

УДК 666.9.022

**ВЛИЯНИЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА СРОКИ СХВАТЫВАНИЯ И
ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЙ РАЗОГРЕВ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ
ЦЕМЕНТНЫХ СУСПЕНЗИЙ**

**ВПЛИВ МІКРОКРЕМНЕЗЕМА НА ТЕРМІНИ ТУЖАВЛЕННЯ ТА
ЕКЗОТЕРМІЧНИЙ РОЗІГРІВ МЕХАНОАКТИВОВАНИХ
ЦЕМЕНТНИХ СУСПЕНЗИЙ**

**THE INFLUENCE OF MICRO-SILICA ON SETTING TIME AND
EXOTHERMIC HEATING OF MECHANOACTIVATED CEMENT
SUSPENSIONS**

Ксёншкевич Л.Н. к.т.н., доц. (Одеская государственная академия
строительства и архитектуры г. Одесса)

Крантовская Е.Н. к.т.н., доц. (Одеская государственная академия
строительства и архитектуры г. Одесса)

Ксьоншкевич Л.М. к.т.н., доц. (Одеська державна академія будівництва та
архітектури м.Одеса)

Крантовська О.М. к.т.н., доц. (Одеська державна академія будівництва та
архітектури м.Одеса)

Ksenschkevich L. N. Cand. Sc., Assistant Prof. (Odessa State Academy of Civil
Engineering and Architecture, Odessa)

Krantovskaya E.N. Cand. Sc., Assistant Prof. (Odessa State Academy of Civil
Engineering and Architecture, Odessa)

**Исследовано влияние микрокремнезема на сроки схватывания и
экзотермический разогрев твердеющих механоактивированных
цементных суспензий. Введение органоминеральной добавки в
цементную суспензию приводит к ускорению процессов
структурообразования**

**Досліджено вплив мікрокремнезема на терміни тужавлення і
екзотермічний розігрів твердіючих механоактивованих цементних
суспензій. Введення органоминеральной добавки в цементну суспензію
призводить до прискорення процесів структуроутворення**

**Studying the influence of micro-silica on setting time and exothermic heating
of mechanoactivated cement suspensions. Introduction of organo-mineral
supplement in the cement slurry leads to an acceleration of the structure**

Ключові слова:

Мікрокремнезем, механоактивація, органо-мінеральна добавка.

Мікрокремнезем, механоактивация, органо-минеральная добавка.

Microsilica, mechanoactivation, organomineral additive.

Введение. Необходимость получения высокопрочных бетонов на базе рядовых цементов заставляет искать новые технологические приемы и, в частности, использование органо-минеральных добавок (ОМД). Введение в портландцемент микрокремнезема совместно с химическим модификатором обеспечивает направленное структурообразование твердеющего цементного камня. Механоактивация, в свое же время, позволяет значительно усилить эффект от совместного введения в портландцемент микрокремнезема и органического модификатора.

Анализ последних исследований. Согласно работ [1, 2] установлено, что использование активных минеральных добавок позволяет экономить портландцемент и получать бетоны с заданными физико-механическими характеристиками, а введение микрокремнезема позволяет регулировать процессы структурообразования и приводит к повышению прочности при сжатии цементного камня и бетона на его основе [3].

Согласно [4], формирование микроструктуры цементного камня происходит в результате протекания сложных процессов гидратации и твердения портландцемента. В результате активации портландцемента изменяется количественный и качественный составы продуктов новообразований, определяющих структурно-механические свойства материала. Работами Барабаша И.В. [5], Федоркина С.И. [6], а также Соломатова В.И. и Вырового В.Н. [7] установлено, что происходящая наряду с портландцементом, активация минерального наполнителя возбуждает его поверхностное энергетическое состояние, что переводит его в состояние большей химической активности.

Состояние вопроса и задачи исследования. Организация структуры механоактивированных систем происходит за счёт межчастичных взаимодействий, сопровождающихся появлением большого количества продуктов новообразований, что возможно оценить сроками схватывания, а также температурой тепловыделения. Задача исследований - определить влияние микрокремнезема и режимов механоактивации на сроки схватывания и экзотермический разогрев твердеющих цементных суспензий.

