

К.Ж. Киргизбаева

Повышение эффективности очистки природных вод на водоочистных станциях

(Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана)

Статья посвящена вопросам повышения эффективности очистки и умягчения воды на водоочистных станциях. При использовании данного способа достигается упрощение и интенсификация процесса адсорбционной технологии очистки воды через 2-ступенчатый осветляемый слой керамзита и 2-ступенчатую фильтрацию через слой адсорбента. Предлагаемая технология заменяет традиционно применяемые реагентные химические методы коагуляции и флокуляции, отстойной очистки солевых и токсичных примесей.

Совершенствование методов очистки воды является одним из важнейших требований в связи с ухудшением качества воды источников водоснабжения, а применяющиеся технологии водоподготовки и очистки не дают нужного эффекта. По оценке ВОЗ частота заболеваний, переносимых водой, является самой высокой. Как показывают аналитические оценки, затраты на оздоровление водных источников и повышение барьерной роли очистных сооружений ВК на 25-30% меньше, чем на реабилитационные меры в системе здравоохранения. В настоящее время системы централизованного водоснабжения, охватывающие 96 % городского и около 60% сельского населения страны, далеко не везде подают качественную питьевую воду.

Источниками централизованного водоснабжения служат поверхностные воды, доля которых в общем объеме водозабора составляет 68 %, и подземные воды - 32 %.

Практически все поверхностные источники водоснабжения в последние годы подверглись существенному воздействию вредных антропогенных факторов. Поэтому в ряде городов и регионов складывается напряженная ситуация с обеспечением населения водой питьевого качества.

Основными причинами сложившегося положения, помимо загрязнения водоисточников, являются неудовлетворительное состояние и повышенный износ систем централизованного водоснабжения - водоочистных сооружений, водопроводных сетей и оборудования.

На основании анализа отечественного и зарубежного опыта эксплуатации водоочистных станций предлагается применение новых способов очистки, не требующих реконструкции водоочистных сооружений и направленных на повышение эффективности очистки воды, а также улучшение качества питьевой воды.

В настоящее время для загрузки фильтров используют различные фильтрующие материалы: дробленый керамзит, шунгизит, гранодиорит, вулканические шлаки и многие другие. Это позволяет интенсифицировать работу фильтровальных сооружений, уменьшить дефицит в кварцевом песке за счет использования местных материалов и значительно сократить транспортные расходы по их доставке на объект. Применение зернистых фильтрующих материалов с развитой поверхностью зерен позволяет повысить производительность фильтровальных сооружений на 30-50 % без проведения реконструкции фильтров[1].

Представляет интерес для эффективности очистки воды разработка силикофосфатных адсорбентов. Исследования направлены к способам умягчения и очистки парокотельных, питьевых поверхностных и подземных вод с использованием силикофосфатного адсорбента.

При использовании данного способа достигается упрощение и интенсификация процесса адсорбционной технологии очистки воды через 2-ступенчатый осветляемый слой керамзита и 2- ступенчатую фильтрацию через слой предлагаемого адсорбента. Разработанная технология заменяет традиционно применяемые химические методы коагуляции и флокуляции с применением реагентов, отстойной очистки солевых и токсичных примесей из сырой питьевой среды, а также исключаются большие осадительные фильтрационные сооружения и строительные площадки.

Адсорбент готовят следующим образом. В качестве связующих были выбраны разбавленные устойчивые водные золи жидкого стекла (по ГОСТ 13078-81) для взаимодействия с порошками адсорбента, синтезированного в условиях шлак:  $z_4=3:1$ , пептизированного в течение 14 минут при температуре 150 °С 1% масс.водой. [2]

Формовочную массу минеральных адсорбентов в  $\text{Na}^+$  форме получаем тщательным смешиванием измельченных порошков адсорбента с разбавленным жидким стеклом. Затем из полученной массы формируются гранулы со скоростью 1,5-2 м/мин. на лабораторном экструзионном формовочном шнековом агрегате через фильеры. Полученные гранулы подвергаются термической обработке.

Изменения кинетического состава разработанного адсорбента представлены в таблице 1. Формование исследуемого порошка с жидким стеклом в условиях отвердевания с дальнейшим прокаливанием проводятся при температуре  $450^\circ\text{C}$  в течении 1 часа.

