

УДК 541.18.041.2

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ФЛОКУЛЯЦИИ СУСПЕНЗИЙ

© 2010 Н.Л. Медяник, И.А. Варламова, Н.Л. Калугина, Л.А. Бодьян

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Поступила в редакцию 07.05.2010

Выявлено заметное влияние рН среды на среднюю скорость седиментации исследуемых суспензий. Оценен индекс реакционной способности (флокулирующий эффект) добавляемых реагентов в интервале рН 1,067÷8,110. Определено оптимальное значение рН и время эффективной флокуляции суспензий при помощи исследованных высокомолекулярных веществ. Установлено, что предварительная коагуляция дисперсных систем повышает эффективность последующей флокуляции. Предложена принципиальная технологическая схема применения подобранных реагентов для извлечения тяжелых металлов из сточных вод горных предприятий медного комплекса.

Ключевые слова: *высокомолекулярные флокулянты, коагулянты, флокулирующий эффект, катионы тяжелых металлов, техногенные гидроминеральные ресурсы*

Во многих отраслях промышленности в больших количествах образуются технологические растворы, оборотные и сточные воды, содержащие в значительных концентрациях катионы тяжелых металлов (КТМ). В.Ж. Аренц в своем исследовании [1] относит их к гидроминеральным ресурсам, считая дополнительным источником черных и цветных металлов. В работах [2-5] также доказано, что тяжелые металлы, содержащиеся в техногенных кислых водах, целесообразно извлекать и использовать как с экономической, так и с экологической точек зрения. Наиболее часто используемым и перспективным методом извлечения КТМ, очистки от них технологических растворов, оборотных и сточных вод, доведения их содержания до норм ПДК считается комплексный метод, сочетающий осаждение с последующей коагуляцией и флокуляцией образующихся осадков. Используемые на практике синтетические органические флокулянты представляют собой водорастворимые высокомолекулярные вещества с молекулярной массой от 10^3 до 10^8 . Установлено, что эффективность флокулирующего действия высокомолекулярных веществ в реальных дисперсных системах зависит, от их свойств и от

состояния дисперсных систем (характера загрязнений, механических примесей, их содержания, значения рН и др.) [6-10].

Цель работы: изыскание новых эффективных высокомолекулярных флокулянтов, оптимизации режимов их действия для извлечения из технологических растворов горных предприятий медного комплекса таких компонентов, как медь и цинк в присутствии железа.

В проведенном исследовании на первом этапе изучались закономерности флокулирующего действия реагентов ВПК-402, ДЭМАН, ПР-МАК-На, ПолиДАД МАХ, Лапрол 6003-26-18, Ларсол, ПАВ-1- Синтанол, ПАВ-2, HENGFLOC 62716 (X1), HENGFLOC 62020 (X2), HENGFLOC 61418 (X3), HENGFLOC 62720 (X4), HENGFLOC 60714 (X5), HENGFLOC 62424 (X6), HENGFLOC 62022 (X7), HENGFLOC 62414 (X8), HENGFLOC 64014 (X9), МФЛОК в модельных и реальных технологических растворах горных предприятий медного комплекса Южного Урала. Модельные растворы имели следующий, приближенный к реальным технологическим растворам, состав: $0,200 \text{ мг/см}^3$ ионов Cu^{2+} , $0,500 \text{ мг/см}^3$ ионов Zn^{2+} , $0,500 \text{ мг/см}^3$ ионов Fe^{2+} , $0,500 \text{ мг/см}^3$ ионов Fe^{3+} . На втором этапе для технологических растворов того же состава была проведена оценка эффективности действия бинарных композиций из коагулянта (в качестве коагулянта использовали растворы сульфата алюминия) и реагента-флокулянта; установлен оптимальный поэтапный режим их введения.

Эффективность действия высокомолекулярных реагентов оценивалась по скорости осаждения твердой фазы с использованием стандартных методик седиментационного анализа. В

Медяник Надежда Леонидовна, кандидат технических наук, заведующая кафедрой химии, технологии упаковочных производств. E-mail: medyanikmagnitka@mail.ru

Варламова Ирина Александровна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры химии, технологии упаковочных производств

Калугина Наталья Леонидовна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры химии, технологии упаковочных производств

Бодьян Любовь Анатольевна, кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры химии, технологии упаковочных производств

качестве индекса реакционной способности (флокулирующего эффекта) применялся параметр D :

$$D = (v/v_0) - 1,$$

где v и v_0 – скорость осаждения дисперсной фазы технологических растворов, соответственно, с добавкой флокулянта и в его отсутствие.

