

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ В ТРИБОАКТИВАТОРАХ

Барабаш И.В., Бабий И.Н., Проскуряков А.О. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Рассмотрено влияние режимов смешивания и добавок ПАВ на реологические свойства суспензий минеральных вяжущих. Установлены оптимальные режимы скоростного смешения суспензий. Выявлен синергетический эффект снижения эффективной вязкости при совместном воздействии на суспензии скоростного смешения и добавок ПАВ.

Практически любое технологическое воздействие способно вызвать переорганизацию структуры, усилить или ослабить те или иные характеристики КСМ. При этом необходимо учитывать и время приложения технологических воздействий, на что обращал внимание О.П. Мчедлов-Петросян. В зависимости от технологических воздействий можно получать материалы различной плотности, однородности с достаточно широкими периодами достижения заданных механических характеристик.

Наиболее эффективными технологическими воздействиями на высококонцентрированные суспензии вяжущего являются те, которые позволяют достичь предельного разрушения начальной структуры системы, характеризуемой минимальным показателем её эффективной вязкости [1, 2].

Одним из путей выполнения данной задачи является применение интенсивных гидродинамических воздействий на высококонцентрированные суспензии вяжущего в процессе их приготовления в скоростных смесителях-активаторах.

Для выбора основных режимов приготовления суспензий вяжущих необходимы дополнительные исследования по установлению скорости вращения рабочего органа смесителя и продолжительности смешения на изменение эффективной вязкости суспензий. Приготовление суспензий осуществлялось путем последовательного введения в скоростной смеситель воды, ПАВ, вяжущего и наполнителя. Скорость вращения ротора смесителя изменялась в диапазоне от 900 до 3600 мин⁻¹.

Однако, учитывая, что напряжение сдвига в дисперсных системах пропорционально линейной скорости движения лопаток смесителя, то при переносе модели механических воздействий, полученных в лабораторных условиях на реальные промышленные смесители, линейная скорость рабочего органа будет более точно характеризовать необходимую степень интенсивности механических воздействий на суспензии. В соответствии с этими представлениями линейная скорость на концах нижних лопаток смесителя изменялась от 4,7 до 18,3 м/с.

В результате проведенных исследований зависимости эффективной вязкости суспензий от скорости вращения рабочего органа смесителя и продолжительности перемешивания установлено следующее:

– воздействие интенсивного механического перемешивания на все виды исследуемых суспензий разрушает их коагуляционную структуру. Выявлено влияние скорости вращения ротора смесителя на изменение эффективной вязкости суспензий. Минимальная вязкость суспензий достигается при скорости вращения ротора смесителя 3600 мин⁻¹ и составляет:

для известково-шлаковых суспензий – $\eta_{\text{эф. min}} = 0.195 \text{ Па}\cdot\text{с}$,

для известково-кремнеземистых суспензий – $\eta_{\text{эф. min}} = 0.08 \text{ Па}\cdot\text{с}$,

для цементных суспензий – $\eta_{\text{эф. min}} = 0.095 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

Однако, чрезмерное увеличение количества оборотов рабочего органа смесителя ведет к снижению надежности работы смесительных агрегатов.

К тому же ускорение вращения ротора смесителя выше некоторого предела становится малоэффективным и с точки зрения снижения вязкости. Так, если при увеличении скорости вращения ротора смесителя с 1800 до 2800 мин⁻¹ (т.е. на $\Delta n = 1000 \text{ мин}^{-1}$) минимальная вязкость известково-шлаковых суспензий снижается с $\eta_{1800} = 0.276 \text{ Па}\cdot\text{с}$ до $\eta_{2800} = 0.2 \text{ Па}\cdot\text{с}$, т.е. на $\Delta\eta_1 = 28 \%$, то при дальнейшем увеличении скорости смешения с 2800 мин⁻¹ до 3600 мин⁻¹ (т.е. на $\Delta n = 800 \text{ мин}^{-1}$) минимальная вязкость снижается с 0.2 Па·с до 0.195 Па·с, т.е. всего на $\Delta\eta_2 = 2.5\%$.

