

УДК 628.3

ОЧИСТКА МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ СТОЧНЫХ ВОД ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Вылетялова В.Е., студент гр. ТХт-231, II курс

Ивлева Е.А., преподаватель

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Кузбасс является одним из промышленных регионов России и играет важную роль в обеспечении страны углём и металлургической промышленностью. Так как в Кузбассе в колоссальных масштабах ведётся угледобыча, переработка и обогащение угля, они оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Чтобы уменьшить загрязнение водяных бассейнов и их истощение применяется очистка сточных вод, а в частности тех, которые содержат в себе большое количество взвешенных частиц и примесей.

Мокрые методы обогащения, используемые на углеобогатительных фабриках, приводят к образованию шламовых вод и накоплению в них тонких угольно-глинистых частиц в воде, что делает эти воды непригодными для повторного использования. Чтобы удалить эти частицы из воды применяют коагулянты и флокулянты. Коагулянты – это химические вещества, стимулирующие слипание мелких частиц в более крупные агрегаты, которые способны осаждаться. Флокулянты – это природные или синтетические химические вещества, которые способствуют укрупнению коагулированных частиц в более крупные хлопья (флоккулы), увеличивая за счёт этого, скорость осаждения частиц. [1]

По размеру молекулярной массы флокулянты разделяют на:

- низкомолекулярные с молекулярной массой $<1*10^3$
- среднемолекулярные с молекулярной массой $<1*10^3-10^6$
- высокомолекулярные с молекулярной массой $>1*10^6$

Высокомолекулярные полимерные флокулянты по степени ионизации [2]

Неионогенные	Катионные	Анионные	Амфотерные
<ul style="list-style-type: none"> - крахмал - гуаровые смолы - полиэтиленоксид 	<ul style="list-style-type: none"> - целлюлоза - хитозан - полиамины 	<ul style="list-style-type: none"> - карбоксиметилцеллюлоза - альгинат натрия - акрилаты 	<ul style="list-style-type: none"> - белковые соединения - полиакриламид

Рис. 1 Классификация высокомолекулярных флокулянтов

Применение флокулянтов актуально на обогатительных предприятиях для следующих процессов: сгущения твёрдой фазы шламовых вод, осветления вод отходов флотации, очистки повторно используемых вод от тонкодисперсных частиц. [3]

Осветлением называется процесс получения жидкой фазы с минимальной концентрацией твёрдых частиц. [4]

В настоящее время большое распространение получили синтетические высокомолекулярные полимерные флокулянты, т.е имеющие большую молекулярную массу и длинную углеродную цепочку с боковыми группами.

Угольно-глинистые частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в шламовых водах, окружены слоем ионов с одинаковым зарядом, вследствие чего отталкиваются друг от друга. Чтобы эти частицы начали осаждаться и их было легче удалить, необходимо соединить их между собой. Для этого в воду добавляют флокулянт, он благодаря своему строению закрепляется на поверхности частиц, образуя мостики. В результате частицы становятся более плотными и крупными, что позволяет легче их удалить из воды.

Цель исследовательской работы: выявление наиболее эффективных флокулянтов для очищения сточных вод на примере модельных систем.

Задачи исследовательской работы: определение характеристик сырья для модельных систем: насыпная плотность и влажность.

Описание экспериментальной части

Определение насыпной плотности осуществляли весовым методом, который основан на измерении массы заданного объёма материала. [5] Влажность веществ определили методом высушивания до постоянной массы. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики отходов

Наименование	Насыпная плотность, г/см ³	Влажность, %
Отход породы	0,851	0,84
Зола отхода породы	0,791	0,27

Для выявления эффективности процессов сгущения и осветления катионных и анионных флокулянтов отбирали пробы золы породы отходов и породы отходов массой 4 г. Пробы переносили в мерные цилиндры, которые затем заполняли водой до отметки 250 мл. Содержимое цилиндров перемешивали, переворачивая 5-6 раз и оставляли на 20 минут. По прошествии этого времени в цилиндры дозировали различный объём флокулянтов с концентрацией 0,1%. В работе использовались 11 флокулянтов двух видов: катионные (M1440, M1597, M455, M368, ВПК-402) и анионные (M1017, M585, M365, M156, M139, E10). Затем пульпу тщательно перемешивали и измеряли время осаждения частиц с помощью секундометра. Высоту осветлённого слоя 10

сантиметров измеряли при помощи линейки. Затем рассчитывали скорость движения границы осветлённого слоя по формуле:

$$V = \frac{S}{t}$$

V – скорость движения границы осветлённого слоя, см/с; S – путь, пройденный границей осветлённого слоя, равный 10 см; t – время движения, с.

