



МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

II БАЙКАЛЬСКИЙ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЙ ФОРУМ

29 июня — 5 июля 2015

Улан-Удэ — оз. Байкал

ЧАСТЬ 1

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Федеральное агентство научных организаций
Российский фонд фундаментальных исследований
International Centre for Diffraction Data
Сибирское отделение РАН
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Бурятский государственный университет»

**МАТЕРИАЛЫ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
с международным участием
«II БАЙКАЛЬСКИЙ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЙ ФОРУМ»
29 июня – 5 июля 2015 г., Республика Бурятия
Улан-Удэ – оз. Байкал**

ЧАСТЬ 1

Улан-Удэ
Издательство Бурятского научного центра СО РАН
2015

УДК 54
ББК 24
М 341



Маркс Васильевич Мохосов (1932—1990)
доктор химических наук,
член-корреспондент АН СССР.



Фёдор Андреевич Кузнецов (1932—2014) —
доктор химических наук, академик РАН.

Ответственные редакторы
д-р хим. наук **Е. Г. Хайкина**
канд. хим. наук **И. Ю. Котова**
канд. хим. наук **О. М. Басович**

Издание материалов осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований

Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием
М341 «II Байкальский материаловедческий форум». 29 июня – 5 июля 2015 г.,
г. Улан-Удэ. Ч. 1. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2015. – 278 с.

ISBN 978-5-7925-0468-4

УДК 54
ББК 24

ISBN 978-5-7925-0468-4

© Коллектив авторов, 2015
© БИП СО РАН, 2015
© Изд-во БНЦ СО РАН, 2015

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ПЛАЗМО-ХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ФУЛЛЕРЕНОВ C₆₀, C₇₀ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МОРОЗОУСТОЙЧИВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. П. Семенов¹, Н. Н. Смирнягина¹, Л. А. Урханова^{1,2}, С. А. Лхасаранов², А. А. Миняева²,
И. А. Семенова¹, Д. Э. Дашеев¹, З. М. Халтаров¹, Б. О. Цыренов¹

¹ Институт физического материаловедения СО РАН

² Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

г. Улан-Удэ

E-mail: semenov@ipms.bsnet.ru

Модифицирование цемента и бетона с применением различных наномодификаторов является перспективным, поскольку их введение заметно улучшает физико-механические характеристики при малых дозировках добавок и позволяет направленно регулировать структуру материала путем различных эффектов.

Опыт применения углеродных наноматериалов в технологии цементных композитов и бетонов показывает, что эффект их воздействия на цементную систему варьируется в зависимости от вида используемого наноматериала. Это связано с тем, что при различных способах и условиях получения углеродных наночастиц изменяются их форма и размеры, содержание в полученной смеси фуллеренов и углеродных нанотрубок. Учитывая, что введение углеродных наноматериалов приводит к значительному эффекту улучшения основных свойств цемента и бетона, представляет интерес исследование возможности использования углеродного наноматериала (УНМ), полученного плазмохимическим способом, для модификации цементного камня.

В проводимых исследованиях были использованы портландцемент (ПЦ) ООО «Тимлюйский цементный завод» (Республика Бурятия, Российская Федерация) ЦЕМ I 32.5Н, углеродный наномодификатор, суперпластификатор SikaViscoCrete 5 neu[®], суперпластификатор С-3[®]. Углеродный наномодификатор получен на высокопроизводительной установке для синтеза нанодисперсных веществ на основе углерода. Из углеродного конденсата, содержащего 10–12 % фуллеренов, бензолом были выделены фуллерены. УНМ содержит, массовые части: 0.8 – C₆₀; 0.15 – C₇₀; остальное – высшие фуллерены и оксиды C₆₀O и C₇₀O.

Положительное влияние углеродных наноматериалов на характеристики цементного камня и бетонов в полном объеме проявляется при условии равномерного распределения их по всему объему композита. Для равномерного распределения агломератов УНМ в воде затворения был использован ультразвуковой способ, который основан на использовании эффекта кавитации. Для усиления эффекта распределения УНМ в воде затворения вводились ПАВ различного химического состава, которые традиционно применяются для модификации портландцемента. Установлено, что повышение удельной электропроводности и снижение водородного показателя активированной воды с УНМ свидетельствуют о взаимодействии молекул воды с наночастицами, что приводит к образованию в водной среде новой структуры, при этом пространственная водородная сетка и ее устойчивость не разрушаются.

Введение УНМ приводит к изменению свойств воды, что в конечном итоге обуславливает высокие физико-механические характеристики цементного камня.

Анализ полученных результатов показал, что введение углеродного наномодификатора в количестве 0.01 % от массы цемента приводит к увеличению прочности на 10 %, а в количестве 0.001 % – на 35 %. Это свидетельствует о том, что эффект действия УНМ имеет экстремальный характер и в наибольшей мере проявляется в количестве 10⁻²–10⁻³.

