

УДК 504.064.4: 622.7

А. А. Байченко, А. В. Кардашов

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПОСЛЕ ФЛОТАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ

В последние годы возросшие масштабы хозяйственной деятельности в Кузбассе по добыче и переработке угля и большие экономические плачевы за использование хозяйственных площадей создают необходимость разработок специальных мероприятий по охране окружающей среды. В этой связи очистка сточных вод отходов флотации углеобогатительных фабрик является одной из самых актуальных и требующей срочного решения задач.

Например, на ОАО ЦОФ «Березовская» сточные воды после угольной флотации сбрасывались без очистки в гидроотвал, который в настоящее время оказался заполненным. Поэтому возникла необходимость очистки отходов флотации от дисперсных частиц и внедрения замкнутого водно-оборотного цикла с использованием фильтр-прессов. Это позволяет исключить выброс загрязненных вод за пределы территории фабрики.

Поэтому целью данной работы является интенсификация процесса очистки сточных вод отходов флотации этой фабрики от глинистых частиц зольностью 65 % и крупностью менее 0,2 мм. Для этого используются коагулянты, высокомолекулярные флокулянты фирмы «Сиба», а также кационные полизэлектролиты, в том числе отечественный ВПК-402.

Осветление техногенных вод отходов флотации зависит как от типа, так и от концентрации коагулянтов и флокулянтов. При коагуляции происходит дестабилизация коллоидной суспензии с использованием веществ с высокой плотностью ионного заряда. При этом могут происходить два вида коагуляции.

В первом случае катионы электролитов добавляются в коллоидную суспензию в количестве, необходимом только для нейтрализации отрица-

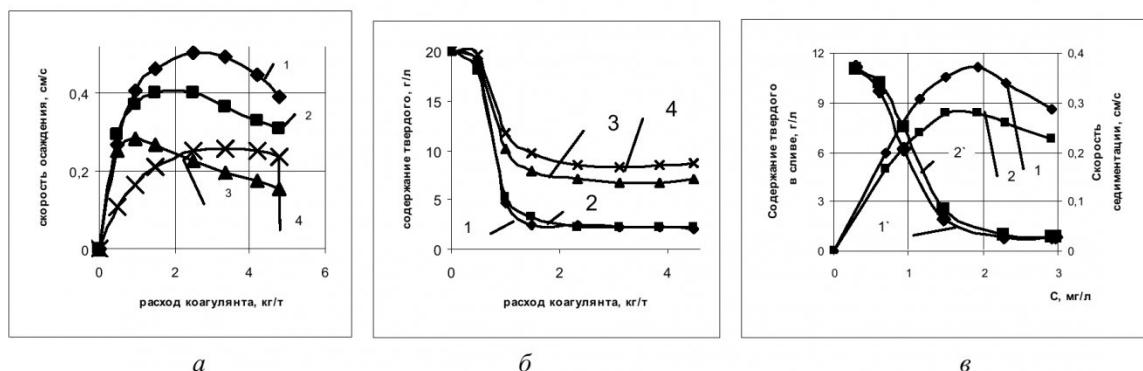
тельных зарядов глинистых частиц. Этот тип коагуляции используется в частности при очистке воды катионами железа или алюминия [1, 2]. На рисунке 1, а - б приведены кривые, выражающие влияние этих коагулянтов на скорость осаждения и осветление исследуемой угольно-глинистой суспензии.

Второй тип коагуляции достигается с использованием кационных полизэлектролитов (молекулярная масса до 1 миллиона). Такая коагуляция обеспечивает более высокую степень агрегации, чем в случае простой электростатической нейтрализации. Известно [3], что агрегация суспензий кационными полизэлектролитами наступает за счет одновременного действия двух механизмов – снижение заряда и дзета-потенциала частиц и образованием между ними мостичных связей через адсорбированные макромолекулы.

Для эффективного использования кационного полизэлектролита целесообразна его дробная подача, в том числе добавка первоначально 50 %, а затем остальных 50 % от общего расхода, что и использовалось в данной работе. Исходя из этого было рассмотрено влияние кационных полизэлектролитов на осветление глинистой суспензии с содержанием твердого 20 г/л (рис. 1, в).

