

АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА АРТЕЗИАНСКОЙ ВОДЫ ОТ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ

М.А. Гасанов (г. Баку, Азербайджан)

Предложен способ обработки артезианской воды в электрическом разряде барьерного типа для целей обезжелезивания и полной деманганизации.

В последние годы в мировой практике появилась тенденция к ужесточению требований к содержанию железа и особенно марганца в питьевой воде.

Подземные воды обычно содержат несколько десятков химических элементов и соединений. Однако, чаще всего препятствует использованию подземной воды для питьевого и промышленного водоснабжения наличие в ней ионов железа, марганца, фтора, а также сероводорода.

По рекомендации Всемирной Организации здравоохранения и требований ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» концентрация железа и марганца в воде питьевого качества не должна превышать значений 0,3 и 0,1 мг/дм³ соответственно [1].

Повышенное содержание в воде марганца отрицательно сказывается на здоровье человека [2].

Подземные воды, как правило, содержат железо от 1 до 5 мг/дм³, но встречаются источники подземной воды с содержанием железа до 20 мг/дм³ [2].

В подземной воде, лишенной кислорода, железо обычно находится в форме раствора бикарбоната железа, частично гидролизованного.

Существующие методы обезжелезивания подземных вод обсуждены в работах [3,4,5] и показано, что в процессе удаления железа из воды основное внимание уделялось действительно важным вопросам окисления двухвалентного железа кислородом воздуха в процессе аэрации воды.

К. Холле [6], выполнивший на артезианских скважинах полупромышленные эксперименты по обезжелезиванию воды без предварительного окисления двухвалентного железа, пришел к выводу, что с уменьшением значения pH процесс обезжелезивания на фильтрах улучшается.

Марганец в природных водах находится в различных соединениях. В подземных водах марганец находится преимущественно в форме бикарбоната двухвалентного

марганца $Mn(HCO_3)_2$ хорошо растворимого в воде. Концентрация марганца в подземных водах колеблется обычно от 0,5 до 2-3 мг/дм³. В отличие от железа, двухвалентный марганец, содержащийся в подземных водах, чрезвычайно медленно окисляется кислородом воздуха до малорастворимых соединений трех- и четырехвалентного марганца при pH=8. Лишь после повышения pH до 9,5 можно добиться заметного увеличения скорости окисления $Mn(II) \rightarrow Mn(III)$. Хлор при pH=7 практически не окисляет $Mn(II)$ [3,5].

Скорость окисления двухвалентного марганца растворенным в воде кислородом в значительной степени зависит от pH воды. При pH ≤ 8 окисление Mn^{2+} практически не происходит. Достаточно быстрое окисление Mn^{2+} в Mn^{3+} , Mn^{4+} растворенным в воде кислородом происходит только при pH > 9,5.

Таким образом, удаление марганца из воды представляет собой более сложную задачу по сравнению с удалением железа.

Способы обработки воды включают хорошо известные процессы, такие, как коагуляция, флокуляция, отстаивание, обработка воды перманганатом калия, удаление марганца аэрацией с подщелачиванием, фильтрование воды через марганцевый песок или марганцевый катионит, окислением озоном, хлором или двуокисью хлора, фильтрование. Кроме того показана перспективность применения в качестве фильтрующих материалов природных и модифицированных адсорбентов.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- При pH < 8,5 без катализатора окисление двухвалентного марганца практически не происходит.
- При уменьшении значения pH < 8 обезжелезивание на фильтрах улучшается.
- Для очистки подземных вод от железа и марганца требуется 8-12 ч. времени.

Озон и двуокись хлора являются сильными и эффективными окислителями, однако их использование осуществляется с применением сложной технологической схемы и поэтому в практике водоподготовки для очистки воды от марганца и железа они не нашли применения.

Из применяемых на практике методов очистки жидкостей адсорбционные методы с использованием твердых адсорбентов обладают некоторыми преимуществами.

