

ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЙ МОДИФИКАТОР И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНУЮ ВЯЗКОСТЬ ЦЕМЕНТОСОДЕРЖАЩИХ СУСПЕНЗИЙ

Барабаш И.В., Ксеншкевич Л.Н., Барабаш Т.И., Дорофеев А.В.

(Одесская государственная академия строительства и архитектуры
г. Одесса)

Исследовано влияние микрокремнезема и суперпластификатора С-3 (раздельно и совместно) на эффективную вязкость цементных суспензий. Выявлен значительный синергетический эффект снижения η суспензии при совместном воздействии на нее скоростного смешения и С-3.

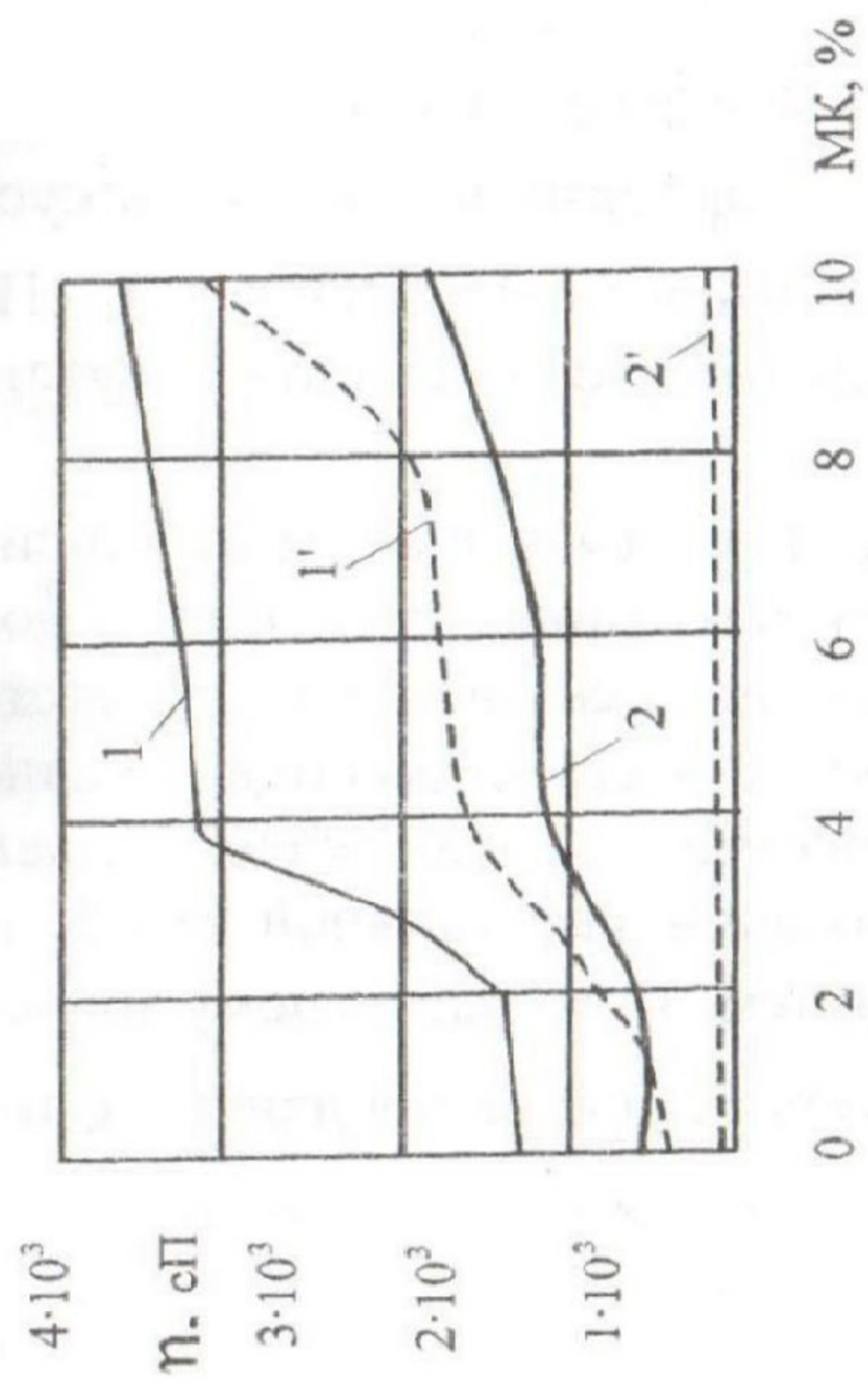
Отличительной способностью композиционных строительных материалов на основе неорганических вяжущих является то, что на начальной стадии их получения самопроизвольно возникают термодинамически устойчивые пространственные структуры с обратимо разрушающимися коагуляционными контактами между частицами [1,2,3]. Такие структуры отличаются относительно слабыми по силе взаимодействия контактами между частичками, так называемыми «надмолекулярными связями» [4]. Прочность этих контактов определяется ван-дер-ваальсовыми молекулярными силами сцепления частиц через тончайшие прослойки дисперсионной среды. В процессе сближения частиц они преодолевают электростатические силы отталкивания в структурированной жидкости, возникающие вследствие двойных адсорбционных слоев. Частицы в коагуляционных структурах могут фиксироваться на расстояниях ближней ($h_{\min} \approx 10^{-9}$ м) или дальней ($h_{\max} \approx 10^{-7}$ м) коагуляции, что и определяет разницу почти на два порядка в силе связи между ними [3]. Энергия связи коагуляционных контактов резко падает при покрытии поверхностей частичек монослоями ПАВ. Адсорбируясь, ПАВ раздвигают частички на расстояние минимум двух мономолекулярных слоев, одновременно экранируя наиболее энергетически активные участки их поверхности [5,6]. Обязательным условием образования истинно коагуляционных структур является наличие во всей совокупности твердых фаз частиц коллоидных размеров ($< 0,1$ мкм), способных совершать броуновское движение. Распределяясь в общем объеме среды они образуют в совокупности с более крупными частицами пространственный трехмерный каркас, состоящий из

