

УДК 662

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ИСПЫТАНИЯ РАСТВОРОВ ФЛОКУЛЯНТОВ PRAESTOL

Демина А. А., студент ОПс-171

Бабина С. А., студент ОПс-171

Вахонина Т. Е., старший преподаватель

Клейн М. С., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Современные требования по экономической и экологической эффективности переработки минерального сырья, ресурсо- и энергосбережению обуславливают необходимость создания замкнутых водно-шламовых схем обогатительных фабрик. Определяющим здесь является быстрое и качественное выделение взвешенных частиц твердой фазы с целью очистки оборотных вод. Чтобы ускорить и улучшить разделение твердой и жидкой фаз, применяются органические синтетические высокомолекулярные полимеры, которые при введении в дисперсные системы адсорбируются или химически связываются с поверхностью частиц дисперсной фазы и объединяют частицы в агломераты (флокулы), способствуя их быстрому осаждению.

В настоящее время на углеобогатительных фабриках (УОФ) применяются флокулянты различных марок и производителей: Zetag, Magnafloc, Praestol, SNF, Besfloc, Flopam и другие.

С целью изучения и установление закономерностей образования, существования и разрушения флокуляционных структур проведена оценка свойств растворов флокулянтов Praestol.

Флокулянты Praestol высокомолекулярный водорастворимый полимер – прекрасно зарекомендовавший себя на российском рынке, относительно недорогой флокулянт, предназначенный для интенсификации процессов очистки шламовых вод углеобогащения. Флокулянты Praestol производят с конца 1980-х годов по уникальной технологии, включающей стадию биологического синтеза преполимеров, и за это время они успели завоевать популярность во многих областях промышленности.

Сейчас флокулянты Праестол производит компания Соленис (Solenis), представительство которой расположено в Москве и называется Соленис Евразия. Производство флокулянтов расположено в г. Пермь (Россия) и в г.Крефельд (Германия).

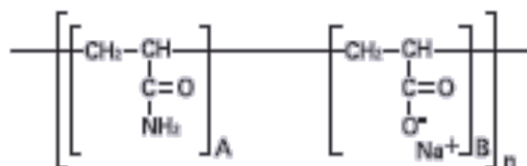


Рис.1 Формула флокулянта Praestol

В качестве объекта исследования использовали анионактивные флокулянты Praestol, которые представляют собой сополимеры акриламида с увеличенным содержанием акрилатных групп (рис. 1), которые обуславливают отрицательный заряд полимеров и таким образом, их анионактивное поведение в водном растворе [1]. Характеристика исследуемых образцов приведена в табл. 1.

Таблица 1  
Характеристики использованных анионактивных флокулянтов Praestol

Марка Praestol	Ионный заряд	Объемная плотность***	Вязкость****		pH*****	Эффективность при pH
		приблизительно кг/м <sup>3</sup>	0,5 % по весу, ДВ* приблизительно мПа·с	0,1 % по весу, ДВ приблизительно мПа·с	0,1 % по весу, ВВ** приблизительно	
2350	Умеренно анионактивный	700	1000	150	7	6-10
2510	Очень слабо анионактивный	слабо анионактивный	1500	200	7	6-10
2525		700	3500	500	7	6-10
2540		700	5500	600	7	6-10
2610		слабо анионактивный	2500	400	7	6-10
2640		умеренно анионактивный 700	6500	700	7	6-10

\*ДВ = Деминерализованная вода.

\*\*ВВ = Крефельдская водопроводная вода: жесткость – приблизительно 25° (немецкие единицы жесткости), удельная электропроводность – приблизительно 600 мкСм/см, значение pH – приблизительно 7.

\*\*\*Объемная плотность измеряется посредством измельчения. Данное свойство учитывается при проектировании резервуаров-хранилищ и дозирующего оборудования для установок растворения, основанных на объемном дозировании.

\*\*\*\*Вязкость определяется по вискозиметру Брукфилда при температуре 20°C. Растворы для измерения вязкости готовятся в дистиллированной или деминерализованной воде. Вязкость, определенная таким образом, представляет собой типичное значение для конкретной концентрации флокулянтов, которое учитывается при проектировании мешалок, насосов и т.д.

\*\*\*\*\*Стандартные растворы для определения значения pH готовятся в водопроводной воде (жесткость – приблизительно 25° (немецкие единицы жесткости); значение pH – приблизительно 7, удельная электропроводность – приблизительно 600 мкСм/см). Значения pH учитываются при выборе материала изготовления оборудования для растворения и дозирования.

Одна из форм выпуска флокулянтов Praestol в виде гранулированных, мелкозернистых твердых продуктов белого цвета, с размером гранул до 1,2 мм.

Полимеры Praestol эффективны в диапазоне pH 1–14. Конкретный диапазон кислотности среды определяет конкретный тип применяемого реагента. Они также эффективны в системах с низкой концентрацией электролита, включая солевые растворы. Более того, эти реагенты действуют в диапазоне температур, при которых «водная суспензия является жидкостью», то есть приблизительно в диапазоне от 0 °С до 100 °С.