Экспериментальным путём определили, что эффективными флокулянтами из представленного перечня являются: M455, M1440, M525, E10. Поэтому последующие расчеты проводились только с ними.

На рисунке 2, 3 представлены графики, отражающие зависимость времени движения частиц от объёма катионного и анионного флокулянта.

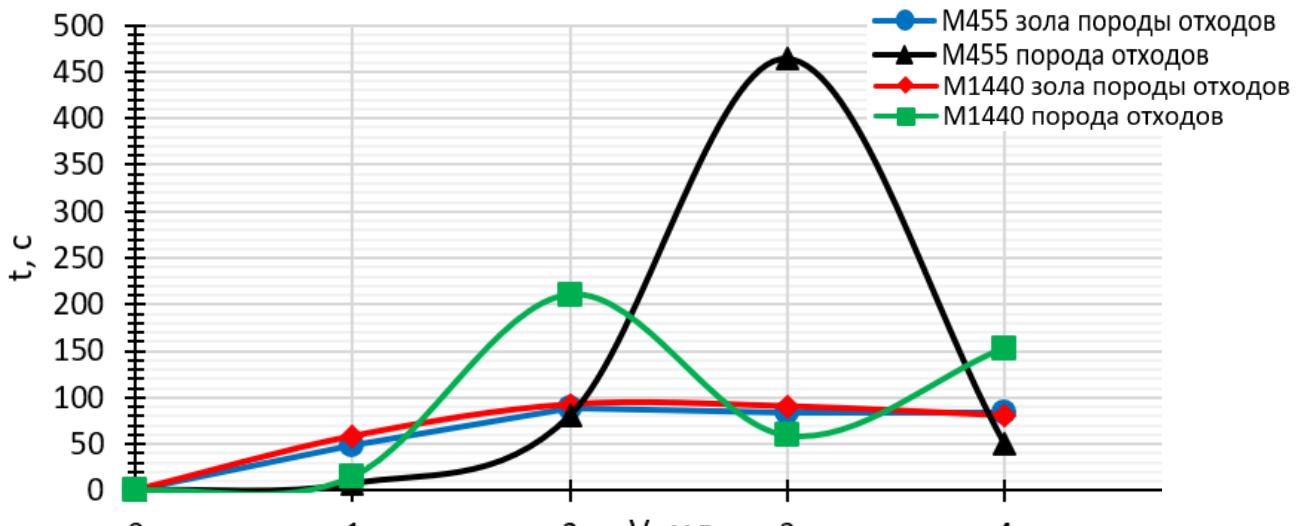


Рис.2 Зависимость времени движения частиц от объёма катионного флокулянта

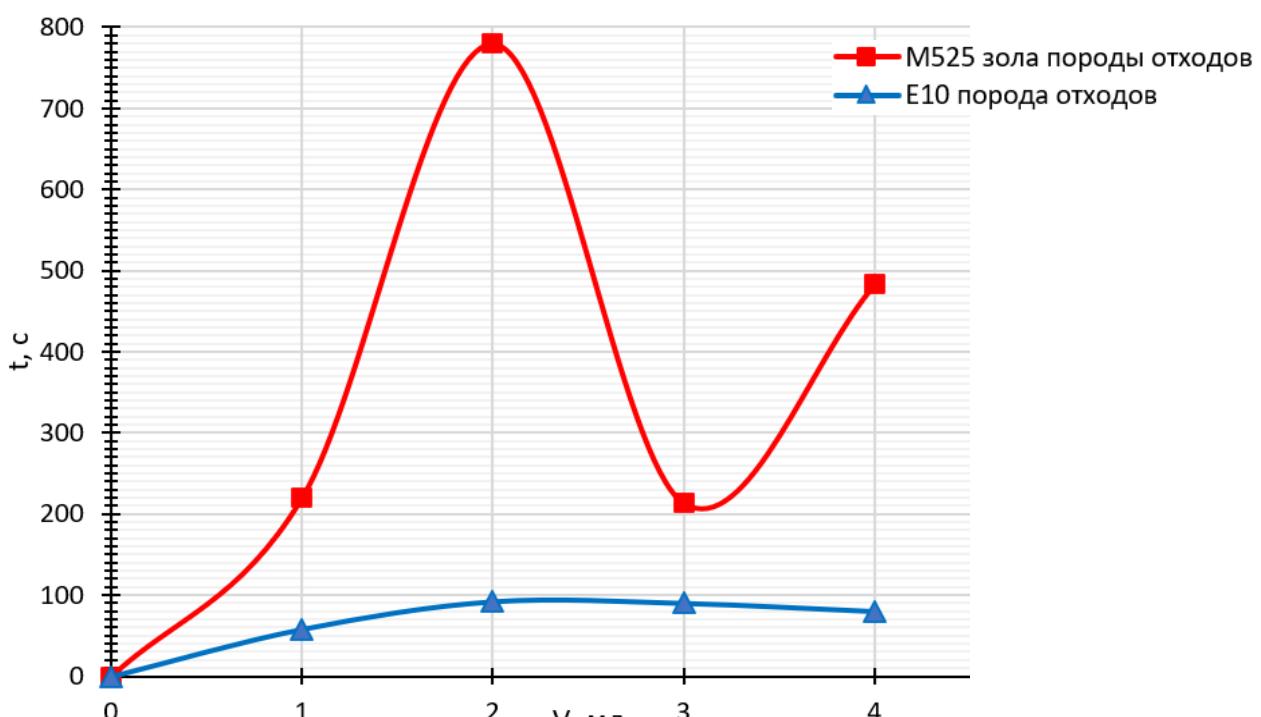


Рис.3 Зависимость времени движения частиц от объёма анионного флокулянта

Для установления остаточного содержания примесей в цилиндрах с наиболее эффективными флокулянтами, из цилиндра с помощью пипетки отбирали пробу 50 миллилитров и наносили её на фильтровальную бумагу. Затем эту бумагу взвешивали на аналитических весах и фильтровали пробу через фильтр, помещённый в воронку. После завершения процесса фильтрования, фильтр с остаточным содержанием примесей помещали в сушильный шкаф на 1 час при температуре 100-105°C. После высушивания фильтр извлекали из сушильного шкафа и помещали в эксикатор для охлаждения до комнатной температуры. И затем производили конечное взвешивание. Расчёт массы осадка производили по формуле:

$$m = m_1 - m_0$$

где, m – масса осадка, г; m_0 – масса фильтра до фильтрования, г; m_1 – масса высушенного фильтра после фильтрования, г;

После рассчитывали остаточное содержание примесей по формуле:

$$\beta = \frac{m \cdot 1000}{50}$$

где, β – остаточное содержание примесей в осветлённом слое 1000 миллилитров, г; m – масса осадка в 50 мл осветлённого слоя, г;

Данные по результатам осветления отходов, представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Результаты осветления катионными флокулянтами

Марка флокулянта	Объём флокулянта		Время движения, t, с	Скорость осаждения, V, см/с	Остаточное содержание примесей, β , г	Примечания
	мл	г/т				