цепочек и агрегатов [7]. Вторым важнейшим компонентом дисперсных систем на основе минеральных вяжущих является вода затворения, выполняющая роль дисперсионной среды композиции. Коагуляционные структуры отличаются ярко выраженной зависимостью структурно-механических характеристик от воздействия физико-химических и механических факторов. Наиболее эффективными технологическими воздействиями на высококонцентрированные суспензии вяжущего являются те, которые позволяют достичь предельного разрушения начальной структуры системы, характеризуемой минимальным показателем ее эффективной вязкости [3]. Одним из путей выполнения данной задачи является применение интенсивных гидродинамических воздействий на суспензии вяжущего в скоростных смесителях-активаторах.

Представлял интерес выяснить влияние ультрадисперсного наполнителя-микрокремнезема (МК) и суперпластификатора С-3 (раздельно и совместно) на эффективную вязкость цементных суспензий. По своему химическому составу микрокремнезем представляет собой аморфный кремнезем. Размер частиц МК не превышает 0,01-0,1 мкм, что в сотни раз мельче зерен портландцемента. Столь высокая дисперсность МК позволяет ему активно взаимодействовать с известью, образующейся при гидратации алита. Новообразования в виде гидросиликатов кальция снижают пористость цементного камня, повышают его прочность. При всех своих положительных качествах ультрадисперсный размер частиц МК приводит к увеличению водопотребности бетонной смеси, что требует введение в нее пластифицирующих добавок.

В исследованиях в качестве вяжущего использовался портландцемент М400 ОАО «Югцемент». Содержание микрокремнезема Никопольского завода ферросплавов в цементе варьировалось от 0 до 10 %. Исходное водоцементное отношение принималось равным 0,4. Эффективная вязкость цементных суспензий определялась при помощи ротационного вискозиметра с коаксиальными цилиндрами.

Установлено, что введение в цемент МК приводит к увеличению эффективной вязкости суспензии с 1520 сП (МК=0%) до 3868 сП (МК=10%) т.е. более чем в 2,5 раза. Введение в суспензию суперпластификатора С-3 (1%) приводит к снижению эффективной вязкости. В частности, для цементной суспензии без добавки МК вязкость снизилась с 1520 сП до 643 сП т.е. почти в 2,4 раза. Для цементной суспензии с содержанием МК=10% эффективная вязкость суспензии при введении 1% С-3 снизилась с 3868 сП до 1780 сП, рис. 1.



—— - немеханоактивированная суспензия (контроль);

----- механоактивированная суспензия.

1, 1' - концентрация С-3=0%; 2, 2' - концентрация С-3=1%.

