

обробки рідинних субстанцій, а що не менш вагомо, обрати оптимальні із позицій забезпечуваних показників якості режими роботи, до того ж при її мінімальних енергозатратах;

- експериментально підтверджено, що запропонована методика мікроскопування замороженої «роздавленої каплі» може із успіхом застосовуватись для якісної оцінки ефективності обробок рідинних субстанцій, зокрема порівняльної оцінки структурних перетворень, що супроводжують обробку води з метою її активації.

Перспективи подальших досліджень як даної дослідної установки, так і новоствореного методу віброрезонансної кавітаційної обробки нами вбачають-

ся у визначенні переліку рідин та високопродуктивних процесів їх перетворень, для яких доцільне застосування віброрезонансної обробки, оптимізація режимів водопідготовки із використанням даного обладнання залежно від параметрів вихідної води (її солевмісту, твердості, рівня рН тощо), створення промислових зразків віброкавітаторів резонансного типу для конкретних виробничих потреб. Найперспективнішими галузями використання даного новоствореного методу, на наш погляд, видаються штучні водойми громадського використання для знезараження води, наприклад, басейни, акваріуми та аквапарки, переробні галузі харчової промисловості, пивоваріння, комплекс вирощування риби, птиці та тварин тощо.

### Література

1. Аксельруд, Г.А. Массобмен в системе твердое тело – жидкость / Г.А. Аксельруд. – Л.: Университет, 1970. – 210 с.
2. Федоткин И.М. Использование кавитации в технологических процессах / И.М. Федоткин, А.Ф. Немчин. – К.: Вища школа, 1984. – 68 с.
3. Сілін Р.І. Вібраційне обладнання на основі гідропульсатора / Р.І. Сілін, А.І. Гордєєв. – Хмельницький: ХНУ, 2007. – 386 с.
4. Афтаназів І.С. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням / І.С. Афтаназів. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 516с.
5. Блехман І.І. Синхронізація динамічних систем / І.І. Блехман. – М.: Машинобудування, 1971. – 896 с.
6. Пат. України №66323. Пристрій для магнітокавітаційної обробки рідин / Старчевський В.Л., Шевчук Л.І., Афтаназів І.С. Строган О.І., заявл. 11.07.2011; опубл. 26.12.2011, Бюл. №24.
7. Пат. України №66550. Вібраційний електромагнітний пристрій для збурення кавітації / Старчевський В.Л., Шевчук Л.І., Афтаназів І.С., Строган О.І., заявл. 06.06.2011; опубл. 10.01.2012, Бюл. №1.

**Наведено відомості про закономірності синтезу наповнювачів на основі силікатів кальцію, призначених для сухих будівельних сумішей. Визначено основні властивості синтезованих наповнювачів. Встановлено гідравлічна активність наповнювачів при взаємодії з мінеральними в'язучими**

**Ключові слова: силікати кальцію, синтез, наповнювач, сухі будівельні суміші**

**Приведены сведения о закономерностях синтеза наполнителей на основе силикатов кальция, предназначенных для сухих строительных смесей. Определены основные свойства синтезируемых наполнителей. Установлена гидравлическая активность наполнителей при взаимодействии с минеральными вяжущими**

**Ключевые слова: силикаты кальция, синтез, наполнитель, сухие строительные смеси**

**The information about the patterns of synthesis of fillers based on calcium silicates, designed for dry building mixes is presented. The basic properties of the synthesized fillers are defined. The hydraulic activity of the fillers in the interaction with mineral binders is installed**

**Keywords: calcium silicates, synthesis, filler, dry building mixes**

УДК 691.328

## ТОНКОДИСПЕРСНЫЕ НАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

**В. И. Логанина**

Доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой  
Кафедра стандартизации, сертификации и аудита качества

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства  
ул. Г.Титова, 28, г. Пенза, 440028, Россия  
Контактный тел..(8412) 92-94-78  
E-mail:loganin@mail.ru

## 1. Введение

Традиционным способом получения тонкодисперсного наполнителя является многоступенчатый помол различных природных и техногенных материалов, однако высокие затраты энергии на помол, изменение состава размалываемого материала за счет помола частиц мелющих тел и др. не позволяют получить наполнитель заданной чистоты и высокой дисперсности. Более перспективным является способ получения наполнителей с размерами частиц лишь на один - два порядка выше молекулярного размера – осаждение. Таким порошкам уже в процессе их изготовления можно придавать различные свойства - например, объемное окрашивание для использования их в качестве наполнителей в различных композициях.