Методика исследований. Определение сроков схватывания цементных суспензий определялись на приборе Вика по ДСТУ Б.В.2.7-185:2009 Цемент. Методи визначення нормальної густоти, строків тижавлення та рівномірності зміни об'єму. Для определения температуры гидратации цементной суспензии использовался термостат. Предварительно приготовленная суспензия вяжущего в количестве 200мл помещалась в цилиндрическую емкость, накрывалась крышкой с отверстием. Теплота гидратации

твердеющей цементной суспензии передавалась на термометр через цилиндрическую втулку, выполненную из меди и заполненную машинным маслом. Данная методика позволила определить температуру гидратации без существенных потерь тепла в окружающую среду.

Результаты исследований. Определение сроков схватывания проводилось на механоактивированных цементных суспензиях одинаковых составов с В/Т=0,16; время обработки суспензии в скоростном смесителе принималось равным 90 сек., концентрация суперпластификатора С-3 составляла 1% от массы вяжущего. Концентрация микрокремнезема (МК) варьировалась от 0 до 10%. Для контроля готовились аналогичные по составу неактивированные суспензии. Проведенные результаты исследований свидетельствуют о том, что активация сокращает как начало сроков схватывания цементных суспензий (с 58 до 48 мин, т.е. на 17,2%) так и конец сроков схватывания суспензий (с 306 мин. до 252 мин, т.е. на 18,6%) табл. 1.

Таблица 1

Сроки схватывания цементосодержащей суспензии

№	Кол-во МК, %	С-3, %	В/Т	Сроки схватывания			
				Начало схватывания, мин		Конец схватывания, мин	
				МА	контроль	МА	контроль
1	0	1,0	0,16	48	58	252	306
2	2,5	1,0	0,16	39	48	225	260
3	5	1,0	0,16	31	37	200	232
4	7,5	1,0	0,16	28	33	181	218
5	10	1,0	0,16	23	29	160	191

Введение в состав портландцемента микрокремнезема оказывает ускоряющее влияние на сроки схватывания суспензий, рис. 1.

Так при введении микрокремнезема в портландцемент в количестве 10% начало схватывания активированной суспензии наступает через 23мин, т.е. в 2,1 раза быстрее по сравнению с началом сроков схватывания суспензий на чистом портландцементе (48мин.). Аналогичное влияние микрокремнезема также и для суспензий на неактивированном вяжущем.

Результаты экспериментов подтверждают влияние механоактивации на изменение химической активности и характера структурообразования активированных вяжущих.

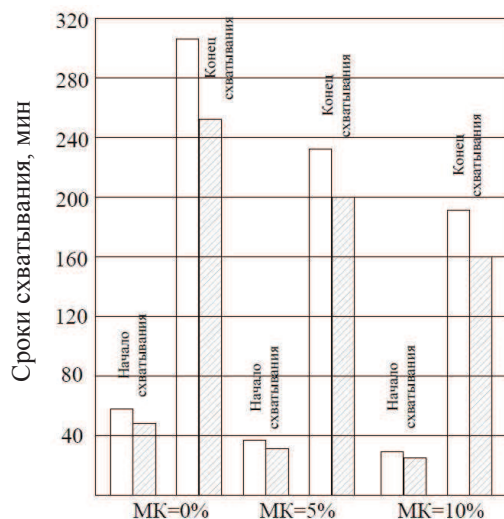




Рис. 1. Влияние механоактивации на сроки схватывания цементосодержащей суспензии при содержании микрокремнезема 0, 5 и 10%

 - суспензия на механоактивированном вяжущем;
 - контроль

Реакции гидратации цементных минералов являются экзотермическими, и взаимодействие портландцемента с водой сопровождается выделением тепла.

Для выявления влияния механоактивации цементосодержащих суспензий с добавкой микрокремнезема на изменение температуры твердеющей системы проведен ряд экспериментов, в которых контролировались температура как активированных цементосодержащих суспензий, так и температура неактивированных суспензий.

Фиксация температуры твердеющей цементной суспензии производилась через каждый час твердения. Начальная температура цементной суспензии ($V=200\text{мл}$) принималась равной $+20^{\circ}\text{C}$. Установлено, что механоактивация вызывает большую интенсивность разогрева твердеющей суспензии.

Так, если для механоактивированной суспензии максимальная интенсивность изменения температуры наблюдается в возрасте 6 - 8 часов, то максимальная интенсивность изменения температуры для немеханоактивированной суспензии (контроль) наблюдается через 8 - 10 часов (рис. 2.).

Также следует отметить, что время наступления пика разогрева цементной суспензии для всех изученных концентраций микрокремнезема уменьшается.

