

частиц начинается при расходе их более 80 г/т.

Как видно (рис. 4, а) применение катионных высокомолекулярных флокулянтов Зетагов Z 7633, Z 7651 (кривые 1, 2) приводит к осветлению исследуемой глинисто-угольной дисперсии. Полимерные флокулянты Зетаги за счет положительного заряда макромолекул взаимодействуют с отрицательно заряженными частицами отходов флотации, а их высокая молекулярная масса способствует образованию мостичных связей через адсорбированные макромолекулы. Однако на предприятиях высокомолекулярные катионные флокулянты не получили достаточного распространения из-за их высокой цены.

Из рис. 4, б видно, что флокулянты М 919 и М 338 проявляют большую флокулирующую активность: увеличение скорости осаждения соответственно 1,2 см/с и 1 см/с, но они действуют в более узком интервале флокуляции. С увеличением расхода М 155 и М 345 происходит увеличение скорости осаждения до 1 см/с при содержании твердых частиц в сливе < 2 г/л.

Таким образом, на основе проведенных исследований, очевидно, что целесообразно применение комбинации из катионного полиэлектролита ВПК-402 и анионного высокомолекулярного полимера М 345, так как они позволяют эффективно очищать сточные воды после угольной флотации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Запольский А. К., Баран А. А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: свойства, получение, применение // Л.: Химия. 1987. – 208 С.
2. Кульский Л. А., Гороновский И. Т., Когановский А. М., Шевченко М. А. Справочник по свойствам и методам анализа и очистки воды. – Киев: Наукова думка. 1980. – 1280 С.
3. Баран А. А., Митина Н. С., Байченко А. А. Адсорбция водорастворимых полимеров и ее влияние на флокуляцию шламов углеобогащения // Химия и технология воды. – 1983. т. 5. № 3. – С. 67-70.
4. La Mer V. K. Filtration of Colloidal Dispersions Flocculated by Anionic and Cationic Polyelectrolytes // Disc. Faraday Soc. – 1966. № 42. – Р.248-254.
5. Липатов Ю. С., Сергеева Ю. С. Адсорбция полимеров.– Киев: Наукова думка. – 1972. – 195 С.
6. Монгайт И. Л., Текиниди К. Д., Николадзе Г. И. Очистка шахтных вод – М.: Недра, 1978, – 173 с.
7. Коткин А. М., Шуляк В. Е., Ямпольский М. П. Изменение общей минерализации оборотных вод углеобогатительных фабрик // Обогащение и брикетирование угля. – 1967. № 2. – С. 44-46.
8. Бабенков Е. Д. О вероятности коагуляции частиц в области вторичного потенциального минимума // Коллоид. ж. - 1979. 41. № 3. С. 525-527.

□ Авторы статьи:

Байченко
Арнольд Алексеевич
- докт. техн. наук, профессор каф.
«Обогащение полезных ископаемых»

Кардашов
Андрей Вячеславович
- аспирант каф. «Обогащение
полезных ископаемых»

УДК 504.064.4: 622.7

А. А. Байченко, А. В. Кардашов, А. Н. Пирогов, А. В. Шилов

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ РАСТВОРОВ ФЛОКУЛЯНТОВ

В настоящее время на углеобогатительных фабриках Кузбасса очистка сточных вод отходов флотации является весьма важной и актуальной задачей, решение которой позволит повторно использовать воду в технологическом процессе и резко сократить потребление речной воды. Для очистки природных и производственных сточных вод, интенсификации технологических стадий осаждения, уплотнения и обезвоживания осадков в качестве флокулянтов рационально использовать комбинации из синтетических катионных полиэлектролитов (далее - КП) и анионных высокомолекулярных полимеров [1-2].

Основными технологически важными свойствами водных растворов флокулянтов (далее - ВРФ) являются строение и молекулярная масса (далее - ММ) макромолекул, косвенной реологической характеристикой которых является вязкость. Цель настоящей работы – исследовать структурно-механические характеристики водорастворимых флокулянтов в зависимости от концентрации вещества и скорости сдвига.

В качестве объектов исследования в данной работе использовались анионный высокомолекулярный полимер М 345, на основе полиакриламида и КП Магнафлок 1597 фирмы «Сиба», а также

