© Г.Ю. Гольберг, 2006

УДК 622.7

Г.Ю. Гольберг

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФЛОКУЛЯЦИИ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ

Семинар № 19

Углеобогащение – одна из важнейших отраслей топливно-энергетического комплекса. Цель обогащения заключается в разделении рядового угля на концентрат, удовлетворяющий требованиям потребителей (коксохимическая промышленность, энергетика), и отходы, т.е. пустую породу. Большинство процессов обогащения осуществляется в водной среде: расход воды составляет в среднем 3–4 $м^3$/т рядового угля. Это обусловливает необходимость отделения продуктов обогащения от воды и направления последней в оборот. Поэтому в технологии обогащения углей важное место занимают процессы разделения твердой и жидкой фаз: гидравлическая классификация, сгущение, фильтрование, центрифугирование. Наиболее эффективным способом интенсификации указанных процессов является применение синтетических полимерных флокулянтов.

За последние годы отечественной и зарубежной химической промышленностью освоен выпуск высокоэффективных флокулянтов в весьма широком ассортименте. Теоретические и практические аспекты применения флокулянтов для разделения твердой и жидкой фаз также получили развитие значительное развитие. Однако, до настоящего времени не решена задача оптимизации расхода флокулянтов и нет четко разработанных принципов управления процессом флокуляции. Закономерности кинетики процесса изучены весьма подробно, однако физико-химические свойства суспензий, обработанных флокулянтами, изучены очень мало. Это касается, прежде всего, строения флокул, их прочностных характеристик, соотношения твердой и жидкой фаз во флокуле, реологических характеристик сфлокулированных суспензий и т.д. Изучение указанных вопросов (теоретическое и экспериментальное) позволит определить закономерности образования и деструкции флокул, течения сфлокулированных суспензий; на этой основе, в свою очередь, могут быть разработаны гидродинамические параметры перемешивания суспензий с флокулянтами и транспортировки сфлокулированных суспензий, а также, что весьма важно, позволит обосновать и разработать способы управления процессом флокуляции.

Представляется целесообразным проведение комплексных исследований свойств сфлокулированных суспензий с точки зрения физико-химической механики, которая, как известно, изучает свойства дисперсных систем, причем главным образом в динамических условиях, а также предлагает научно обоснованные способы управления технологическими процессами и свойствами дисперсных систем.

В настоящей работе поставлены основные задачи по исследованию указанных аспектов процесса флокуляции, свойств сфлокулированных суспензий, а также выдвинуты гипотезы, позволяющие дать приблизительную качественную оценку некоторым из исследуемых явлений.

К вопросу о строении флокул

Механизм коагуляции частиц дисперсных систем и свойства коагуляционных агрегатов достаточно хорошо изучены и

описаны (теория ДЛФО, труды П.А. Ребиндера, Н.Б. Урьева и др.). Однако, структура и прочностные характеристики флокул исследованы недостаточно. Величина силы взаимодействия (а, следовательно, и энергии связи) между частицами во флокуле, вероятно, не подчиняется уравнению Гамакера, поскольку существенное влияние на взаимодействие частиц оказывают соединяющие их макромолекулы флокулянта. Можно предположить, что прочность флокулы определяется не только силами притяжения частиц, но и прочностью "мостиков" из макромолекул. Таким образом, для количественного определения прочностных характеристик флокул, а также для определения структуры флокул необходимо проведение специальных исследований. Это позволит определить значения параметров гидродинамического режима перемешивания суспензий с флокулянтами, а также транспортирования сфлокулированных суспензий.

Структурообразование при флокуляции отходов флотации

Твердая фаза отходов флотации представляет собой главным образом тонкодисперсные глинистые частицы (каолинит, иллит, монтмориллонит и др.), пирит, карбонаты, а также органическое вещество в виде отдельных частиц или в виде мозаичных вкраплений на поверхности минеральных частиц. Известно, что частицы глины в водной суспензии склонны к набуханию и образованию структур (как при наличии, так и при отсутствии флокулянтов). Данное явление весьма нежелательно, поскольку образуется гель, практически не поддающийся механическому обезвоживанию, в то время как для эффективного обезвоживания необходимо получить осадок из частиц или агрегатов частиц, между которыми расположены поры и капилляры.