В настоящее время широкое применение находит волластонит как наполнитель композитов различного назначения. Однако, месторождения минерального сырья, содержащего силикаты кальция (волластонита), в России не представляют коммерческого интереса, т.к. не могут обеспечить поставку на рынок достаточного количества волластонита удовлетворительного качества. В настоящее время синтетический силикат кальция (волластонит), аморфный и кристаллический гидросиликат кальция (ксонотлит) можно промышленно производить по различным технологиям.

В большинстве случаев синтетические силикаты получают осаждением из водных растворов силикатов натрия ионным обменом с катионами, образующими нерастворимые силикаты, такими как кальций. При этом тщательно контролируют производственные условия - температуру, концентрацию раствора и режим перемешивания. В [1] изучены методы получения окрашенных и неокрашенных наполнителей путем их осаждения при взаимодействии жидкого стекла с добавками – осадителями. Установлено, что 95-100%-ный выход осадка достигается в течение первой минуты после ввода осаждающего агента.

## 2. Постановка проблемы

Вместе с тем, разработанная технология синтеза тонкодисперсного наполнителя требует корректировки, так как применение такого наполнителя в композициях с минеральными вяжущими диктует необходимость более полного использования его потенциала, а именно, реакционную способность наполнителя. В связи с этим возникает необходимость разработки технологии наполнителя на основе гидросиликатов кальция, предназначенного для цементных, известковых, гипсовых композитов, имеющих широкое распространение в строительстве.

Основными задачами работы являлось:

- изучение закономерностей синтеза тонкодисперсных наполнителей, предназначенных для бетонов, растворов, сухих строительных смесей;
- разработка технологии синтеза наполнителя на основе гидросиликатов кальция;
- оценка эффективности применения наполнителя в цементных, известковых композициях.

## 3. Результаты исследования

При изучении закономерностей синтеза ГСК применяли натриевое жидкое стекло различной плотности. В качестве добавки осадителя применяли хлористый кальций. При разработке технологии производства наполнителей учитывались следующие факторы: плотность жидкого стекла, количество добавки осадителя, режим высушивания осадка, время его хранения.

Выявлено, что оптимальная плотность жидкого стекла составляет 1074-1130 кг/м<sup>3</sup>. Количество добавки осадителя CaCl<sub>2</sub> рассчитывалось исходя из стехиометрического соотношения, добавка CaCl<sub>2</sub> вводилась в виде 7,% и 15%-ного раствора. Для исследования режима синтеза определялась скорость введения добавки-осадителя и его концентрация. Установлено, что после высушивания при температуре 105°С плотность наполнителей в зависимости от режима синтеза составляет 2,2-2,8 г/см<sup>3</sup>.

Установлено, что кривые распределения частиц по размерам силикатсодержащего наполнителя имеют схожий полифракционный характер, распределение размеров частиц наполнителя является двухмодальным. При медленном введении добавки-осадителя CaCl<sub>2</sub> (по каплям) в виде 15% раствора в количестве 50% от массы жидкого стекла образуется небольшое число крупных частиц в осадке, что, очевидно, связано с замедленной скоростью образования зародышей кристаллов. Данные гранулометрического состава, свидетельствует, что содержание крупных частиц размером 45-100 мкм составляет 22,37%. Среднеарифметическое значение размера частиц наполнителя составляет 29,25 мкм (табл. 1).

