

УДК 57.042

РЕГУЛЯЦИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ ПРИРОДНЫМ СОРБЕНТОМ – БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНОЙ

© 2010 Л.В. Мосталыгина, С.Н. Елизарова, А.Ю. Тихонова, А.В. Костин

Курганский государственный университет

Поступила в редакцию 30.03.2010

Проведено сравнительное изучение влияния сорбентов различной природы, в том числе природного сорбента – бентонитовой глины Зырянского месторождения – на концентрацию ионов кальция и магния в модельном растворе в диапазоне концентраций ионов 0,1 мг/мл - 100 мг/мл. Изучено влияние pH на сорбцию ионов. Определено оптимальное время установления равновесия. Показано, что ионы кальция и магния оказывают взаимное влияние друг на друга при совместном присутствии в модельном растворе. Исследованы реальные объекты – желудочный сок человека и природная вода. Предложен метод очистки воды с использованием бентонитовой глины.

Ключевые слова: *природный сорбент, бентонитовая глина, регуляция, ионы кальция и магния*

Результат влияния окружающей среды на организм человека во все времена обращал на себя внимание исследователей. Кальций и магний играют решающую роль в осуществлении многих физиологических и биохимических процессов в организме человека и животных, поэтому их концентрацию необходимо регулировать. В ряде случаев поступление кальция и магния в организм человека может превышать допустимые нормы (известны регионы, где показатели воды по жесткости превышают норму в 4 и более раза), иногда ощущается дефицит поступления этих ионов. Доступным природным соединением (энтеросорбентом), способным влиять на содержание ионов кальция и магния, в том числе и в организме человека, может быть бентонитовая глина Зырянского месторождения Курганской области. Такой сорбент является доступным, хорошо сочетает сорбционную активность по отношению к широкому кругу токсикантов и микроорганизмов с практическим отсутствием противопоказаний к его применению. Глина Зырянского месторождения относится к разряду щелочно-земельных (в обменном комплексе присутствуют катионы магния и кальция 30,18 ммоль-экв/100 г и 27,89 ммоль-экв/100 г соответственно), что отличает ее от глин других месторождений.

Цель работы: сравнительное исследование влияния бентонитовой глины Зырянского месторождения, а также активированного угля и катионообменника КУ-2 на концентрацию ионов кальция и магния, а также исследование ряда объектов.

Глину измельчали в фарфоровой ступке, просушивали до постоянной массы при температуре $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, просеивали через сито с разным диаметром отверстий (0,1 мм, 0,5 мм и 1 мм).

Мосталыгина Лидия Витальевна, кандидат химических наук, заведующая кафедрой «Физическая и прикладная химия». E-mail: analyt@kgsu.ru

Елизарова Светлана Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Физическая и прикладная химия»

Тихонова Анна Юрьевна, студентка

Костин Александр Вадимович, старший преподаватель кафедры «Физическая и прикладная химия»

Навеску глины массой 0,5 г помещали в 50 мл исследуемого модельного раствора. Модельный раствор готовили из твердых препаратов: CaCl_2 (ч.д.а.) и $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (ч.д.а.). Содержание ионов кальция и магния в модельных растворах варьировали в диапазоне концентраций ионов от 0,1 мг/мл до 100 мг/мл. Для выявления механизма сорбции параллельно проводились исследования в системе раствор – сорбент, где в качестве сорбента применяли ионообменник КУ-2, активированную глину и активированный уголь, отличающиеся механизмом сорбции. Сорбция ионов кальция и магния проводилась при встряхивании растворов различной концентрации с сорбентами в течение 3 часов на механическом встряхивателе. Изучалась зависимость характера распределения данных ионов от pH в интервале значений 0-14. Начальную и равновесную концентрации ионов металлов определяли комплексонометрическим титрованием. Для ионов кальция были получены кривые, характеризующиеся приближением сорбции к некоторому предельному значению. Для ионов кальция предельная величина сорбции на глине составила 200 мг/г, для активированного угля – 360 мг/г.

При детальном изучении сорбции ионов кальция в модельном растворе в диапазоне 0,1-10 мг/мл было установлено, что кривые сорбции ионов кальция имеют изгиб, что возможно связано с первоначальным заполнением монослоя, а затем второго слоя ионами сорбата (рис. 1). Активация глины с заменой ионов кальция в обменном комплексе на ионы натрия привела к увеличению сорбции ионов кальция из модельного раствора глиной. Катионит КУ-2 обладает наилучшей сорбирующей способностью, что, возможно, связано с ионообменным механизмом действия данного сорбента.

