

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ИЗБЫТОЧНЫХ НИТРАТОВ

Анализ эффективности работы водоочистных станций населенных пунктов Казахстана показал невозможность получения ими нормативного качества очищаемой воды существующими традиционными методами без применения методов глубокой очистки воды от загрязнений природного и антропогенного происхождения. Многие поверхностные водоисточники в Казахстане загрязнены антропогенными загрязнениями, в отношении которых барьерная роль существующих водоочистных сооружений чрезвычайно мала. Подземные воды по сравнению с поверхностными обладают большей защищенностью и стабильностью качества воды. Однако так как в последние годы усилилось загрязнение подземных водоисточников минеральными азотсодержащими соединениями, большинство колодцев (около 65 и 7 % артезианских скважин) содержат избыточные количества нитрат-ионов, которые превышают в несколько раз предельно допустимую их концентрацию, предусмотренную для питьевых вод (45 мг/л). Основным источником появления соединений азота в воде является сельское хозяйство, применяющее азотные удобрения. Присутствие азотсодержащих веществ в питьевой воде нежелательно, так как они влияют отрицательно на организм и здоровье человека. Под воздействием высоких концентраций нитратов возникает заболевание водно-нитратной метгемоглобинемией, так как нитраты под влиянием микрофлоры кишечника переходят в нитриты, последние, поступая в кровь, ведут к образованию метгемоглобина, что уменьшает снабжение тканей кислородом.

В зарубежной литературе имеются сведения, что нитраты, даже при концентрации 10 мг/л в пересчете на азот, являются ядом для маленьких детей; систематическое же употребление взрослыми воды с такой концентрацией нитратов опасно для их здоровья, особенно для беременных женщин.

Удаление же нитратов, при их содержании > 45 мг/л, представляет собой весьма сложную проблему, так как они не образуют осадки и комплексные соединения.

Существует ряд способов очистки воды от нитратов, которые различаются своей сущностью, техническими средствами, стоимостью и степенью очистки. В соответствии с индивидуальными требованиями и особенностями объекта специалисты останавливают свой выбор на одном из них.

Наиболее популярным способом очистки воды от нитратов является использование ионообменных установок. Он основан на последовательном фильтровании воды через водород-катионитный, а затем HCO_3^- , OH^- или CO_3^{2-} – анионитный фильтр.

Этот метод очистки воды от нитратов широко используется в промышленном и энергетическом секторе, поскольку демонстрирует высокое качество водоочистки. В зависимости от целей водоочистки процессы водород-катионирования и гидроксид-анионирования имеют разную степень сложности.

На первом этапе очистки воды от нитратов в водород-катионитных фильтрах катионы, которые содержатся в исходной воде, обмениваются на водород-катионы. При этом в отфильтрованной жидкости образуется эквивалентное количество кислоты из анионов, с которыми были связаны катионы, а CO_2 , образовавшийся в ходе разложения гидрокарбонатов удаляется в декарбонизаторах.

Второй этап очистки воды от нитратов связан с использованием анионитных фильтров (используются так же и при очистке воды от тяжелых металлов), где анионы образовавшихся кислот обмениваются на ионы OH^- , то есть задерживается фильтром. На этом очистка воды от нитратов завершается.

В зависимости от необходимой глубины очистки воды от нитратов специалисты используют одно-, двух- и трехступенчатые установки. Общим для всех их является применение сильнокислотных водород-катионитов. Так, для очистки воды от нитратов и очистки воды от фенолов на промышленных и энергетических предприятиях водоподготовка может осуществляться:

- по одноступенчатой схеме – один катионитный и один анионитный фильтры;
- по двухступенчатой схеме – по два катионитных и два анионитных фильтра;

- по трехступенчатой схеме, когда в ходе работ по очищению воды от нитратов используются отдельно катионитный и анионитный фильтры либо в одном фильтре совмещаются катионит и анионит.

Солесодержание после очистки воды от нитратов по одноступенчатой схеме составляет 2–10 мг/л; по двухступенчатой - 0,1–0,3 мг/л; по трехступенчатой - до 0,05–0,1 мг/л. Поэтому для бытовой очистки воды от нитратов используется одноступенчатая схема.

Имеет данная схема очистки воды от нитратов и свои недостатки. Они вытекают из следующей особенности схемы процесса. Подавляющее большинство конструкций ионообменных фильтров для очистки воды от нитратов – параллельно точные (прямоточные), то есть обрабатываемая вода и регенерирующий раствор движутся в фильтре в одном направлении – сверху вниз (как и при очистке воды от железа).