Таблица 1

Гранулометрический состав наполнителей

Размер фракций, мкм	Содержание, %
0,05-1,000	0,51/0,94*
1,000-2,000	0,78/1,71
2,000-3,000	1,46/2,46
3,000-4,000	1,73/2,70
4,000-5,000	1,95/2,80
5,000-10,000	11,92/12,88
10,000-20,000	20,75/18,46
20,000-45,000	38,52/23,48
45,000-100,000	22,37/32,23
100,000-200,000	0,00/0,00

Примечание.\* Над чертой приведены значения содержания фракций при медленном введении 15%-ного раствора добавки-осадителя, под чертой – при быстром введении.

При быстром введении добавки осадителя скорость образования зародышей кристаллов большая и образуется мелкодисперсный осадок, состоящий из большого числа мелких частиц. Среднеарифметическое значение размера частиц наполнителя составляет 28,64 мкм, при этом 35% составляют частицы размером 15,579 мкм. Менее 5% составляют частицы диаметром

2,954 мкм, а при медленном введении – диаметром 4,279 мкм.

Применение более разбавленных растворов приводит к замедлению выпадения осадка и появлению более крупных кристаллов. Так, при введении добавки-осадителя  $\text{CaCl}_2$  в форме 7,5%-ного раствора (в стехиометрическом соотношении с жидким стеклом) содержание частиц размером 0,05-5 мкм составляет 5,58%, а частиц размером 10-45 мкм – 53,46%. Менее 5% составляют частицы диаметром 6,677 мкм. Содержание частиц размером 45-100 мкм составляет 32,62%, появляются кристаллы с размерами частиц 100-200 мкм, их содержание составляет 0,04% (табл.2).

Выдерживание осадка в фильтрате в течение 3 суток способствует росту кристаллов. Возрастает содержание частиц размером 45-100 мкм, составляющее 32,23% и появляются кристаллы размером 100-200 мкм - 1,02%. При увеличении времени созревания осадка наблюдается рост кристаллов.

Повышение температуры в процессе осаждения ускоряет формирование кристаллической решетки и тормозит образование зародышевых центров кристаллизации, в результате формируются более крупные кристаллы.

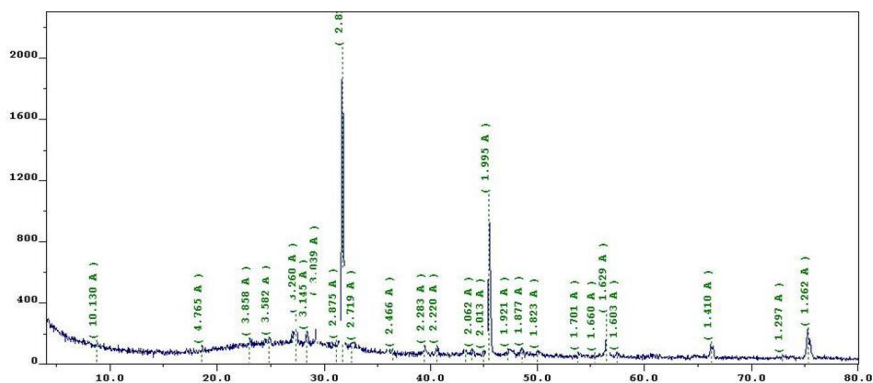


Рис. 1. Рентгенограмма образцов наполнителя, синтезированного при введении добавки  $\text{CaCl}_2$

Таблица 2

Гранулометрический состав наполнителей

Размер фракций, мкм	Содержание, %*
0,05-1,000	0,59/0,54*
1,000-2,000	0,85/0,86
2,000-3,000	1,02/1,56
3,000-4,000	1,41/1,92
4,000-5,000	1,71/2,08
5,000-10,000	8,31/10,34
10,000-20,000	18,91/15,79
20,000-45,000	34,55/33,22
45,000-100,000	32,62/32,23
100,000-200,000	0,04/1,02

Примечание.\* Над чертой приведены значения содержания фракций при введении 7,5%-ного раствора добавки-осадителя, под чертой – при старении осадка в фильтрате в течение 3-х суток (введение 15%-ного раствора добавки-осадителя)

При изучение качественного состава новообразований синтезированного наполнителя методами РФВ и ИКС установлено, что степень закристаллизованности образцов невысокая. Образуются гидросиликаты кальция (ГСК) различной основности.

