

А.А. Чернуха, преподаватель, НУГЗУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ПОКРЫТИИ СК-1 ПРИ ПЛАМЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

(представлено д-ром техн. наук Андроновым В.А.)

Исследованы процессы фазообразования в огнезащитной композиции СК-1. Изучен механизм процесса. Установлено, что использование карбоната калия обеспечивает контролируемое газовыделение при термообработке композиции, вследствие чего сохраняется целостность огнезащитного покрытия.

Ключевые слова: огнезащита, огнезащитная эффективность, огнезащитное покрытие, ксерогель, экспериментальные исследования, теплопроводность, адгезия, плотность.

Постановка проблемы. В последнее время активно ведутся разработки по созданию эффективных методов повышения пожаробезопасности производственных и жилых зданий. В этой связи особенно актуальны исследования, связанные с разработкой эффективных огнезащитных покрытий. Известны составы огнезащитных покрытий на основе жидкого стекла, использование которого обусловлено способностью к вспучиванию при температурах возгорания [1]. Недостатком таких покрытий является неконтролируемый размер и коалесценция пор, образующихся при вспучивании жидкого стекла.

Целью работы являлась разработка огнезащитного покрытия на основе жидкого стекла с контролируемой пористостью.

Анализ последних достижений и публикаций. По сведениям [2], водные растворы силиката натрия имеют сильно щелочную реакцию и могут подвергаться гидролизу. При $\text{pH} < 10,9$ они теряют свою устойчивость и могут частично выделять кремниевую кислоту. Этот факт обуславливает необходимость изучения процессов поликонденсации кремниевой кислоты и их влияния на формирование огнезащитного покрытия.

Смешение концентрированного раствора карбоната калия с раствором метасиликата натрия (жидким стеклом) приводит к достаточно быстрому гелеобразованию по всему объему исследуемой смеси.

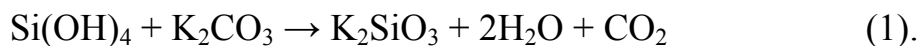
Известно [3, 4], что при использовании высококонцентрированных растворов полимеров, переведенных в студнеобразное состояние, при старении не наблюдается отделения синергетической жидкости.

Это объясняется тем, что она может бесконечно долгое время сохраняться в геле в виде микро- и субмикронных участков, так как

для выделения этой жидкости во внешнюю среду необходимо образование открытой капиллярной пористости. О субмикроскопическом отделении жидкости можно судить по помутнению гелевой системы.

Постановка задачи и её решение. Задачей данной работы является объяснение процессов образования и механизма действия огнезащитного покрытия СК-1. При исследовании полученного геля под микроскопом в отраженном свете наблюдается плотная бесцветно-мутная гелевая матрица с равномерно расположенными включениями мелких, белого цвета кристаллов призматической формы. Учитывая, что при частичном гидролизе силиката натрия выделяется кремниевая кислота, а также принимая во внимание приведенные сведения о процессах ее поликонденсации, рассмотрим процессы, происходящие в исследуемом геле на основе силиката натрия и карбоната калия.

При смешении раствора жидкого стекла с раствором карбоната калия с последним вступает в химическую реакцию кремниевая кислота, являющаяся полупродуктом частичного гидролиза силиката натрия, с образованием калиевого силиката:



Реакция [1] протекает до полного израсходования карбоната. Второй продукт реакции, угольная кислота [$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$], может реагировать с силикатом натрия, также имеющимся в растворе, с образованием различных карбонатов:



Присутствие в смеси карбонатов натрия компенсирует заряд на частицах кремниевой кислоты и вызывает ее поликонденсацию с последующей коагуляцией смеси и гелеобразованием [5 – 7].

Выдвинутые предположения подтверждаются рентгенографически: на дифрактограмме исследуемой смеси присутствуют четкие дифракционные максимумы слабой интенсивности водного карбоната натрия ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) и троны – двойной соли карбоната и двухводного гидрокарбоната натрия (рис. 1). Дифракционные максимумы, соответствующие водному карбонату натрия, характеризуются меньшей интенсивностью и большей степенью диффузности, что позволяет предположить несовершенную кристаллическую структуру этой соли и ее меньшее содержание по сравнению с тронной [8].

Присутствие гало на дифрактограмме указывает на содержание рентгеноаморфной составляющей в исследуемой смеси. Принимая во внимание наличие гало и приведенные выше реакции, можно предположить, что рентгеноаморфная составляющая полученного геля содержит силикат калия в полуаморфном состоянии, а также различные полупродукты процесса поликонденсации метакремниевой кислоты.