При увеличении скорости смешения ИК-суспензий с 1800 до 2800 мин⁻¹ эффективная вязкость снижается с 0.13 до 0.088 Па·с т.е. на $\Delta\eta_1 = 32 \%$. Дальнейшее увеличение скорости вращения на $\Delta n = 800 \text{ мин}^{-1}$ приводит к снижению вязкости только на $\Delta\eta_1 = 10\%$.

В случае аналогичного увеличения скорости вращения ротора снижение вязкости для цементных суспензий соответственно

составляет: $\Delta\eta_1 = 29\%$ (с $\eta_{1800}=0.14$ до $\eta_{2800}=0.10$ Па·с) и $\eta_2=5\%$ (с $\eta_{2800}=0.11$ до $\eta_{3600}=0.095$ Па·с).

Время достижения минимальной вязкости системы с увеличением скорости вращения ротора смесителя сокращается, однако, как и в предыдущем случае, увеличение скорости вращения свыше 2800 мин^{-1} является малоэффективным.

Так, если увеличение скорости вращения с 1800 до 2800 мин^{-1} , при приготовлении цементных суспензий, сокращает время достижения $\eta_{\min}$ с 300 до 125 с, т.е. почти в 2.5 раза, то при увеличении количества оборотов до 3600 мин^{-1} достижение $\eta_{\min}$ сокращается не более чем на 40% .

Аналогичные результаты получены и для известково-шлаковых и известково-кремнезёмистых композиций, рис. 1.

Так, в случае обработки в скоростном смесителе ИШ-суспензий время достижения $\eta_{\min}$ сокращается соответственно с $\tau_{1800} = 100$ с до $\tau_{2800} = 70$ с ($\Delta\tau_1 = 30\%$) и с $\tau_{2800} = 70$ с до $\tau_{3600} = 60$ с ($\Delta\tau_2 = 14\%$), а при приготовлении ИК-суспензий увеличение скорости вращения ротора смесителя приводит к снижению времени достижения минимальной вязкости системы снижается соответственно с $\Delta\tau_1 = 42\%$ до $\Delta\tau_2 = 18\%$.

Таким образом, на основании полученных результатов для дальнейших исследований приняты следующие режимы скоростного смешения:

1. Скорость вращения ротора смесителя – 2800 мин^{-1} (линейная скорость на концах лопаток – 13.7 м/с).
2. Продолжительность смешения – $60 \dots 120$ с.

Проведенные исследования позволили оценить влияние на изменение эффективной вязкости концентрированных суспензий