Анализ ионизационных рентгенограмм (рис. 1) показал, что степень закристаллизованности образцов невысокая. На рентгенограммах образцов выделяются несколько сильных и средней интенсивности линий.

В образцах наполнителя, полученного синтезом в присутствии добавки осадителя  $\text{CaCl}_2$ , присутствуют дифракционные линии (Å) следующих соединений: тоберморит (d, Å) - 10,13; 3,582; 3,2936; 2,820; 2,719; 2,4662; 2,2827; 2,220; твердый раствор CSH(B) в виде слабоакристаллизованного геля (d, Å) - 3,039; 2,82; 1,823; твердый раствор C-S-H (II) (d, Å) - 2,875; 2,82; 2,22; 2,062; 1,823; 1,629; 1,41;  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (d, Å) - 4,765; 3,14; 1,41;  $\text{CaCO}_3$  (d, Å) - в виде кальцита 3,858; 3,039; 1,410, арагонита (d, Å) - 1,869; 1,660; 1,297 и ватерит (d, Å) - 1,262.

На рис. 2 представлена структура порошка, полученная на электронном сканирующем микроскопе Phenom™ G2 pro. Анализ снимков показывает, что структура представлена образованиями пластинчатой и игольчатой формы.

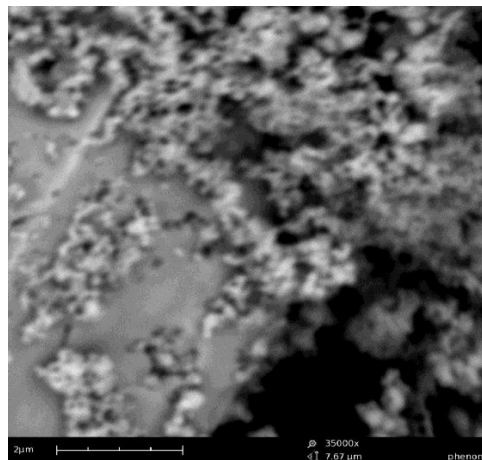


Рис.2. Электронно-микроскопический снимок порошка (35000x)

На рис. 3 приведен ИК - спектр образца полученного наполнителя. Чётко выделяются полосы поглощения в областях  $850-1100 \text{ см}^{-1}$ ,  $550-750 \text{ см}^{-1}$ ,  $400-550 \text{ см}^{-1}$ ,

подтверждающие наличие в синтезируемом материале силикатов кальция.

Группа полос в области 550–750 см<sup>-1</sup> отнесена к симметричным колебаниям мостиковых связей Si–O–Si в [SiO<sub>4</sub>] – тетраэдрах. Полосы поглощения в области 1600 и 3400 см<sup>-1</sup> обусловлены деформационными и валентными колебаниями кристаллизационной воды.

Активность наполнителей зависит от температуры высушивания. Наибольшей активностью обладает наполнитель, высушенный после фильтрации при температуре 300°С. Прочность при сжатии R<sub>сж</sub> образцов в возрасте 28 суток твердения в воздушно-сухих условиях состава 1:0,3 (известь:наполнитель) по массе при водоизвестковом отношении В/И, равном В/И=0,65, при использовании наполнителя, высушенного при температуре 300°С, составляет R<sub>сж</sub>=10,43 МПа, а состава с применением наполнителя, высушенного при температуре 105°С, - 5,94 МПа, т.е. прирост прочности при сжатии составляет 100% (табл.3).