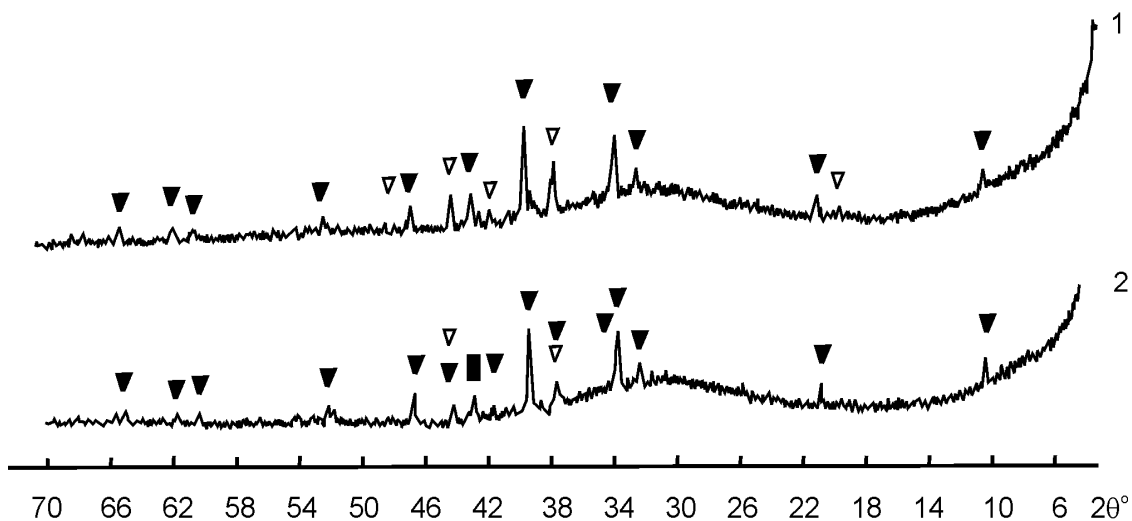


Рис. 1 – Рентгенофазный анализ смеси карбоната калия и силиката натрия:
 1 – нетермообработанной, 2 – термообработанной при 500 °С

- ▽ - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- - Na_2CO_3
- ▼ - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

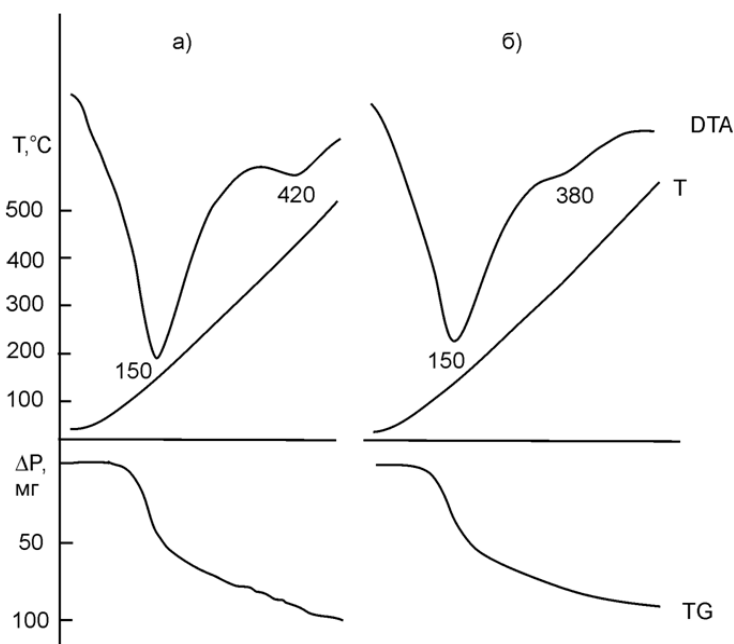


Рис. 2. – Дифференциально-термический анализ
 а) смеси карбоната калия и силиката натрия и б) огнезащитной смеси

На рис. 2 представлены кривые нагрева смеси солей натрия и калия. На кривой ДТА присутствует глубокий эндотермический эффект при 150 °С, сопровождающийся значительной (до 45 %) потерей массы (табл.). Согласно сведениям [1] и результатам рентгенофазового анализа можно предположить, что этот эффект соответствует удалению кристаллогидратной воды из карбоната натрия, а также сопровождается разложением троны.

Слабо выраженный эндотермический эффект при 420 °С сопровождается дополнительными потерями массы до 3 % и соответствует остаточному терморазложению троны до безводного карбоната натрия.

Результаты ДТА согласуются с выводами рентгенофазового анализа: при термообработке смеси до 500 °С происходит отщепление молекулы воды в водном карбонате натрия, что сопровождается на дифрактограмме появлением набора дифракционных максимумов, соответствующих безводному карбонату натрия и исчезновению характеристических максимумов $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Интенсивность основных дифракционных максимумов троны несколько снижается, что можно предположительно отнести к частичной потере солью кристаллогидратной воды. Интенсивность гало не изменяется.