Известно, что гелеобразные структуры образуются главным образом в гидрофильных системах с устойчивой в агрегативном отношении дисперсной фазой. Именно к таким системам относятся суспензии отходов флотации. Поэтому для предотвращения (или сведения к минимуму) гелеобразования при флокуляции отходов флотации необходимо снизить агрегативную устойчивость суспензии. С этой целью нами предложены следующие способы.

1. Предварительная добавка к суспензии коагулянтов-электролитов (например, солей Al, Ca, Mg). Обработка суспензий коагулянтами в сочетании с флокулянтами давно известна на практике, однако с несколько иной целью – повышение скорости флокуляции. Механизм коагуляции частиц дисперсной фазы коагулянтами-электролитами также хорошо известен. Однако, в статических условиях (возможно, и при ламинарном течении суспензии) диффузия ионов к поверхности частиц дисперсной фазы затруднена вследствие наличия вокруг частиц двойного электрического слоя (ДЭС) толщиной до нескольких нм (в то время как диаметр ионов составляет порядка 1 Å), и, очевидно отталкиванием противоионов из диффузной части ДЭС. Удовлетворительные результаты достигаются только при весьма развитом турбулентном режиме перемешивания суспензии с коагулянтомиз высоком расходе коагулянта.

2. Применение гетерокоагулянтов с поверхностным зарядом, противоположным по знаку заряду частиц суспензии. Нами были выполнены предварительные опыты по коагуляции суспензии отходов флотации гетерокоагулянтом, содержащим частицы Al_2O_3. Размер частиц составляет примерно 25-30 нм; это более чем на порядок превышает диаметр ионов коагулянтов-электролитов и сопоставим с толщиной ДЭС, что, в свою очередь, способствует преодолению частицами гетерокоагулянта барьера отталкивания и достижению ими поверхности частиц суспензии.

3. Применение трех различных флокулянтов в такой последовательности: высокомолекулярный анионактивный; низкомолекулярный катионактивный; высокомолекулярный катионактивный. Возможно, механизм флокуляции в данном случае будет заключаться в образовании первичных флокул за счет действия анионактивного флокулянта; уменьшения поверхностного заряда низкомолекулярным катионактивным флокулянтом и образовании флокул 2-го (3-го и т.д.) порядка при действии высокомолекулярного катионактивного флокулянта.

Все указанные выше способы требуют тщательной экспериментальной проверки. Кроме того, необходимо разработать критерий (возможно, термодинамический), позволяющий определить направление течения процесса: образование флокул или геля.

Реологические свойства сфлокулированных суспензий

Этому аспекту теории флокуляции до настоящего времени почти не уделялось внимания. В то же время, знание закономерностей течения сфлокулированных суспензий позволит дать ответы на следующие вопросы, имеющие важное практическое значение:

а) до какого содержания твердого целесообразно сгущать суспензию так, чтобы при ее течении не нарушалась бы сплошность потока, а деструкция флокул была бы сведена к минимуму?

б) какие значения параметров режима течения сфлокулированной суспензии обеспечивают при данных условиях минимальную деструкцию флокул?

Таким образом, проведение теоретических и экспериментальных исследо-ваний процесса флокуляции суспензий с точки зрения физико-химической механики позволит: обосновать и разработать способы управления процессом флокуляции; решить проблемы, связанные с транспортировкой сфлокулированных суспензий; исключить структурообразование при флокуляции, и, возможно, создать предпосылки для решения задачи по оптимизации расхода флокулянтов.

Коротко об авторах

Гольберг Г.Ю. – кандидат технических наук, ИОТТ.

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
ИГНАТЕНКО Наталья Юрьевна	Разработка термостойких полимерных систем буровых растворов на основе модифицированной карбоксиметилцеллюлозы	25.00.15	к.т.н.