Рис.1. Влияние содержания МК на изменение эффективной вязкости цементосодержащих суспензий

Механохимическая активация суспензий осуществлялась в специально созданном смесителе-активаторе. Скорость вращения ротора в смесителе составляла 4500 об/мин.

Концентрация С-3 принималась равной 1% от массы вяжущего. Критерием оценки эффективности рецептурно-технологических воздействий на цементосодержащие суспензии был выбран безразмерный коэффициент K , определяемый как отношение вязкости, которую суспензия приобретает в результате:

- а) только применения скоростного смешения ($K_{см}$);
- б) только введения суперпластификатора С-3 ($K_{ПАВ}$);
- в) совместного воздействия на суспензию скоростного смешения в

присутствии добавки С-3 ($K_{\Sigma}^{\text{э}}$): $K_{см} = \frac{\eta_0}{\eta_{см}}$; $K_{ПАВ} = \frac{\eta_0}{\eta_{ПАВ}}$; $K_{\Sigma}^{\text{э}} = \frac{\eta_0}{\eta_{см+ПАВ}}$;

где: η_0 - эффективная вязкость практически неразрушенной структуры цементосодержащей суспензии, сП; $\eta_{см}$ - эффективная вязкость суспензии (С-3=0%) после скоростного смешения ($n=4500$ об/мин.), сП; $\eta_{ПАВ}$ - эффективная вязкость суспензии (скоростное смешение отсутствует) с содержанием С-3=1% ;

В результате проведенных исследований выявлен значительный синергетический эффект снижения вязкости цементных суспензий с добавкой МК при воздействии на них скоростного смешения в присутствии суперпластификатора С-3. Критерием количественной оценки данного эффекта был принят уровень синергизма (y_c), определяемый как отношение реального коэффициента снижения эффективной вязкости ($K_{\Sigma}^{\text{э}}$), полученного экспериментальным путем, к его расчетному значению ($K_{\Sigma}^{\text{р}} = K_{см} \cdot K_{ПАВ}$) из условия аддитивности влияния данных факторов на изменение вязкости:

$$y_c = \frac{K_{\Sigma}^{\text{э}}}{K_{\Sigma}^{\text{р}}}$$

Установлено, что уровень синергизма тем выше, чем больше концентрация МК в цементных суспензиях, табл. 1. Так, увеличение содержания МК в портландцементе от 0 до 10% приводит к увеличению y_c с 3,7 до 17,9, т.е. больше чем в 4,8 раза.

Влияние содержания МК в цементном вяжущем на изменение u_c

Концентрация микрокремнезема, %	$K_{см}$	$K_{ПАВ}$	K_{Σ}^P	K_{Σ}^2	u_c
0,0	2,46	2,36	5,8	21,7	3,7
2,0	2,00	2,87	5,74	24,3	4,23
4,0	1,86	3,06	5,69	51,8	9,1
6,0	1,56	3,05	4,76	57,1	12,0
8,0	1,34	2,59	3,47	51,8	14,9
10,0	1,2	2,17	2,6	46,6	17,9

Выводы

1. Введение в немеханоактивированную цементную суспензию МК приводит к увеличению ее эффективной вязкости с 1520 сП (МК=0%) до 3868 сП (МК=10%).
2. Выявлен синергетический эффект снижения эффективной вязкости цементосодержащей суспензии при совместном воздействии на нее скоростного смешения и суперпластификатора С-3. Уровень синергизма u_c возрастает с увеличением концентрации МК в цементной суспензии с 3,7 (МК=0%) до 17,9 (МК=10%).

Литература

1. Гранковский И.Г. Структурообразование в минеральных вяжущих системах. – К.: наукова думка, 1984.- 300с.
2. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы. – М.: Химия, 1980. – 320с.
3. Урьев Н.Б., Дубинин И.С. Коллоидные цементные растворы. – Л.: Стройиздат, 1980. – 192с.
4. Урьев Н.Б. Физико-химические основы технологии дисперсных систем и материалов. – М.: Химия, 1988. – 256с.
5. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. – М.: Стройиздат, 1990. – 400с.
6. Никифоров А.П. Добавки для бетона. Состояние и перспективы //Будівельні конструкції. Сучасні проблеми бетону та його технологій. – К.: НДІБК, 2002. – С.186-190.
7. Урьев Н.Б. Динамика структурированных дисперсных систем //Коллоидный журнал, т. 60, №5, 1998. – С.662-683.