

Н. Н. СЕРЬ-СЕРБИНА и Т. М. ПОЛОНСКИЙ

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ТИКСОТРОПНОЕ
СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В СУСПЕНЗИЯХ
БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН**

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 27 II 1954)

В развитие представлений П. А. Ребиндера (^{1, 2}) о механизме тиксотропного упрочнения в суспензиях, в данной работе изучено влияние температуры на тиксотропное структурообразование в суспензиях бентонитовых глин. Структурообразование исследовалось на приборе Вейлера — Ребиндера с тангенциально смещающейся платиновой пластинкой с нарезкой (штриховкой) для предотвращения пристенного скольжения по диаграмме напряжение сдвига (P в $\text{дин}/\text{см}^2$) — относительная деформация сдвига ϵ при постоянной скорости наложения нагрузки (³). Структурная вязкость η' суспензий определялась обычным методом с вискозиметром Убеллоде (⁴). Нагревание суспензий осуществлялось в термостате в закрытых стаканчиках вместе с предварительно подвешенной пластинкой. Измерения были проведены в интервале температур от 0 до 80°.

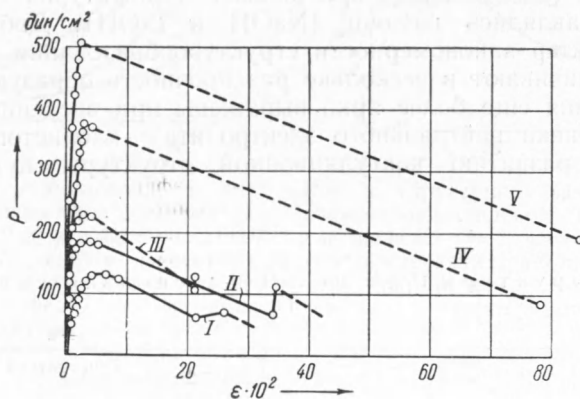


Рис. 1. Диаграмма напряжение — деформация 16% суспензии тячевского бентонита при различных температурах структурообразования. Продолжительность структурообразования 2 часа. I — 0°; II — 20°; III — 30°; IV — 40°; V — 50°

Были исследованы суспензии огланлинского бентонита (Туркм. ССР), аскангеля (Груз. ССР), бентонитов Закарпатской области из района Тячева и молодятинской отбеливающей глины (после обработки ее растворами соды), а также производных огланлинского бентонита и аскангеля.

На рис. 1 представлены диаграммы $P(\epsilon)$, полученные на 18% суспен-

зин тячевского бентонита для одинакового времени структурообразования $\tau = 2$ часа.

С повышением температуры, при которой образуется структура, наблюдается возрастание ее прочности, т. е. предельного напряжения сдвига P_m . На рис. 2 представлена зависимость P_m от температуры, при которой происходило структурообразование, от времени нагрева и добавки NaOH для суспензий тячевского бентонита. Прочность структуры растет как со временем, вследствие тиксотропного упрочнения, так и с ростом температуры.

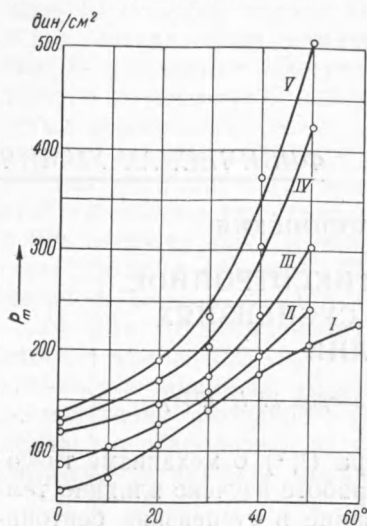


Рис. 2. Зависимость P_m — температура для суспензий тячевского бентонита. I — 8% в растворе 0,05 н NaOH, $\tau = 20$ мин.; II — 16% в чистой воде, $\tau = 20$ мин.; III — 18% в чистой воде, $\tau = 20$ мин.; IV — 8% в растворе 0,05 н NaOH; $\tau = 60$ мин.; V — 16% в чистой воде, $\tau = 120$ мин.