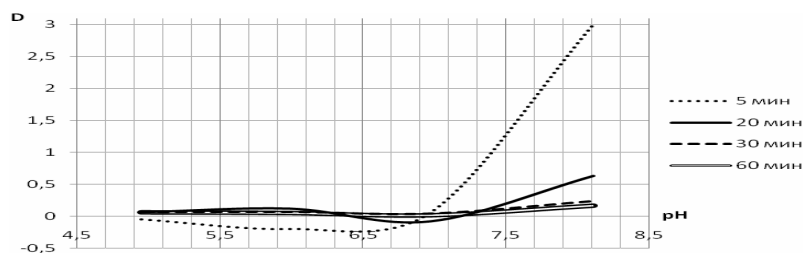


Рис. 1. Влияние pH модельных систем на величину флокулирующего эффекта D реагента Ларсол

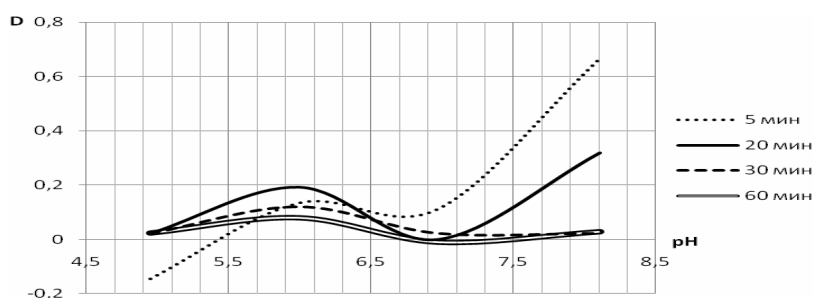


Рис. 2. Влияние pH модельных систем на величину флокулирующего эффекта D реагента ДЭМАН

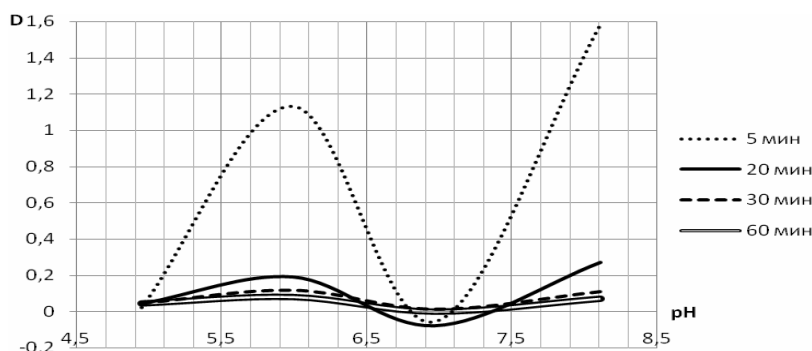


Рис. 3. Влияние pH модельных систем на величину флокулирующего эффекта D реагента X-8

Изучение влияния добавляемых реагентов на степень извлечения ионов тяжелых металлов из модельных и реальных растворов проводилось в интервале pH 1,067-8,110. Высокомолекулярные реагенты вносились в количестве $9,0 \cdot 10^{-3}\%$. Установлено, что наиболее существенное влияние на зависимость $D=f(pH)$ оказывают 2 фактора: природа реагента и время, прошедшее после начала его действия. Результаты проведенного эксперимента свидетельствуют о том, что через 60 минут эффективное осаждение дисперсной фазы практически заканчивается во всем интервале pH. Как правило, наиболее эффективно флокулирующее действие реагентов проявляется через 5 минут после их введения. При pH=2,906-2,925 значение флокулирующего эффекта D не показательно – его можно рассчитать только через 60 мин после начала осаждения лишь для некоторых флокулянтов. Типичный характер закономерностей флокулирующего

действия некоторых из исследуемых высокомолекулярных веществ для интервала pH=4,950-8,110 представлен на рисунках 1-3. Результаты проведенного исследования показали наличие четких функциональных зависимостей $D=f(pH)$