При введении углеродного наномодификатора в цементную матрицу происходит изменение фазового состава, структуры и физико-механических свойств цементного камня. Углеродный наномодификатор изменяет структуру воды затворения, создавая вокруг своих частиц направленно ориентированные гидратные оболочки, которые приводят к изменению реологических характеристик цементной пасты. Кроме того, частицы углеродного

наномодификатора служат в качестве центров кристаллизации продуктов гидратации цемента, что ускоряет процессы гидратации и твердения цемента, особенно в начальные сроки твердения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН, проект № 84.

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ ПУЧКАМИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

А. П. Семенов, И. А. Семенова

Институт физического материаловедения СО РАН, г. Улан-Удэ

E-mail: semenov@ipms.bsnet.ru

Рассмотрены процессы формирования покрытий аллотропных модификаций углерода (фуллерены и карбин).

1. Применение фуллеренов перспективно в качестве углеродных наномодификаторов в производстве бетонов и битумов повышенной прочности и морозостойкости, в качестве новых антифрикционных покрытий и смазок, радиопоглощающих покрытий, новых композиционных материалов для оптического и радиоэлектронного противодействия. Предложен способ [1] получения покрытий фуллеренов испарением сфокусированным пучком электронов порошка фуллереновой смеси при температурах испарения $> 1.7 \cdot 10^3$ К, существенно превышающих температуру сублимации фуллерена $(7.23-7.73) \cdot 10^2$ К. Синтез исходной фуллереновой смеси проводился в плазмохимическом реакторе при частоте тока дугового разряда 44 кГц и давлении 10^5 Па [2, 3]. Из полученной сажи бензолом были выделены фуллерены. Фуллереновая смесь в долевом соотношении содержала 0.8 C_{60} , 0.15 C_{70} , 0.04 высших фуллеренов и 0.01 оксидов $C_{60}O$ и $C_{70}O$. Из порошка фуллереновой смеси прессованием при давлении 32–34 кг/см² изготавливались таблетки Ø 20 и толщиной 3 мм. Рассмотрено испарение пучком электронов в вакууме $\sim 10^{-2}$ Па таблетки фуллереновой смеси [4]. Используется кольцевая развертка пятна сфокусированного пучка электронов $\sim \varnothing 3$ мм на периферии таблетки в диапазоне частот 50–500 Гц, и затем пятно с помощью отклоняющей системы сводится по спирали за время 0.1–1 с к центру таблетки. Показано, что в условиях различия значений энергии связи между молекулами ~ 1.86 эВ и энергии связи атома углерода с молекулой ~ 6.978 эВ и благодаря высокоскоростному воздействию электронного пучка, испарение фуллеренов C_{60} и C_{70} происходит без разрыва C–C ковалентных связей. Анализ КР-спектров (КР-спектрометр RFS 100) показал, что как исходный порошок, так и полученные покрытия имеют все полосы колебаний молекул фуллеренов. В спектре комбинационного рассеяния (рис. 1) покрытия наблюдаются

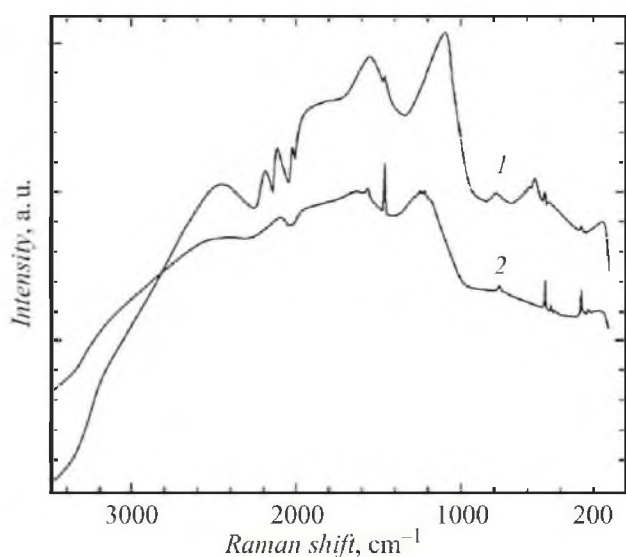


Рис. 1. Спектры комбинационного рассеяния покрытия (1) и исходной смеси фуллеренов (2)

наиболее интенсивные линии фуллеренов C_{60} (495 см^{-1} , 1468 см^{-1}) и C_{70} (271 см^{-1}). Широкие линии можно объяснить присутствием высших фуллеренов. Смещение этих линий говорит о перераспределении состава высших фуллеренов. Данный результат позволяет предположить, что состояние фуллеренов в покрытии отличается от состояния в порошке. Вследствие малой толщины покрытия большой вклад вносит связь молекул фуллерена с подложкой. На выходе задействованной в эксперименте электронной пушки получены пучки электронов током > 1 А, что открывает возможность нанесение покрытий фуллеренов на поверхности $> 1 \text{ м}^2$ благодаря увеличению мощности пучка > 20 кВт и, соответственно, количества испаряемого порошка фуллереновых смесей.