

УДК 669.791

Бобылева Анастасия Витальевна

бакалавр,
Иркутский государственный
технический университет (ИрГТУ),
664074 г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: Lastochc2009@yandex.ru

Домрачева Валентина Андреевна

профессор, доктор технических наук,
Иркутский государственный
технический университет
e-mail: tina-domra@yandex.ru

О ВОЗМОЖНОСТИ ЭФФЕКТИВНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ РТУТИ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ УГЛЕРОДНЫМИ СОРБЕНТАМИ

Аннотация:

Одним из методов извлечения металлов из сточных вод и техногенных образований, обеспечивающих полноту выделения металлов, является сорбционный метод с применением угольных сорбентов.

Исследования по определению оптимального значения pH проводили в статических условиях. Была определена оптимальная область pH для сорбции Hg(II) pH 3.5 – 4.5.

Сорбция – процесс экзотермический, следовательно, с увеличением температуры емкость сорбента по отношению к металлам уменьшается.

Кинетические исследования показали, что сорбционное взаимодействие в системе металлосодержащий раствор – углеродный сорбент протекает достаточно интенсивно. При исходной концентрации ртути 4 – 5 мг/л для ртути при увеличении температуры с 20 до 80 °C время установления сорбционного равновесия уменьшается с 90 до 30 минут.

Для повышения эффективности извлечения ртути из техногенного сырья проведено модифицирование углеродных сорбентов методом сульфирования.

Применение сорбционного метода позволяет извлекать ионы тяжелых металлов из сточных вод промышленных предприятий до значений ПДК.

Ключевые слова: угольные сорбенты, сорбция, извлечение, модифицированный углеродный сорбент

Bobileva Anastasiya V.

bachelor,
The Irkutsk state technical University,
664074, Irkutsk, Lermontov st., 83
e-mail: Lastochc2009@yandex.ru

Domracheva Valentina A.

professor, doctor of technical sciences,
The Irkutsk state technical University
e-mail: tina-domra@yandex.ru

ON THE POSSIBILITY OF EFFICIENT MERCURY EXTRACTION FROM MAN-MADE MATERIALS BY CARBON SORBENTS

Abstract:

One of the methods of extraction metals from waste waters and man-made structures that provide for the completeness of metals extraction is the sorption method using coal sorbents.

Studies on determining optimum pH were carried out in static conditions. The optimum pH-region for the sorption of Hg(II) pH 3.5-4.5 was determined. The sorption is an exothermic process, therefore with the increase of temperature the capacity of the sorbent for metals decreases.

Kinetic studies displayed that the sorption interaction in the metal-containing solution- carbon sorbent is actually fairly intensely. When the initial mercury concentration of 4-5 mg/l for mercury by increasing the temperature from 20 to 80 °C the time for setting sorption equilibrium is reduced from 90 to 30 minutes.

For improving the efficiency of mercury extraction from man-made materials, the modification of carbon sorbents by sulfonation process is performed. The use of sorption method permits to extract heavy metal ions from waste waters of industrial enterprises up to MPC values.

Key words: coal sorbents, sorption, extraction, modified carbon sorbent

В настоящее время экологическая ситуация далека от благополучной. Около 15 процентов территории России по экологическим показателям находятся в критическом или околочитическом состоянии. Особое беспокойство вызывает экологическая обстановка в районе деятельности горно-обогатительных предприятий Сибири, Урала и Дальнего Востока. Восточно-Сибирский регион также нельзя назвать благополучным, что связано прежде всего с загрязнением биосферы тяжелыми металлами, которые представляют значительную опасность для окружающей среды и здоровья человека.

Основными техногенными источниками поступления тяжелых металлов в гидросферу являются стоки горно-обогатительных и гидрометаллургических предприятий, машиностроительных и химических производств. Содержание тяжелых металлов, таких как ионы цинка, меди, железа, ртути, кадмия, хрома, свинца, в окружающей среде составляет от 50 до 90 % общего загрязнения биосферы.

Практически все отрасли промышленности, использующие ртуть и ее соединения, создают проблему загрязнения биосферы высокотоксичными соединениями ртути. Проблема извлечения ртути при демеркуризации производственных растворов, текущих и складированных шламов и грунта стоит остро на предприятиях горной, а также химической промышленности.

