

ОСВЕТЛЕНИЕ ШЛАМОВЫХ ВОД И СГУЩЕНИЕ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ с применением ПОЛИМЕРНЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ

Проверено влияние нескольких анионных флокулянтов на степень осветления шламовых вод при сгущении хвостов флотации угольных шламов двух углеобогажительных фабрик. Предложен полимерный флокулянт, который является эффективным при отстаивании шламов как механической, так и колонной флотации.

Введение

Широкое применение обогащения тонких угольных шламов флотацией способствовало практически повсеместному внедрению на углеобогажительных фабриках (УОФ) замкнутого водно-шламового цикла водоснабжения с флокуляцией отходов флотации [1-3]. Обычно тонкодисперсные угольные шламы в виде суспензии с содержанием твёрдой фазы 30-60 г/л поступают на осветление в радиальные сгустители. Осветлённую шламовую воду (слив сгустителей) направляют в бак оборотной воды и далее – в оборотный технологический цикл фабрики. Сгущённые отходы флотации поступают в виде пульпы с содержанием 60-600 г/л на дальнейшее обезвоживание, которое могут осуществлять на дисковых вакуум-фильтрах, ленточных пресс-фильтрах или камерных фильтр-прессах. Иногда шлам подают в конические сгустители для его дополнительного уплотнения (сгущения) перед фильтрованием. На некоторых УОФ сгущённые отходы флотации после радиального сгустителя сбрасывают в шламонакопитель.

Для повышения скорости отстаивания частиц тонких шламов и практически полного их удаления из осветлённой воды, направляемой в оборотный цикл, в суспензию, поступающую в радиальный отстойник, добавляют реагенты: чаще всего синтетические полимеры. При этом, как правило, применяют флокулянты с зарядом от нейтрального

Д.Н. Еремеев*,
кандидат технических наук, технический специалист по реагентам и технологиям для водоподготовки и обработки сточных вод,
Международная группа консультантов по воде / International Water Consultants Group



до средне анионного [4-6] или же их комбинацию с катионным коагулянтом. Подбор оптимальной реагентной программы обработки – это наиболее простой и быстрый способ интенсификации процесса и повышения его экономической эффективности за счёт снижения расходов, которые следует оценивать по стоимости обработки 1 м³ суспензии (воды) или 1 т твёрдой фазы (шлама), поступающих на осветление в радиальный сгуститель.

Целью данной работы являлась проверка в лабораторных условиях влияния различных синтетических полимеров на эффективность осветления шламовых вод и сгущения отходов флотации в условиях радиальных сгустителей на УОФ, обогащающих коксующиеся угли Донецкого угольного бассейна, и выбор оптимальной программы реагентной обработки.

* Адрес для корреспонденции: deremeev-iwcg@yandex.ru

Таблица 1

Основные характеристики пульпы отходов флотации угольных шламов

Условное название УОФ	Тип флотации	Взвешенные вещества, г/л	Электропроводимость, мкСм/см	pH
А	колонная	22	17300	8,3
Б	механическая	44	6700	7,6

Материалы и методы исследования

Процедура тестирования была основана на стандартных методиках по подбору реагентов для осветления и отстаивания [7-12]. Лабораторное тестирование проводили на установке «FP4 Portable Flocculator» фирмы «VELP Scientifica» с четырьмя лопастными мешалками с регулируемой скоростью вращения. В 4 стакана наливали заданное количество пульпы тонкодисперсных угольных шламов (500 мл) и включали перемешивание с максимальной скоростью (200 об/мин). После гомогенизации (в течение 2-3 мин) в стаканы добавляли заданное количество флокулянта и в течение 30 с перемешивали при максимальной скорости. Затем снижали скорость вращения лопастных мешалок (до 40 об/мин) и перемешивали в течение 1 мин. По окончании перемешивания стаканы выдерживали в покое для осветления шламовой воды. Продолжительность осветления составляла 10 мин. После отстаивания при помощи шприца с определённого уровня отбирали 20 мл осветлённой воды для определения её качества. Содержание взвешенных веществ (мг/л) и мутность (в единицах FAU)¹ измеряли на спектрофотометре «DR/890 Colorimeter» фирмы «HACH» [13].

В качестве исходной суспензии использовали пульпу отходов флотации двух УОФ (табл. 1).

В лабораторных условиях тестировали порошкообразные флокулянты MF-156, PF-1011, АТЕ-1404, АТЕ-1466 и АТЕ-1470, являющиеся синтетическими анионными полимерами и различающиеся молекулярной массой и зарядом. Рабочие растворы всех флокулянтов готовили в одну стадию. Для разбавления (приготовления) реагентов применяли дистиллированную воду. Рабочая концентрация флокулянтов составляла 0,1%.

¹ FAU (Formazin Attenuation Units) – единица измерения мутности. 1 FAU = 1 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) формазина.

