

УДК 691.316

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛИКАТНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

В.А. Белецкая

Белгородский государственный университет, 308007, г. Белгород, ул. Студенческая, 14

Проанализированы особенности реологического поведения суспензии кремнезема с добавкой $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Охарактеризован тиксотропно-дилатантно-тиксотропный характер течения. Показана роль гидроксида кальция в седиментационной устойчивости анализируемых суспензий.

Ключевые слова: реология, тиксотропия, дилатансия, кремнеземистая суспензия, седиментация, коагуляция.

Введение

Технология получения многих неорганических материалов предусматривает перевод исходного сырья в жидкообразное состояние, что позволяет различными методами регулировать структурно-механические и эксплуатационные свойства конечных продуктов [1]. Одной из основных тенденций в развитии современного материаловедения являются изучение механизма структурообразования, а также разработка способов регулирования реотехнологических свойств. Однако методы получения суспензий, основанные на использовании способа высокого водозатворения, предусматривают не столько регулирование вязкости, сколько достижение однородности.

В соответствии с этим в данной работе проанализировано влияние добавки гидроксида кальция на реологические свойства разбавленной кремнеземистой суспензии. Введение в разбавленную суспензию добавки $\text{Ca}(\text{OH})_2$ может способствовать коагуляции и структурообразованию, а соответственно, и высокой водоудерживающей способности исследуемых суспензий. Кроме того, добавка $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в данном случае будет играть модифицирующую роль в процессе последующего упрочнения материала.

Известно [2], что свойства смешанных суспензий представляют собой сложную функцию, зависящую как от свойств отдельных компонентов, так и от их взаимодействия друг с другом. Особенно существенным при этом является эффект гетерокоагуляции, рассматриваемый в качестве одного из вариантов коагуляции. В ряде систем протекает так называемая взаимная коагуляция, характерная для разноименно заряженных частиц.

Результаты и их обсуждение

Исходная суспензия кварцевого песка с плотностью 2110 кг/м^3 и объемной концентрацией твердой фазы $C_v = 0,69$ разбавлялась до достижения плотности 1830 кг/м^3 ($C_v = 0,50$). Добавка гидроксида кальция вводилась в количестве 0,5-2 %. Требуемое значение C_v суспензий устанавливалось исходя из сопоставимых значений их относительной концентрации n_v . Пропорционально массе добавки $\text{Ca}(\text{OH})_2$ концентрация суспензий изменялась в диапазоне 0,45-0,36 (табл.).

Свойства силикатных суспензий

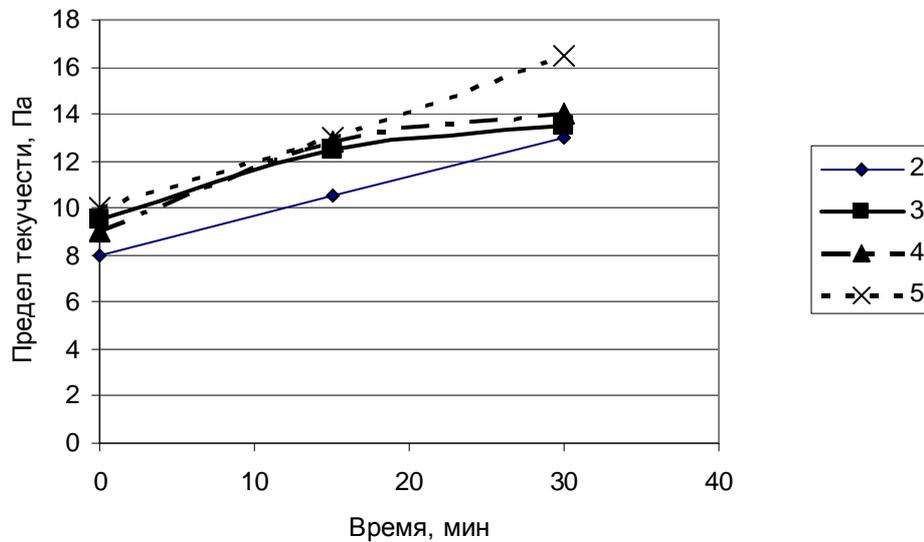
№ состава	Содержание гидроксида кальция, %	Объемная концентрация твердой фазы	Седиментационное водоотделение, объемные %
1	0	0,50	4,0
2	0,5	0,45	2,7
3	1,0	0,39	1,8
4	1,5	0,38	0,8
5	2,0	0,36	0,6

