

хлорид-иона, взвешенных веществ и нефтепродуктов). Это определяет необходимость особого контроля за концентраций данных веществ в потоке сбрасываемых вод.

Для снижения негативного воздействия на окружающую среду предприятием разработан целый комплекс мероприятий по защите почвенно-растительного покрова, поверхностных и подземных вод [3]. В целях предотвращения поверхностного и глубинного распространения образующихся рассолов за пределы площадки отвалы ограждаются земляными дамбами, а в основании укладываются противофильтрационные экраны. Собранные рассолы перекачиваются в шламохранилища, а часть возвращается в технологический процесс.

Библиографический список

1. Железювская Е.И., Экологические проблемы производства калийных удобрений/ Железювская Е.И., Василенко М.И. // В сб.: IVМеждунар. молодёжной науч. конф., 18-20 октября 2016 г. Белгор. гос. технол. ун-т. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. - С. 54-57.
2. Технологический регламент №6. Производство хлористого калия галургическим методом и отгрузка калия хлористого на СКРУ-1. ЦАО «Уралкалий», 2014.
3. Ветрова, Ю.В., Модели распространения вредных веществ в окружающей среде/ Ветрова, Ю.В., Васюткина, Д.И., Радоуцкий, В.Ю. // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - №4. – 159-163 с.

УДК 666.9:553.31

Клименко В.Г., канд. техн. наук, доц.,
Стрельникова А.И., маг.,
Сидельников Р.В., студ.
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

ИЗУЧЕНИЕ АДСОРБЦИИ КАТИОНОВ Ca^{2+} И Mg^{2+} ЖЕЛЕЗОРУДНЫМ КОНЦЕНТРАТОМ

В представленной работе в статистических условиях исследована сорбция катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} на поверхности компонентов железорудного концентрата. Получены изотермы сорбции. Сделан вывод о пористости адсорбата и характере взаимодействия адсорбата и адсорбента.

Ключевые слова: железорудный концентрат, адсорбция, ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} , изотермы сорбции, комплексонометрия, магнетит, гематит.

Введение. В связи с бурным развитием технологий, связанных с использованием источников ионизирующего излучения, возникает необходимость поиска новых материалов для биологической защиты, в том числе и отделочных. Особое место среди таких материалов

занимают композиционные материалы на гипсовых и магниевых вяжущих с тяжелыми наполнителями, содержащими соединения Fe^{2+} , Fe^{3+} [1]. Преимуществами данных материалов являются: достаточно широкая распространённость, доступность, не высокая стоимость, значительная прочность наполнителя, инертность к биологическим объектам, возможность магнитного разделения смесей, повышенные сорбционные свойства, склонность к модификации. Способность оксидов железа адсорбировать на своей поверхности различные ионы, обусловлена, в первую очередь, наличием на его поверхности гидроксильных групп. Кроме гидроксильных групп активными центрами могут быть координационно-ненасыщенные ионы Fe^{3+} и Fe^{2+} , которые выступают как кислоты Льюиса. Такие центры координируют вокруг себя частицы с неподеленными электронными парами.

В связи с вышесказанным было предложено модифицировать поверхность ЖК ионами Mg^{2+} , Ca^{2+} и SO_4^{2-} . В качестве модифицирующих реагентов выбраны хлориды и сульфаты кальция и магния. Такой выбор модифицирующих добавок обусловлен необходимостью иммобилизации оксидов железа родственными вяжущему ионами, что улучшит его связь с наполнителем и повысит характеристики гипсомагнетитовых композиционных материалов.

Для применения подобных добавок следует изучить процессы, происходящие на границе наполнитель – вяжущий материал, что возможно осуществить исследованием сорбции катионов поверхностью наполнителя.

Цель работы. Изучение механизма взаимодействия компонентов композиционного материала для биологической защиты от ионизирующего излучения на основе магниевых вяжущих и железорудного концентрата.

Основная часть. В работе использовались сульфаты магния и кальция, хлориды кальция и магния и железорудный концентрат Лебединского ГОКа (ЖК) [2,3].

При изучении сорбции ЖК использовался метод статической сорбции. Сущность метода заключается в формировании пробы с заданной концентрацией адсорбата и навеской адсорбента одинаковой массы с последующей выдержкой полученной суспензии до установления сорбционного равновесия. Далее следует отбор образца раствора для проведения исследований. Концентрацию ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} в исследуемых растворах определяли комплексометрическим методом с применением индикатора хрома кислотного темно-синего в соответствии с ГОСТ 26428-85 [4]. Расчеты сорбции (Γ) и показателя степени извлечения (α) проводились по известным формулам [5,6].

В соответствии с полученными данными были построены графики зависимости сорбции ионов магния на магнетите (рисунок 1) и ионов кальция на магнетите (рисунок 2), а также степени извлечения от концентрации раствора сульфата магния (рисунок 3) и от концентрации раствора хлорида кальция (рисунок 4).