В процессе продвижения регенерационного раствора через слой ионита сверху вниз концентрационный напор существенно уменьшается. На финальной стадии регенерационный раствор сталкивается со слоем ионита, содержащим небольшое количество ионов, которые должны быть вытеснены из этого слоя, однако вытеснения не происходит. Это приводит к тому, что следующий поток, подлежащий обработке в ходе очистки воды от нитратов, обладает более низким качеством.

Поэтому одноступенчатая ионообменная очистка воды от нитратов сопряжена с использованием большого количества реагентов, а также большим объемом воды для отмывки ионита от остатков регенерационного раствора, а качество водоочистки оставляет желать лучшего. Двухступенчатая и трехступенчатая схемы позволяют преодолеть эти недостатки.

Одним из наиболее продуктивных и эффективных способов очистки воды от нитратов – это метод обратного осмоса. Преимущества метода состоят в простоте осуществления мероприятия и конструкций установок, а также простоте эксплуатации системы, низких энергозатратах, небольших габаритах. Этот метод используется так же при обезжелезивании.

Методом обратного осмоса пользуются для очистки воды от нитратов при солесодержании до 40 г/л. Его сущность состоит в использовании специальных полупроницаемых перегородок-мембран. В ходе очистки воды от нитратов этим методом растворитель и раствор разделяются, поскольку первая мембрана пропускает через себя, а второй – нет. Растворитель перетекает через мембрану до тех пор, пока концентрации растворов по обе стороны перегородки не будут одинаковыми.

Осмотическое давление – это количественная характеристика явления обратного осмоса, которое создается для изменения скорости перехода жидкости через мембрану. Подобное противодействие, создаваемое в ходе очистки воды от нитратов, равно тому давлению, которое нужно приложить к раствору, чтобы привести его в равновесие с чистым растворителем, отделенным от него полупроницаемой мембраной.

Метод очистки воды от азотсодержащих веществ с помощью обратного осмоса имеет ряд серьезных недостатков, таких, как существенное изменение исходного качества воды, необходимость предварительной обработки воды с целью исключения засорения модулей и обрастания мембран, наличие концентрированных стоков, требующих удаления и переработки, поэтому данный метод не получил распространения.

В практике водоочистки широко используются биологические методы удаления минеральных азотсодержащих веществ. Эти методы подходят больше для сточных вод. Однако есть установки, которые применяются и для очистки питьевых вод. Производственный опыт денитрификации питьевой воды менее обширен, кроме того, применению этого метода препятствуют ещё такие нерешённые вопросы, как селективность и безопасность бактерий, обеспечение условий прочного сцепления бактериальной микрофлоры с загрузкой, а также использование субстрата для развития бактерий доноров электронов нетоксичных для питьевых вод. При подготовке питьевой воды возникает проблема присутствия биомассы, поскольку при отстаивании она удаляется не полностью, и требуется значительное время для проведения денитрификации. Другим недостатком является необходимость последующей обязательной химической очистки воды для удаления болезнетворных бактерий.

Известен электрохимический способ очистки воды от нитритов, заключающийся в пропускании воды через электролизер, где она имеет контакт с катодом, имеющим большую поверхность. В качестве материала катода используют медь, железо, цинк и другие металлы, а в качестве анода – графит.

На основании изложенного можно заключить, что универсальных методов очистки воды от нитратов не существует. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. Для решения проблемы очистки воды от нитратов электрохимический метод является более перспективным: он – безреагентен, экономичен, технология электрохимической очистки может быть легко автоматизирована, количество образующегося шлама минимально.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иевлева О.С., Гончарук В.В.*. Методы удаления нитратов из природных и питьевых вод. // *Химия и технология воды* 2006, Т.28, №3.
2. *Duca Gh., GoŃa M.* Impactul mediului ambient si methemoglobinemia. Материалы научно-практической конференции "Передовые технологии на пороге XXI века". Изд. Stiinta, Кишинёв, 2000.

Резюме

Бұл мақалада жерасты суларындағы нитраттардан тазарту үшін практикада кең қолданылатын әдістерге сараптамалар жасалған. Сол әдістерді пайдаланудың кемшіліктері мен артықшылықтары бағаланған.

Summary

In this article the analysis often used in practice of methods of purification of underground waters is carried out. Identified the advantages and disadvantages when using these methods.

ҚазНТУ им. К.И. Сатпаева

Поступила 15.06.12 г.