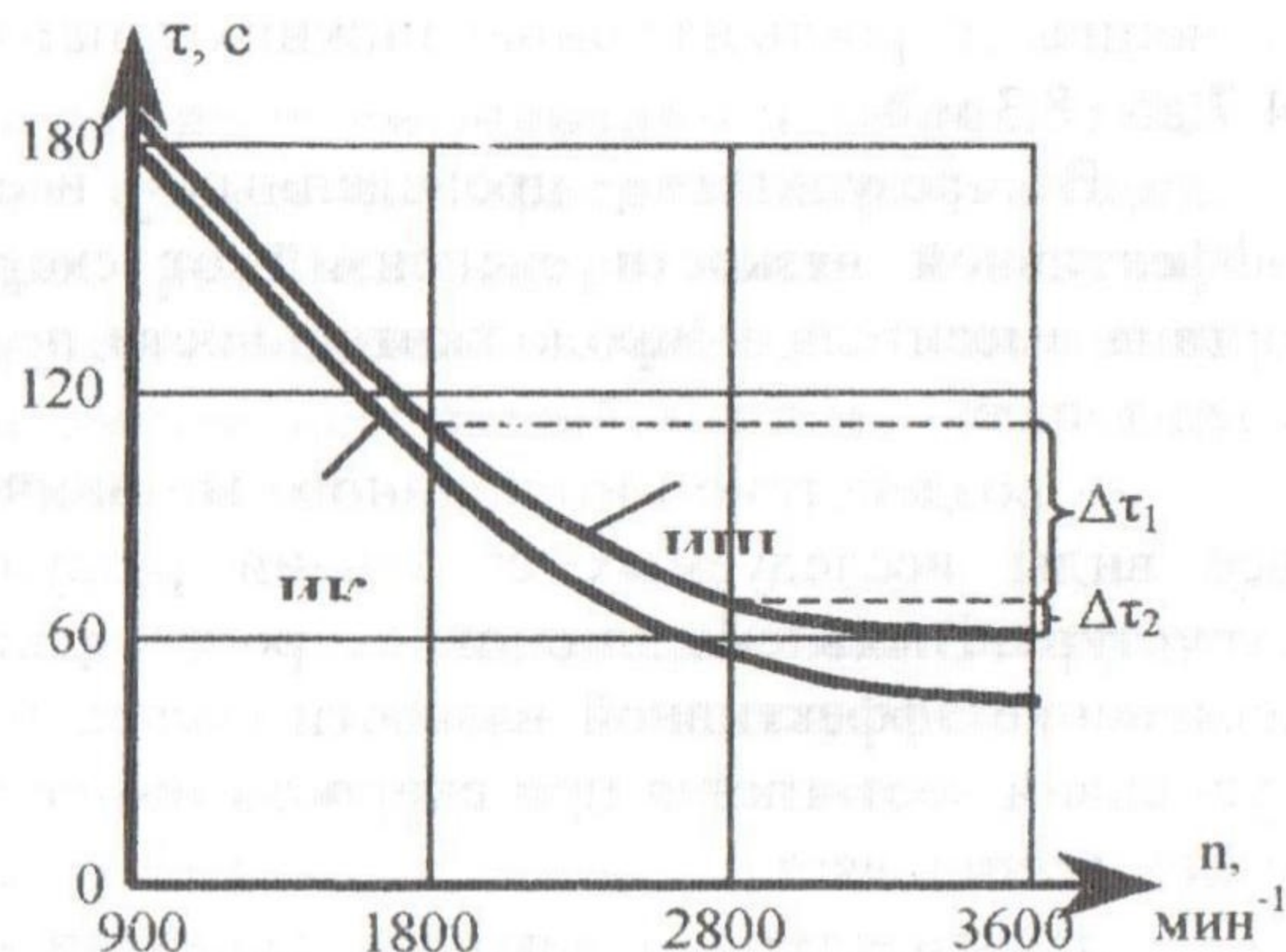


Рис. 1. Влияние скорости вращения ротора смесителя на время достижения минимальной вязкости суспензий