Из анализа полученных результатов (рис. 1, а) следует, что скорость осаждения твердых частиц возрастает с применением $FeCl_3$ или $AlCl_3$. При сгущении суспензии этими электролитами концентрация частиц в осветленном слое уменьшается до 2 г/л (рис. 1, б). Однако из-за высоких расходов электролитов рациональнее применять кационные полизэлектролиты ВПК-402 и М 1597.

Из полученных данных (рис. 1, в) видно, что применение кационного полизэлектролита М 1597 технологически более оправдано (скорость седи-



*Рис. 1. Седиментация глинистых частиц коагулянтами
а, б - Коагуляция с применением солей: 1 – $FeCl_3$, 2 – $AlCl_3$, 3 – $ZnCl_3$, 4 – $CuCl_3$
в - Коагуляция с использованием кационных полизэлектролитов 1 – М 1597,
2 – ВПК-402; 1, 2 – скорость седиментации, 1', 2' – содержание твердого в сливе*

ментации выше), однако использование ВПК-402 экономически целесообразнее. Таким образом, подача полиэлектролитов при расходах ВПК-402 – 80 г/т, а М 1597 – 120 г/т обеспечивает чистый слив, но при недостаточной скорости осаждения.

Примером более результативного осветления суспензии отходов флотации является применение комбинации из катионного полиэлектролита и анионного высокомолекулярного флокулянта. При добавлении полиэлектролита получаются мелкие и плотные агрегаты, а при дальнейшей подаче высокомолекулярного анионного полимера (рис. 2) их макромолекулы адсорбируются на полученных мелких агрегатах - в результате чего образуются крупные рыхлые флокулы за счет полимерных мостиков [4]. Дальнейшее изучение влияния такого способа применения флокулянтов, а также последовательности их введения на осветление глинистой суспензии проводилось при содержании твердого в пульпе 40 г/л.

Из рис. 2 можно сделать заключение, что для лучшего осветления тонкодисперсных отходов флотации, целесообразно предварительно подавать сначала в пульпу катионный полиэлектролит ВПК-402, а затем анионный высокомолекулярный флокулянт М 345 – при этом происходит уменьшение содержания твердого в сливе (кривая 1а'). В условиях фабрики иногда чистотой слива пренебрегают для получения более быстрого осаждения частиц, так как идет переработка больших объемов пульпы, а производственные мощности, например, наличие крупных сгустителей, зачастую ограничены. Поэтому первоначально подают анионный флокулянт, а затем катионный полиэлектролит (кривые 1, 1'), что приводит к увеличению скорости осаждения частиц и содержания твердого в сливе.

При очистке сточных вод флокулянтами, а также комбинациями катионного полиэлектролита

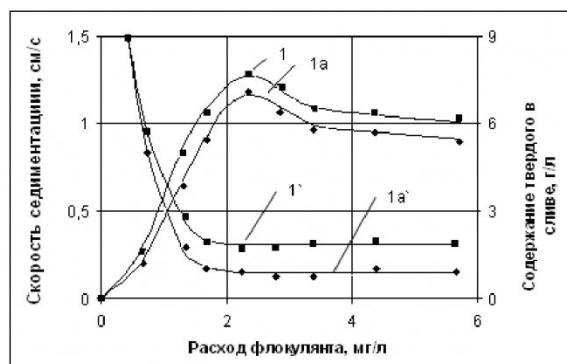


Рис. 2. Зависимость скорости осаждения частиц (1, 1a) и содержания твердого в сливе (1', 1a') от концентрации М 345 при постоянном расходе ВПК-402 - 80 г/т (1, 1' - при введении в суспензию М 345, а затем ВПК-402; 1a, 1a' - при добавке сначала ВПК-402)

и высокомолекулярного анионного полимера важно учитывать такие факторы, как например, температура, pH среды, гранулометрический состав отходов.

Показатель pH раствора оказывает влияние на поведении цепей полимера. Анионные полимеры эффективны в нейтральной среде, но меньше пригодны в кислой среде, потому что карбоксильные функциональные группы хуже диссоциируются в такой среде. Неионогенные или умеренно катионные полимеры лучше всех подходят для кислой среды [6-8].

