

СООТНОШЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ И ОСАДИТЕЛЬНОЙ СТАДИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГРАНУЛИРОВАННОГО СОРБЕНТА С АКТИВНЫМИ НАНОЦЕНТРАМИ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

Г.Г. Михайлов, А.Г. Морозова, Т.М. Лонзингер, В.А. Скотников

Исследована природа сорбционного взаимодействия гранулированного сорбента с активными наночестрами и растворов тяжёлых металлов. Установлено, что сорбционный процесс реализуется путём реакционной диффузии и обменных топомических реакций на активных наночестрах, а также совместного соосаждения катионов тяжёлых металлов и гидроалюминатов кальция.

Ключевые слова: гранулированный сорбент, сорбционное взаимодействие, активные наночестры, топомические реакции, тяжёлые металлы.

Введение

В работах [1, 2] решены задачи получения гранулированного сорбента на основе самораспадающегося шлака и изучена природа его сорбционного взаимодействия с растворами тяжелых металлов. Поскольку сорбционный процесс включает в себя нанопроцессы перехода катионов кальция в раствор и частичную миграцию катионов кремния и алюминия в пределах устойчивости алюмокремнекислородного каркаса, при длительном взаимодействии сорбата и сорбента наблюдается накопление мелкодисперсных продуктов, осаждающихся из растворов.

Целью работы является изучение состава и структуры осадков, их количества при длительном сорбционном взаимодействии активных наночестров гранулированного сорбента с концентрированным раствором тяжелых металлов. Состав модельного раствора приведен в табл. 1.

Состав модельного раствора

Таблица 1

Концентрация в модельном растворе, г/л						pH
Ce(NO ₃) ₃ ·6H ₂ O	CuSO ₄ ·5H ₂ O	FeCl ₃ ·6H ₂ O	MnCl ₂ ·4H ₂ O	NiCl ₂ ·6H ₂ O	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	
3,0334	3,9293	1,4296	0,9000	2,0200	1,0980	1,85

Методика исследования

Исследование структуры и состава осадков проводили методами электронно-микроскопического и микрорентгеноспектрального анализа на микроскопе JEOL JSM 6460 LV. Сорбционно-осадительный процесс изучали в статическом режиме при соотношении твердое / жидкое = 1 : 10. Раствор периодически перемешивали (1 раз в сутки). Фракционный состав исходных гранул:

3,2–2,0 мм	80 %
2,0–1,0 мм	20 %

Определение концентраций катионов, участвующих в сорбционно-осадительном взаимодействии, проводили через определенные промежутки времени до установления равновесного значения pH.

После цикла сорбционного взаимодействия гранулы извлекали из модельного раствора, осадки отделяли фильтрованием, высушивали при 105 °С до постоянной массы и определяли соотношение дисперсного осадка и гранул весовым методом.

Результаты и обсуждение

После завершения сорбционного процесса количество осадка составило 2,54 % по отношению к массе гранул. Масса гранул по сравнению с исходной увеличилась на 2,68 %.

За 200 часов контакта гранул с модельным раствором наблюдается полное (100 %) извлечение катионов Ce³⁺, Fe³⁺, Cu²⁺, а также катионов Ni²⁺ (90,3 %), Zn²⁺ (96,31 %) и Mn²⁺ (89,5 %). Уве-

личение массы гранул после длительного контакта с модельным раствором является макропроявлением их сорбционной способности. Образование мелкодисперсных осадков свидетельствует о наличии осадительной стадии водоочистки. Морфологические особенности и состав осадков, образующихся при взаимодействии активных центров гранулированного сорбента с модельным раствором, представлены на рис. 1 и в табл. 2.