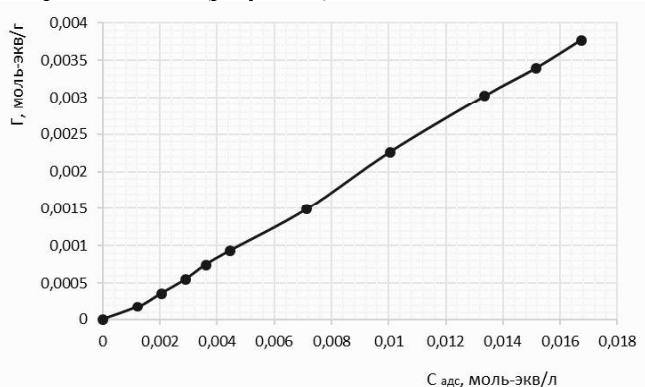


Рис. 1 - Зависимость сорбции ионов магния на магнетите от концентрации раствора сульфата магния

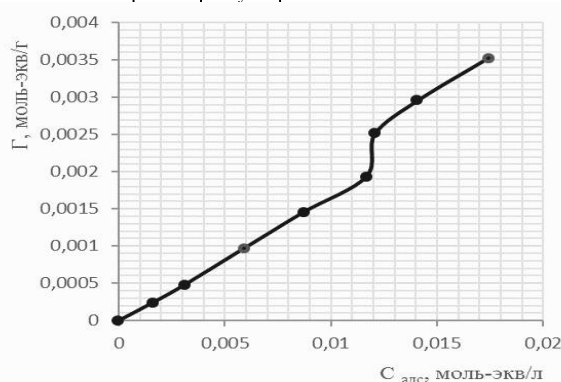


Рис. 2. - Зависимость сорбции ионов кальция на магнетите от концентрации раствора хлорида кальция

Согласно современной классификации изотерм сорбции [7], график, представленный на рисунке 1, следует отнести к 3 типу изотерм, а представленный на рисунке 2 – к 5 типу по классификации Брунауэра. Для них характерно более слабое взаимодействие адсорбент-адсорбат в сравнении с взаимодействием адсорбат-адсорбат. Зависимость на рисунке 1 позволяет охарактеризовать данную сорбцию как

однослойную. Изотерма, представленная на рисунке 2, характерна для мезопористых материалов, в которых помимо адсорбции наблюдается еще и капиллярная конденсация. Размер пор в мезопористых материалах от 2 до 50 нм.

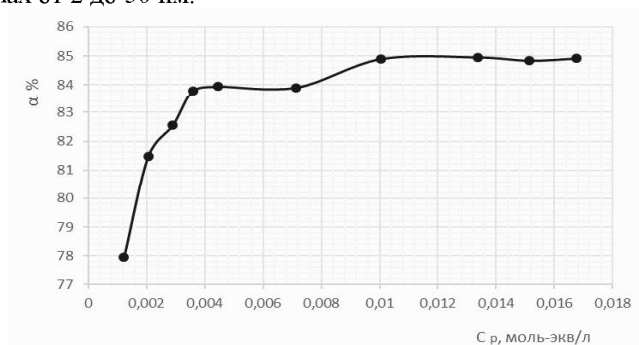


Рис. 3 - Зависимость степени извлечения от концентрации раствора сульфата магния

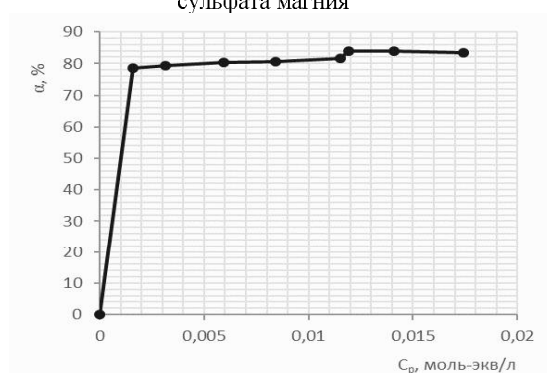


Рис. 4 - Зависимость степени извлечения от концентрации раствора хлорида кальция

Зависимость степени извлечения от концентрации растворов свидетельствует о том, что для проведения процесса сорбции с сульфатом магния и хлоридом кальция наиболее эффективно применение раствора с концентрацией 0,0666 н.

Сила поля ионов Ca^{2+} равна 1,87, что меньше, чем у ионов Mg^{2+} (3,65) и значительно меньше, чем у ионов Al^{3+} и Fe^{3+} (6,7–9,25). Маленькое значение силы полякатиона Ca^{2+} обусловлено большим радиусом его иона (0,104 нм). У остальных ионов он меньше. В связи с этим для закрепления сорбированных частиц предлагается подвергать

их термообработке при 300 и 700 °С. При этих температурах наблюдается повышение активности ЖК.

