

## СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЫШЬЯКА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

*Е.В. Плотников, к.-х. н., инж., И.В. Мартемьянова, Д.В. Мартемьянов, инж.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

*634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822) 41-69-76*

*E-mail: plotnikov.e@mail.ru*

Сегодня, проблема водоочистки во всём мире стоит особенно остро [1-2]. Среди различных веществ, загрязняющих водные среды, мышьяк занимает особое место [3-4]. Одним из наиболее эффективных способов для удаления мышьяка из воды, является применение различных сорбентов [5-6]. Для более эффективной очистки воды от мышьяка, создают всё новые виды сорбционных материалов, но при усложнении процесса подготовки сорбента, также возрастает его себестоимость. Поэтому может найти самое широкое применение использование более дешёвых природных минералов для очистки водных сред от мышьяка. В результате этого, является актуальной задачей получение сравнительных характеристик существующих синтетических сорбентов и природных минералов для извлечения ионов мышьяка из водных сред.

В данной работе осуществляется сравнение полученных структурных и сорбционных характеристик образцов синтетических материалов и образцов природных минералов.

### Материалы и методы исследования

В данной работе были исследованы два образца сорбционного материала: 1). Сорбент 1, по патенту (RU 2328341 С1, МПК В01J20/06) для очистки воды от ионов тяжёлых металлов, который состоит из измельчённого цеолита, оксигидроксида железа и нанофазного бемита; 2). Сорбент 2, разработанный сорбционный материал на основе керамзита, модифицированный оксигидроксидом железа. Также с представленными сорбентами проводили сравнительные испытания образцов природных минералов: гематит, ильменит, и магнетит. В экспериментах применялись образцы синтетических и минеральных сорбентов с фракциями менее 0,63 – 1,4 мм.

Для оценки структурных характеристик исследуемых сорбционных материалов использовали метод тепловой десорбции азота. По данным измерения оценивали площадь удельной поверхности ( $S_{уд}$ ) и значения удельного объема пор ( $P$ ) образцов с использованием анализатора «СОРБОМЕТР М».

С использованием данных образцов были проведены процессы осадительной сорбции из растворов содержащих ионы мышьяка  $As^{3+}$ . Модельный раствор готовился из государственного стандартного образца (ГСО) мышьяка As (III), на дистиллированной воде, с концентрацией  $C = 5$  мг/дм<sup>3</sup>. Навеску каждого минерала брали 0,2 г и помещали в 20 см<sup>3</sup> модельного раствора. Процесс осадительной сорбции проводился на магнитной мешалке в течении 15, 60 и 150 минут, с дальнейшим отделением фильтра на бумажном фильтре «синяя лента». Исходные и конечные концентрации ионов  $As^{3+}$  определяли методом инверсионной вольтамперометрии. Данная методика эксперимента описана в [7].

### Результаты и их обсуждение

Производили сравнительный анализ исследуемых образцов сорбционных материалов, при определении их структурных характеристик. В табл. 1 представлены некоторые физико-химические параметры представленных сорбентов: химический состав, удельная поверхность и удельный объём пор.

Таблица 1

Химический состав и структурные характеристики образцов сорбционных материалов			
Образец	$S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /г	$P$ , см <sup>3</sup> /г	Химический состав, %
Сорбент 1	77,2	0,13	FeOOH, AlOOH, (Na, K <sub>2</sub> )O•Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> •10SiO <sub>2</sub> •8H <sub>2</sub> O
Сорбент 2	136,8	0,059	FeOOH, SiO <sub>2</sub> —49,10; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — 7,98; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — 21,89; MnO—0,11; CaO—3,58; MgO—1,57; SO <sub>2</sub> —1,85.
Гематит	14,2	0,006	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ильменит	0,62	0	FeTiO <sub>3</sub>
Магнетит	0,334	0	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>

Как видно из таблицы, наибольшей удельной поверхностью обладает образец сорбента 2. Примерно в два раза меньшую поверхность имеет сорбент 1. Минеральные сорбенты имеют гораздо более низкую поверхность, из них ильменит и магнетит очень малую. Наибольший удельный объем пор имеет сорбент 1, а у ильменита и магнетита он равен нулю. Исходя из этого, можно предположить, что при очистке воды от мышьяка, синтетические сорбенты могут очищать лучше при малом времени контакта.

В работе определена эффективность исследуемых сорбционных материалов при извлечении ионов  $As^{3+}$  из модельного раствора. В табл. 2. представлены сорбционные свойства рассматриваемых сорбентов.

Таблица 2

Сравнение сорбционных характеристик исследуемых сорбционных материалов при извлечении ионов мышьяка  $As^{3+}$  из водных растворов

Наименование сорбента	Время сорбции, мин.	Концентрация $As^{3+}$ в растворе до сорбции, мг/дм <sup>3</sup>	Концентрация $As^{3+}$ в растворе после сорбции, мг/дм <sup>3</sup>	Степень сорбции, %
Сорбент 1	15	5	0,187	96,26
	60		0,0983	98,03
	150		0,0853	98,29
Сорбент 2	15		1,29	74,2
	60		0,222	95,56
	150		0,0825	98,35
Гематит	15		5	0
	60		4,2	16
	150		1,525	69,5
Ильменит	15		4,54	9,2
	60		2,801	43,98
	150		2,065	58,7
Магнетит	15		5	0
	60		4,632	7,36
	150		3,871	22,58

Как видно из таблицы, лучшей сорбционной способностью при извлечении ионов  $As^{3+}$ , обладает сорбент 1. На 150 минуте, сорбент 2 достигает таких же результатов и уже показывает немного лучшие сорбционные свойства, при извлечении ионов  $As^{3+}$ . По результатам эксперимента, минеральные сорбенты гораздо хуже очищают водный раствор от ионов  $As^{3+}$ , по сравнению с синтетическими сорбентами. Наиболее худшие сорбционные свойства проявил минерал гематит.