Установлено, что если параметр D имеет положительное значение, то вводимая добавка полимера «работает» с функцией флокулянта, а если этот параметр меньше нуля, то добавка выступает в роли стабилизатора системы. У реагентов Ларсол, ПАВ-1, ВПК-402, ПолиДАД МАХ, ПР-МАК-На стабилизирующее действие проявлялось до pH $\sim 5,0-7,2$. В более щелочной среде они вели себя как флокулянты с экстремально возрастающим значением D : $D(\text{ПР-МАК-На})_{\max} = 0,75$; $D(\text{ВПК-402})_{\max} = 1,73$; $D(\text{ПолиДАД МАХ})_{\max} = 2,35$; $D(\text{ПАВ-1})_{\max} = 2,6$; $D(\text{Ларсол})_{\max} = 2,75$. При pH 8,110 эффективность действия высокомолекулярных веществ (за исключением ПР-МАК-На) максимальна.

Оценка эффективности действия высокомолекулярных реагентов при оптимальном значении pH проводилась также по степени извлечения ионов Fe^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} в присутствии реагентов и в контрольных растворах без добавок реагентов; определено, что степень извлечения ионов Fe^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} в присутствии реагентов выше, чем в контрольных растворах без добавок реагентов; например, для Zn^{2+} при добавлении ДЭМАН она максимальна и составляет 91,4%, при применении остальных реагентов находится в интервале 74,4-82,4%.

Таким образом, на первом этапе исследования:

- выявлено заметное влияние pH среды на среднюю скорость седиментации исследуемых модельных суспензий.

- оценен индекс реакционной способности добавляемых реагентов в интервале pH 1,067÷8,110. Установлен экстремальный характер зависимости флокулирующего эффекта реагентов от pH среды. Этот результат, по-видимому, обусловлен влиянием pH на значения среднеквадратичных размеров макромолекулярных клубков высокомолекулярного реагента.

- определено, что при pH 8,110 эффективность действия высокомолекулярных веществ (за исключением ПР-МАК-Na) максимальна. При оптимальном значении pH время эффективной

флокуляции с подобранными реагентами составляет 5 мин.

Результаты второго этапа исследования показали:

- при предварительной коагуляции дисперсных систем их последующая флокуляция проходит более эффективно: индекс реакционной способности всех реагентов увеличивается в 1,12-1,54 раза. Повышение эффективности флокуляции после коагуляции обусловлено нейтрализацией электрического заряда частиц дисперсной фазы модельных растворов ионами коагулянта, таким образом, изменение эффективных размеров структурных элементов дисперсной фазы приводит к образованию более плотных осадков с меньшей массовой долей влаги.

- для бинарных композиций из коагулянта и высокомолекулярного реагента оптимальным является поэтапный режим введения реагентов: вначале коагулянт, затем – реагент, наиболее эффективно сочетание коагулянта с такими реагентами, как Лапрол, Ларсол, ПАВ-1.

- применение подобранных реагентов для извлечения тяжелых металлов из сточных вод горных предприятий медного комплекса целесообразно проводить в соответствии с принципиальной технологической схемой, представленной на рис. 4.

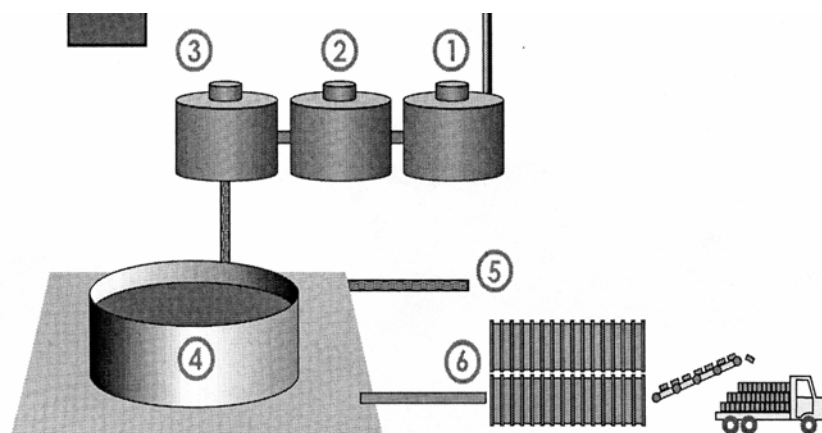


Рис. 4. Схема эффективного извлечения тяжелых металлов из техногенных гидроминеральных месторождений:

1 – предобработка известью: нейтрализация и осаждение гидроксидов тяжелых металлов; 2 – обработка коагулянтом: рост размера хлопьев осадка; 3 – применение флокулянта: уплотнение осадков; 4 – отстойник; 5 – сточная труба: удаление растворов с концентрацией тяжелых металлов меньше ПДК; 6 – фильтр: утилизация осадков или выделение металлов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Аренц, В.Ж.* Физико-химическая геотехнология: Учебное пособие. – М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2001. – 656 с.
2. *Аксенов, В.И.* Вопросы переработки химически загрязненных стоков / *В.И. Аксенов, Д.И. Гринев* // Экологические проблемы промышленных ре-

гионов: Сб. науч. трудов междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург, 2003. – С. 242-243.