На рис. 3 представлены кривые $P_m(t)$ для суспензий огланлинского бентонита естественного и с добавкой 10 экв. LiOH, дающие ту же зависимость от времени тиксотропного упрочнения и от температуры.

На рис. 4 представлены результаты изменения структурной (пластической) вязкости суспензий $\eta' = (P - \theta_d) / \left| \frac{dv}{dr} \right|$, измеренной после тиксотропного структурообразования, в зависимости от температуры. Измерения вязкости, произведенные при температуре $t = 20^\circ = \text{const}$, после «термообработки обнаруживают возрастание η' с повышением температуры обработки вследствие усиления диспергирования частиц бентонита.

Для изучения эффекта своеобразного адсорбционно-обменного диспергирования при разных температурах в исследуемые суспензии добавлялись щелочи (NaOH и LiOH). Добавки щелочи, сохраняя характер закономерности структурообразования с ростом температуры, увеличивают в несколько раз прочность образующихся структур. Эти явления еще более ярко выражены при введении в суспензии небольшой добавки нейтрального электролита — хлористого лития, способствующего развитию коагуляционной структуры путем усиления

Таблица 1

Прочность структуры (P_m в дин/см^2) в суспензиях бентонитовых глин

Характеристика	Температура в °C					
	4	10	20	40	60	70
10% суспензия туркменского бентонита в чистой воде $\tau = 3$ часа	30	32	46	110	200	—
$\tau = 0$ (сразу после разрушения)	18	22	30	34	60	—
Та же суспензия с добавкой 3 экв. LiCl, $\tau = 4,5$ часа	700	820	1060	1800	1900	—
$\tau = 0$ (сразу после разрушения)	260	265	280	400	460	—
15% суспензия молодитинской глины, $\tau = 30$ мин.	—	—	44	80	154	135
18% суспензия той же глины, $\tau = 30$ мин.	—	—	67	90	160	130

взаимного сцепления элементов структурной сетки, что выражается в повышении P_m в десятки раз (см. табл. 1).

В суспензиях аскангеля термодиспергирующий эффект значительно выше, чем у других бентонитов. Кроме того, наши опыты показали, что этот эффект обнаруживает некоторую тенденцию к снижению при повышении температуры выше 50–60°. Это наблюдалось и в суспензиях оглаулинского бентонита, но лишь с прибавлением хлористого лития в малых концентрациях и в суспензиях молодятинской глины в растворах карбоната натрия (см. табл. 1).

Таким образом показано, что скорость структурообразования в водных суспензиях глин возрастает с повышением температуры, причем прочность тиксотропной структуры стремится примерно к одному и тому же предельному значению. С повышением температуры прочность молекулярных связей между отдельными частицами должна ослабляться, поверхностная же гидратация этих частиц также уменьшается, что приводит к усилению связей между частицами. Повышение интенсивности броуновского движения приводит к ускорению коагуляционного структурообразования. Добавки же электролитов в эти суспензии, меняя природу поверхности частиц, вызывают резкое изменение диспергаци-