Результаты и их обсуждение

УОФ «А» (колонная флотация)

В настоящее время на фабрике применяют анионный полимер MF-156, дозировка которого составляет 1,0 г/м³ суспензии, поступающей в радиальные сгустители. На первом этапе лабораторного тестирования проводили выбор наиболее эффективного флокулянта. С точки зрения формирования флокул и скорости отстаивания все флокулянты показали одинаковый результат. Наилучшие результаты по качеству осветлённой шламовой воды были получены при добавлении флокулянта АТЕ-1466 (рис. 1).

На втором этапе проверена возможность снижения дозировки флокулянта АТЕ-1466 по сравнению с реагентом MF-156 без потери качества осветлённой шламовой воды. Полученные результаты представлены на рис. 2.

Как видно из полученных данных, при ступенчатом отстаивании отходов флотации и других шламо-

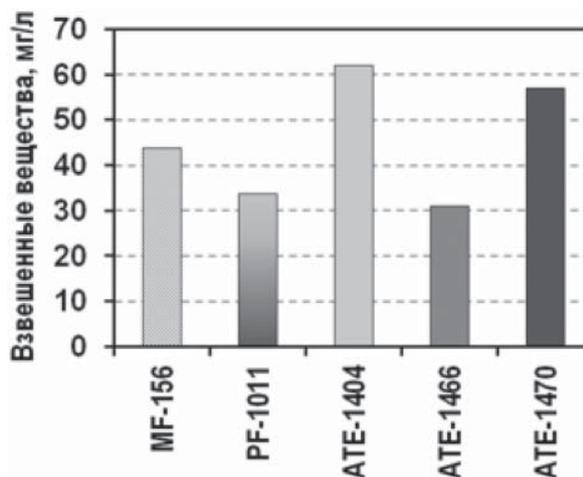


Рис. 1. Содержание взвешенных веществ в осветлённой шламовой воде через 10 мин отстаивания при добавлении различных флокулянтов (дозировка 1 г/м³ суспензии).

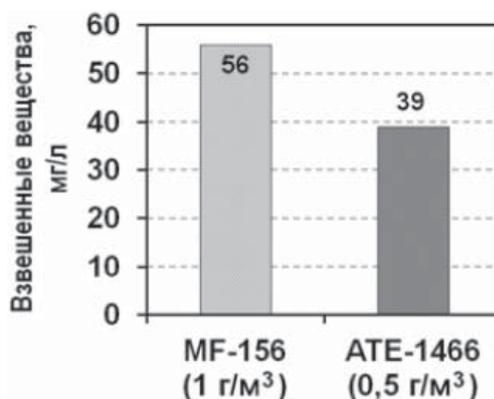


Рис. 2. Содержание взвешенных веществ в осветлённой шламовой воде через 10 мин отстаивания при добавлении флокулянтов MF-156 и АТЕ-1466.

вых вод класса – 0,2 мм в радиальных сгустителях УОФ «А» применение анионного флокулянта АТЕ-1466 является весьма эффективным. При его дозировке 0,5 г/м³ пульпы питания радиальных сгустителей содержание взвешенных веществ в осветлённой воде и мутность слива снизились на 30% по сравнению с результатом, полученным при добавлении полимера MF-156 в количестве 1,0 г/м³. Другими словами, применение порошкообразного анионного флокулянта АТЕ-1466 даёт возможность сократить общий расход добавляемого реагента без ухудшения качества осветлённой воды по содержанию в ней взвешенных веществ. Это, в свою очередь, позволяет снизить стоимость обработки 1 м³ суспензии, поступающей в радиальные сгустители для осветления оборотной шламовой воды и сгущения тонкодисперсных угольных шламов.

Порошкообразный анионный флокулянт АТЕ-1466 может быть рекомендован для промышленных испытаний при осветлении шламовых вод и сгущении тонкодисперсных угольных шламов в радиальных сгустителях на УОФ с колонной флотацией.

УОФ «Б» (механическая флотация)

В настоящее время для повышения скорости отстаивания шламов флотации и снижения содержания взвешенных частиц в осветлённой шламовой воде на фабрике применяют комбинацию реагентов: порошкообразный анионный флокулянт MF-156 (25-30 г/т шлама) и катионный коагулянт LT-31 (20-40 г/т шлама). На первом этапе лабораторного тестирования проводили выбор наиболее эффективного флокулянта. Как и в случае с УОФ «А», все полимерные флокулянты показали одинаковый результат по скорости отстаивания и формирования, а также размера флокул. Однако минимальное содержание взвешенных веществ в осветлённой

Таблица 2

Результаты осветления шламовой воды и сгущения тонкодисперсных угольных шламов при добавлении различных реагентов

Анионный флокулянт	MF-156	АТЕ-1466	АТЕ-1466
Дозировка, г/м ³ суспензии	1,2	0,8	1,2
Дозировка, г/т шлама	27,3	18,2	27,3
Катионный коагулянт	LT-31	–	–
Дозировка, г/м ³ суспензии	0,8	–	–
Дозировка, г/т шлама	18,2	–	–
Взвешенные вещества в осветлённой шламовой воде через 10 мин отстаивания, мг/л	41	41	37



ной шламовой воде вновь было получено при добавлении флокулянта АТЕ-1466.

