

## ВЛИЯНИЕ МОЛОТОГО ГИДРАТИРОВАННОГО ЦЕМЕНТА НА ЭФФЕКТИВНУЮ ВЯЗКОСТЬ АКТИВИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТНЫХ СУСПЕНЗИЙ

Барабаш И.В., Быстревский К.С.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,  
Украина*

Отличительной особенностью композиционных строительных материалов является то, что на начальной стадии их получения самопроизвольно возникают термодинамически устойчивые пространственные структуры с обратимо разрушающимися коагуляционными контактами между частицами. Частицы в коагуляционных структурах могут фиксироваться на расстоянии ближней ( $h_{\min}=10^{-9}$  м) и дальней ( $h_{\max}=10^{-9}$  м) коагуляции, что и определяет разницу почти на два порядка в силе связи между ними [1].

В системе спонтанно образуются локальные структурообразующие центры, к которым начинают приближаться соседние частицы дисперсной фазы.

В качестве структурообразующих центров могут выступать частицы с большими размерами и поверхностной активностью или меньшим межчастичным расстоянием. По данным П.А. Ребиндера [2,3] сила межчастичного взаимодействия пропорциональна произведению диаметров взаимодействующих частиц и обратно пропорциональна их сумме, при равенстве поверхностного натяжения на границе раздела фаз, что вызывает перемещение меньшей частицы к большей. Сила взаимодействия между двумя объектами пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними, что предполагает увеличение сил межчастичных взаимодействий при меньших межчастичных расстояниях.

Перемещение каждой частицы к своему структурообразующему центру происходит не мгновенно, что позволяет предположить поэтапное перераспределение сил межчастичных взаимодействий. При уменьшении межчастичных расстояний по мере приближения к структурообразующим центрам, происходит увеличение расстояния между частицами с разнонаправленными перемещениями. Увеличение расстояния между частицами по мере формирования структурных блоков уменьшает силы межчастичных взаимодействий.

Практически любое технологическое воздействие способно вызвать переорганизацию структуры, усилить или ослабить те или иные характеристики композиционных строительных материалов. Наиболее эффективными рецептурно-технологическими воздействиями на высококонцентрированные суспензии вяжущего являются те, которые позволяют достичь предельного разрушения начальной структуры системы, характеризуемой минимальным показателем ее вязкости[1].

Минеральные наполнители в дисперсных системах играют такую же роль в организации структур, как и зерна вяжущего. К наполнителям относят дискретные элементы произвольной формы и поверхностной активности, размер которых не позволяет им создавать в окружающем вяжущем поля деформаций и напряжений и вызывает их участие в процессах организации структуры вяжущего. Введение таких структурных элементов в дисперсные вяжущие изменяет характер межчастичных взаимодействий и механизм организации начальной структуры дисперсной системы. Частицы наполнителя становятся “структурообразующими” центрами, которые группируют вокруг себя зерна цемента. При  $d_n/d_c$  зерна цемента адсорбируются на поверхности наполнителя, что ведет к разуплотнению и дезорганизации слоев цемента. Располагаясь в центральных зонах, частицы наполнителя образуют смешанные кластеры различного масштабного уровня, при этом сила сцепления частиц наполнителя равной поверхностной активности зависит от соотношения их диаметров. Она увеличивается между мелкой и крупной частицами пропорционально соотношения их радиусов, что и определяет условия образования кластерных структур.

Представлял интерес выяснить роль небольших добавок молотого цементного камня (до 5%), как минерального наполнителя на изменение эффективной вязкости цементной суспензии, вяжущее которой активировалось в специально созданном турбулентном трибосмесителе. В таком смесителе механохимическая активация тонкодисперсных частиц вяжущего осуществляется практически без их разрушения. Столкновение частиц дисперсной фазы в активной зоне трибосмесителя приводит к изменению физико-химических процессов и явлений на границе раздела фаз. Процессы, связанные с проявлением трибохимических эффектов, приводят к ускорению обменных реакций зерен вяжущего с водой в силу того, что продукты новой фазы появляются практически сразу после растворения вяжущего[4].

В данном эксперименте помол цементного камня производился до 3-х удельных поверхностей – 250, 375 и 500 м<sup>2</sup>/кг. Помолу подвергался цементный камень в возрасте 28 суток. Суспензии готовились как в скоростном смесителе (механоактивированные) так и в ручном режиме

(контроль). Механоактивированная цементная суспензия готовилась при совместном введении в скоростной трибосмеситель воды, суперпластификатора Супер-ПК, портландцемента и кристаллической затравки. Содержание Супер-ПК принималось равным 0,5%; 0,75% и 1% (в пересчете на сухое вещество) от массы цемента. Содержание кристаллических затравок в портландцементе колебалось от 1 до 5%, от массы цемента. Расход воды в суспензиях для всех концентраций Супер-ПК принимался постоянным. Определение эффективной вязкости осуществлялось на вискозиметре РП-1.

Кривые изменения эффективной вязкости цементной суспензии от количества вводимого МГЦ, свидетельствуют о том, что введение молотого гидратированного цемента ( $S_{уд}=250\text{м}^2/\text{кг}$ ) в портландцемент позволило снизить эффективную вязкость с 1200 до 1000 сП (содержание Супер-ПК=0,5%), с 740 до 525 сП (содержание Супер-ПК=0,75%), и с 650 до 470 сП (содержание Супер-ПК=1%). Аналогичное влияние на эффективную вязкость цементной суспензии оказывает молотый гидратированный цемент  $S_{уд}=375$  и  $500\text{м}^2/\text{кг}$ , рис.1.