Изменение температуры среды влияет на кинетику происходящих реакций, активность коллоидов, и на подвижность макромолекул в растворе, а также на адсорбцию и растворимость полимеров [5]. Крупность частиц, как правило, действует на быстроту их агрегирования, а значит и скорость осаждения. На основании этого целесо-

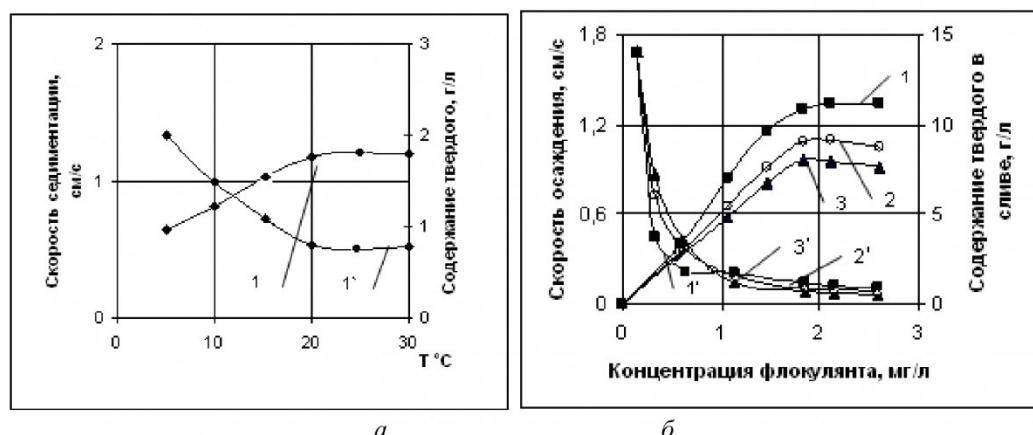


Рис. 3. Очистка сточной воды отходов флотации

а – зависимость скорости осаждения (1) и содержания твердого в сливе (1') от температуры суспензии при введении в пульпу ВПК-402 (80 г/т), а затем М 345 (40 г/т);

б – зависимость скорости осаждения (1, 2, 3) частиц различных классов крупности от концентрации анионного флокулянта М 155 (при введении в пульпу сначала постепенно количества ВПК-402 – 80 г/т); 1 - класс 0,16–0,315 мм; 2 - класс 0–0,2 мм; 3 - класс 0–0,1 мм