Таблица 1 – Потери массы в смеси солей натрия и калия при термообработке

Температура, °С	Потери массы		Прирост потерь, %
	мг	%	
100	5,1	5,05	0
150	45,9	45,4	40,4
200	61,2	60,6	15,2
250	71,4	70,7	10,1
300	78,2	77,4	6,4
350	86,7	85,8	8,4
400	88,4	87,5	1,7
450	95,2	94,3	6,8
500	100	100	5,4

Введение в состав гелеобразной смеси асбеста и вспученного вермикулита не изменяет механизм фазообразования в нетермообработанном покрытии, о чем свидетельствует форма ДТА-кривой покрытия, приведенная на рис. 2.

Исследование огнезащитного покрытия под микроскопом показало присутствие стекловидного вещества, состоящего из мелких остеклованных частиц размером 3–5 мкм, объединенных в пористые

агрегаты размером до 40–50 мкм. Диаметр пор в агрегатах составляет 5–10 мкм. Поры между агрегатами имеют размер 60–80 мкм. Реже встречаются отдельные крупные поры размером 150–300 мкм.

По-видимому, образование самых мелких пор связано с выделением углекислого газа при реакции кремниевой кислоты с карбонатом калия. Эта реакция протекает достаточно медленно из-за ограниченного количества выделившейся в процессе гидролиза силиката натрия кремнекислоты, поэтому ярко выраженной коалесценции пузырьков газа в гелевой смеси не наблюдается. Средний размер пор образуется, по-видимому, при удалении из смеси физической воды, расположенной в пустотах между крупными глобулами геля. Крупные поры образуются вследствие коалесценции пор среднего размера в процессе термообработки.

Вспучивание огнезащитного покрытия не приводит к его разрушению. Остеклованные частицы геля образуют плотный соединительный слой с деревянной поверхностью без сколов. Введение в состав геля вермикулита и асбеста не нарушает целостности покрытия.

Выводы.

1. Использование двухкомпонентного состава геля на основе жидкого стекла и карбоната калия обеспечивает, вследствие своих химических особенностей, последовательное протекание реакций образования карбонатов натрия.

2. Последовательное прохождение указанных реакций обеспечивает контролируемое газовыделение при термообработке смеси и тем самым обеспечивает целостность огнезащитного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жартовський В.М. Профілактика горіння целюлозовмісних матеріалів. Теорія та практика/ В.М. Жартовський, Ю.В. Цапко. - Київ: Наукова думка, 2006.- 248с.

2. Химическая энциклопедия. Т.3.- М: Большая российская энциклопедия.- 1992.-641с.

3. Папков С.П. Студнеобразное состояние полимеров / С.П. Папков.- М: Химия.- 1974.- 256с.

4. Карнаухова Т.М. Исследование структурообразования в золях кремнезема методом спектра мутности / Т.М. Карнаухова, Н.К. Иванов, М.С. Захаров // Коллоидный журнал.- 1985.- 47.-№ 6.-С1180-1183.

5. Айлер Р. Химия кремнезема. Ч.1 / Р.Айлер; пер. с англ. Л.Т.Журавлев. — М.: Мир, 1982 .- 416 с.

nuczu.edu.ua

6. Слиякова И.Б. Кремнийорганические адсорбенты: Получение, свойства, применение / И.Б. Слиякова, Т.И. Денисова. - Киев: Наукова думка, 1988.- 192с.

7. Неймарк И.Е. Силикагель: его получение, свойства и применение / И.Е. Неймарк, Р.Ю. Шейнфайн. – Киев: Наукова думка, 1973. – 200 с.

8. Баталин Ю.В. Сульфат натрия и природная сода/ Ю.В. Баталин, М.А. Урасин, И.Л. Шаманский. – М: Химия.-1969.- 232с.

А.А. Чернуха

Дослідження процесів, що проходять в покритті СК-1 при полум'яній дії.

Досліджено процеси фазоутворення у вогнезахисній композиції на основі силікату натрію та карбонату калію. Вивчено механізм процесу. Встановлено, що використання карбонату калію забезпечує контрольоване газовиділення при термообробці композиції, завдяки чому зберігається цілісність вогнезахисного покриття.

Ключові слова: вогнезахист, вогнезахисна ефективність, вогнезахисне покриття, ксерогель, експериментальний дослід, теплопровідність, адгезія, питома маса.

A.A. Chernuha

Investigation of the processes occurring in the SC-1 fireproof covering with fiery action.

Phase formation in fire-retardant composition based on sodium silicate and potassium carbonate. The mechanism of the process. Found that the use of potassium carbonate provides controlled outgassing heat treatment compositions so preserved the integrity of fire-proof coating.

Keywords: fireproof efficiency, a fireproof covering, gel, experimental researches, heat conductivity, adhesion, density.