

УДК 546.46:544.723

**ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ БИШОФИТА МЕТОДОМ АДСОРБЦИИ НА МАГНИЯ ОКСИДЕ****Озеров А.А., Сысуев Б.Б., Солодунова Г.Н., Мерешкова Н.Ю.***Волгоградский медицинский научный центр, Волгоград, e-mail: prof\_ozerov@yahoo.com*

Разработана простая и эффективная технология очистки водных растворов минерала бишофит от тяжелых металлов и техногенных примесей. Технический водный раствор магния хлорида был очищен методом адсорбции с использованием алюминия оксида, силикагеля, угля активированного и магния оксида. Перемешивание раствора бишофита с магния оксидом при комнатной температуре с последующим отстаиванием и фильтрованием обеспечивает значительное удаление железа, марганца и цинка, выбранных в качестве маркеров эффективности очистки. Магния оксид обеспечивает намного более эффективное удаление примесей и уменьшает концентрацию железа в 80 раз. Исследованы различные режимы очистки, определена оптимальная концентрация магния оксида. На основании полученного очищенного бишофита возможно создание новых лекарственных препаратов магния для приема внутрь.

**Ключевые слова:** магний, бишофит, очистка, адсорбция**THE EFFECTIVE TECHNOLOGY OF PURIFICATION OF BISHOFIT BY ADSORPTION AT MAGNESIUM OXIDE****Ozerov A.A., Sysuev B.B., Solodunova G.N., Mereshkova N.Y.***Volgograd Medical Scientific Centre, Volgograd, e-mail: prof\_ozerov@yahoo.com*

The simple and effective technology of purification of aqueous solution of mineral bishofit from heavy metals and technogenic admixtures has been worked out. The technical grade water solution of magnesium chloride was purified by adsorption method using aluminum oxide, silica gel, activated carbon and magnesium oxide. Mixing of the bishofit solution and magnesium oxide at room temperature followed by settling and filtration provide substantial removing of iron, manganese and zinc, which were selected as the markers of the effectiveness of purification. The magnesium oxide provides much more effective removal of impurities and reduces the concentration of iron in 80 times. The different regimes of purification were investigated, the optimal concentration of the magnesium oxide was determined. Novel magnesium drugs for oral administration on the base of purified bishofit could be developed.

**Keywords:** magnesium, bishofit, purification, adsorption

Природный минерал бишофит, месторождения которого обнаружены на обширных площадях Прикаспийской впадины, является доступным источником магния, на основе которого ведутся интенсивные разработки отечественных бальнеологических препаратов [6] и лекарственных средств [7]. Препараты магния являются эффективными средствами коррекции дефицита магния в организме [5]. При этом биодоступность [1], фармакологическая активность [3, 4] и токсические свойства [2] магнийсодержащих препаратов в значительной степени определяются природой их солевой формы и наличием примесей. Примеси, входящие в состав бишофита, включают соли сопутствующих щелочноземельных металлов (бериллий, кальций, барий), железа и тяжелых металлов. Кроме того, железо является наиболее значительной техногенной примесью как продукт коррозии стальной арматуры скважин. По этой причине использование бишофита как основы для получения лекарственных средств, применяемых внутрь, без дополнительной глубокой очистки представляется невозможным. В связи с этим разработка эффективных методов очистки природного

магнийсодержащего сырья, в том числе бишофита, от нежелательных примесей, является актуальной задачей современной фармации.

**Цель исследования**

Разработка нового адсорбционного метода очистки водного раствора технического бишофита от железа и тяжелых металлов с целью создания на его основе эффективных и безопасных магнийсодержащих препаратов.

**Материалы и методы исследования**

При выполнении исследований был использован технический бишофит, полученный из Городищенской скважины № 6040 (Волгоградская обл.) и стандартизированный по плотности ( $d_{4}^{20}$  1,331)

Масс-спектральный анализ проводили на квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой ICP «Plasma-Quard» (Великобритания). Количественное содержание магния определяли титриметрически. Величину pH растворов определяли с помощью pH-метра Mettler Toledo 320 (Швейцария) с температурной коррекцией результатов измерений.