скоростного смешения и пластифицирующих добавок как отдельно,

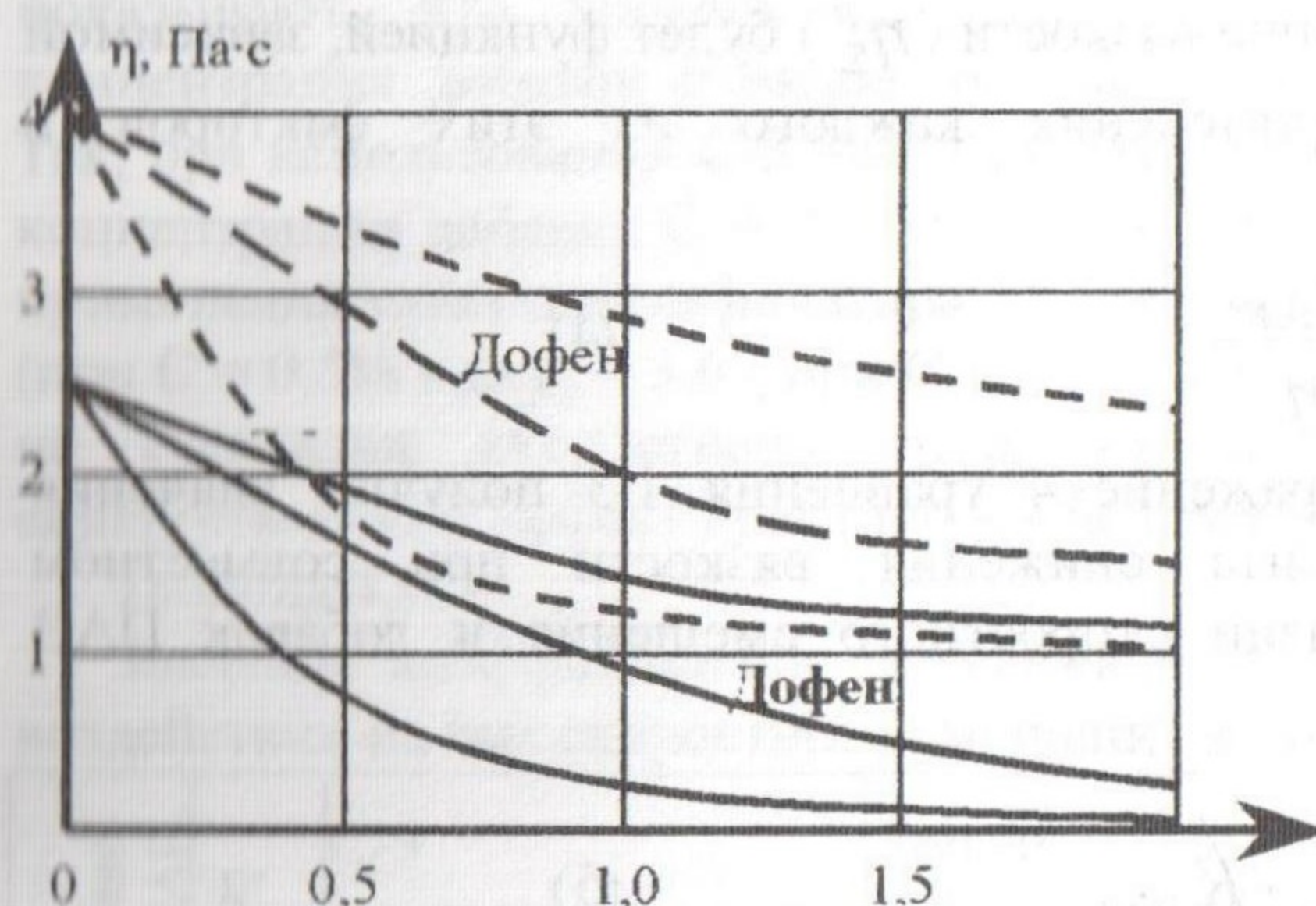


Рис. 2. Влияние количества ПАВ на изменение η суспензий:

— — — скоростное смешение;
 — — — традиционная технология.

раз, что равносильно введению в суспензию, приготовленную по традиционной технологии С-3 в количестве 0,2% (от массы твердых компонентов), 0,7% Дофена или 1,5% ПФС (рис.2).

Критерием оценки эффективности рецептурно-технологических воздействий на концентрированные суспензии был выбран безразмерный коэффициент (K), определяемый как соотношение вязкости практически неразрушенной (η_0) структуры к минимально возможной вязкости, которую суспензия приобрела в результате применения скоростного смешения ($\eta_{см}$), введения добавок ПАВ ($\eta_{пав}$), либо их совместного воздействия ($\eta_{\Sigma}^{\ominus}$):

$$K_{см} = \frac{\eta_0}{\eta_{см}}; \quad (1)$$

$$K_{пав} = \frac{\eta_0}{\eta_{пав}}; \quad (2)$$

$$K_{\Sigma}^{\ominus} = \frac{\eta_0}{\eta_{\Sigma}}; \quad (3)$$

Если предположить, что совместное воздействие на концентрированные суспензии скоростного смешения и добавок ПАВ не вызывает ни синергетического ни антагонистического эффекта в

так и в сочетании друг с другом.