Таблица 1- Изменение кинетического состава адсорбента

| №об-разцов | Жидкое стекло, мл | $\text{H}_2\text{O}$ , мл | Соотношение плотностей, Ж.С./ $\text{H}_2\text{O}$ | Силикатный модуль, 2,75/ $\text{H}_2\text{O}$ , % | Продолжительность схватывания, мин | Вес материала после прокалики, $450^\circ\text{C}$ | Потери веса после прокалики, % | Насыпная плотность, $\rho$ , $\text{кг}/\text{м}^3$ физическое состояние |
|------------|-------------------|---------------------------|--|---|------------------------------------|--|--------------------------------|--|
| 1          | 65                | -                         | 1,37   | 2,75  | Моментально схватывается           | 65,22  | 34,78                          | 848(силикатные стекла)   |
| 2          | 60                | 40                        | 1,50   | 0,0687  | 20                                 | 73,66  | 26,34                          | 500 (гранулы)  |
| 3          | 60                | 100                       | 0,60   | 0,0275  | 20                                 | 74,32  | 25,68                          | 741 (гранулы)  |
| 4          | 60                | 225                       | 0,266  | 0,0033  | 40                                 | 72,85  | 27,15                          | 1013 порошок   |
| 5          | 60                | 450                       | 0,133  | 0,0061  | не схватывается                    | 72,60  | 27,40                          | 1043 порошок   |

Из таблицы 1 видно, что при получении образца 1 (без добавления воды) происходит стеклообразование. В образцах №2,3 с жидким стеклом и разбавленной водой в соотношении масс. %: 60-40, 60-100 - получены гранулы после прокаливания при  $450^\circ\text{C}$  длиной 4-4,5мм в радиальном положении. Данные образцы характеризуются высокой водопоглощаемостью 0,250мл и твердостью по шкале Мосса 8-9 баллов. Оценка устойчивости гранул в образцах 2,3 к воде показало, что они не растрескиваются при 6-часовом контакте с ней, а также после высушивания при  $450^\circ\text{C}$  обладают высокой вторичной пористостью структуры, что составляет  $0,316 \text{ г}/\text{см}^3$ .

Полученный таким образом адсорбент предварительно смешанный с жидким стеклом и водой в соотношении 5:3:2, прокаленный при температуре  $450^\circ\text{C}$  можно использовать для очистки и умягчения парокотельных, питьевых поверхностных и подземных вод. Процесс очистки и умягчения жесткости поверхностных вод проводят в 2-ступенчатом слое керамзита и последовательно в 2-ступенчатом слое адсорбента. Способ очистки и умягчения осуществляется следующим образом.

Непрерывно действующие в динамических условиях керамзитовые и адсорбционные установки для частичного и полного умягчения воды представляют собой цилиндрические вертикальные аппараты диаметром 1,3м и высотой 2,6м. Загрузка керамзита и ионообменника в каждый вертикальный аппарат составляет по 1 тонне, сверху закрыты крышками, прикрепленными к цилиндрической части болтами. На железную плиту установки насыпают слой гравия высотой 100-200мм. Гравий предохраняет адсорбент от мутных взвешенных загрязнений, а также препятствует просыпанию мелочи и забиванию отверстий в плите. Сверху

слой адсорбента и керамзита во избежание уноса покрывают сеткой, выполненной из проволоки толщиной 0,8мм с отверстиями размером 2,5мм. Уплотненный осадок в керамзите отводят на площадки для обезвоживания и подсушивания.

Пропускная скорость керамзита и адсорбента при производительности 90000 м<sup>3</sup>/сутки составляет 3,1 л/с. Расчетная пороговая скорость задерживания взвешенных веществ в керамзитовом слое (насыпная плотность 600-800кг/м<sup>3</sup>) 2-3 секунды. При этом используется 30-40% полезной емкости грязесъема керамзита (на 200-150 кг взвеси) с некоторым введением запаса емкости. Частота промывки обратным потоком поверхностной воды в двух керамзитовых загрузках особенно в паводковых условиях обычно производится 1-2 раза в сутки. Третья керамзитовая колонна - резервная, чтобы не нарушать повторяющийся цикл работы адсорбционной технологии. Процесс очистки и умягчения жесткости поверхностных вод проводят последовательно в 2-ступенчатом слое адсорбента.

Глубокое умягчение жесткости подземных и парокотельных вод проводят в двухступенчатой установке адсорбентом без керамзитовой колонки. В предлагаемой технологии предусмотрена регенерация фильтрующих материалов. В ней фильтр первой ступени выключают на регенерацию при снижении кислотности фильтрата на 20% от максимальной. Сильноосновный фильтрат ступени II регенерируют сначала 2-3%, а затем 0,2-0,3%-ным раствором NaOH. Регенерационный раствор после пропуска через сорбент фильтра ступени II содержит, помимо едкого натра, силикат и карбонат натрия. Этот раствор используют для регенерации сорбента фильтров 1 ступени.