Для очистки технического бишофита от железа, тяжелых металлов и техногенных примесей использовали следующие адсорбенты: алюминия оксид (ТУ 2962-54), силикагель (Kieselgel 60, Fluka), активированный уголь (БАУ) и магния оксид (ГОСТ 4526-75),

а также магния оксид, полученный из очищенного бишофита.

Общая методика очистки бишофита. К 1000 мл технического бишофита ( $n_D^{20}$  1,4293;  $d_4^{20}$  1,331; pH 6,2), имеющего высокую мутность и выраженную желто-бурую окраску, добавляют 0,1–10 г адсорбента, перемешивают при комнатной температуре в зависимости от выбранного режима очистки в течение 1–8 ч, отстаивают в течение 1–8 ч, осадок отделяют декантацией, раствор дополнительно фильтруют через двойной бумажный фильтр (синяя или черная лента). Для коррекции pH добавляют 1–4 мл концентрированной соляной кислоты квалификации хч (контроль pH потенциометрический) и получают 960–990 мл бесцветного и прозрачного бишофита, физико-химические и органолептические свойства которого соответствуют ВФС 42-2950-97.

Получение магния оксида из очищенного бишофита. К нагретому до температуры 65–70 °С раствору 50,0 г (0,472 моль) карбоната натрия в 250 мл воды добавляют при перемешивании 100 мл (0,426 моль) очищенного бишофита с содержанием магния хлорида 405,1 г/л (титриметрически), охлаждают, выделившийся осадок магния карбоната основного отфильтровывают, промывают 3 раза по 50 мл воды, сушат при температуре 110–120 °С, прокаливают в муфельной печи при температуре 900–1000 °С в течение 1 ч и получают 15,8 г магния оксида с содержанием основного вещества 98,6%.

очистки бишофита от тяжелых металлов, были выбраны железо, марганец и цинк.

В таблице представлены результаты анализа образцов исходного технического и очищенного бишофита с использованием магния оксида и других адсорбентов: алюминия оксида, силикагеля и активированного угля при различных режимах очистки.

Как следует из данных таблицы, использование в качестве адсорбента магния оксида квалификации чда в количестве 0,1–10 г на 1000 мл технического бишофита обеспечивает уменьшение содержания железа в 11–240 раз, марганца – в 3–8 раз и цинка – в 2–4 раза. При этом магния оксид, полученный из самого очищенного бишофита, позволяет достигать практически такой же степени очистки, что и магния оксид квалификации чда. В то же время алюминия оксид или силикагель в количестве 10 г/л, что соответствует максимально использованному количеству магния оксида, существенно не изменяют содержания анализируемых примесей. Только активированный уголь в количестве 10 г/л понижает содержание железа, марганца и цинка соответственно

#### Эффективность очистки технического бишофита методом адсорбции

Адсорбент	Количество, г/л	Длительность, ч		Содержание, мг/л		
		Перемешивание	Отстаивание	Железо	Марганец	Цинк
Исходный бишофит	–	–	–	41,0	1,10	0,75
Магния оксид	0,1	8	1	3,82	0,36	0,20
Магния оксид	0,5	8	1	0,23	0,22	0,43
Магния оксид	1	8	1	0,17	0,18	0,20
Магния оксид	4	2	2	0,48	0,14	0,25
Магния оксид	10	1	8	0,51	0,16	0,22
Магния оксид (из бишофита)	1	8	1	0,26	0,17	0,22
Алюминия оксид	10	1	8	35,0	1,05	0,60
Силикагель	10	1	8	38,0	0,98	0,43
Уголь активированный	10	1	8	13,2	0,30	0,35

#### Результаты исследования и их обсуждение

Количественный анализ исходного технического бишофита, выполненный методом масс-спектрального анализа, показал, что содержание большинства тяжелых и редкоземельных металлов, за исключением ванадия (0,31 мг/л), марганца (1,10 мг/л), железа (41,0 мг/л), кобальта (0,13 мг/л), цинка (0,75 мг/л), стронция (8,10 мг/л), молибдена (0,29 мг/л) и бария (0,08 мг/л), не превышает таковую в морской воде, поэтому при дальнейших исследованиях концентрацию этих элементов не определяли. В качестве маркеров, характеризующих степень

в 3, 4 и 2 раза, что значительно уступает по эффективности очистки магния оксиду.

