

**СЕКЦИЯ 15. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

смесей с другими минеральными добавками.

*Таблица*

**Прочностные характеристики цементов**

пример	Состав цемента, мас. %				Предел прочности при сжатии, МПа	
	клинкер	гипс	ТООК	Минеральная добавка	После пропарки при 95 °С	28 сут. водного хранения
б/д цем.	95	5	-	-	28,5	42,2
				Топливные золошлаки		
1	80	5	15	-	27,9	43,8
2	75	5	20	-	28,1	44,2
3	60	5	35	-	26,0	38,4
4	80	5	5	10	27,3	40,7
5	75	5	15	5	28,0	42,7
6	60	5	15	20	25,2	37,6
				Глиеж		
7	80	5	5	10	27,9	43,8
8	75	5	15	5	28,1	44,2
9	70	5	5	20	24,2	39,0
				Сталеплавильные шлаки		
10	80	5	5	10	26,2	41,7
11	75	5	15	5	28,0	42,3
12	70	5	5	20	25,3	40,1

**Литература**

1. Рояк С.М., Рояк Г.С. Специальные цементы: Учеб. пособие для вузов. -2е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1983. – 279 с.
2. Теория цемента / Под ред. А.А. Пашенко. – К.: Будівельник, 1991. – 168 с.
3. Колокольников В.С. Производство цемента. Учеб. пос. для индив. и бригад. обуч. рабочих на производстве. М., «Вышш. школа», 1967. – 303 с.
4. Кройчук Л.А. Цементы с пониженным содержанием клинкера в мировой цементной промышленности // Строительные материалы. – 2006. – № 9. – С. 45 – 47.
5. Книгина Г.И. Строительные материалы из горелых пород. – М.: «Стройиздат», 1966. – 204 с.

**УДАЛЕНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ**

**А.М. Овчаренко, Н.Б. Шахова**

*Научный руководитель доцент Ю.Ю. Мирошниченко*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Проблема получения питьевой воды, удовлетворяющей нормативным требованиям согласно СанПиН 2.1.4.1074 – 01, актуальна для многих регионов России [3]. По химическому составу примеси можно разделить на два типа: минеральные и органические [1]. Основную трудность при водоподготовке вызывают ионы тяжелых металлов, таких как железо, никель, марганец, цинк, медь, свинец [2]. К органическим примесям относятся гумусовые вещества, вымываемые из почв и торфяников. Совместное присутствие указанных примесей может способствовать образованию коллоидных растворов, что создает дополнительные сложности в технологиях водоподготовки [4].

В последние годы стремительно возрастает интерес к природным цеолитам, ввиду их молекулярно-ситовых свойств, сорбционной активности и селективности по отношению к катионам металлов [6]. Основными месторождениями в Сибири являются Пашенское месторождение, расположенное в Красноярском крае и Пеггаское, расположенное в Кемеровской области. Химические состав цеолитовой породы (Пеггаское месторождение) представлен следующими оксидами, мас. %: SiO<sub>2</sub> – 62,7; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 13,6; CaO – 5; MgO – 2,5; K<sub>2</sub>O – 5; Na<sub>2</sub>O – 2,1; H<sub>2</sub>O – 9.

Целью настоящей работы является исследование возможности улавливания ионов тяжелых металлов с помощью цеолитсодержащих пород Пашенского и Пеггаского месторождений.

Материалы и методы исследования

Для определения степени улавливания ионов металлов была изготовлена гибридная установка на основе СВС фильтрующего элемента и цеолитовой колонны, схема установки представлена на рисунке 1.