Реологические свойства суспензии кремнезема, а также суспензий, содержащих $\text{Ca}(\text{OH})_2$, изучались с помощью ротационного вискозиметра с коаксиальными цилиндрами «Rheoteste» при скоростях сдвига от 0,3 до 145 c^{-1} .

Из анализа полученных данных следует, что если исходная суспензия кремнезема характеризуется обычным для таких систем дилатантным характером течения, то суспензии с добавками гидроксида кальция в области низких значений напряжения сдвига (P) отличаются ярко выраженным тиксотропным характером течения. При этом значение вязкости тем выше, чем больше масса добавки. При достижении первого минимального уровня вязкости η_{\min} (для составов 2-4 при $P = 10$ Па.с) начинает проявляться дилатантный характер течения, т.е. наблюдается существенный рост вязкости. Максимальное значение вязкости дилатантно упрочненной структуры $\eta_{D \max}$ примерно одинаково для всех составов (на уровне 4 Па.с), но отмечается при различных значениях предельного напряжения сдвига. После достижения $\eta_{D \max}$ для составов 2-4 характерен второй участок тиксотропного течения (в области P , превышающей 20-40 Па.с). При этом значения минимальной вязкости разрушенной тиксотропной структуры η_{\min} примерно на порядок ниже по сравнению со значением η_{\min} на первом участке тиксотропного разрушения и составляет 0,3-0,6 Па.с.

Проанализировано также изменение реологических свойств суспензий в зависимости от продолжительности выдержки после смешения. Основное отличие здесь наблюдается в области первого минимума вязкости тиксотропного разрушения. Для исходной системы оно достигается при меньших значениях динамического напряжения сдвига и величина η_{\min} ниже. Определенная разница наблюдается и в других интервалах реологических кривых. Следует отметить тот факт, что при введении 0,5 – 1 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$ наблюдается загустевание суспензии с повышением эффективной вязкости до 40-46 Па.с, с течением времени суспензия несколько разжижается, что подтверждается понижением вязкости до 31-28 Па.с. Для суспензии с 2 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$ характерно увеличение вязкости до 31-45 Па.с. При сопоставлении характера реологических кривых суспензий было отмечено, что они несколько необычны для минеральных суспензий: подобный тип течения отсутствовал в известных классификациях. Первые две части кривых, зафиксировавшие разрушение исходной тиксотропной структуры и последующее дилатантное структурообразование, ранее были известны: такие системы классифицированы как тиксотропно-дилатантные. Однако последующее тиксотропное разрушение дилатантно-упрочненной структуры ранее не было установлено. В соответствии с этим изучаемая система классифицирована (по аналогии с известной классификацией) как тиксотропно-дилатантно-тиксотропная. Установленный характер течения свидетельствует о сложности взаимодействия в исследуемой системе, механизм структурообразования нуждается в более глубоком исследовании.

Исходная суспензия кремнезема характеризуется течением при сколь угодно малом напряжении сдвига, суспензии же с добавкой гидроксида кальция обладают весьма высоким значением предела текучести $P_{к1}$, который изменяется во времени в зависимости от концентрации $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (рис.).



Зависимость предела текучести суспензий от времени выдержки

Для суспензий характерным признаком является степень их кинетической устойчивости. Введение добавки $\text{Ca}(\text{OH})_2$ существенно понижает объемную концентрацию дисперсной фазы, что может сказаться на агрегативной устойчивости смешанных суспензий. В связи с этим определялась их седиментационная устойчивость. Исследование седиментационной устойчивости по методу водоотделения столба суспензии показало, что плотность суспензии кремнезема с концентрацией 2110 кг/м^3 по высоте практически постоянна. При ее разбавлении до концентрации, сопоставимой с концентрацией смешанных систем, наблюдается сильное расслоение. Для систем с добавкой гидроксида кальция 1,5-2 % характерно незначительное водоотделение, не превышающее 1 об. % (см. табл.).

