

ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА КИНЕТИКУ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ СУСПЕНЗИЙ С ДОБАВКОЙ ЗОЛЫ-УНОС

Лаит Каис Махмуд Фаттах, Барабаш И.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина)

Исследовано влияние золы-унос Ладыженской ГРЭС на эффективную вязкость, сроки схватывания и кинетику разогрева твердеющих цементных суспензий. Выявлена роль активации на процессы структурообразования твердеющих цементных суспензий с добавкой золы-унос.

Кинетика структурообразования твердеющих композиций на основе минеральных вяжущих в значительной степени определяется уровнем межчастичных взаимодействий, скоростью и условием протекания гетерофазных реакций [1,2]. В свою очередь, как условия межчастичных взаимодействий, так и кинетика гетерогенных процессов зависят от энергетического состояния поверхности частичек вяжущего и наполнителей. Известно, что достаточно простым и эффективным способом изменения энергетического состояния поверхности вяжущего и наполнителей является механохимическая активация их в суспензиях [3]. В работах [4,5] показан, что активация происходит вследствие соударения тонкодисперсных частичек друг с другом, а также, с рабочими органами оборудования. Часть энергии при этом расходуется на образование новых поверхностей в суспензиях за счет разрушения частиц, а часть на модификацию поверхности без разрушения. Для таких суспензий характерна ярко выраженная зависимость между эффективной вязкостью и механическими воздействиями на них [6]. Наиболее эффективными механическими воздействиями на суспензии являются те, которые позволяют достичь предельного разрушения их начальной структуры, характеризуемой минимальным показателем эффективной вязкости. Интенсивные гидродинамические воздействия на суспензии вяжущих в скоростных смесителях-активаторах позволяют в широком диапазоне управлять их эффективной вязкостью, обеспечивая в то же время высокую однородность распределения частиц твердой фазы в объеме. В активаторах суспензиям вяжущих сообщаются сложные траектории движения в турбулентных потоках. Вследствие интенсивных столкновений частиц друг с другом и с рабочими органами смесителя им обеспечивается непрерывный приток энергии, что приводит к сильной термодинамической неустойчивости системы [7]. В процессе интенсивного смешения суспензий между полидисперсными частицами вяжущего и наполнителей возникают градиенты скорости, приводящие к разрыву контактов, снижению трения между ними и, как следствие, к снижению вязкости.

Исследованиями и практикой установлена эффективность введения сухих пылевидных зол при изготовлении бетонных и растворных смесей [8]. Бетонные смеси с золами обладают большей связностью, меньшим водоотделением и расслоением. Кроме того, золы отличаются пуццоланической активностью при взаимодействии с продуктами гидратации портландцемента.

Представлял интерес выяснить влияние золы-унос в сочетании с суперпластификатором С-3 на эффективную вязкость механоактивированных цементных суспензий, а также на кинетику их структурообразования, выраженную через сроки схватывания и изменение температуры твердеющей системы. В исследованиях в качестве вяжущего использовался чистоклинкерный портландцемент, полученный совместным помолом в лабораторной мельнице клинкера (95%) и двухводного гипса (5%) до удельной поверхности $300\text{ м}^2/\text{кг}$. В качестве золы использовалась зола-унос Ладыженской ГРЭС.

Содержание золы в вяжущем варьировалось от 0 до 50%. По химическому составу она классифицируется как кислая, содержащая 52% SiO₂ и 2,1% CaO. Удельная поверхность золы составляла 303 м²/кг. Исходное водотвердое отношение суспензии принималось равным 0,27.

Результаты исследований эффективной вязкости цементозольных суспензий в зависимости от времени смешения в скоростном смесителе-активаторе (n=2700 об/мин), содержания золы-унос в портландцементе и концентрации С-3 приведены в табл.1. В качестве контроля использовались цементнозольные суспензии не подверженные скоростному смешиванию с смесителе-активаторе.