Установлено, что эффективная вязкость цементных суспензий наполненных молотым гидратированным цементом, достигает своего минимального значения после 60 сек активации, рис.2

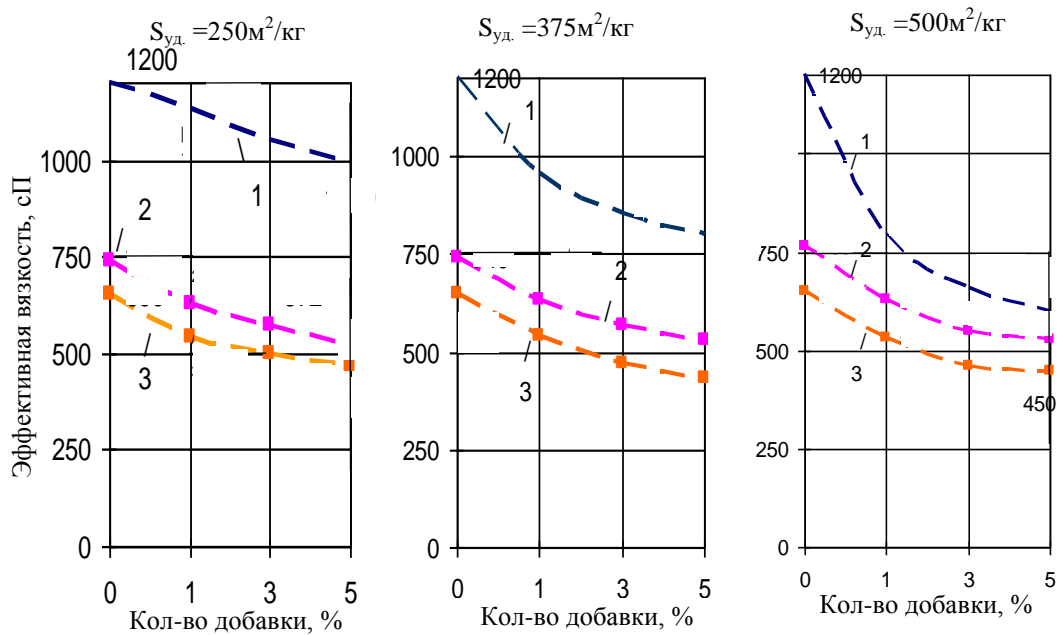
### ***Вывод***

1. Установлено, что механохимическая активация цементных суспензий в присутствии суперпластификатора Супер-ПК в количестве 1% от массы цемента приводит к резкому снижению эффективной вязкости с 525 сП до 190 сП.

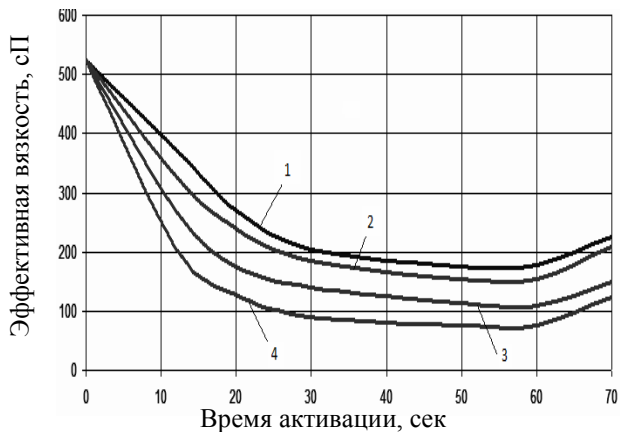
2. Определено, что введение 5% МГЦ ( $S_{уд}=250\text{м}^2/\text{кг}$ ) позволило снизить эффективную вязкость активированной цементной суспензии с 525 сП до 75 сП.

### **Summary**

**In this paper, the influence of ground hydrated cement on the change in the effective viscosity of activated cement slurries. Determine the mode of activation of the cement slurry to ensure maximum destruction of the initial coagulation structure.**



**Рис.1.** График зависимости эффективной вязкости от количества вводимой затравки ( $S_{уд} = 250 \text{ м}^2/\text{кг}$ ;  $S_{уд} = 375 \text{ м}^2/\text{кг}$ ;  $S_{уд} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$ ): 1,2,3 – количество вводимого суперпластификатора Супер-ПК в цементную суспензию 0,5;0,75 и 1% от массы цемента



**Рис.2.** Влияние времени активации на изменение эффективной вязкости цементных суспензий наполненных МГЦ ( $S_{уд} = 250 \text{ м}^2/\text{кг}$ ). Содержание Супер-ПК= 1% от массы цемента: 1-контроль; 2,3,4- содержание МГЦ в цементной суспензии 1,3,5% соответственно

### *Литература*

1. Барабаш И.В. Бетоны на механоактивированных минеральных вяжущих. – Дисс. доктора тех. наук 05.23.05, Одесса, 2005. -300с.
2. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. – Избр. труды. – М.:Наука, 1979. – 384с.
3. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика. – М.:Знание, серия IV, №39,40, 1958. – 64с.
4. Шлыкова Л.Г., Чих В.И., Саницкий М.А. и др. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня. – Львов: Вища школа, 1981 -158с.