся при ликвидации чрезвычайных ситуаций

2003032600. Заявл. 25.032003; опубл. 15.10.2003, бюл. № 10, 2003.
4. Патент 2264242 Российская федерация. МПК7 А62С, 5/033.Способ тушения пожара и состав для его осуществления Борисов П.Ф., Росоха В.Е., Абрамом Ю.А., Киреев А.А., Бабенко А.В. Заявка №2003237256/12. Заявл. 23.12.2003, Опубл. 20.11.10.2005, Бюл. №32
 5. Киреев А.А. Оценка охлаждающего действия растворов солей использующихся на этапах предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций//Проблеми надзвичайних ситуацій.– 2006.– вып.3. – С.161-169.
 6. Абрамов Ю.А., Киреев А.А., Щербина О.Н. Термогравиметрические исследования огнезащитного действия на древесину гелей системы $MgCl_2+Na_2O \cdot 2,7SiO_2$ // Пожежна безпека.– 2006.– №9 – С.42-46.
 7. Киреев А.А. Термогравиметрические исследования огнетушащих и огнезащитных гелей // Проблемы пожарной безопасности.–2006.– вып. 20.– С.81-85.
 8. Уэндландт У. Термические методы анализа. М.: Мир, 1978. – 526 с.

УДК 614.8

*Коврегин В.В., проректор, УГЗУ,
Тищенко Е.А., адъюнкт, УГЗУ,
Абрамов Ю.А., д-р техн. наук, гл. науч. сотр., УГЗУ,
Костенко О.Л., нач. УМЧСУ в г. Киеве*

СЛУЧАЙНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ДАТЧИКОВ ПЕРВИЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Получены модели для случайной составляющей динамической погрешности датчиков первичной информации.

Постановка проблемы. Степень совершенства элементов системы мониторинга чрезвычайных ситуаций определяет ее эффективность. В частности, это касается датчиков первичной информации (ДПИ). К числу основных характеристик, определяющих совершенство ДПИ, относятся метрологические характеристики. В

Коврегин В.В., Тищенко Е.А., Абрамов Ю.А., Костенко О.Л.