Молекулярная масса анионактивных флокулянтов составляет 6 - 30 миллионов.

### ***Приготовление растворов Praestol***

Флокулянты Praestol применяются в виде сильно разбавленных водных растворов. Обычно используется двухстадийная схема: на первой стадии готовится концентрированный раствор (0,5-1%), а на второй стадии концентрированный раствор разбавляется до необходимой для применения, так называемой рабочей, концентрации (0,01-0,1%).

При приготовлении раствора из порошкообразных продуктов Praestol важно, чтобы каждая частица смачивалась водой для предотвращения слипания и образования сгустков, что приводит к длительному и неполному растворению.

Возможны два варианта такого приготовления:

1. Для приготовления 1%-ного раствора в мерный стакан заливают 99 мл воды и сильно размешивают с помощью пальчиковой, якорной или магнитной мешалки так, чтобы образовалась легкая V-образная воронка (600-800 об/мин). На лабораторных весах с точностью до 3 знаков взвешивают 1 г порошка флокулянта. Это количество необходимо высыпать тонкой струйкой, чтобы каждая частица отдельно от других смачивалась водой и втягивалась в воронку. Непосредственно после дозирования порошка скорость вращения мешалки снижают таким образом, чтобы частицы порошка оставались в движении (400-600 об/мин). При этом следует избегать неравномерного (турбулентного) движения жидкости.

2. Взвешенный флокулянт помещается в сухую чистую ёмкость объёмом не менее 100 мл, а затем в ёмкость добавляется 99 мл дистиллированной воды и в течение 1 часа периодически производится интенсивное перемешивание, до полного растворения флокулянта.

Синтетические флокулянты применяются в небольших дозах, поэтому основной предпосылкой обеспечения высокой точности измерений является равномерное распределение концентрации Praestol по всему объёму раствора. В отличие от первого способа, при приготовлении раствора флокулянта вторым способом наблюдалось образование сгустков в растворе и для достижения гомогенизации требовалось больше времени. Поэтому все растворы, используемые в дальнейшей работе, были приготовлены по первому способу.

Далее, после нескольких минут перемешивания вязкость раствора возрастает и, приблизительно, после 60 минут перемешивания раствор представляет собой однородную вязкую жидкость. Для получения раствора рабочей концентрации определенное количество концентрированного раствора разбавляются водой до нужной концентрации без длительного перемешивания.

При приготовлении разбавленных растворов в одну стадию не рекомендуется перемешивать раствор с высокой частотой вращения мешалки, не должна превышать 10 м/с. В противном случае эффективность высокомолекулярного полимера будет уменьшена вследствие значительного сокращения длины полимерной цепи [2].

### ***Лабораторные испытания.***

Целью испытаний являлась разработка оптимальных условий приготовления рабочих растворов флокулянтов Praestol, обеспечивающих высокую эффективность действия и воспроизводимость результатов измерений.

Исследования действия флокулянтов производились на пробе шламовой воды ОФ «Анжерская», гранулометрический состав твердой фазы которой приведен в табл.2.

Таблица 2

Гранулометрический состав угольных шламов

Классы, мм	+0,315	0,125-0,315	0,04-0,125	-0,04	Всего
Выход, %	0,6	14,3	14,3	70,8	100,0
Зольность, %	20,2	21,0	16,5	32,4	28,4

Для испытаний шламовая вода отстаивалась до полного осветления жидкой фазы, которая отделялась от шламов. Перед проведением опытов взвешивались навески высушенных шламов, заливались необходимым количеством осветленной воды, перемешивались и замачивались в течение часа. Тестирование флокулянтов проводилось в одинаковых цилиндрах объемом 100 мл при содержании твердого 20 г/л.

Для тестов использовались растворы анионных флокулянтов с концентрацией 0,1 и 0,01 %. Дозировка необходимого объема рабочего раствора флокулянта проводилась с помощью шприцев. Перемешивание пульпы с раствором флокулянта производилось посредством пятикратного переворачивания цилиндров (рис. 2).

