

УДК 628.1

А.Б. Адельшин, **А.Н. Заббаров**, Е.Н. Сундукова, И.Г. Шешегова

### ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ

В продолжение исследований [1] по изучению процесса обезжелезивания подземных вод водозабора «Мирный» г.Казани нами более подробно были изучены вопросы, связанные с определением эффективности работы фильтровальной станции. С целью рационального использования водных ресурсов были проведены также исследования промывных вод скорых фильтров с цеолитовой загрузкой. Анализ качества исходной воды во времени показал, что оно зависит от номера скважины и от времени года. Так, весной наблюдается небольшое повышение мутности, цветности, содержания железа, хлоридов. В то же время снижается общее содержание сульфатов и нитратов. Это свидетельствует о попадании поверхностных талых вод в водоносный горизонт и о неизбежном антропогенном загрязнении воды. Кроме того, исходная вода из некоторых скважин не удовлетворяла требованиям СанПиН [2] по следующим показателям: мутности (до 12 мг/л), цветности (до 35 град.), содержанию железа (до 4.56 мг/л).

Нами были определены некоторые показатели качества исходной, очищенной и промывной воды фильтров (таблица).

Исследовалась исходная вода (усредненная по качеству) и очищенная. Как и следовало ожидать, фильтрование приводит к небольшому уменьшению всех изученных показателей. Уменьшение концентрации катионов ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) и соответственно жесткости и сухого остатка происходит вследствие обмена ионов при фильтровании воды через цеолитовую загрузку, обладающую свойствами катионита. При этом содержание анионов, например, хлоридов, не изменяется (табл.1).

Очищенная вода после смешения, аэрации и фильтрования соответствует всем требованиям [2], за исключением содержания железа (превышена в 1,5 раза), что свидетельствует о недостаточно хорошей работе фильтров. После фильтрования вода дезинфицируется газообразным хлором и направляется в резервуар чистой воды. Оставшееся в воде железо

Таблица

Показатели качества исходной, профильтрованной и промывной воды

№ п/п	Показатели качества	Ед. изм.	Питьевая вода		Промывная вода		
			исходная (перед фильтрами)	очищенная (после фильтров)	исход.	в начале промывки	в конце промывки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Активная реакция среды	рН	6.75	6.9	7.15	7.35	7.38
2	Сухой остаток	мг/л	446	420	668	500	-
3	Жесткость общая	$\frac{мг-ЭКВ}{л}$	7.49	7.24	10	9.6	8.4
4	Щелочность	$\frac{мг-ЭКВ}{л}$	6.05	5.9	6.15	6.0	6.01
5	Гидрокарбонаты	мг/л	369	351	375.2	366	370.6
6	Хлориды	мг/л	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24
7	Кальций	мг/л	110.22	109.22	116.2	112.2	120.2
8	Магний	мг/л	24.2	21.8	51.1	48.6	29.2
9	Железо общее	мг/л	1.62	0.46	-	-	-
10	Взвешенные вещества	мг/л	-	-	-	258	189

способно окисляться хлором, поэтому в резервуаре и на стенках трубопроводов возможно отложение осадка, что может вызвать развитие железобактерий и повторно увеличить мутность и цветность воды.

Важнейшим процессом при эксплуатации фильтров является своевременная и правильная их промывка. Она служит для восстановления задерживающей способности загрузки, при этом удаляется образовавшийся осадок гидроксида Fe(III) и взвешенные вещества, задержанные фильтром. Фильтр должен промываться 1-2 раза в сутки [3]. На самом деле фильтр промывается 2-3 раза в неделю по мере его загрязнения (как только он не пропускает расчетный расход воды или резко увеличивается содержание железа в очищенной воде). Кроме того, интенсивность промывки на станции не соответствует проектной. Все это приводит к тому, что фильтрующая загрузка отмывается не полностью, осадок накапливается в верхнем слое фильтра, ухудшая затем процесс фильтрования и обезжелезивания. Окончательно он удаляется в ходе планово-профилактических работ и сбрасывается в ближайший овраг.

Такое положение дел частично объясняется дефицитом подачи воды. На одну промывку расходуется 120 м<sup>3</sup> воды, которые затем вместе с осадком сбрасываются в канализацию.

Нами были изучены вопросы, связанные с выделением осадка из промывной воды, пути его использования и возможность регенерации отработанной загрузки.

Содержание взвеси (осадка) в промывной воде определялось гравиметрическим методом. Как и следовало ожидать, в начале промывки оно составляло 258 мг/л, уменьшаясь в конце до 189 мг/л.

Кинетика осаждения этой взвеси из промывной воды была изучена на торсионных весах типа ВТ-500. Экспериментально определяли зависимость массы осевшего осадка от времени. На рис.1 приведены кривые седиментации пробы промывной воды с содержанием взвеси 220 мг/л, полученные через 1 час после промывки (1) и через 4 суток (2). Характер кривой 2 свидетельствует об уплотнении осадка с течением времени за счет превращения:  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ .

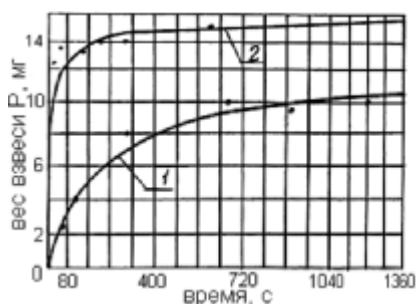


Рис. 1. Кривые седиментации промывных вод  
1 – через 1 час после отбора пробы; 2 – через 4 суток  
после отбора

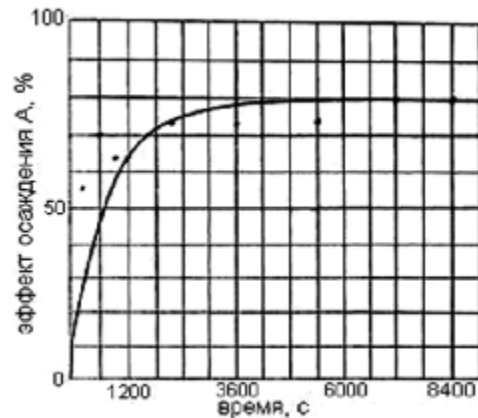


Рис. 2. Эффект осаждения промывной воды

На рис. 2 приведена зависимость эффекта осаждения (А) от времени. Эффект осаждения – это количество взвеси, выпавшей за определенное время, отнесенное к общему количеству взвеси. Из графика видно, что основная масса осадка (примерно 70-80%) выпадает в первые 15-20 мин. отстаивания. Исходя из этого, для повторного использования промывной воды ее следует пропускать через отстойник с пребыванием в нем промывных вод в течение 15-20 мин. Более длительное отстаивание может привести к уплотнению и дальнейшему затвердению осадка, что приведет к дополнительным затратам на удаление со дна уплотненного осадка.

С учетом расхода промывных вод, количества взвешенных веществ (таблица) и эффекта осаждения за одну промывку образуется около 22 кг осадка. Дополнительно этот осадок можно получить при регенерации загрузки. Полная отмывка 1 кг отработанной загрузки, высушенной при 105°С, дает 50 г осадка. Исследовались различные режимы и способы обработки загрузки. Наиболее эффективным является механическое перемешивание и встряхивание с водой.

После прокаливания осадок примерно на 35% состоит из окислов железа [4] и реально может использоваться для изготовления красок, в качестве замутнителя, сырья для изготовления строительных материалов и получения коагулянта. В лабораторных условиях была изучена возможность использования осадка в качестве замутнителя для ускорения осаждения взвеси каолина и для получения коагулянта. На процесс осаждения каолина осадок влияния не оказывает. Однако, более лучшие результаты были получены при удалении из воды ионов тяжелых металлов [5]. По методу [6] действием на осадок серной кислоты был получен раствор коагулянта с содержанием общего железа 26.4 мг/мл. Свойства полученного железосодержащего коагулянта сравнили с общепринятым коагулянтом  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Изучалось их действие на процесс осаждения взвеси каолина и взвеси



глины при разной температуре. На рис. 3 в качестве примера приведены кривые седиментации модели воды, содержащей глину, без и в присутствии полученного коагулянта.

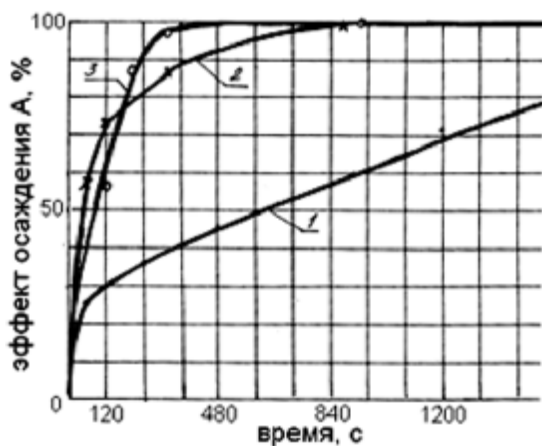


Рис. 3. Кривые седиментации взвеси глины без и в присутствии железного коагулянта  
1 – без коагулянта; 2 – при дозе 7.72 мг/л; 3 – при дозе 13.2 мг/л

Введение коагулянта значительно повышает эффект осаждения взвеси, особенно в первые три минуты. При этом концентрация коагулянта на образование и осаждение хлопьев существенно не влияет, как и температура. Таким образом, полученный коагулянт может быть использован при очистке высокомутных сточных вод.

### Литература

1. Шешегова И.Г., Сундукова Е.Н. Исследования по совершенствованию процесса обезжелезивания подземных вод. Материалы 51-й республиканской научной конференции. Сборник научных трудов аспирантов. – Казань: КГАСА, 2000. – С. 83 - 85.
2. СанПиН 2.1.4.10.74-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России, 2002. – 103 с.
3. Николадзе Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод. – М.: Стройиздат, 1978. – 160 с.
4. Архипенко Д.К., Столповская В.Н., Григорьева Т.Н. Исследование осадка, образующихся на фильтрах обезжелезивания. // Химия и технология воды, 1986, №6.
5. Ткачев К.В. Технология коагулянтов. – Л.: Химия, 1977. – 200 с.
6. Захарова В.И., Николаев И.В., Луценко Г.Н. Аллюможелезные коагулянты из отходов металлургического производства. // Химия и технология воды, 1985, №5.