Адсорбционные процессы, протекающие при контактировании жидкостей с поверхностью твердого тела, широко используются в химической промышленности и других отраслях техники. Перспективность адсорбционного метода, потребности практики требуют изучения возможностей дальнейшей интенсификации адсорбционных процессов, создания средств управления ими в ходе проведения технологических операций. Одним из таких средств управления является воздействие на протекание адсорбционного процесса электрическими разрядами. Эффективность воздействия электрического разряда на сорбционные процессы определяется не только возможностью управления, но и другими преимуществами, которыми обладает разряд: возможностью прямого вмешательства в протекание сорбционного процесса, малой энергоемкостью, экономичностью, технологичностью [7, 9, 10, 11, 12, 13].

В представленной работе применялся адсорбционный способ очистки подземных вод от железа и марганца с использованием воздействия электрических разрядов.

В качестве адсорбента использовался цеолит – клиноптилолит марки ($\text{Na}_2\text{K}_2\text{10Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{SiO}_2$) Товузского месторождения (Азербайджан).

Природные цеолиты представляют собой сравнительно дешевые и доступные микропористые тела, которые находят все возрастающее применение на практике.

Клиноптилолит нашел широкое применение для очистки природных вод взамен кварцевого песка. Клиноптилолит обладает более развитой поверхностью, межзерновой пористостью и важной способностью к катионному обмену [8].

В экспериментах клиноптилолит предварительно подвергался термообработке с вакуумированием при температуре $T=700^\circ\text{C}$ в течение 5 часов. Основным узлом установки является адсорбер с адсорбентом, через который пропускалась очищаемая фракция воды. Исходная фракция подается в реактор через его нижнюю часть, очищенный продукт выводится через верхнюю часть.

Принципиальная электрическая схема обработки материалов электрическим разрядом барьерного типа представлена на рисунке 1.

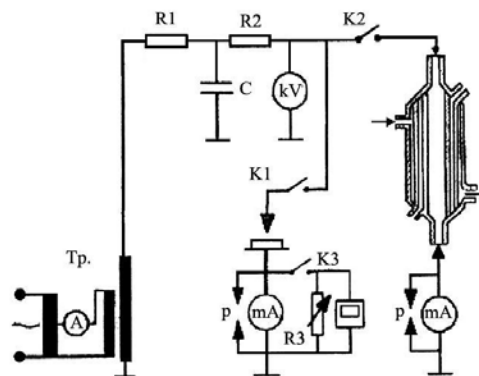


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема обработки материалов в электрическом разряде барьерного типа

Предварительная электрообработка адсорбентов проводилась в следующих режимах: величина приложенного напряжения $U=17$ кВ, средний ток $I=60$ мкА. Результаты очистки артезианской воды от железа и марганца природным клиноптилолитом после предварительной обработки приведены в таблице 1.

Образцы N_1 представляют исходную воду, образцы N_2 – воду, очищенную с использованием клиноптилолита, образцы N_3 – воду, очищенную с использованием клиноптилолита, предварительно подвергнутого воздействию электрического разряда барьерного вида.

Из таблицы видно, что электрообработанный клиноптилолит позволяет получить устойчивый эффект полной деманганизации и обезжелезивания.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют, что при определенных режимах электрообработки адсорбентов представляется возможность методами адсорбции снизить количество железа и марганца в артезианской воде до значений, нормированных ГОСТ.

Разработана и проверена в реальных условиях технология применения описанного метода для обезжелезивания и полной деманганизации артезианской воды.

**АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА АРТЕЗИАНСКОЙ ВОДЫ ОТ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗДЕЙСТВИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ**

Таблица 1 – Результаты химического анализа проб воды от примесей

П/п	Наименование показателей	Един. измерения	ГОСТ 2874-82	Состав		
				N1	N2	N3
1.	Температура	°С		0	0	0
2.	запах при 20 °С	бал	0	0	0	0
3.	запах при 60 °С	бал	2	0	0	0
4.	Привкус	бал	2	0	0	0
5.	цветность	градус	20(35)	2,4	2,4	2,4
6.	Взвешенные частицы	мг/л	1,5(2,0)	2,95	2,25	1,9
7.	рН	-	6-9	7,55	7,3	7,05
8.	Соли аммония (N-NH ₄)	мг/л	2,0	1,24	1,19	1,05
9.	Гидрокарбонат (HCO ₃)	-	-	183	109,3	64,1
10.	Железо (Fe)	-	0,3(1)	0,83	0,33	0,05
11.	Кальций(Ca)	-		69,1	67,1	65,1
12.	Магний (Mg)	-		28,6	26,1	24,7
13.	Марганец (Mn)	-	0,1(0,5)	1,2	0,8	0,1
14.	Минерализация (Σи)	-		666,9	623,8	596,6
15.	Натрий+Калий (Na+K)	-	200(Na)	92,1	86	84,3
16.	Нитраты (NO ₃ ⁻)	-	45	13,8	5,87	5,7
17.	Нитриды (NO ₂ ⁻)	-	3	0,013	0,003	0,001
18.	Жесткость	-	7(10)	5,8	5,6	5,4
19.	Жесткость карбоната	ммол/л		3,0	1,8	1,05
20.	Сульфиды (SO ₄ ²⁻)	-	500	290,6	267,1	221,0
21.	Сухой остаток	-	1000(1500)	574	568	564
22.	Хлориды (Cl ⁻)	мг/л	350	591	591	591
23.	Электропроводимость	мкС/см	1500	572	566	563

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Information of Ground Water Associates // Water Works Assoc – 1984-76. №11 – p 67-68, 92
- Зарубин Г.П., Новиков Ю.В. Современные методы очистки и обеззараживания питьевой воды. – М.: Медицина, 1976. – 187 с.
- Николадзе Р.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод. – М.: Стройиздат, 1978. – 161 с.
- Станковичус В.И. Обезжелезивание воды фильтрованием. – Вильнюс: Мокслас, 1978. – 120 с.
- Золотова Е.Ф. Асс Г.Ю. Очистка воды от железа, фтора, марганца и сероводорода – М.: Стройиздат, 1975. – 176 с.
- Halle k Beitrag zur Filtration eisenhaltigen Grun-Wasser – Wasserwirtsch afz – Wasser technik 1964. – №12.
- Гашимов А.М., Гурбанов К.Б., Гасанов М.А., Закиева И.Г. Применение новых электрофизических методов в процессах очистки промышленных сточных вод // Изв. НАН Азербайджана сер.физ.мат. и тех. наук. Физика и Астрономия. – 2004. – №3. – С. 81-83.
- Халилов Э.Н., Багиров Р.А. Природные цеолиты, их свойства, производство и применение
- Ерматов С.Е. Радиационно-стимулированная адсорбция. – Алма-Ата. – 1973. – С. 234.
- Джуварлы Ч.М., Дмитриев Е.В., Гурбанов К.Б., Мехтизаде Р.Н., Гасанов М.А. Образование заряженного состояния в силикагелях под воздействием электрических полей и разрядов // Электронная обработка материалов. – 1991. – №4. – С. 46-47.
- Гасанов М.А. Влияние электрических полей и разрядов на процессы сорбции в системе «жидкость-адсорбент». Автореф.дис. канд.физ.мат. наук, Баку, 1992.
- A.M. Hashimov, V.A. Aliyev, R.N.Mehdizadeh, M.A. Hasanov, I.H.Zakiyeva. Clearing of industrial sewage with use of electric al discharges effect II International Conference. Technical & Physical Problems in Power Engineering. 6-8 September 2004, pp. 461-462.
- Гасанов М.А. Третичная очистка сточных вод при воздействии электрическим разрядом // Проблемы энергетики. – Баку, 2004. – № 3. – С. 58-61.