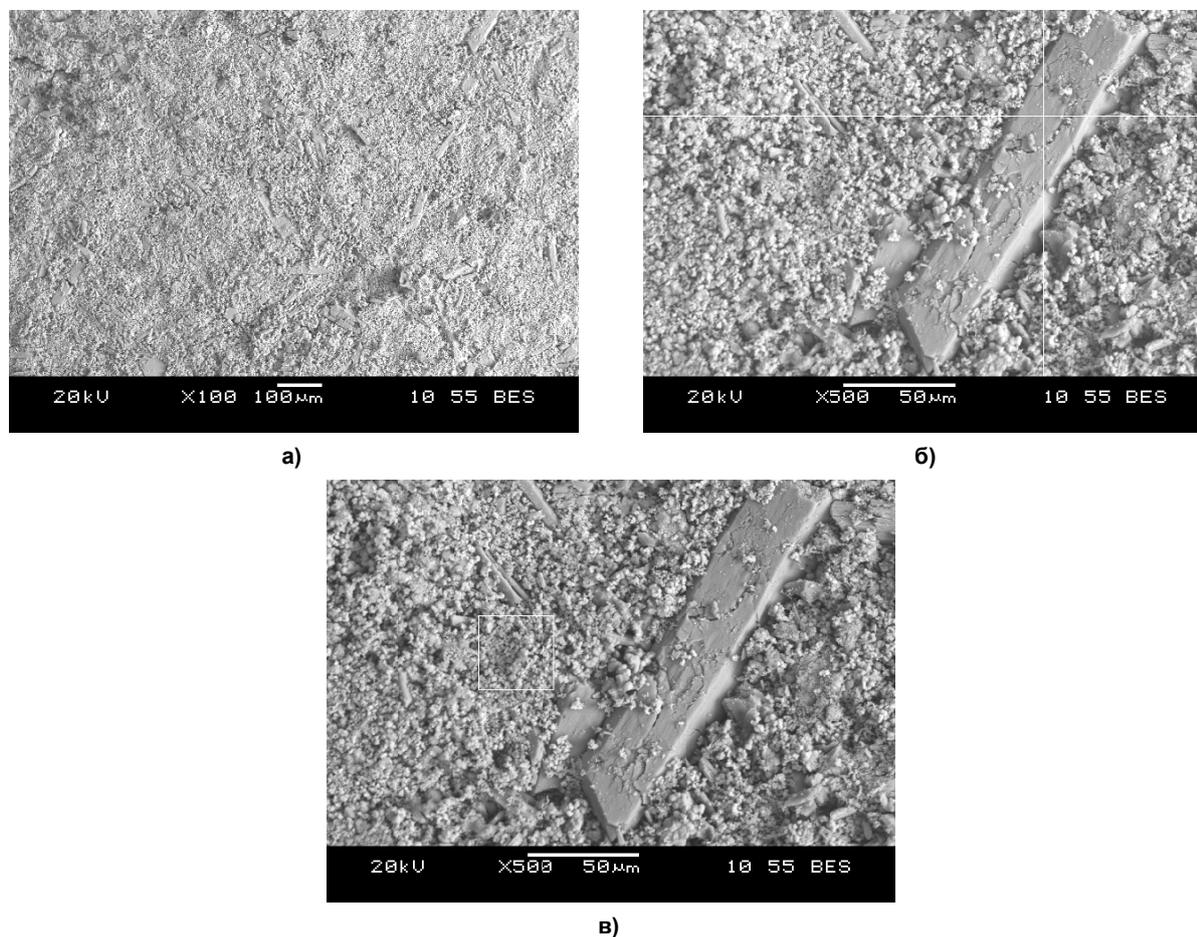


Рис. 1. Внешний вид (а) и морфологические особенности (б, в) мелкодисперсного осадка

Таблица 2

Результаты микрорентгеноспектрального анализа

Элемент	Содержание элемента, мас. % (рис. 1, а)	Содержание элемента, мас. % (рис. 1, б)	Содержание элемента, мас. % (рис. 1, в)
C	6,36	5,36	5,91
O	31,39	34,10	27,14
Mg	0,73	—	0,64
Al	0,75	—	0,77
Si	4,06	—	5,38
S	5,97	25,13	1,07
Cl	5,93	—	8,25
Ca	15,19	35,41	10,46
Mn	1,32	—	1,75
Fe	18,90	—	25,28
Ni	3,11	—	3,68
Cu	2,69	—	3,96
Zn	0,80	—	1,17
Ce	2,79	—	4,53