Формованные в Na<sup>+</sup> форме адсорбенты можно использовать как генераторы первоначальной кислотности, которая нейтрализует щелочность во второй ступени, в основном меняет катионы Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Fe<sup>+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, В<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, на фосфат ионы из радикальных соединений.

В лабораторных условиях исследовано поглощение ионов - формы в динамическом режиме. В колонку диаметром 15мм и высотой слоя 10см засыпали 10г сорбента и пропускали раствор концентрацией С NaOH=0,01н; рН=8,9; рS?16; скорость 5 м/ч при пропускании не менее 500 объемов раствора на один объем сорбента. Проведение семи циклов сорбция-регенерация выявило возможность многократного использования адсорбента в динамичных условиях.

Проведены опытно-промышленные испытания на предлагаемых сорбентах очистки подземной жесткой воды для парокотельных нужд, где требуется строгая умягченность воды. Изменения состава воды представлены в таблице 2. Испытания показали, что после 2-фильтра ионообменника жесткость воды с 11мг·эquiv/л снижена до содержания 0,2 мг·эquiv/л.

**Таблица 2- Изменения жесткости исходной подземной воды ТЭЦ-3 после 2-ступени фильтра ионообменника**

| Исходная подземная вода ТЭЦ-3 | Вода после 2-фильтра ионообменника |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Жесткость - 11мг*эquiv/л      | Жесткость - 0,2 мг*эquiv/л         |
| Щелочность - 4,75 мг*эquiv/л  | Щелочность - 3,45/6,4 мг*эquiv/л   |
| Сl - 19 мг/л                  | Сl - 15 мг/л                       |
| SiO <sub>2</sub> - 12 мг/л    | SiO <sub>2</sub> - 15 мг/л         |
| 4 - 11 мг/л                   | 4 - 14 мг/л 4 - 14 мг/л            |
| - 7,22                        | - 9,23                             |

Довольно высокая жесткость подземной воды глубоко умягчена до высокого качества требуемой нормами САНПиН для парокотельных вод.

Данный эффективный экономичный способ очистки и умягчение вод до высокого качества позволяет использовать в качестве сорбирующего материала предлагаемый адсорбент, преимуществом которого является невысокая себестоимость и экологичность.

Преимуществом использования для очистки и умягчения поверхностных и довольно жестких подземных вод до кондиции питьевого качества в адсорбционной и керамзитовой установках является возможность вести регенерацию адсорбента и керамзита без их разгрузки, а также сохранить стабильность качества умягченной воды и компактность оборудования, что сокращает капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Очищенная, и прозрачная вода не требует дополнительной фильтрации. Способ применим для умягчения и очистки парокотельных, питьевых поверхностных и подземных вод.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по обеспечению выполнения требований САНПиН - М.: Госстрой России -2000.- 52с.
2. Патент 20686 KZ. 15.01.2009, бюл.№1. Способ приготовления адсорбента для умягчения и очистки воды. Бишимбаев В.К., Аргинбаев Д.К., Киргизбаева К.Ж. и др.

**Кыргызбаева К.Ж.**

**Су тазарту станцияларындағы суды тазартудың тиімділігін жоғарлату**

Статья су тазарту станцияларындағы суды жұмсарту және тазартудың тиімділігін жоғарлату мәселелеріне арналған. Бұл әдісті қолданғанда 2-саты керамзиттен және адсорбент арқылы 2-саты фильтрациядан суды тазарту адсорбциялық технологияның процессін интенсификациялау және жеңілдетуге қол жеткізіледі. Ұсынылған технология күнделікті қолданылатын реагентті химиялық коагуляция және флокуляция әдістерін, тұзды және токсикологиялық қоспалардан тазартуды алмастырады.

**Kirgizbaeva K.J.**

**Improving the efficiency of purification of natural water from wastewater treatment plants**

This article is devoted to the issues of effectiveness of water purification and softening at water treatment stations. During application of this method simplification and intensification of adsorptive purification technology through two-stage defecated layer of haydite and two-stage filtration through adsorbent. The offered technology replaces traditionally used reagent chemical methods of coagulation and flocculation, sediment purification of saline and toxic admixtures

*Поступила в редакцию 01.10.10*

*Рекомендована к печати 30.10.10*