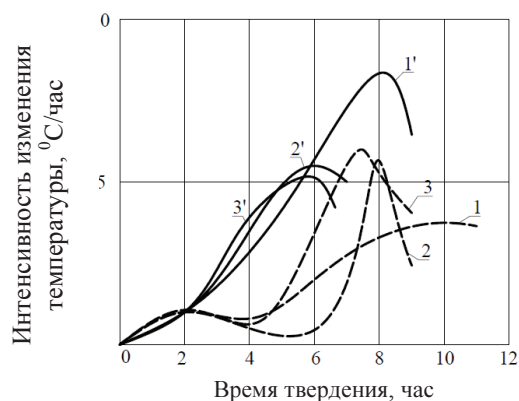


Рис. 2. Интенсивность изменения температуры твердеющих цементных суспензий:
 — активированная суспензия;
 - - - - контроль;
 1,1' – МК=0%; 2,2' – МК=5%; 3,3' – МК=10%

Введение микрокремнезема снижает величину разогрева цементной суспензии, рис. 3. Увеличение концентрации МК в портландцементе от 0 до 10% приводит к снижению максимального разогрева суспензии на механоактивированном вяжущем с 62 до 46,8⁰С (рис.3). Аналогичное снижение максимального разогрева наблюдается и для немеханоактивированной суспензии (контроль), при этом происходит снижение температуры с 54 до 40⁰С (рис.3).

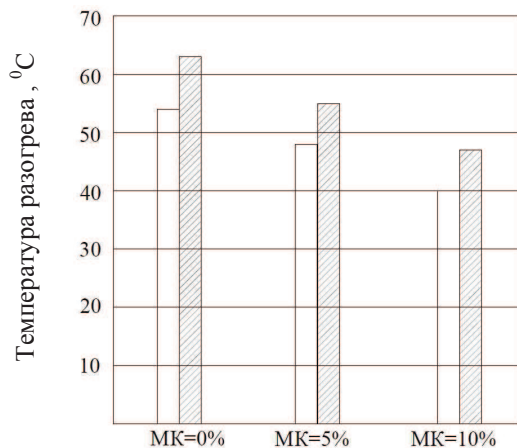


Рис. 3. Влияние механоактивации на температуру разогрева цементно-содержащих суспензии при содержании микрокремнезема в вяжущем 0, 5 и 10%
 ▨ - механоактивированная суспензия;
 □ - контроль

Экспериментальные данные по срокам схватывания и тепловыделению подтверждают ранее высказанное предположение о влиянии количества микрокремнезема на кинетику структурообразования.

Выводы. Введение МК в цементную суспензию (до 10%) приводит к ускорению процессов структурообразования, что подтверждается сокращением сроков схватывания (от 17,2 до 18,6%). Увеличение концентрации МК в портландцементе от 0 до 10% приводит к снижению максимального разогрева механоактивированной суспензии с 62 до 39,8⁰С. Выявлено ускоряющее влияние механоактивации на изменение сроков схватывания и температуры твердеющих цементных суспензий.

1. Баженов Ю.М. Технология бетона / Баженов Ю.М. – М.: Изд-во АВС, 2003. - 500 с.
2. Рунова Р.Ф. Формирование структуры высокопрочных бетонов. Р.Ф. Рунова, И.И. Руденко, В.В. Троян, В.В. Товстонис, С.П. Щербина, Л.Д. Пашина // Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка №29, 2008 р., с.91-97.
3. Батраков, В.Г. Эффективность применения ультрадисперсных отходов ферросплавного производства / В.Г. Батраков, С.С. Каприелов, А.В. Шейнфельд // Бетон и железобетон. – 1989. – №8. – С.24–25.
4. Гранковский И.Г. Структурообразование в минеральных вяжущих системах. – К.: наукова думка, 1984.- 300с.
5. Барабаш И.В. Бетоны на механоактивированных минеральных вяжущих. – Дисс. доктора тех. наук, Одесса, 2005. - 307 с.
6. Федоркин С.И. Механоактивация вторичного сырья в производстве строительных материалов. - Симферополь: Таврия, 1997.-180с.
7. Соломатов В.И., Выровой В.Н. Роль наполнителей в структурообразовании и разрушении композиционных строительных материалов. В сб.: Прогрессивные ресурсосберегающие процессы в технологии строительных материалов и изделий и их контроль. – Брянск: БГИ, 1984. – С. 31-37.