ОАО «Рудник «Веселый» более 50 лет занимается переработкой полезных ископаемых Синюхинского месторождения (Республика Алтай) с целью добычи золота. На протяжении десятилетий на ЗИФ в технологическом процессе использовались гравитационно-амальгамационный и флотационный циклы обогащения. Средний расход ртути на амальгамацию составил 4 – 5 г на тонну перерабатываемой руды. Потери ртути составляли порядка 5 %. По предварительным подсчетам, объем хвостов составил 2,5 млн т, содержание ртути в них не менее 9 – 10 т. Процесс амальгамации при добыче золота в настоящее время запрещен, а ртутьсодержащие хвосты по-прежнему представляют прежде всего экологическую опасность для окружающей среды. Вместе с тем они являются дополнительным источником получения ртути. Поэтому необходимо проводить утилизацию ртутьсодержащих отходов.

Одним из методов извлечения металлов из сточных вод и техногенных образований, обеспечивающих полноту выделения металлов, является сорбционный метод с применением угольных сорбентов. Основная предпосылка использования ископаемых углей в качестве сырья для получения адсорбентов – сравнительно легкое образование у них пористой развитой структуры. Из ископаемых углей можно получить как дешевые адсорбенты одноразового действия, так и более дорогие гранулированные активные угли с развитой системой микро- и мезопор и высокой механической прочностью.

Решение задач по разработке сорбционных технологий извлечения металлов из сточных вод и техногенных образований связано прежде всего с сокращением минерально-сырьевых ресурсов страны и необходимостью уменьшения антропогенного воздействия металлов на природную среду.

Получение сорбентов из ископаемых углей и их исследование с целью извлечения ими тяжелых металлов проведено в научно-исследовательской лаборатории кафедры обогащения полезных ископаемых и инженерной экологии ИрГТУ.

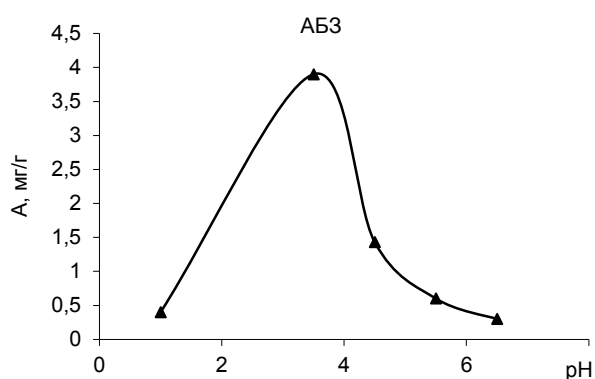


Рис.1 – Зависимость сорбции ионов ртути от pH

Исследование сорбентов на основе каменных и бурых углей показало, что сорбционная активность сорбентов на основе бурых углей по отношению к ионам металлов значительно выше, чем сорбентов на основе каменных углей. Увеличение сорбционной емкости объясняется природой сорбентов, а именно: бурые угли более «молодые», чем

каменные, поэтому функциональных групп на поверхности сорбента у них больше, больше и активных центров, участвующих в процессе сорбции.

Значительное влияние на процесс сорбции оказывает кислотность среды. Исследования по определению оптимального значения pH проводили в статических условиях. Была определена оптимальная область pH для сорбции Hg(II) pH 3.5 – 4.5 (рис. 1).

Проведено исследование закономерностей сорбции ионов ртути в статических условиях. При оптимальных значениях pH были получены изотермы сорбции ионов Hg(II). Концентрация ионов ртути изменялась от 4,5 до 20 мг/л. Время контакта сорбента с растворами солей составило 2 часа. Изотерма (рис. 2) характеризуется монотонным приближением адсорбции к некоторому предельному значению, соответствующему заполненному монослою. Для изотерм мономолекулярной сорбции характерно высокое сродство извлекаемых ионов с сорбентом. Такая форма кривой является следствием неоднородности поверхности, и различные адсорбаты (возможно, комплексы между адсорбатом и адсорбентом) могут претерпевать фазовые переходы, которые четко проявляются на однородных поверхностях. Для мономолекулярной сорбции характерно высокое сродство извлекаемых ионов с сорбентом.