Установлено, что замена цемента золой приводит к снижению эффективной вязкости цементозольных суспензий для всех изученных концентраций С-3. В частности, для цементной суспензии без добавки С-3, введение золы-унос от 0 до 50 % приводит к снижению вязкости с 3140 до 2335 сП (скоростное смешение отсутствует). Для цементной суспензии, содержащей С-3 в количестве 1 %, введение золы-унос также приводит к снижению вязкости суспензии. Величина снижения вязкости суспензии достигает 30% (с 2564 сП-содержание золы-унос 0% до 1809 сП-содержание золы-унос 50%). Эффект снижения вязкости от замены портландцемента золой возрастает при скоростном смешении цементозольной суспензии в смесителе-активаторе. Так, для суспензий, подверженных скоростному смешению в течение 90 сек, величина снижения вязкости достигает 40-60 %.

Таблица 1

Влияние содержания золы-унос в портландцементе, концентрации С-3 и времени смешения на изменение эффективной вязкости (сП) суспензии

№ п/п	Портланд-цемент, %	Зола-унос, %	сС3, %	Время скоростного смешения, сек						
				0	30	60	90	120	150	180
1	100	-	0	3140	3071	3003	2952	2935	2995	3087
2	90	10		2989	2934	2880	2851	2843	2933	3010
3	80	20		2930	2873	2805	2748	2750	2871	3006
4	70	30		2823	2762	2681	2617	2570	2713	2961
5	60	40		2636	2525	2296	2113	2053	2211	2464
6	50	50		2335	2120	1851	1744	1737	1840	2092
7	100	-	0,5	2756	759	375	392	453	502	621
8	90	10		2579	689	323	340	400	471	567
9	80	20		2478	600	300	314	366	419	471
10	70	30		2407	549	262	270	323	331	410
11	60	40		2264	488	192	227	244	279	314
12	50	50		1984	384	140	148	183	227	241
13	100	-	1	2564	609	280	235	252	294	362
14	90	10		2374	496	226	200	217	240	346
15	80	20		2252	478	209	183	200	210	340
16	70	30		2200	461	183	165	165	172	204
17	60	40		2078	426	139	130	148	165	191
18	50	50		1809	402	113	100	113	130	160

Введение золы-унос в вяжущее приводит к увеличению сроков схватывания. Подтверждением этому служат экспериментальные данные, приведенные в табл. 2.

Для традиционно приготовленной суспензии увеличение концентрации золы-унос в вяжущем отодвигает начало схватывания вяжущего с 4ч 30 мин (зола-унос отсутствует)

до 9ч 10 мин. (содержание золы-унос 50% от массы вяжущего) Увеличение содержания золы-унос в вяжущем отодвигает также сроки конца схватывания с 6ч 10 мин (зола-унос отсутствует) до 10ч 15 мин. (содержание золы-унос составляет 50% от массы вяжущего).

Таблица 2

Влияние содержания золы-унос в вяжущем на сроки схватывания цементной суспензии

Количество золы, %	Начало схватывание, час		Конец схватывания, час	
	МА*	ТТ**	МА*	ТТ**
0	3.05	4.30	4.20	6.10
10	4.05	5.20	5.15	6.45
20	5.00	6.05	5.55	7.25
30	5.50	7.15	6.50	8.15
40	6.55	8.05	8.00	9.00
50	8.00	9.10	9.05	10.05

* - механоактивированная суспензия вяжущего;

** - суспензия, неподверженная механоактивации

Введение золы-унос замедляет также разогрев твердеющей суспензии, в термосе, рис.1. Причем это характерно как для активированной так и для неактивированной суспензии.