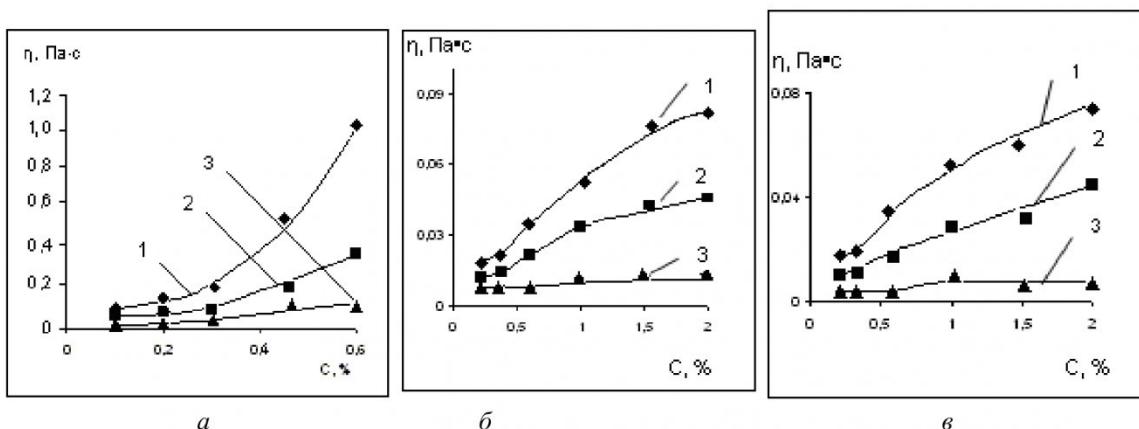


Рис. 1. Зависимость вязкости от концентрации растворов флокулянтов: а - анионного высокомолекулярного полимера М 345; катионных полизелектролитов: б – ВПК-402, в – М 1597; цифры у кривых значения скоростей сдвига: 1 - 5,4 с^{-1} , 2 - 27 с^{-1} , 3 - 145,8 с^{-1}

отечественный катионный полизелектролит ВПК-402. Для получения ВРФ изучаемой концентрации необходимое количество исследуемого реагента-флокулянта заливали дистиллированной водой и выдерживали в темноте сутки при комнатной температуре.

Реологические методы исследования флокулянтов позволяют по кривым «напряжение сдвига τ - скорость сдвига $\dot{\gamma}$ », оценить структуру ВРФ, в зависимости от значений структурной вязкости, вычисляемой по формуле $\eta = \tau / \dot{\gamma}$, которая для структурированных сред не является постоянной величиной, а уменьшается с увеличением $\dot{\gamma}$. При этом мы учитывали опыт анализа реологических характеристик разнообразных дисперсных систем [3-8]. Кривые течения получали на ротационном вискозиметре «Реотест-2». Скорость деформации изменяли в пределах от 1,5 до 1312 с^{-1} . Требуемое количество раствора исследуемого флокулянта помещали в цилиндрическую ячейку, в которую плавно вводили внутренний цилиндр, после чего ячейку и цилиндр соединяли с измерительным прибором. Систему терmostатировали при 20 °C в течение 20 мин.

По полученным кривым течения установлено, что исследованные ВРФ могут быть отнесены к вязко-пластическим жидкостям, у которых разрушение структуры происходит при скоростях сдвига выше 145 с^{-1} .

Установлено, что у всех исследованных образцов КП при малых скоростях сдвига на кривых течения имеется участок сверханомалии, характерный для полидисперсных систем, выражающийся в разрушении структуры с дальнейшим незначительным участком равновесного состояния и с последующим переходом к прямолинейному участку, который типичен для вязкопластиче-

ских жидкостей [5].

Нами исследовано влияние концентрации ВРФ на их структурную вязкость при скоростях сдвига 5,4; 27 и 145,8 с^{-1} , относящихся к зоне «наименьшей» деструкции. Из рис. 2 видно, что при концентрации всех флокулянтов до 0,2 % их водный раствор соответствует ньютоновской системе, характеризующейся постоянной вязкостью, не зависящей от $\dot{\gamma}$.

Исходя из полученных зависимостей (рис. 1, а-в) следует, что повышение $C > 0,3$ -0,4 % приводит к увеличению вязкости в 3-4 раза, например, вязкость Магнафлока 345 увеличивается в 4-5 раз при возрастании концентрации до 0,6 % (рис. 1, кривая 1), что потребует больших энергозатрат на обеспечение технологического процесса.

Из рис. 1-2 следует, что с увеличением концентрации флокулянтов наблюдается упрочнение структуры РФ. Об этом говорит увеличение значений напряжений сдвига, необходимых для деструкции системы.

Установлено, что при концентрациях от 0,5 до 2 % РФ имеют большие значения вязкости при

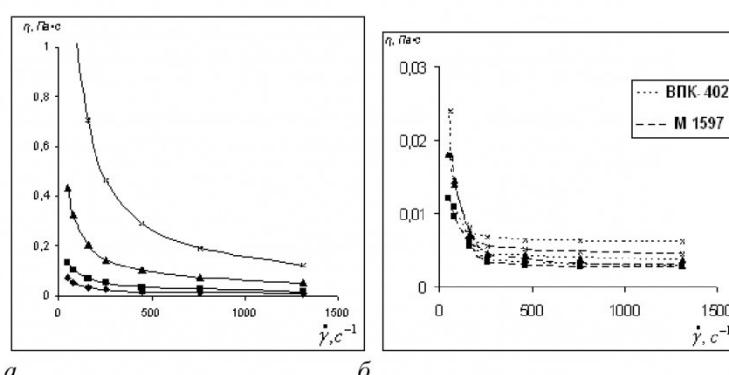


Рис. 2. Зависимость вязкости от скорости сдвига в пределах от 48 до 1312 с^{-1} для растворов флокулянтов а – анионного высокомолекулярного флокулянта М 345; б – катионных полизелектролитов; концентрация флокулянтов:

◆ – 0,1 %; ■ – 0,3 %; ▲ – 0,6 %; × – 2 %

невысоких напряжениях сдвига для полимера М 345 до $145,8 \text{ c}^{-1}$, у КП до 81 c^{-1} . Можно предположить, что именно в этом диапазоне концентраций образуются наиболее прочные комплексы из макроионов. Эти результаты свидетельствуют о том, что при этих условиях в ВРФ наблюдается явление реопексии (упрочнение системы при механическом воздействии).

Основной причиной этого может быть образование надмолекулярных структур молекулами полимера, в результате которого увеличивается межцепное взаимодействие и соответственно вязкость [8]. Из рис. 2, б видно, что ВПК-402 имеет более высокие значения вязкости по сравнению с М 1597 для всех концентраций, что говорит о его большей ММ, а значит меньшем его расходе для дестабилизации сточных вод отходов флотации.

Представленные зависимости «вязкость η - скорость сдвига $\dot{\gamma}$ », для ВРФ показывают, что течение возникает уже при малых напряжениях, а при скоростях сдвига более 100 c^{-1} все образцы КП, а также М 345 менее 0,1 % имеют прямолинейные участки.

Это объясняется тем, что для изученных жидкостей в данных условиях происходит переход к ньютоновскому поведению, т.е. может происхо-

дить разрушение их молекулярной структуры. Следовательно, в этой структуре присутствуют относительно непрочные агрегаты со слабыми связями, поэтому она может быть разрушена путем увеличения напряжения сдвига. Это важно учитывать при создании эффективных технологий по растворению и подаче разбавленных растворов флокулянтов в пульпу, а для этого необходимо применять специальные аппараты для их «щадящего» растворения в производственных условиях [9].

Таким образом, проведенные исследования позволили установить взаимосвязь реологических свойств ВРФ и сделать ряд выводов о предположительной их молекулярной структуре.

Анализ реологических характеристик позволяет считать, что наибольшая деструкция происходит у флокулянтов при их концентрациях: в диапазоне $< 0,1\%$ - для М 345; и $< 0,3\%$ для катионных полизэлектролитов, а также при высоких напряжениях сдвига.

Таким образом, полученные данные позволяют более рационально использовать, флокулянты разной химико-органической природы на стадиях флокуляции и фильтрации для очистки сточных вод отходов флотации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вейцер Ю. И., Минц Д. М. Высокомолекулярные флокулянты в процессе очистки природных и сточных вод. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1984. 191 С.
2. Байченко А. А., Кардашов А. В. Интенсификация процесса агрегирования частиц отходов флотации при очистке сточных вод углеобогащения. // Вестник КузГТУ. - 2005. № 4-2 С. 31-33.
3. Шрам Г. Основы практической реологии. – М.: Колос, 2003.
4. Малкин А. Я., Чалых А. Е. Диффузия и вязкость полимеров. Методы измерения. - М.: Химия, 1979.
5. Павлов В. П., Виноградов Т. В. Обобщенная реологическая характеристика дисперсных систем // Коллоидный журнал. 1966. т 28. № 3.
6. Урьев Н. Б. Физико-химические основы технологий дисперсных систем и материалов. - М.: Химия, 1988.
7. Остроумов Л. А., Пирогов А. Н., Пирогова Н. А., Доня Д. В. Структурно-механические свойства сливочного масла с облепиховой биодобавкой. // Хранение и переработка сельхозсыпь. № 9. 2001. С. 45-47.
8. Овчинников П. Ф., Круглицкий Н. Н., Михайлов Н. В. Реология тиксотропных систем.- Киев: Наукова думка, 1975.
9. Байченко А. А., Кардашов А. В. Усовершенствование технологии обезвоживания тонкодисперсных угольных шламов на ЦОФ «Березовская». // Вестник. КузГТУ. - 2004. № 5. С. 53-56.

□ Авторы статьи:

| | | | |
|---|---|--|---|
| Байченко Арнольд Алексеевич - докт. техн. наук, профессор каф. обогащения полезных ископаемых | Кардашов Андрей Вячеславович - аспирант каф. обогащения полезных ископаемых | Пирогов Александр Николаевич - канд. техн. наук, доц. каф. «Прикладная механика» КемТИПП | Шилов Антон Валерьевич - магистр каф. «Прикладная механика» КемТИПП |
|---|---|--|---|