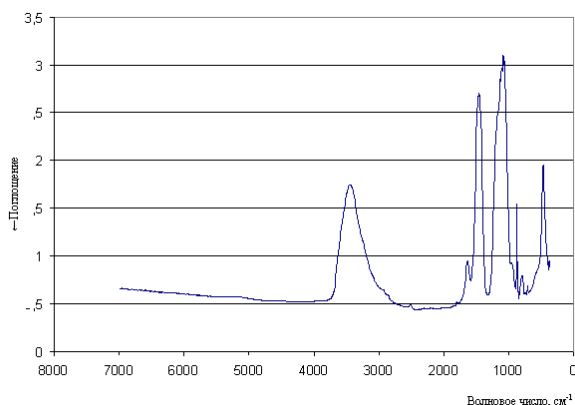


Рис. 3. ИК-спектр образца синтезированного наполнителя

Таблица 3

Прочность известковых композиций

Температура сушки наполнителя, °С	Водоизвестковое отношение, В/И	Прочность, МПа	
		при сжатии	при изгибе
105	0,65	5,94	1,34
105	0,9	4,56	1,17
105	1,2	3,2	0,95
200	0,65	7,29	1,66
200	0,9	5,24	1,4
200	1,2	3,66	1,05
300	0,65	10,43	3,4
300	0,9	6,99	2,72
300	1,2	4,76	2,04

Исследование гигроскопических свойств наполнителей показало, что они обладают высокой сорбционной ёмкостью. Так, при сорбционном увлажнении при относительной влажности воздуха 72% сорбционное увлажнение спустя 10 суток составляет 20%, а при относительной влажности 100% - 95%.

Исследовались влияние сроков и условий хранения наполнителя на его активность. С этой целью часть наполнителя, осажденного из жидкого стекла плотностью 1130кг/м<sup>3</sup> и высушенного при температуре 105°С, хранилась в условиях, исключающих доступ влаги к наполнителю, а часть – на открытом воздухе при относительной влажности 70-75% и температуре 18-20°С. После хранения наполнителя в течение 10...40 суток были заформованы образцы состава известь:наполнитель=1:0,3 при водоизвестковом отношении В/И=0,65 и 0,9. Образцы твердели при относительной влажности воздуха 70% и температуре 18-20°С. В табл. 4 приведены значения прочности при сжатии и изгибе образцов в возрасте 28 суток твердения. В качестве контрольного приняты образцы, заформованные сразу же после высушивания наполнителя.

Результаты исследований, приведенные в табл. 4, свидетельствуют, что при хранении наполнителя в условиях, исключающих доступ влаги, активность наполнителя практически не изменяется. Так, значение прочности при сжатии образцов, заформованных при В/И=0,65 на наполнителе сразу же после его высушивания, составляет R<sub>сж</sub>=5,94, а заформованных на наполнителе после его хранения в течение 10...20 суток - 5,95-5,89МПа. Некоторые колебания значений прочности при сжатии связаны со статистической изменчивостью. Спустя 20 суток хранения в условиях, исключающих доступ влаги, активность его несколько снижается. Снижение прочности при сжатии образцов, заформованных при В/И=0,65 на наполнителе после хранения в течение 30...40 суток, составляет 9,3-19,36%, а при В/И=0,9 - 9,2-25,65%.

Хранение наполнителей в воздушно-сухих условиях резко изменяет его активность. Так, снижение прочности при сжатии известковых композиций, заформованных при В/И=0,9 на наполнителе после хранения в течение 30...40 суток, составляет 57,89-68,64%.

Эффективность полученного наполнителя оценивалась на примере известковых сухих строительных смесей (ССС), предназначенных для отделки и реставрации зданий и сооружений исторической застройки [2,3]. Составы ССС на основе известки с применением предлагаемых наполнителей обладают ускоренными сроками высыхания. Время высыхания известкового состава до степени 3 составляет 10-15 мин, до степени 5-20-25 мин. Известковые составы хорошо наносятся на отделяваемую поверхность цементно- и известково-песчаной штукатурки. Значения адгезионной прочности покрытий на основе составов с предлагаемыми наполнителями варьируются в пределах 0,5-0,9МПа.