M455	2	2,0* 10^{-6}	88	0,114	78	Мутная, эффективен
M1440	2	1,7* 10^{-6}	92	0,109	77,4	Прозрачная, эффективен
M455	2	2,0* 10^{-6}	80	0,125	77,8	Прозрачная, эффективен
M1440	2	1,7* 10^{-6}	210	0,048	79	Мутная, эффективен

Таблица 3 – Результаты осветления анионными флокулянтами

Марка флокулянта	Объём флокулянта		Время движения, t, с	Скорость осаждения, V, см/с	Остаточное содержание примесей, β , г	Примечания
	мл	г/т				
M525	2	2,1* 10^{-6}	780	0,006	71,8	Мутная, эффективен
E10	2	2,3* 10^{-6}	136	0,125	60,6	Прозрачная, эффективен

Вывод: В данном исследовании определили насыпную плотность и влажность материала, также установили, что наиболее эффективным флокулянтом для модельных систем с содержанием золы породы отходов являются катионные М455 и М1440, анионный М525, а для модельных систем с содержанием породы отходов наиболее эффективными флокулянтами являются катионные М455 и М1440, анионный Е10.

Список литературы:

1. Русский торговый холдинг. Флокулянт и коагулянт: основные отличия и применение [Электронный ресурс] – URL: <https://rtholding.uz/articles/pro-reagenty/flokulyant-i-koagulyant-osnovnye-otlichiya-i-primenenie/> (Дата обращения 27.03.2025)
2. Ульрих Е. В., Баркова А. С. Использование флокулянтов для очистки сточных вод / Ульрих Е. В., Баркова А. С. // Трансформация экосистем. – 2023. – №6. – с. 168-187.
3. Субботин В. В., Петухов В. Н. Исследование влияния эффективности действия флокулянтов при обогащении угольного шлама / Субботин В.В., Петухов В.Н. // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. – 2014 – №2. – с. 20-24.
4. Абрамов А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твёрдых полезных ископаемых: учебник для вузов. В 3 т. – 2-е изд., стер. / Абрамов А. А. – Москва: МГГУ, 2004. – 470 с.
5. Мордасов Д.М., Мордасов М.М. Технические измерения плотности сыпучих материалов: учебное пособие / Мордасов Д.М., Мордасов М.М. – Тамбов: ТГТУ, 2004. – 80 с.