# Исследование реологических свойств силикатных дисперсных систем

 В.А. Белецкая

Белгородский государственный университет

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 Ca(OH)2 может способствовать коагуляции и структурообразованию, а соответственно, и высокой водоудерживающей способности исследуемых суспензий. Кроме того, добавка Ca(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 и объемной концентрацией твердой фазы С-v =0,69 разбавлялась до достижения плотности

1830 кг/м (^ = 0,50). Добавка гидроксида кальция вводилась в количестве 0,5-2 %. Требуемое значение Cv суспензий устанавливалось исходя из сопоставимых значений их относительной концентрации nv. Пропорционально массе добавки Ca(OH)2 концентрация суспензий изменялась в диапазоне 0,45-0,36 (табл.).

Свойства силикатных суспензий

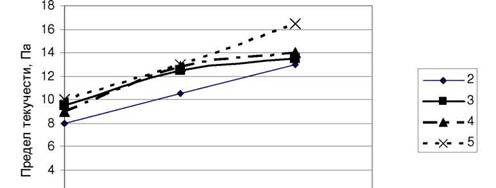
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № состава | Содержание гидроксида кальция,  % | Объемная концентрация твердой фазы | Седиментационное водоотделение, объемные % |
| 1 | 0 | 0,50 | 4,0 |
| 2 | 0,5 | 0,45 | 2,7 |
| 3 | 1,0 | 0,39 | 1,8 |
| 4 | 1,5 | 0,38 | 0,8 |
| 5 | 2,0 | 0,36 | 0,6 |

Реологические свойства суспензии кремнезема, а также суспензий, содержащих Ca(OH)2, изучались с помощью ротационного вискозиметра с коаксиальными цилиндрами «Rheoteste» при скоростях сдвига от 0,3 до 145 с-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 (Р) отличаются ярко выраженным тиксотропным характером течения. При этом значение вязкости тем выше, чем больше масса добавки. При достижении первого минимального уровня вязкости nmin (для составов 2-4 при Р = 10 Па. с) начинает проявляться дилатантный характер течения, т.е. наблюдается существенный рост вязкости. Максимальное значение вязкости дилатантно упрочненной структуры nD max примерно одинаково для всех составов (на уровне 4 Па.с), но отмечается при различных значениях предельного напряжения сдвига. После достижения nD max для составов 2-4 характерен второй участок тиксотропного течения (в области Р, превышающей 20-40 Па.с). Причем значения минимальной вязкости разрушенной тиксотропной структуры Птш примерно на порядок ниже по сравнению со значением nmin 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 разушения. Для исходной системы оно достигается при меньших значениях динамического напряжения сдвига и величина ПтП ниже. Определенная разница наблюдается и в других интервалах реологических кривых. Следует отметить тот факт, что при введении 0,5 - 1 % Ca(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 % Ca(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 Ркь который изменяется во времени в зависимости от концентрации Ca(OH)2 (рис.).



Для суспензий характерным признаком является степень их кинетической устойчивости. Введение добавки Ca(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/м3 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 Ca(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 Ca(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 Ca(OH)2 позволило получить суспензии с высокой водоудерживающей способностью, пригодные для производства теплоизоляционных материалов.

Список литературы

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

Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы. - М.: Химия, 1980. - 319 с.

Белецкая В. А., Пивинский Ю.Е., Шаповалова Л.Н. Реотехнологические свойства смешанных суспензий в системе SiO2 - CaO - H2O. Деп. в ВИНИТИ 14.12.1994, № 4697 - В 94. - 8 с.