После того, как был выбран лучший из синтетических полимеров, его работу сравнили с существующей реагентной обработкой, которая, как было указано выше, представляет собой комбинацию двух органических полимеров: анионного флокулянта и катионного коагулянта. В табл. 2 приведены результаты, полученные в ходе второго этапа лабораторного тестирования. Из представленных данных видно, что применение флокулянта АТЕ-1466 позволяет значительно сократить общий расход реагентов без ухудшения качества осветлённой шламовой воды по содержанию в ней взвешенных веществ. Порошкообразный анионный флокулянт АТЕ-1466 может быть рекомендован для промышленных испытаний при осветлении шламовых вод и сгущении отходов угольной флотации в радиальных сгустителях на УОФ с механической флотацией.

Заключение

В лабораторных условиях было проведено тестирование порошкообразных анионных флокулянтов, различающихся молекулярной массой и зарядом, с целью выбора оптимальной программы обработки тонкодисперсных угольных шламов при осветлении оборотной воды в радиальных сгустителях. Флокулянт АТЕ-1466 позволяет интенсифицировать процесс разделения жидкой и твёрдой фаз без ухудшения качества осветлённой шламовой воды, а также повысить его экономическую эффективность за счёт снижения расходов. Предложенный анионный полимер может быть рекомендован для промышленных испытаний на УОФ как с механической, так и с колонной флотацией.

Литература

1. Фоменко Т.Г. Флокуляция шламов / Т.Г. Фоменко, И.С. Благоев, А.М. Коткин. М.: Госгортехиздат, 1962. 112 с.
2. Небера В.П. Флокуляция минеральных суспензий. М.: Недра, 1983. 288 с.
3. Фридман С.Э. Обезвоживание продуктов обогащения / С.Э. Фридман, О.К. Щербатов, А.М. Комлев. М.: Недра, 1988. 240 с.
4. Richardson P. F. Industrial Coagulants and Flocculants / P.F. Richardson, J.C. Lawrence // Reagents in Mineral Technology. Surfactant Science Series. / Edits by P. Somasundaran, V.M. Moudgil. New York and Basel: Marcel Dekker Inc. 1988. V. 27. P. 519-558.
5. Еремеев Д.Н. Факторы, влияющие на отстаивание (сгущение) частиц твердой фазы // Металлургия легких и тугоплавких металлов. Материалы Межд. научно-техн. конф., 2008. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. С. 41-53.
6. Еремеев Д.Н. Сгущение хвостов флотации угля и осветление оборотной воды с применением флокулянтов компании «Налко» / Д.Н. Еремеев, С.В. Груздев, Ю.В. Коновалова, Д.В. Крупенников // Вестник Алматинского института энергетики и связи. 2008. № 2. С. 18-22.

Ключевые слова:

флокулянт,
осветление
шламовых вод,
сгущение отходов,
пульпа отходов
флотации угля

7. ASTM D2035-80. Standard Practice for Coagulation-Flocculation Jar Test of Water. Editorial correction, March 1989. P. 665-668.
8. Test Procedure: Waste Water Jar Test. Form 647. Nalco, 2004. 2 p.
9. Laboratory Tests with Praestol Flocculants. Ashland Deutschland GmbH, 2006. 24 p.
10. Coagulation – Flocculation. SNF Floerger, 2003. 20 p.
11. ГОСТ Р 51642-2000. Коагулянты для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования и методы определения эффективности. М.: Изд-во стандартов, 2000. 15 с.
12. Аксенов В.И. Водное хозяйство промышленных предприятий. Справочное издание. Книга 6. Флокулянты / В.И. Аксенов, Л.В. Гандурина, А.С. Керин, В.А. Никулин, И.И. Ничкова, М.Г. Ладыгичев / Под ред. В.И. Аксенова. М.: Теплотехник, 2010. 256 с.
13. DR/890 Colorimeter. Procedures Manual. HACH Company, 2009. 614 p.



D.N. Yeremeyev

SLIME WATERS CLARIFICATION AND FLOTATION THICKENING OF WASTE COAL SLURRIES BY POLYMERIC FLOCCULANTS

The influence of different anionic flocculants on water clarification and coal refuse slurries thickening has been discussed. The most

effective polymeric flocculant is available for both mechanical (conventional) and column flotation coal refuse slurries.

Key words: water clarification, refuse thickening, coal refuse slurry