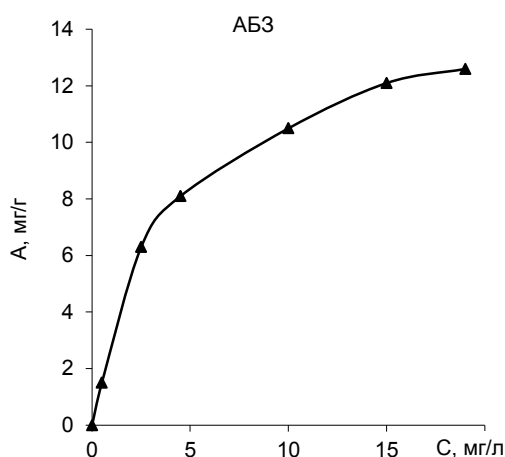


Рис. 2 – Изотерма сорбции ртути сорбентом АБЗ

Сорбция – процесс экзотермический, следовательно, с увеличением температуры емкость сорбента по отношению к металлам уменьшается. Результаты исследований приведены на рис. 3.

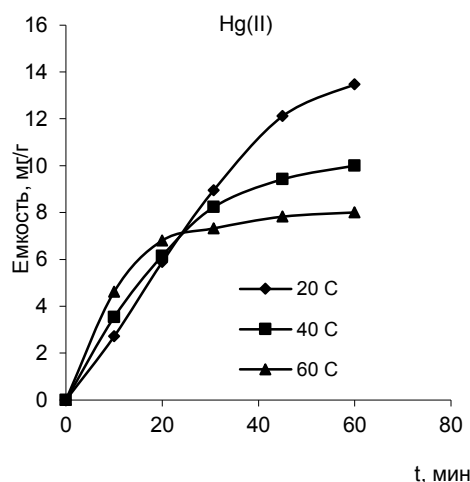


Рис. 3 – Кинетические кривые сорбции ионов Hg(II) из модельного раствора при различных температурах

Кинетические исследования показали, что сорбционное взаимодействие в системе металлосодержащий раствор – углеродный сорбент протекает достаточно интенсивно. При исходной концентрации ртути 4 – 5 мг/л для ртути при увеличении температуры с 20 до 80 °С время установления сорбционного равновесия уменьшается с 90 до 30 минут.

Для повышения эффективности извлечения ртути из техногенного сырья, проведено модифицирование углеродных сорбентов методом сульфирования. В результате эксперимента были определены оптимальные условия сульфирования: предварительная обработка сорбента в дихлорэтаноле в течение часа для предварительного набухания угольных гранул; сульфирование в течение 5 часов для увеличения количества активных групп и улучшения ионообменных свойств при температуре 70 °С; соотношение сорбент : серная кислота составляет 1 : 7.

Полученные сульфированные образцы модифицированных сорбентов были исследованы на сорбционную активность по отношению к ионам ртути. Выявлено, что емкость модифицированных сорбентов по отношению к ионам ртути значительно выше, чем у исходных сорбентов.

Применение сорбционного метода позволяет извлекать ионы тяжелых металлов из сточных вод промышленных предприятий до значений ПДК. Такой метод имеет ряд существенных преимуществ перед другими физико-химическими методами. Использование углеродных сорбентов, полученных из ископаемых углей, делает угольно-сорбционную технологию по очистке сточных вод и извлечению из них металлов эффективной, экологичной и ресурсосберегающей. С учетом резкого сокращения добычи полезных ископаемых извлечение металлов из сточных вод и техногенных образований с использованием углеродных сорбентов является перспективным.

Литература

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники / Н.В. Кельцев. - М.: Химия, 1984. - 592 с.
2. Домрачева В.А. Технологические и экологические аспекты переработки техногенного сырья, содержащего тяжелые металлы / В.А. Домрачева, Е.Н. Вещева, В.В. Трусова // «Научные основы и современные процессы комплексной переработки труднообогатимого минерального сырья «Плаксинские чтения 2010»: материалы междунар. совещ., Казань, 13-18 сент. 2010 г. / ЦНИИГеолнеруд. - М., 2010. – С. 437 – 440.
3. Домрачева В.А. Адсорбционное извлечение ионов тяжелых металлов углеродными сорбентами в статических условиях / В.А. Домрачева, Г. Шийрав // Цветные металлы. – 2013. – № 1 – С. 35 - 40.