Для ионов магния также были получены кривые, характеризующиеся приближением сорбции (десорбции) к некоторому предельному значению (рис. 2). Для ионов магния максимальная десорбция с поверхности глины составила 160 мг/г. При использовании в качестве сорбента угля

предельная сорбция 390 мг/г. Такие закономерности в случае использования бентонитовой глины можно объяснить одновременным протеканием двух процессов сорбция-десорбция, поскольку в

состав бентонитовой глины Зырянского месторождения в значительном количестве входят ионы кальция и магния.

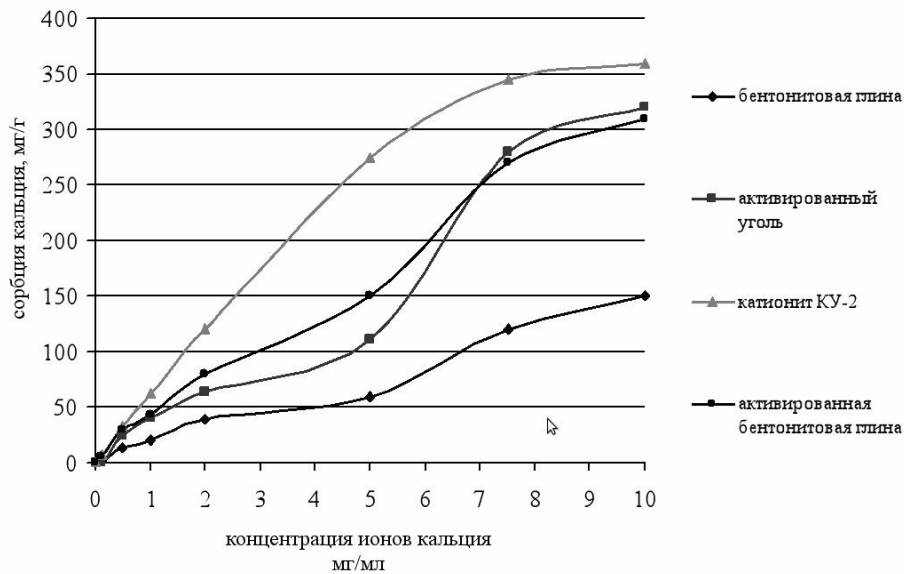


Рис. 1. Сорбция ионов кальция бентонитовой глиной, активированной глиной, активированным углем и катионитом КУ-2 из модельного раствора

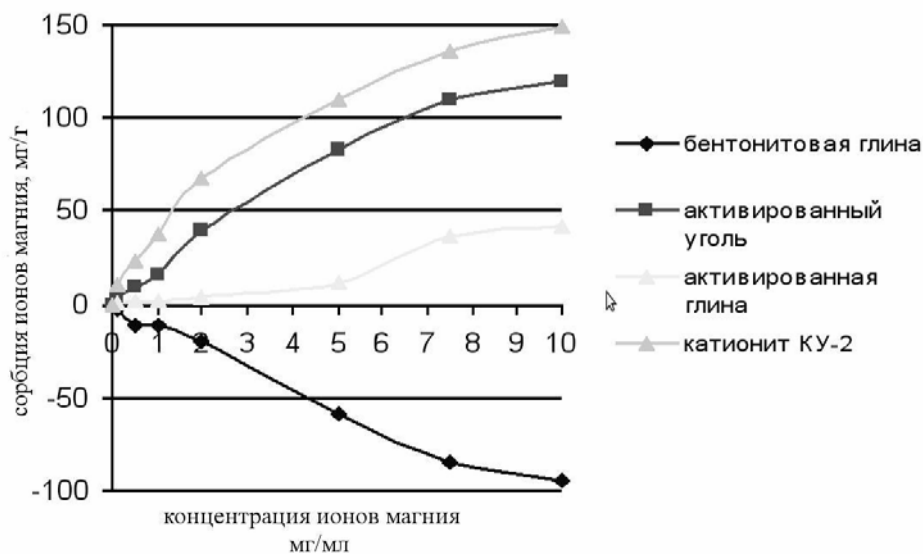


Рис. 2. Распределение ионов магния в системе «бентонитовая глина — раствор соли магния», «активированная глина — раствор соли магния», «катионит КУ-2 — раствор соли магния» и «активированный уголь — раствор соли магния»

Для дальнейших исследований была выбрана концентрация ионов кальция и магния 1 мг/мл. Изучена зависимость распределения ионов кальция и магния в системах «бентонитовая глина — раствор», «активированная бентонитовая глина — раствор», «катионит КУ-2 — раствор» и «активированный уголь — раствор» от времени контакта в интервале 5 минут — 4 часа. Установлено, что через час все системы достигли равновесия. Сорбция ионов кальция на глине в момент равновесия составила 20 мг/г, на активированной глине 35 мг/г, на угле 28 мг/г, на катионите 62 мг/г.