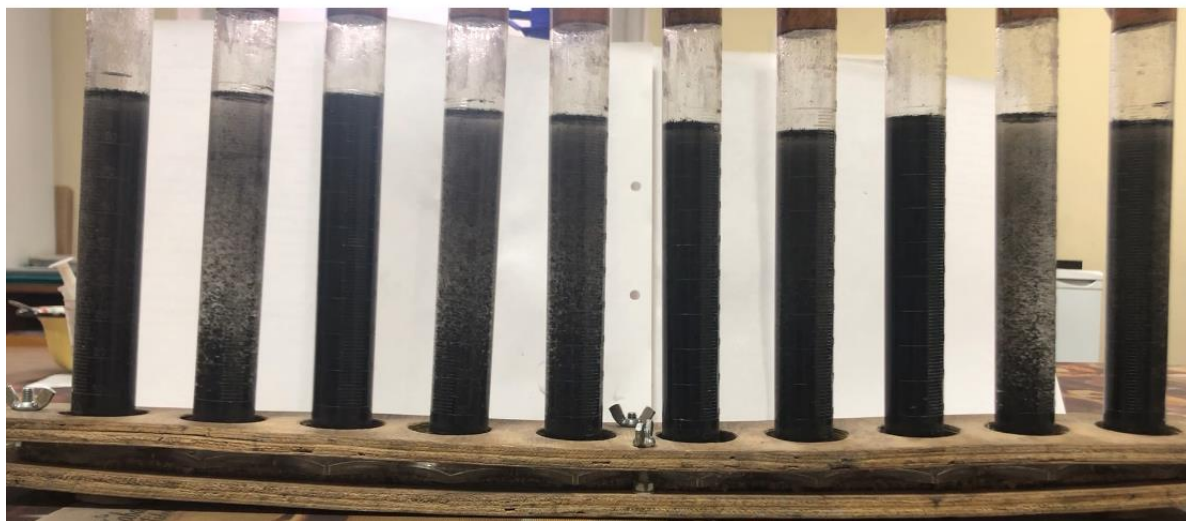


Рисунок 2. Установка для проведения опытов.

В процессе тестирования оценивали чистоту осветленного слоя и скорость осаждения. После перемешивания пульпы определяли скорость осаждения флоккул по времени прохождения границы разделения жидкая/твёрдая фаза участка высотой 10 см, отмеченного на цилиндрах. После прохождения границы осаждения оценивалась чистота осветленного слоя с использованием конуса мутности. При одновременном тестировании флокулянтов в 10 цилиндрах при использовании конуса мутности возникают ошибки измерений из-за разного времени осветления от первого до последнего цилиндра. Для снижения погрешности измерений мы использовали условную шкалу мутности, показанную на рис. 3. Мутность осветленного слоя оценивали по цифре с минимальной контрастностью, которую видно сквозь цилиндр. Цифра 1 соответствует максимальной мутности раствора, а цифра 6 – практически прозрачному осветленному слою. Применение этой шкалы для оценки мутности непосредственно в цилиндрах позволило сократить время измерений в 6-7 раз.



Рисунок 3. Шкала для оценки мутности

В ходе испытаний изучалось и сравнивалось влияние на эффективность действия растворов флокулянтов следующих факторов:

1. Интенсивность перемешивания при приготовлении концентрированных (0,5-1%) и разбавленных (0,01-0,1%) растворов.
2. Использование разбавленных (0,01- 0,1%) растворов, полученных из концентрированных и приготовленных в 1 стадию.
3. Время хранения после приготовления концентрированных (0,5-1%) и разбавленных растворов (0,01-0,1%).

В таблице 3 приведены результаты опытов, которые проводились при постоянном расходе флокулянтов  $20 \text{ г/м}^3$  при времени хранения в течение 2 суток после их приготовления, необходимого для стабилизации свойств растворов. Необходимо отметить, что рабочие растворы флокулянтов, приготовленные в одну стадию теряют свою эффективность действия примерно на 15-20 % с увеличением срока хранения до 15 суток.

Таблица 3

Результаты опытов

C, %	Скорость перемешивания $n=400 \text{ мин}^{-1}$		Скорость перемешивания $n=800 \text{ мин}^{-1}$			
	1 стадия		2 стадии		1 стадия	
	Скорость осаждения, см/с	мутность	Скорость осаждения, см/с	мутность	Скорость осаждения, см/с	мутность
	Praestol 2640					
0,1	0,70	2	0,38	1	0,71	1
0,01	0,82	2	0,30	2	0,97	1
	Praestol 2540					
0,1	0,45	2	0,5	3	0,6	2
0,01	0,40	2	0,28	3	0,64	2
	Praestol 2350					
0,1	0,52	4	0,22	4	0,56	5
0,01	0,77	4	0,33	5	0,77	4

Таким образом, в данной работе сделаны следующие выводы:

1. И для готовых к применению растворов, и для растворов для хранения, необходимо выдерживать период стабилизации, в течение которого раствор становится гомогенным.
2. Очень важно, чтобы испытания проводились с использованием взвеси (смеси твердых частиц и воды), взятой с места практического применения.
3. С увеличением срока хранения рабочих растворов визуально наблюдается его деструктурирование и, как следствие, снижение эффективности. Концентрированный раствор флокулянта Praestol остается годным к применению в течение 4-х недель при хранении в закрытой емкости.
4. Растворы флокулянтов, приготовленные в одну или две стадии, практически не отличаются по эффективности их действия.
5. Самым эффективным по оцениваемым параметрам оказался флокулянт Praestol 2640 с максимальной молекулярной массой.

Список литературы:

1. Praestol Флокулянты универсального применения для разделения твердой и жидкой фаз. Номенклатура продукции. ООО «Ашленд Евразия». – Россия, 2020.- 8 с.
2. Байченко А. А., Кардашов А. В. Изучение физико-химических свойств флокулянтов, используемых для очистки сточных вод углеобогащения //Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2006. – №. 3. – С. 52-56.