Краткие сообщения

Рентгенографически в составе осадков идентифицируются $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, Fe_2O_3 , CaCO_3 . На основании экспериментальных результатов можно заключить, что в осадок прежде всего выпадает сульфат кальция и оксид железа. Одновременное присутствие в мелкодисперсной составляющей катионов железа, меди, цинка, церия, марганца, кальция, кремния свидетельствует о том, что сорбируемые катионы входят в состав силиката кальция, кристаллизующегося из модельного раствора. По данным химического анализа порошкообразного осадка и гранул сорбента в составе осадка удерживаются 0,1–0,2 % от общего содержания катионов тяжелых металлов. Осадок легко отделяется от гранул и не представляет экологической опасности, так как необратимо удерживает сорбируемые катионы.

Выводы

Сорбционный процесс реализуется путем реакционной диффузии и обменных топохимических реакций с участием активных наночентров, а также совместного осаждения катионов тяжелых металлов и гидросиликатов кальция из исследуемых растворов. Технология получения гранулированного сорбента позволила до минимума сократить стадию осаждения и активировать сорбционный топохимический процесс.

Литература

1. Особенности необратимой сорбции катионов тяжелых металлов гранулированным сорбентом на основе силикатов и алюмосиликатов кальция / Г.Г. Михайлов, А.Г. Морозова, Т.М. Лонзингер, А.В. Лонзингер, и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2011. – Вып. 5. – № 12 (229). – С. 46–53.
2. Гранулированный сорбент тяжелых металлов и радионуклидов на основе силикатов и алюмосиликатов кальция / Г.Г. Михайлов, А.Г. Морозова, Т.М. Лонзингер, Н.М. Барышева // Научная сессия НИЯУ МИФИ 2011. Аннотации докладов. – С. 33.

Поступила в редакцию 27 сентября 2012 г.

PARITY SORPTION AND SEDIMENTATION STAGES AT USE OF THE GRANULATED SORBENT WITH ACTIVE NANOCENTERS ON THE BASIS OF METALLURGICAL SLAGS

Nature of sorption cooperation of granular sorbent is investigational, with active nanocenters and solutions of heavy metals. It is set that a sorption process will be realized by reactionary diffusion and exchange topochemical reactions on active nanocenters, and also joint coprecipitation of cations of heavy metals and hidroaluminosilicates calcium.

Keywords: granular sorbent, sorption interaction, active nanocenters, topochemical reactions, heavy metals.

Mikhailov Gennady Georgievich – Dr. Sc. (Technical), Professor, Head of Physical Chemistry Subdepartment, South Ural State University. 76, Lenin avenue, Chelyabinsk, 454080.

Михайлов Геннадий Георгиевич – профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой физической химии, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.

Morozova Alla Georgievna – PhD (Chemistry), Physical Chemistry Subdepartment, South Ural State University. 76, Lenin avenue, Chelyabinsk, 454080.

Морозова Алла Георгиевна – кандидат химических наук, кафедра физической химии, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.

E-mail: labchim@mail.ru

Lonzinger Tatyana Moprovna – PhD (Technical), Physical Chemistry Subdepartment, South Ural State University. 76, Lenin avenue, Chelyabinsk, 454080.

Лонзингер Татьяна Мопровна – кандидат технических наук, кафедра физической химии, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.

E-mail: l2g@mail.ru

Skotnikov Vadim Anatolievich – Junior Researcher, Physical Chemistry Subdepartment, South Ural State University. 76, Lenin avenue, Chelyabinsk, 454080.

Скотников Вадим Анатольевич – младший научный сотрудник, кафедра физической химии, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.

E-mail: v7690@mail.ru