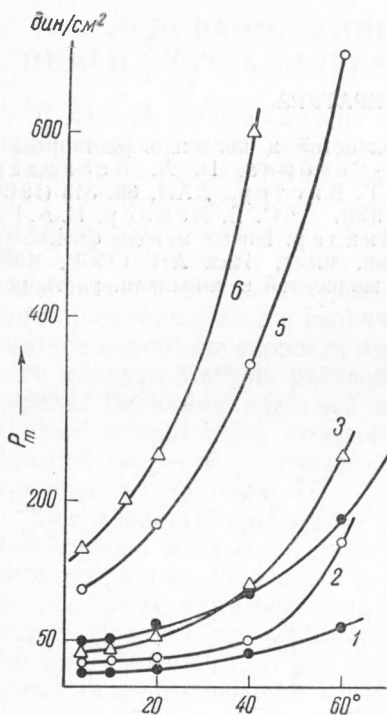


Рис. 3. Структурообразование в 10% суспензии оглаулинского бентонита в чистой воде (1, 2, 3) и в воде с добавкой 10 экв. LiOH (4, 5, 6) в зависимости от продолжительности нагрева ее при разной температуре: 1 — $\tau=0$, после разрушения структуры; 2 — $\tau=1,5$ часа; 3 — $\tau=3,5$ часа в суспензиях на чистой воде; 4 — $\tau=0$, после разрушения структуры; 5 — $\tau=2$ часа, 6 — $\tau=6$ час.

онных (пептизационных) и коагуляционных процессов, что приводит к количественному изменению предельного значения тиксотропного упрочнения.

Усиление диспергирования вследствие адсорбции электролитов (катионного обмена на Na или Li), в соответствии с повышением гидрофильности развивающихся поверхностей бентонитовых частиц всегда способствует тиксотропному структурообразованию, повышая прочность структуры и скорость ее нарастания вследствие увеличения числа частиц в единице объема суспензии и числа эффективных соударений. При этом следует, однако, учитывать, что дальнейшее нарастание гидрофильности, уменьшая число коагуляционных центров на поверхности частиц, может

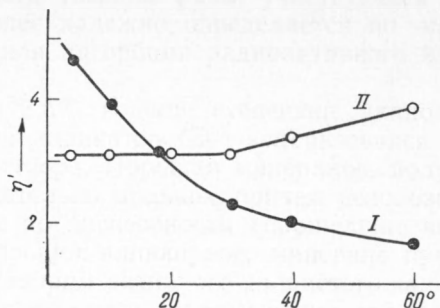


Рис. 4. Структурная вязкость η' 10% суспензии оглаулинского бентонита: I — после нагрева $\tau=2$ часа, измеренная при соответствующих температурах; II — те же суспензии после установления в них температуры 20°

Усиление диспергирования вследствие адсорбции электролитов (катионного обмена на Na или Li), в соответствии с повышением гидрофильности развивающихся поверхностей бентонитовых частиц всегда способствует тиксотропному структурообразованию, повышая прочность структуры и скорость ее нарастания вследствие увеличения числа частиц в единице объема суспензии и числа эффективных соударений. При этом следует, однако, учитывать, что дальнейшее нарастание гидрофильности, уменьшая число коагуляционных центров на поверхности частиц, может

полностью разжижить систему. При достаточно высокой вязкости предельное напряжение сдвига будет настолько снижено, что практически систему можно считать неструктурирующейся. С другой стороны введение избытка электролита, действующего как коагулятор, при малых концентрациях увеличивает прочность коагуляционного сцепления, а следовательно, и прочность структуры в целом. Большие концентрации приводят к компактной коагуляции и, следовательно, к резкому уменьшению числа частиц-агрегатов, не участвующих в броуновском движении, что приводит к потере способности к тиксотропному структурообразованию.

Институт физической химии
Академии наук СССР
Львовский государственный университет
им. И. Франко

Поступило
20 I 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. А. Ребиндер, Совещ. по вязкости жидкостей и коллоидн. растворов, 1, Изд. АН СССР, 1941, стр. 361. ² Н. Н. Серб-Сербина, П. А. Ребиндер, Колл. журн., 9, 381 (1947); К. Ф. Жигач, З. Г. Кистер, ДАН, 69, 813 (1949); К. Ф. Жигач, Д. Е. Злотник, ДАН, 72, 527 (1950). ³ С. Я. Вейлер, П. А. Ребиндер, ДАН, 49, № 5, 354 (1945); П. А. Ребиндер, Новые методы физико-химических исследований поверхностных явлений, в. 1, Изд. АН СССР, 1950. ⁴ Н. Н. Серб-Сербина, Совещ. по вязкости жидкостей и коллоидн. растворов, 1, Изд. АН СССР, 1941, стр. 381.