



Nanotechnology: *The application of scientific knowledge to control and utilize matter in the nanoscale, where properties and phenomena related to size or structure can emerge (ISO/TS 80004-1:2010)*

Нанотехнология: *совокупность методов и приемов контролируемого воздействия на предметы, включающие нанобъекты и приобретающие на этой основе новые качества, обеспечивающие их интеграцию в системы верхнего масштабного уровня (на основе проекта ТК 441 «Нанотехнологии – термины и определения»)*

ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Докладчик: в.н.с. НОЦ НТ МГСУ
Смирнов В.А.

Цель: направленное структурообразование строительных композитов

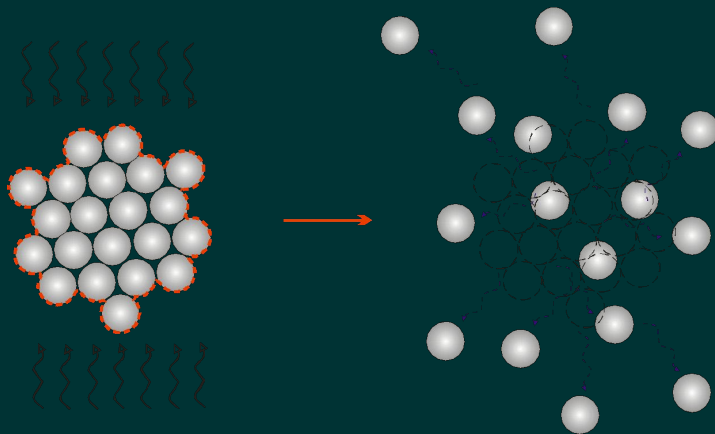
Задачи:

- Определение рациональной методики наноструктурирования строительных материалов
- Выбор методологии технико-экономической оценки целесообразности внедрения нанотехнологии в строительство
- Оценка токсикологического влияния нанообъектов на здоровье человека

Определение методики наноструктурирования строительных материалов

- Введение в материал синтезированных нанобъектов
- Синтез нанобъектов в материале в процессе его изготовления

Введение синтезированных нанобъектов: проблемы гомогенизации



При скорости звука 1500...2000 м/с и $d_0 = 10...100$ нм характеристическая частота превышает 10 ГГц. В области гиперзвука произойдет поглощение звуковой энергии непосредственно вблизи активатора.

1) Сила притяжения при $d_0 \ll \lambda$

$$F_p = 4\pi \left(\frac{d_0}{2} \right)^2 E \left(\frac{k_\lambda}{2} d_0 \right)^4 \frac{1 + (1 - \delta)^2}{(2 + \delta)^2}$$

2) Сила притяжения Бьеркнеса
 (при протяженных агрегатах)

$$F_B = 4\pi r \left(\frac{d_0}{2} \right)^4 \frac{g^2}{h^2} \cos \phi$$

3) Сила притяжения Бернулли

$$F_{Be} = \frac{3}{2} \pi r \left(\frac{d_0}{2} \right)^6 \frac{v^2}{h^2}$$

Рациональная методика наноструктурирования строительных материалов

Приборная
база

Структурные
модели

Синтез нанообъектов в процессе
структурообразования

Формирование наноразмерных
слоёв на межфазных границах

Пример реализации:

диаметрально противоположное использование одного явления

Наличие на поверхности силикатных материалов
активных групп, способных к ионному обмену



Ионный обмен: формирование
гидрофильной пленки
(ноу-хау, <http://afgt.ru>)



Технология пеностекла: расширение
сырьевой базы, повышение показателей
эксплуатационных свойств (пониженная
теплопроводность)



Ионный обмен: формирование
гидрофобной пленки
(ноу-хау, <http://nocnt.ru>)



Наполнитель для полимерных матриц:
упрощение технологии, повышение
показателей физико-механических
свойств (повышенная прочность)

Примеры реализации: зарубежный опыт

- Наноструктурные композиты на основе взаимопроникающих полимерных сеток
- Нанокompозиты на основе гибридной органосиликатной матрицы
- Полимерные нанокompозиты с низкой проницаемостью и стойкостью к воздействию агрессивных сред

Оценка целесообразности внедрения

Коэффициент эффективности:

$$q_{ef} = \frac{\bar{\Phi}_k}{\bar{C}}$$

\bar{C} – относительная стоимость технологии

$\bar{\Phi}_k$ – относительное изменение обобщённого показателя качества материала

		\bar{F}		
		↓	0	↑
\bar{C}	↓	⊖	⊕	⊕ ⊕
	0	⊖	0	⊕
	↑	⊖	⊖	⊕

Ключевые подзадачи:

- 1) Разработать методики расчета экономических показателей, учитывающих весь жизненный цикл работы материала.
- 2) Сформулировать обобщенный критерий качества материала.
- 3) Установить перечни и граничные значения свойств материала.

“Рекомендуется ... представлять сведения об использовании нанотехнологий или наноматериалов с подтверждением безопасности их использования для человека”

Постановление Главного санитарного врача РФ



Экологические вопросы

Малые размеры, большая удельная поверхность и высокая химическая активность наночастиц – предпосылки как положительных («самоочищающиеся» и антибактериальные покрытия на основе нанообъектов), так и отрицательных их свойств.

Ключевые подзадачи:

- 1) Подобрать способы и режимы обработки, обеспечивающие инкапсуляцию наночастиц в объеме среды-носителя и строительного материала
- 2) Подобрать вспомогательные вещества, обеспечивающие агрегативную стабильность коллоидных систем и удаляющиеся для реализации потенциала наночастиц

Влияние ПАВ

Энергетический потенциал:

$$E = \pi\sigma r^2 + kT(C_r - C_\infty)$$

$$C_r = C_\infty \exp\left(\frac{2\sigma}{r\Delta V k T}\right)$$

σ – поверхностное натяжение;

r – радиус наночастицы;

k – постоянная Больцмана;

T – температура;

C_∞ – концентрация вакансий в макротеле;

C_r – концентрация вакансий в наночастице

ΔV – изменение объема кристалла при замене атома на вакансию

Выводы



- Формируется нормативная база, *способствующая развитию нанотехнологии в строительстве (материаловедении)*.
- Введение наночастиц может породить *экологические проблемы*; использование активных способов гомогенизации (ультразвуковая обработка) нанодисперсных систем *не полностью обеспечивает требуемую степень однородности смесей*; применение *вспомогательных веществ может блокировать* активные центры нанообъектов, что нивелирует эффекты их введения.
- Стратегия реализации современной нанотехнологии в строительстве должна базироваться на использовании запасённой в веществе *химической энергии*: перспективны *химические методы синтеза* нанообъектов в структуре материала.
- Производство строительных материалов должно проводиться на базе *традиционных объёмных технологий*, а способы управления структурообразованием должны быть реализованы без существенного изменения технологической линии.



Спасибо за внимание!