3. *Баркан, М.Ш.* Проблемы утилизации техногенных твердых отходов предприятий черной металлургии / *М.Ш. Баркан, Ю.В. Шувалов* и др. // Тезисы докладов 2-ого Международного конгресса по управлению отходами ВэйстГЭК- 2001. 5-8 июня 2001. – М., 2001. – С. 278-279.

4. *Васина, С.М.* Эффективное использование отходов промышленности в дорожном строительстве / *С.М. Васина, В.В. Абрамова, С.А. Широва* // Экол. системы и приборы. – 2002. - № 7. – С. 24-25.
5. *Бочкарев, Г.Р.* Комбинированная технология извлечения ионов тяжелых металлов из техногенных растворов и сточных вод / *Г.Р. Бочкарев, Г.И. Пушкарева, А.И. Маслий, А.Г. Белобаба* // Цветные металлы. – 2008. - № 1. – С. 19-22.
6. *Вейцер, Ю.И.* Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод / *Ю.И. Вейцер, Д.М. Минц.* – М.: Стройиздат, 1984. – 191 с.
7. *Куренков, В.Ф.* Влияние полиоксихлорида и сульфата алюминия на седиментацию суспензии каолина в присутствии катионного Праестола / *В.Ф. Куренков, И.Н. Надеждин, Х.Г. Хартан, Ф.И. Лобанов* // Химическая технология. – 2006. – №. 4. – С. 34-38.
8. *Мягченков, В.А.* Зависимость флокулирующего действия анионного и катионного полиакриламидных флокулянтов и их смеси от pH среды / *В.А. Мягченков, В.Е. Проскурина, Г.В. Булидорова* и др. // Химия и технология воды. – 2001. – Т. 23, № 3. – С. 285-294.
9. *Куренков, В.Ф.* Применение полиакриламидных флокулянтов для водоочистки / *В.Ф. Куренков, Х.Г. Хартан, Ф.И. Лобанов* // Бутлеровские сообщения. – 2002. - №11. – С. 31-40.
10. *Покрас, И.Б.* Способ определения реологических характеристик вязкопластических жидкостей / *И.Б. Покрас, Ю.Н. Шелковникова* // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2006. – Т. 72, № 10. – С. 30-32.

STUDYING AN OPPORTUNITY OF APPLICATION WATER-SOLUBLE HIGH-MOLECULAR SUBSTANCES FOR SUSPENSIONS FLOCCULATION

© 2010 N.L. Medyanik, I.A. Varlamova, N.L. Kalugina, L.A. Bodyan

Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov

Appreciable influence of pH environment on average speed sedimentation of researched suspensions is revealed. The index of reactionary ability (gloculating effect) of added reagents in the interval pH 1,067÷8,110 is estimated. Optimum pH value and time of effective suspensions flocculation by means of the researched high-molecular substances is certain. It is established, that preliminary coagulation of disperse systems raises the efficiency of subsequent flocculation. The basic technological scheme of application the picked up reagents for heavy metals extraction from sewage of the copper complex mines is offered.

Key words: high-molecular flocculants, coagulants, flocculating effect, cations of heavy metals, technogenic hydromineral resources

Nadezhda Medyanik, Candidate of Technical Sciences, Head of the Chemistry, Technology of Packing Manufactures Department. E-mail: medyanikmagnitka@mail.ru

Irina Varlamova, Candidate of Pedagogy, Associate Professor at the Chemistry, Technology of Packing Manufactures Department

Nataliya Kalugina, Candidate of Pedagogy, Associate Professor at the Chemistry, Technology of Packing Manufactures Department

Lyubov Bodyan, Candidate of Pedagogy, Senior Lecturer at the Chemistry, Technology of Packing Manufactures Department