Установлено, что в результате скоростного смешения суспензий без добавок ПАВ, их вязкость снижается по сравнению с вязкостью практически неразрушенной структуры в 1,6

отношении эффективной вязкости системы, то расчетное (прогнозируемое) значение вязкости (η_{Σ}^P) будет функцией, зависимой от эффективности применения каждого из этих факторов в отдельности:

$$\eta_{\Sigma}^P = \eta_0 \frac{\eta_{см}}{\eta_0} \cdot \frac{\eta_{ПАВ}}{\eta_0} \quad (4)$$

Подставив в выражение 4 уравнения 1-3 получим значения расчетного коэффициента снижения вязкости при совместном воздействии на суспензии скоростного смешения и добавок ПАВ (K_{Σ}^P):

$$K_{\Sigma}^P = \frac{\eta_0}{\eta_{\Sigma}^P} = K_{см} \cdot K_{ПАВ} \quad (5)$$

Таким образом, при аддитивности влияния данных факторов на изменение величины данных факторов расчетный коэффициент снижения вязкости (K_{Σ}^P) должен быть равен его реальному значению, полученному экспериментальным способом ($K_{\Sigma}^{\mathcal{E}}$):

$$K_{\Sigma}^P = K_{\Sigma}^{\mathcal{E}} \quad (6)$$

Невыполнение данного условия показывает наличие синергетического (при $K_{\Sigma}^P < K_{\Sigma}^{\mathcal{E}}$), либо антагонистического (при $K_{\Sigma}^P > K_{\Sigma}^{\mathcal{E}}$) эффектов при совместном воздействии на систему исследуемых факторов.

В результате проведенных исследований был установлен значительный синергетический эффект снижения вязкости суспензий при совместном воздействии на них скоростного смешения и добавок ПАВ. Критерием количественной оценки данного эффекта был принят уровень синергизма (y_c), определяемый как отношение реального коэффициента снижением вязкости ($K_{\Sigma}^{\mathcal{E}}$), полученного экспериментально к его расчетному значению (K_{Σ}^P), выведенному из условия аддитивности влияния данных факторов на реологические характеристики дисперсных систем:

$$y_c = \frac{K_{\Sigma}^{\mathcal{E}}}{K_{\Sigma}^P} \quad (7)$$

Результаты проведенных исследований на ИШ-суспензиях (табл.1.) показывают, что уровень синергизма тем выше, чем больше концентрация добавок и выше их пластифицирующая способность. Так, при использовании С-3 этот показатель возрастает с $y_c = 1.3$ (при концентрации добавки $C = 0.5\%$) до $y_c = 7.8$ (при $C = 2\%$). В случае применения суперпластификатора „Дофен” он повышается с $y_c = 1.1$ (при $C = 0.5\%$) до $y_c = 3.6$ (при $C = 2\%$). При совместном воздействии на суспензии скоростного смешения и пластификатора ПФС синергетический эффект практически не проявлялся ($y_c = 1.0...1.2$).

Таблица 4.1.

Значение коэффициентов снижения вязкости ИШ-суспензий при воздействии на них скоростного смешения и добавок ПАВ.

тр. добаво к ПАВ.	$K_{см}$	С-3				Дофен				ПФС			
		$K_{ПАВ}$	K_{Σ}^P	K_{Σ}^{Σ}	y_c	$K_{ПАВ}$	K_{Σ}^P	K_{Σ}^{Σ}	y_c	$K_{ПАВ}$	K_{Σ}^P	K_{Σ}^{Σ}	y_c
0.5	1.6	2.5	4.0	5.3	1.3	1.4	2.2	2.6	1.2	1.2	1.9	2.0	1.0
1.0		3.3	5.3	25	4.7	2.0	3.2	5.3	1.6	1.4	2.2	2.5	1.1
1.5		3.7	5.9	40	6.8	2.5	4.0	10	2.5	1.6	2.6	2.9	1.1
2.0		4.0	6.4	50	7.8	2.8	4.5	16	3.6	1.7	2.7	3.3	1.2

Аналогичные результаты получены и на суспензиях содержащих ПЦ и ИК-вяжущее, что позволяет сделать вывод об универсальности синергетического эффекта понижения вязкости концентрированных дисперсных систем на минеральных вяжущих при совместном воздействии на них скоростного смешения и добавок ПАВ.

Литература:

1. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы. — М.: Химия, 1980. — 320 с.
2. Урьев Н.Б., Дубинин И.С. Коллоидные цементные растворы. — Л.: Стройиздат, 1980. — 192 с.