Сорбция ионов магния достигла предельных значений через 1 час: на угле — 20 мг/г, на активированной глине — 2 мг/г, на катионите КУ-2 — 37 мг/г, а в присутствии глины концентрация магния в растворе увеличилась до 11 мг/г (процесс десорбции).

Изучена зависимость характера распределения данных ионов от pH в интервале 0-14. Для системы «глина — раствор соли кальция» и системы «уголь — раствор соли кальция» минимальная сорбция составила 2 мг/г и 0 мг/г при pH=0, максимальная адсорбция — 46 мг/г и 31 мг/г при pH=13 соответственно. Для системы «глина —

раствор соли магния» и системы «уголь – раствор соли магния» минимальная десорбция 62 мг/г и 0 мг/г при рН=0; максимальная десорбция 80 мг/г и сорбция на угле 79 мг/г при рН=13 соответственно.

Исследовано влияние размера частиц глины на сорбцию ионов кальция и магния бентонитовой глиной в модельном растворе. В процессе истирания происходят изменения связанные со структурой бентонитовой глины. Измельчение глины приводит к увеличению свободной поверхности глины. Исследование показало, что при уменьшении диаметра частиц от 1мм до 0,1 мм происходит увеличение сорбции ионов кальция и десорбции ионов магния.

На следующем этапе работы с целью выяснения характера поведения ионов кальция и магния при совместном присутствии, были взяты следующие соотношения ионов 1:100, 1:10, 1:1, 10:1, 100:1. Оказалось, что при соотношении ион магния: ион кальция = 100:1 и 10:1 наблюдается увеличение как концентрации иона кальция, так и иона магния в модельном растворе (ионы десорбируются с поверхности глины) (рис. 3). При

соотношении кальция: магния 100:1 и 10:1 наблюдалась сорбция как ионов магния, так и кальция. При равных концентрациях (соотношение 1:1) ионы ведут себя, как и в индивидуальных растворах – ионы кальция сорбируются глиной, ионы магния десорбируются, но в меньших количествах.

В качестве реального объекта был исследован желудочный сок, определяли содержание кальция и магния (in vitro) до и после внесения бентонитовой глины массой 0,01 г и 0,5 г. Наблюдалось увеличение содержания как ионов кальция при внесении бентонитовой глины (рис. 4), так и ионов магния. Показано также, что содержание ионов кальция и магния в воде р. Тобол с исходной высокой жесткостью от 8 до 9 ммоль экв /л при действии глины уменьшается на единицу. Учитывая, что глина поглощает также другие опасные для окружающей среды компоненты, как было установлено проведенными нами ранее исследованиями, можно рекомендовать ее в качестве фильтрующего материала для очистки природных вод, например, очистки русла рек, и доочистки питьевой воды.

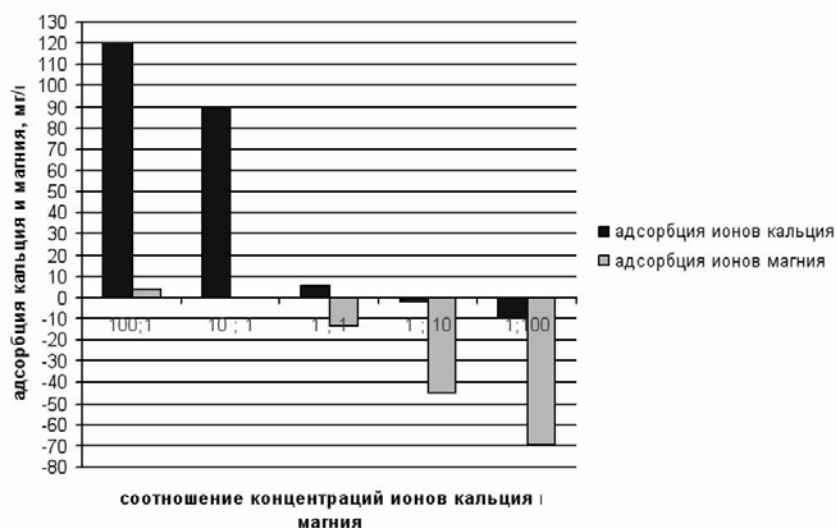


Рис. 3. Распределение ионов кальция и магния в системе «раствор – бентонитовая глина»