Для определения сорбционного равновесия была исследована кинетика сорбции ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} ЖК. Установлено, что максимальная степень извлечения ионов Ca^{2+} (85 %) наступает уже через 30-40 мин, а ионов Mg^{2+} (95 %) – уже через 10-15 мин. Повышение температуры не влияет на степень извлечения ионов из раствора.

Полученные ранее экспериментальные данные подтверждают наличие однослойного механизма структурообразования в магнетит-магнезиальной матрице [1]. Согласно этим данным, прочность магнезиального вяжущего имеет экстремальное значение при количестве добавки ЖК 60 масс. %. В случае отсутствия взаимодействия поверхности ЖК с вяжущим, с увеличением добавки наполнителя прочность композиции снижается. Данный эффект наблюдается в случае с гипсоматнетитовыми композициями [8].

Выводы. Железородный концентрат является мезопористым материалом. При сорбции ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} происходит нековалентная иммобилизация ионов. Адсорбция ионов идет не только по электростатическому механизму, но и путем ионного обмена с участием гидроксильных групп сорбента. Причем ионы сорбируются однослойно, сорбция имеет наибольшее значение при концентрациях раствора 0,066 н.

Сорбированные на поверхности ЖК ионы кальция и магния участвуют в поликонденсационных процессах, улучшая характеристики материала.

Библиографический список

1. Клименко В.Г., Композиционный материал на основе магнезиального вяжущего и железородного концентрата / Клименко В.Г., Чернышев А.З. // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. - 2018. - №9. - С. 85–92.
2. Клименко В.Г., Исследование физико-химических процессов в системе сульфат кальция – магнетит / Клименко В.Г., Гасанов С.К., Капшин Г.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2017. - №8. - С. 134–139.
3. Павленко В.И., Полимерные радиационно-защитные композиты: монография. / Павленко В.И., Ястрибинский Р.Н. - Белгород: Изд-во БГТУ. - 2009. - 220с.
4. ГОСТ 26428-85 Метод определения кальция и магния в водной вытяжке. - М.:1985.
5. Калюкова Е.Н., Количественные характеристики процесса сорбции катионов никеля (II) и марганца (II) на природном сорбенте опоке / Калюкова Е.Н., Иванская Н.Н. // Башкирский химический журнал. - 2009. - №3. - С. 54–58.

6. Никифорова Т.Е., Сорбция ионов меди модифицированным белково-целлюлозным комплексом барды / Никифорова Т.Е., Козлов В.А., Родионова М.В. // Химия растительного сырья. - 2008. - №4. - С.41–46.

7. Строкова Н.Е., Савилов С.В. Изучение поверхностных характеристик кремнезёма при адсорбции паров растворителей [Электронный ресурс]. URL: http://www.kge.msu.ru/education/prak_2.pdf.

8. Klimenko V.G., Plaster-based magnetite composite materials in construction/ Klimenko V.G., Kashin G.A., Prikaznova T.A. // IOP Conf. Series Materials Science. – 2018. – Vol. 327. - 032029.

УДК 666.942.82

**Ковалев С.В., асс.,
Мишин Д.А., канд. техн. наук, доц.**
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПРОИЗВОДСТВА БЕЛОГО ЦЕМЕНТА

Расширение сырьевой базы производства белого цемента путем применения отдельного ввода минерализатора, позволяющего получить клинкер сортовой белизны при использовании сырьевых компонентов с более высоким содержанием оксида железа.

Ключевые слова: белый цемент, расширение сырьевой базы, отдельный ввод минерализатора, каолины, использование отходов, белизна клинкера.

В настоящее время все большая потребность возникает в качественных, долговечных и эстетичных отделочных материалах. Одним из таких материалов является белый цемент. Производство белого цемента сильно ограничено. В настоящее время в России белый цемент выпускается всего одним заводом ООО «Холсим (Рус) Строительные Материалы». Поэтому для удовлетворения потребностей рынка белый цемент импортируется из стран зарубежья.

Одним из основных факторов, ограничивающих развитие промышленности белого цемента, являются высокие требования, предъявляемые к качеству сырья. Для получения цемента сортовой белизны содержание оксида железа в клинкере не должно превышать 0,5 масс. % [1]. Месторождений сырья, способных удовлетворить таким требованиям, мало, а имеющиеся истощаются в связи с выработкой.

Поэтому возникает необходимость расширения сырьевой базы производства белого цемента путем вовлечения в нее сырья, более обогащенного оксидом железа с сохранением сортовой белизны. Это явилось целью настоящей работы.

В ходе исследований кафедрой Технологии цемента и композиционных материалов был предложен способ отдельного ввода