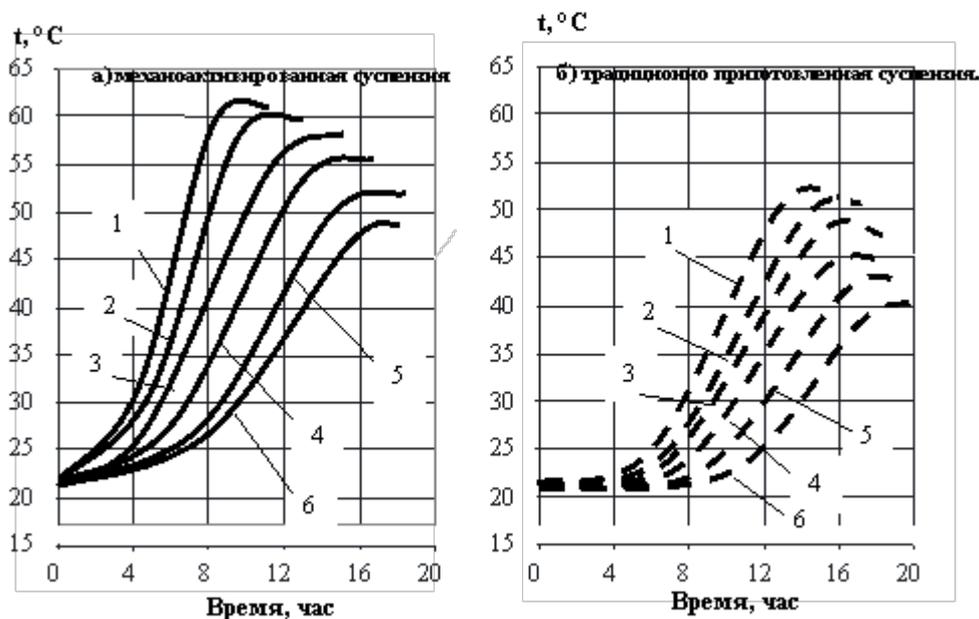


Рис.1 Влияние содержания золы-унос в вяжущем на изменение температуры твердеющей суспензии 1,2,3,4,5,6 – содержание золы-унос в вяжущем 0,10,20,30,40,50% соответственно.

Следует отметить, что активация приводит к увеличению максимальной температуры разогрева суспензии с 52 °С (рис. 1б, кр.1) до 63 °С (рис. 1а, кр.1).

Выводы

1. Введение в портландцемент золы-унос вызывает снижение эффективной вязкости суспензии. Для традиционно приготовленной суспензии снижения вязкости достигает 29,5% (содержание золы-унос в вяжущем 50%). Для активированных суспензий введение 50% золы в вяжущее приводит к снижению эффективной вязкости на 58%.

2. Активация цементных суспензий с добавкой золы-унос приводит к ускорению процессов структурообразования, что подтверждается ускорением сроков схватывания, а также температуры разогрева твердеющих композиций.

Литература.

1. Соломатов В.И., Выровой В.Н. Физические особенности формирования структуры композиционных строительных материалов. – Изв. Вузов. Строит. И арх., №8, 1984. – С. 59-64.

2. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Аббасханов Н.А. Бетон как композиционный строительный материал. – Строительство и архитектура. Изв. вузов, №8, 1980. С. 61-70.

3. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язучих речовин. - Навч. посібник. – Одеса: Астропрінт, 2002. – 100с.

4. Федоркин С.И. Механоактивация вторичного сырья в производстве строительных материалов. – Симферополь: Таврия, 1997. – 180 с.

5. Ходаков Г.С. Физика измельчения. М.: Наука, 1972. – 308 с.

6. Урьев Н.Б., Дубинин И.С. Коллоидные цементные растворы. – Ленинградское отделение, Стройиздат, 1980. – 192 с.

7. Барабаш І.В. Трибохімічні ефекти технології будівельних компонентів. – Зб. наукових праць РДТУ, 2000. – вип. 5, Рівне. – С. 10-14.

8. Гоц В.І. Ефективні будівельні матеріали та вироби на основі активованих зол і шлаків. Автореферат дис. на здобуття наук. ступ. д.т.н., Київ, КНУБА, 2009, 36с.