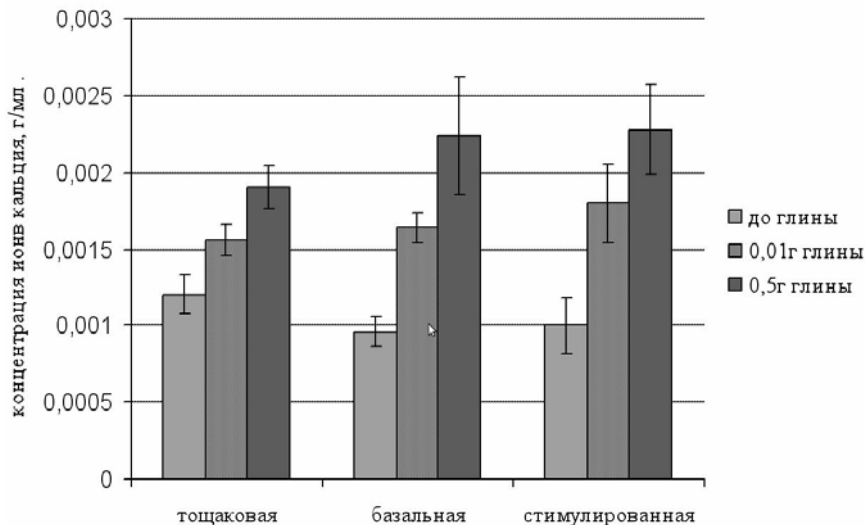


Рис. 4. Влияние бентонитовой глины на содержание ионов кальция в желудочном соке

Для чрезвычайно загрязненной воды р. Черной, протекающей в черте г. Кургана, предложены три варианта очистки:

1. Обваловка берегов реки Черной в месте нахождения частного сектора (протяженностью 2 км), при этом расход глины составит 2000 м³, масса необходимого количества глины (при $\rho=1,88$ т/м³) составит 3760 т и при стоимости глины 1000 р/т расход на глину составит 3760000 рублей.

2. Подстилка из бентонита русла реки слоем глины в районе частного сектора, при этом расход, связанный с использованием бентонитовых глин

составит (при толщине слоя глины 10 см, ширине 50 см и протяженности 2 км количество глины составит 188 т) 188000 рублей.

3. Строительство двух дамб, первая после стока ОАО «Курганмашзавод», вторая перед впадением в р. Тобол.

Выводы: являясь природным сорбентом и ионообменником, бентонитовая глина способна выступать мягким регулятором содержания ионов кальция и магния и влиять на их содержание в различных объектах.

REGULATION OF CALCIUM AND MAGNESIUM IONS CONCENTRATION BY NATURAL SORBENT – BENTONITIC CLAY

© 2010 L.V. Mostalygina, S.N. Elizarova, A. Yu. Tikhonova, A.V. Kostin

Kurgan State University

Comparative studying the influence of various nature sorbents, including natural sorbent – bentonitic clay from Zyryansky deposit – on calcium and magnesium ions concentration in a modelling solution in a range of ions concentration from 0,1 mg/ml to 100 mg/ml is lead. Influence pH on ions sorption is studied. Optimum time of balance achievement is certain. It is shown, that ions of calcium and magnesium render mutual influence against each other at joint presence in a modeling solution. Real objects - human gastric juice and natural water are researched. The method of water treating with use of bentonitic clay is offered.

Key words: *natural sorbent, bentonitic clay, regulation, ions of calcium and magnesium*

Lidiya Mostalygina, Candidate of Chemistry, Head of the Department "Physical and Applied Chemistry". E-mail: analyt@kgsu.ru

Svetlana Elizarova, Candidate of Biology, Associate Professor at the Department "Physical and Applied Chemistry"

Anna Tikhonova, Student

Alexander Kostin, Senior Teacher at the Department "Physical and Applied Chemistry"