Таким образом, при введении гидроксида кальция снижается расслаиваемость суспензии, повышается их устойчивость за счет возрастания степени структурирования системы. В системе образуется коагуляционная структура, характеризующаяся повышенными значениями критической высоты формосохраняемости.

Заключение

В работе проанализированы реологические свойства суспензии кремнезема с добавкой $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в количестве 0,5-2 %. Система классифицирована как тиксотропно-дилатантно-тиксотропная, установленный характер течения свидетельствует о сложности взаимодействия в исследуемой системе.

Процесс формирования структуры материала подчиняется общим закономерностям процесса коагуляционного структурообразования для дисперсных систем, однако механизм структурообразования нуждается в более глубоком исследовании.

Полученные нами результаты позволяют предположить, что введение $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в кремнеземистую суспензию будет влиять на кинетику процессов структурообразования не только на самых ранних этапах взаимодействия, но и при формировании твердеющего камня.

Введение в разбавленную суспензию кремнезема добавок $\text{Ca}(\text{OH})_2$ позволило получить суспензии с высокой водоудерживающей способностью, пригодные для производства теплоизоляционных материалов.

Список литературы

1. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. – М.: Высшая школа, 1989. – 383 с.

2. Урьев Н.Б. Высококонтрированные дисперсные системы. – М.: Химия, 1980. – 319 с.
3. Белецкая В.А., Пивинский Ю.Е., Шаповалова Л.Н. Реотехнологические свойства смешанных суспензий в системе $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{H}_2\text{O}$. Деп. в ВИНТИ 14.12.1994, № 4697 – В 94. – 8 с.

INVESTIGATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SILICATE DISPERSED SYSTEMS

V.A. Beletskaya

Belgorod State University, Studencheskaja St., 14, Belgorod, 308007, Russia

Peculiarities of rheological behavior of silica suspension with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ additive have been analyzed. Thixotropic-dilatant-thixotropic character of flow has been revealed. Role of calcium hydroxide in sedimentation stability of suspensions under study has been demonstrated.

Key words: rheological, silica suspension, thixotropic-dilatant-thixotropic character, sedimentation.

УДК 546.621.631

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ И СВИНЦА ПОРОДАМИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ *

А.И. Везенцев, Л.Ф. Голдовская-Перистая, Н.А. Сиднина,
Е.В. Добродомова, Е.С. Зеленцова

Белгородский государственный университет, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru, sidnina84@mail.ru

Настоящая работа посвящена исследованию способности глин Губкинского района Белгородской области сорбировать из водных растворов ионы тяжелых металлов (меди и свинца). Установлено, что исследованные образцы глины Сергиевского месторождения Губкинского района являются более эффективным сорбентом ионов меди, чем свинца.

Ключевые слова: глина, сорбция, монтмориллонит, тяжелые металлы.

Введение

В сложной и многоплановой картине взаимодействия человеческого общества и природы особое место занимают вопросы антропогенного нарушения химического состава природных сред и в первую очередь гидросферы. Этот процесс, прямо связанный с гигантским прогрессом во многих областях человеческой деятельности (промышленной, сельскохозяйственной, транспортной и многих других), принял, как известно, глобальный характер.

Антропогенный вклад в распространение и миграцию многих веществ в биосфере стал соизмерим с природными миграционными потоками этих веществ. Возникло загрязнение, отдельные компоненты которого до недавнего времени вообще отсутствовали в природе (хлор- и фосфорорганические токсиканты, искусственные радионуклиды и др.).

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами – одним из наиболее интенсивных поллютантов – всегда потенциально опасно из-за внедрения тяжелых

* Работа выполнена при грантовой поддержке РФФИ – проект №06-03-96318.