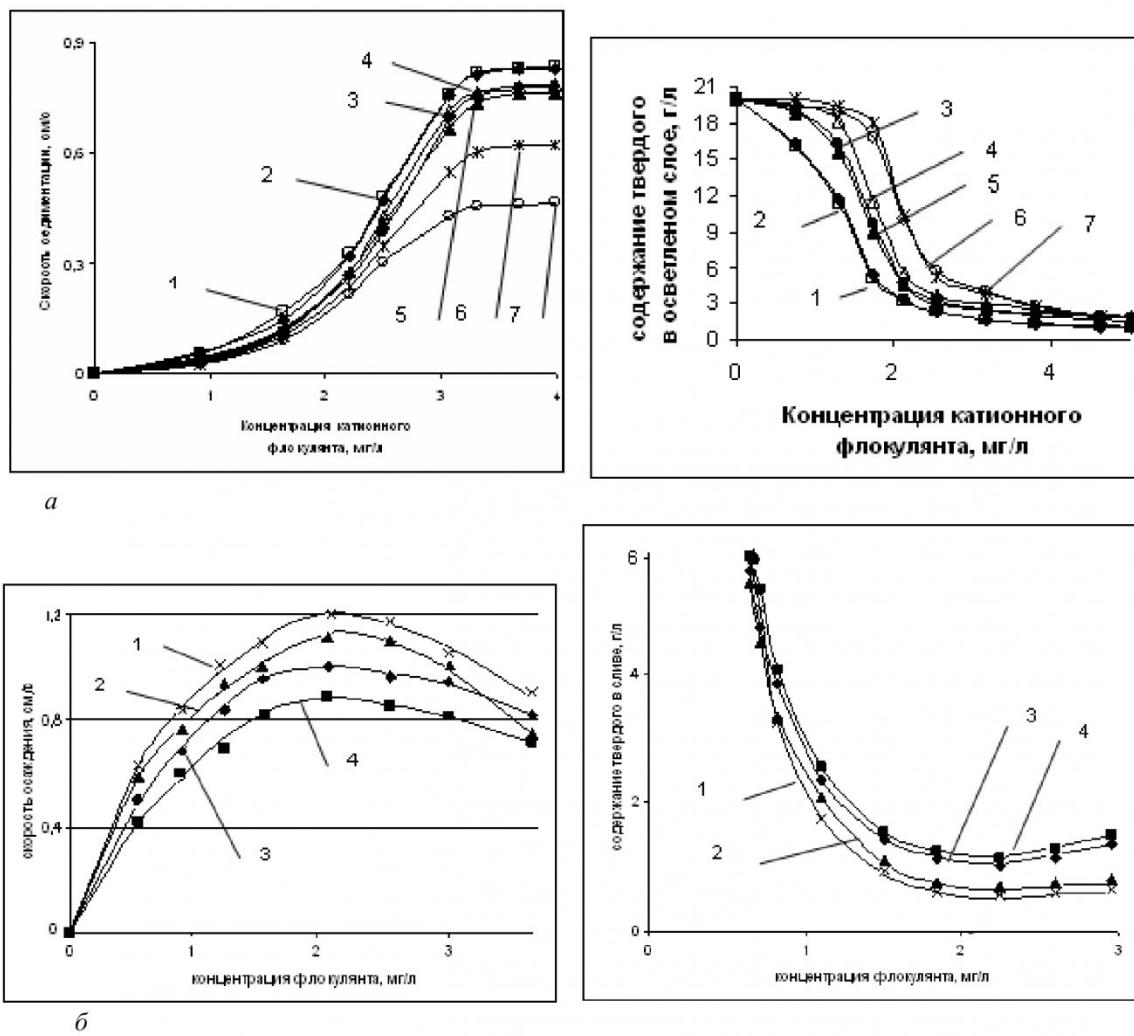


Рис. 4. Седиментация глинистых частиц высокомолекулярными флокулянтами
а – катионными полимерами: 1 – Z 7633, 2 – Z 7651, 3 – Z 7692, 4 – Z 7623, 5 – Z 7632, 6 – Z 7629, 7 – Z 7653;
б – анионными полимерами: 1 – M 919, 2 – M 338, 3 – M 155, 4 – M 345

образно было рассмотреть влияние температуры и гранулометрического состава на осветление сточных вод угольной флотации (рис. 3 а и б соответственно).

Скорость флокуляции для рассмотренной комбинации флокулянтов возрастает с температурой (рис. 3, а). В то время как понижение температуры ухудшает процесс флокуляции, при этом уменьшается скорость осаждения флокул и увеличивается содержание твердого в сливе (кривые 1 и 1' соответственно). Из-за снижения температуры воды ее высокой загрязненности увеличивается интервал во времени между вводом полиэлектролита и анионного флокулянта. Промежуток времени между моментами добавления к суспензии полиэлектролита и флокулянта составляет в пределах 1 – 4 минут.

На рис. 3, б приведены кривые, выражающие зависимость влияния гранулометрического состава на скорость осаждения и осветление суспензии. Как видно из графика, скорость осаждения возрастает с увеличением крупности частиц. Рассматри-

вая зависимость осветления суспензии от расхода анионного высокомолекулярного флокулянта Магнафлока М 155 в комбинации с катионным полиэлектролитом ВПК-402 видно, что при сгущении суспензии класса 0,0 – 0,1 мм концентрация частиц в осветленном слое суспензии уменьшается от 2 до 0,2 г/л (кривая 3'), а при сгущении крупных классов осветление суспензии составляет 0,4–0,8 г/л (кривые 1', 2'). Из проведенных исследований следует, что данная комбинация флокулянтов флокулирует как крупные, так и мелкие частицы, но более стабильные показатели будут при флокуляции смеси частиц.

Однако на фабриках возможно применение для осветления вод отходов флотации только одних высокомолекулярных флокулянтами (молекулярная масса более $1 \cdot 10^6$) (рис. 4, а и б). В этом случае увеличение скорости происходит в основном за счет образования мостичных связей через адсорбировавшиеся на твердых частицах макромолекулы [4]. Для исследованных высокомолекулярных катионных полимеров быстрое осаждение

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