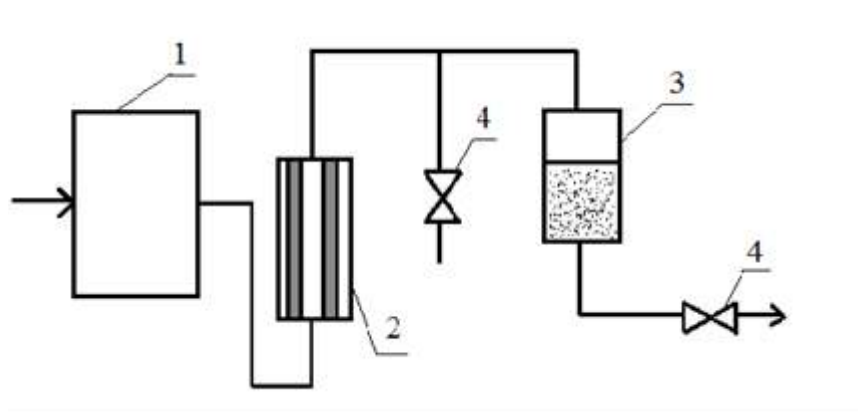


Рис. 1 Блок-схема гибридной установки: 1 – перестатический насос ТУР-372,1; 2 – СВС-фильтрующий элемент (получены в ИФВТ ТПУ) [5], 3 - цеолитовая колонна; 4 – отводы.

Концентрацию ионов железа (II) определяли фотоколориметрически согласно ГОСТ 4011-72 с о-фенантролином, марганца согласно ГОСТ 4974-72, цинка согласно ГОСТ 18293-72, меди согласно ГОСТ 4388-72, свинца согласно ГОСТ 18293-72, хрома согласно ГОСТ 52962-2008, никеля по методике с диметилглиоксимом по методике [7] с помощью прибора КФК-3.

Результаты и их обсуждение

В таблицах 1 и 2 приведены значения концентраций ионов исходных модельных растворов до и после фильтрации через СВС-фильтр, через колонку с цеолитами при  $V_d = 6,6$  м/ч, а также приведены значения ПДК для всех катионов.

Таблица 1

Концентрация ионов в воде до и после фильтрации через СВС-фильтр и Пашенский цеолит

Концентрация, мг/л	Ионы						
	Fe <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cr <sup>6+</sup>
Исходная	3,00	4,11	5,52	5,85	5,21	7,05	1,50
После СВС-фильтра	2,45	3,81	5,35	5,45	4,87	6,73	1,50
После колонны с Пашенским цеолитом	0,22	<0,002	<0,001	1,15	0,71	0,03	1,5
ПДК, по СанПиН 2.1.4.1074 – 01	0,3	1,0	0,1	0,1	5,0	0,03	0,05

Таблица 2

Концентрация ионов в воде до и после фильтрации через СВС-фильтр и Пеггаский цеолит

Концентрация, мг/л	Ионы						
	Fe <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cr <sup>6+</sup>
Исходная	3,00	4,11	5,52	5,85	5,21	7,05	1,50
После СВС-фильтра	2,51	3,71	5,35	5,42	4,81	6,73	1,50
После колонны с Пеггаским цеолитом	0,06	<0,002	<0,001	1,40	0,65	0,03	1,50
ПДК, по СанПиН 2.1.4.1074 – 01	0,3	1,0	0,1	0,1	5,0	0,03	0,05

Из таблиц 1 и 2 видно, что фильтрование через СВС фильтр модельных растворов не приводит к уменьшению концентрации ионов. Следовательно, использование СВС фильтров как самостоятельных фильтрующих элементов от ионов металлов не дает положительного эффекта.

При фильтровании как на Пашенском, так и на Пеггаском цеолитах практически одинаково сорбируются ионы. Концентрация ионов железа, меди, никеля, цинка в воде не превышает ПДК согласно СанПиН 2.1.4.1074 – 01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству. Исключение составляет ионы хрома, которые не сорбируются на цеолитах.

Эффективность процесса фильтрования через гибридную установку была исследована на подземной воде п. Барабинка (Томская область). Исходный состав воды приведен в таблице 3.

Таблица 3

**Результаты анализа воды на водоочистой станции п. Барабинка**

Показатели качества воды	Cu <sup>2+</sup> , мг/л	Fe <sup>2+</sup> , мг/л	Mn <sup>2+</sup> , мг/л	Ni <sup>2+</sup> , мг/л	Pb <sup>2+</sup> , мг/л	Zn <sup>2+</sup> , мг/л
До обработки	0,004	8,86	1,24	0,056	0,032	0,019
После фильтрации через гибридную остановку	<0,002	0,10	0,09	<0,001	<0,001	<0,005
ПДК	1,0	0,3	0,1	0,1	0,03	5,0

Как видно из таблицы 3, обработка подземной воды на гибридной установке приводит к снижению концентрации всех ионов, практически, к полному удалению железа, снижению концентрации ионов марганца до значений, не превышающих ПДК.