Высокая эффективность магния оксида объясняется иным, по сравнению с остальными адсорбентами, механизмом удаления примесей из водного раствора бишофита. Магния оксид вступает в химическое взаимодействие с водным раствором магния хлорида и образует высокодисперсный осадок магния хлорида основного. Далее содержащиеся в бишофите растворимые соли двух- и трехвалентного железа реагируют с этим осадком и осаждаются на его поверхности в виде соответствующих нерастворимых основных солей, а часть маг-

ния хлорида основного шова превращается в магнезия хлорид. Аналогичным образом происходит осаждение основных хлоридов марганца, цинка, молибдена, кадмия и других тяжелых металлов. Необходимо также отметить, что при взаимодействии магнезия оксида с раствором бишофита в результате образования магнезия хлорида основного значительно увеличивается концентрация гидроксид-ионов в растворе, вследствие чего рН раствора повышается с 5,5–6,5 до 8,5–9,0, что соответствует увеличению концентрации гидроксид-ионов в 1000 раз. Это в свою очередь способствует осаждению солей тяжелых металлов на поверхности адсорбента.

### Заключение

Использование магнезия оксида в качестве адсорбента для очистки водного раствора бишофита обеспечивает удаление значительной части железа и тяжелых металлов и позволяет достигать высокой степени очистки бишофита от указанных примесей. Очищенный таким образом бишофит может быть использован для производства безопасных бальнеологических препаратов и лекарственных средств, в том числе и для внутреннего применения.

### Список литературы

1. Иежица И.Н., Кравченко М.С., Харитонов М.В., Спасов А.А., Озеров А.А. Сравнительная биодоступность некоторых органических солей магнезия и магнезийсодержащих препаратов в условиях алиментарной гипомagneзмии // Вестник Волгогр. гос. мед. ун-та. – 2007. – Т. 24, № 4. – С. 39–41.
2. Спасов А.А., Бугаева Л.И., Иежица И.Н., Кравченко М.С., Лебедева С.А., Озеров А.А. Сравнительное изучение острой токсичности органических солей магнезия // Микроэлементы в медицине. – 2007. – Т. 8, № 1. – С. 2–4.
3. Спасов А.А., Иежица И.Н., Харитонов М.В., Желтова А.А., Озеров А.А. Изучение эффективности некоторых органических солей магнезия при экспериментальной гипомagneзмии // Вестник Оренбургск. гос. ун-та. – 2011. – № 15. – С. 153–155.
4. Спасов А.А., Петров В.И., Иежица И.Н., Кравченко М.С., Харитонов М.В., Озеров А.А. // Сравнительная фармакологическая активность органических и неорганических солей магнезия в условиях системной алиментарной гипомagneзмии // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2010. – № 2. – С. 29–37.
5. Спасов А.А., Петров В.И., Иежица И.Н., Мазанова Л.С., Озеров А.А. Магний (значение, дефицит, лекарственные средства и биологически активные добавки к пище) // Микроэлементы в медицине. – 2004. – Т. 5, № 4. – С. 45–47.
6. Сысуев Б.Б., Митрофанова И.Ю., Степанова Э.Ф. Перспективы и проблемы создания на основе минерала бишофит эффективных лекарственных форм // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 6. – С. 218–221.
7. Agarwal R., Iezhitsa I., Awaludin N.A., Ahmad Fisol N.F., Bakar N.S., Abdul Rahman T.H., Mohd Ismail N., Spasov A., Ozerov A., Agarwal P., Mohamed Ahmed Salama M.S. Effects of magnesium taurate on the onset and progression of galactose induced experimental cataract: In vivo and in vitro evaluation // Experimental Eye Research. – 2013. – Т. 110. – С. 35–43.