#### Выводы

По итогам проведенных исследований определены сравнительные структурные характеристики представленных синтетических и минеральных сорбентов. В результате проведения сорбционных процессов выяснили, что минеральные сорбенты обладают гораздо худшими сорбционными свойствами. Минеральные сорбенты, возможно применять при длительных процессах осадительной сорбции, так как при малом времени контакта с загрязненным раствором, они практически не эффективны.

*Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых № МК-4042.2014.8.*

#### Литература.

1. Родионов А. И. Техника защиты окружающей среды: учебник для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1989. – С. 512.
2. Мазур И. И., Молдаванов О. И., Шишов В. Н. Инженерная экология. Общий курс. Справоч. пособие/ Под ред. И. И. Мазура. – М.: Высш. школа, 1996. – Т.2. – 638 с.
3. Серова В. А., Коган В. И., Способы очистки сточных вод и технологических растворов от мышьяка. - М.: Цветинформация, 1977 г., стр. 32.

4. Путилина В. С. Поведение мышьяка в почвах, горных породах и подземных водах // Трансформация, адсорбция / десорбция, миграция: Аналит. обзор / В. С. Путилина, И. В. Галицкая, Т. И. Юганова. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2011. – С. 249.
5. Мартемьянов Д. В., Галанов А. И., Юрмазова Т. А. Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов  $As^{5+}$ ,  $Cr^{6+}$ ,  $Ni^{2+}$  из водных сред // Фундаментальные исследования № 8 (часть 3). - 2013 год. - С. 666-670.
6. Нуриев А. Н., Джаббарова З. А., Гаибов М. Ю., Неорганический сорбент для селективного извлечения мышьяка из природных вод // Химия и технология неорганических сорбентов: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. политехн. ин-т. - Пермь, 1980 г., стр. 34-39.
7. Жантуаров С. Р., Умирзаков А. Г., Мартемьянов Д. В. Определение сорбционных характеристик природных цеолитов различных месторождений, по извлечению ионов железа из водных сред // Перспективы развития фундаментальных наук: Тезисы докладов X Международной конференции студентов и молодых учёных. - Россия, Томск, 23–26 апреля 2013. - с. 312-314.

### **ТЕХНОЛОГИЯ АЗОТИРОВАНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ**

*М.К. Рахадиллов, магистрант гр. 12-МФК-2, Б.К. Рахадиллов, докторант PhD,*

*А.А. Советханова, студент гр. 12-ТФК-1*

*Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева,  
070010, Казахстан, г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева, 19, тел.(7232)-540-043*

*E-mail: merrey@mail.ru*

Одной из задач дальнейшего развития машиностроения является повышение срока службы металлорежущих инструментов (сверла, метчики, развёртки и др.) [1]. При длительной эксплуатации режущих инструментов изнашивание их рабочей поверхности сопровождается снижением эксплуатационных показателей, что в частности вызывает ухудшение качества изготавливаемых изделий и, часто, требует их замены. Это повышает себестоимость производства из-за больших амортизационных отчислений.

Поэтому режущие инструменты, прежде всего, должны быть износостойкими, прочными, обладать высокой теплостойкостью и коррозионной стойкостью [2]. Данных свойств можно добиться, применяя поверхностную химико-термическую обработку металлов, и наиболее приемлемым и обеспечивающим данные требования является процесс азотирования [3]. Кроме того, азотирование является наиболее эффективным методом химико-термической обработки (ХТО), которое обеспечивает высокий комплекс эксплуатационных свойств обрабатываемых режущих инструментов: твердость, износостойкость, противозадирные свойства, теплостойкость, коррозионную стойкость, усталостную прочность [4]. В настоящее время разработано большое количество технологических процессов азотирования таких как жидкое азотирование в цианистых ваннах, газовое азотирование, ионно-плазменное азотирование и т.д [5].

Однако, несмотря на массу достоинств этих процессов, они имеют существенные недостатки – большая длительность процесса, дороговизна и экологическая вредность процесса. Поскольку при азотировании потребляется большое количество энергии и технологических материалов, а также во многих случаях в качестве насыщающей среды используется аммиак, вредный для окружающей среды. Поэтому в настоящее время актуальной задачей является разработка ресурсосберегающих технологий, позволяющих интенсифицировать процесс поверхностного насыщения, уменьшить время обработки, снизить энергозатраты, улучшить экологические показатели процесса и сократить расход насыщающего газа.

С целью решения этих задач авторами данного проекта разработан ресурсосберегающий, высокопроизводительный способ азотирования режущих инструментов в электролитной плазме, который практически не имеет вышеизложенных недостатков [6]. Кроме того, разработанный способ электролитно-плазменного азотирования может быть осуществлен в условиях малого термического участка единичного и мелкосерийного производства, опытных и ремонтных предприятиях при минимальных затратах на оборудование, вспомогательные материалы и электроэнергию, при простоте его осуществления и максимальной эффективности обработки.

В связи с этим, авторы настоящей работы предлагают использовать технологию электролитно-плазменного азотирования в электролите на основе карбамида для повышения износостойкости режущего инструмента из быстрорежущих сталей.