Природные цеолиты могут хорошо дополнять классические технологии водоподготовки при очистке воды от ионов тяжелых металлов. В результате проведенных исследований можно рекомендовать данную гибридную установку для очистки воды от ионов тяжелых металлов.

Выводы

1. На примере модельных растворов показана эффективность использования цеолитов Пашенского и Пегасского месторождений для снижения концентрации ионов железа, никеля, меди, свинца и цинка до нормативных значений при линейной скорости фильтрования 6,6 м/ч.

2. Показана зависимость интенсивности сорбции ионов марганца на Пашенском и Пегаском цеолитах от линейной скорости фильтрования для цеолитовой колонны с заданными размерами.

#### Литература

1. Громовласов А.А., Копылов А.С., Пильщиков А.П. Водоподготовка: процессы и аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.
2. Даниленко Н.Б. Реакции в разбавленных растворах солей, протекающих при диспергировании металлов импульсными электрическими разрядами: Дис. ... канд. хим. наук. – Томск, 2007 г. – С. 13-27.
3. Драгинский В.Л., Алексеев А.П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод. – М.: Науч. изд., 2005. – 576 с.
4. Мачехина К.И. Процесс очистки подземных вод от коллоидных соединений железа и его аппаратное оформление: Дисс. ... канд. тех. наук. – Томск, 2013 г. – 121 с.
5. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А. Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов As<sup>5+</sup>, Cr<sup>6+</sup>, Ni<sup>2+</sup> из водных сред // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8–3. – С. 666 – 670.
6. Мержанов А.Г., Боровинская И.П. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез неорганических соединений // Доклады АН СССР. – 1972. – Т. 204. – № 2. – С. 366 – 369.
7. Юрмазова Т.А., Шиян Л.Н., Мачехина К.И. Определение кинетических параметров реакций окисления железосодержащих подземных вод озоном и кислородом воздуха для технологий водоподготовки // Современные проблемы науки и образования: элект. научный журн. 13.09.2014. URL: <http://www.science-education.ru/119-14536> (дата обращения 14.07.2014).

### ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА ГИДРОМАГНЕЗИТОВОЙ ПОРОДЫ

**А.В. Охлопкова, Н.М. Старостин, А.А. Дитц, И.Б. Ревва**

*Научный руководитель доцент Н.А. Митина*

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Гидромагнетитовая порода представляет собой сложный набор минералов – гидрокарбонатов магния, которые описываются системой MgO-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O [1]. Это группы минералов с общей формулой xMgCO<sub>3</sub>·yMg(OH)<sub>2</sub>·zH<sub>2</sub>O и MgCO<sub>3</sub>·xH<sub>2</sub>O.

К гидрокарбонатам магния относятся барингтонит MgCO<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O, несквигонит MgCO<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O, лансфордит MgCO<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O, покровскит Mg<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)(OH)<sub>2</sub>·0.5H<sub>2</sub>O, артинит Mg<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)(OH)<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>O, гидромагнетит Mg<sub>5</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O, дипингит Mg<sub>5</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>·5H<sub>2</sub>O, шелковит Mg<sub>7</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>·24H<sub>2</sub>O, при этом гидрокарбонаты с общей формулой xMgCO<sub>3</sub>·yMg(OH)<sub>2</sub>·zH<sub>2</sub>O подразделяются еще на легкую и тяжелую форму с содержанием воды до 4H<sub>2</sub>O и до 5H<sub>2</sub>O соответственно. Образуется данная порода при выветривании ультраосновных пород – магнетитов, а также при естественной карбонизации бруситов. Залегает в виде прожилков и корок в серпентинитах и представляет собой серую высокодисперсную рыхлую породу. Высокое содержание оксида магния в гидромагнетитовой породе может являться предпосылкой ее использования в технологиях магнетитовых материалов, как магнетитовых вяжущих материалов, так и магнетитовых огнеупоров. Однако, природные гидрокарбонаты магния практически не применяются как высокомагнетитовое сырье, а используется для производства высокочистого оксида магния [2] в химической, фармацевтической промышленности. Кроме этого, в связи с особенностями поведения при нагревании и выделении при этом газообразных веществ, не