Таблица 4

Влияние условий хранения на активность наполнителя

Водоиз- вестковое отноше- ние, В/И	Прочность при сжатии, МПа				
	Время хранения наполнителя, сут.				
	0	10	20	30	40
0,65	5,94	5,95/5,69	5,89/5,16	5,39/4,79	4,79/4,16
0,9	4,56	4,59/1,99	4,58/1,97	4,14/1,92	3,39/1,43

Примечание. Над чертой приведены значения прочности при сжатии при хранении наполнителя в условиях, исключающих доступ влаги, под чертой - при хранении на воздухе.

## 4. Выводы

1. Показана возможность получения тонкодисперсного наполнителя на основе гидросиликатов кальция при температуре 20°C. Обоснованы режимы получения наполнителя. Установлен химический и минералогический состав наполнителя.

2. Установлена эффективность применения наполнителя на основе гидросиликатов кальция в известковых сухих строительных смесях. Показано, что синтезируемый наполнитель характеризуется высокой химической активностью взаимодействия с известью, что приводит к формированию более прочной структуры известково-го композита

## Литература

1. Гордиенко, П. С. Исследование кинетических особенностей формирования моносиликата кальция в модельной системе  $\text{CaSiO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{OSiO}_2$  [Текст] / П.С.Гордиенко, А. П. Супонина, С.Б.Ярусова, С.Б. Буланова, Г.Ф. Крысенко, В.А. Колзунов // Журнал прикладной химии.-2009.-Г.82, Вып.9-С.1409-1413.
2. Логанина, В.И. Синтез окрашенных наполнителей на основе силикатов кальция для сухих строительных смесей [Текст] / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Ю.А. Мокрушина // Региональная архитектура и строительство. – №2(9). – 2010. – С. 53-57.
3. Логанина, В.И. Тонкодисперсные наполнители на основе силикатов кальция для сухих строительных смесей [Текст] / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Ю.А. Мокрушина // Строительные материалы.- 2010.-.№2. - С.40-42

*У статті розглянуто дослідження закономірностей впливу спиртів  $\text{C}_2\text{-C}_5$  та сивушної олії на детонаційні властивості бензинових сумішей*

*Ключові слова: сивушна олія, бензинова суміш, детонаційні властивості, спирти  $\text{C}_2\text{-C}_5$*

*В статье рассмотрены исследования закономерностей влияния спиртов  $\text{C}_2\text{-C}_5$  и сивушного масла на детонационные свойства бензиновых смесей*

*Ключевые слова: сивушное масло, бензиновая смесь, детонационные свойства, спирты  $\text{C}_2\text{-C}_5$*

*The researches of the influence of  $\text{C}_2\text{-C}_5$  alcohols and fusel oil on detonation properties of gasoline mixtures is considered in the article*

*Keywords: fusel oil, gasoline mixture, detonation properties,  $\text{C}_2\text{-C}_5$  alcohols*

УДК 547.26

## ДОСЛІДЖЕННЯ СПИРТОВІСНИХ БЕНЗИНОВИХ СУМІШЕЙ

О.С. Іващук

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Кафедра технології органічних речовин  
Національний університет «Львівська політехніка»  
вул. С.Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013  
Контактний тел.: (032) 258-26-81, 068-500-15-57  
E-mail: ivaschuk@polynet.lviv.ua

## 1. Вступ

З кінця ХХ століття ціна на одне із основних енергоджерел – нафту, безперервно зростала. Причинами цього є обмежені запаси нафти на Землі, а також монополія на поставку нафти країнами, в яких вона видобувається. Така ситуація вимагала пошуку альтернатив-

них джерел енергії, насамперед у країнах, які не мають власних нафтових джерел і достатньо коштів для закупівлі необхідної кількості нафтопродуктів. Одним з альтернативних джерел енергії є етанол, використання якого як моторного палива знайшло широке практичне застосування у багатьох країнах світу з огляду на його переваги [1, 2].