

*Гуляева В.И.,
студент 2 курс магистратуры,
факультет «Инженерных систем и сооружений»
Воронежский государственный технический университет
Россия, г. Воронеж*

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ОТ НИТРАТОВ

***Аннотация:** В данной статье рассматриваются различные методы удаления нитратов и нитритов из природных вод. Дан краткий анализ различных методов денитрификации*

***Ключевые слова:** нитраты, нитриты, методы удаления нитрат-ионов, мембраны.*

***Abstract:** this article discusses various methods for removing nitrates and nitrites from natural waters. A brief analysis of various identification methods is given.*

***Keywords:** nitrates, nitrites, methods for removing nitrate ions, membranes.*

Присутствие в природной воде нитрат-ионов обусловлено бесконтрольным применением селитры в качестве удобрений для сельскохозяйственных культур. Из-за дешевизны и доступности многие агропромышленные предприятия вносят их с избытком. Животноводческие комплексы и птицефермы - еще один источник ионов нитратов в воде. Они образуются в результате разложения навоза, которое проходит с участием нитробактерий. Если на территории хозяйства есть захоронения, это еще больше усугубляет ситуацию с накоплением нитратов в почве и переходом в источники водоснабжения.

Бесконтрольный сброс стоков промышленными предприятиями приводит к увеличению концентрации нитратов в природной воде. Производство и потребление азотнокислых соединений имеет широкие масштабы.

Существует еще ряд источников нитратов, но их значение незначительно. Например, удар молнии в водоем сопровождается образованием азотнокислых соединений. Присутствие нитратов в воде после грозы не значительно.

Для очистки воды от нитрат-ионов применяют биологический, ионообменный, адсорбционный, электрохимический, мембранные методы, а также метод, который заключается в разбавлении воды, содержащей нитрат-ионы, чистой водой до безвредных концентраций.

Наиболее распространенным методом очистки воды от нитрат-ионов является ионообменный. Сущность этого метода заключается в пропускании воды через фильтры, заполненные синтетической анионообменной смолой, в результате чего происходит обмен нитрат-ионов, содержащихся в исходной воде, на эквивалентное количество анионов, содержащихся в смоле. Затем насыщенный нитрат-ионами анионит подвергается регенерации концентрированными растворами соответствующих солей.

Широкое применение на практике получил метод хлор-анионирования, при котором вместо поглощаемых нитрат-ионов в воду выделяются хлорид-ионы, а для регенерации ионита используется раствор хлорида натрия как самый дешевый и доступный реагент. Однако содержание хлорид-ионов в питьевой воде также лимитируется и не должно превышать 250 мг/дм³, поэтому, если суммарная концентрация анионов сильных кислот (нитрат-, 22 хлорид- и сульфат-ионов) в исходной воде превышает эту величину, метод хлор-анионирования не может быть использован. В таких случаях целесообразно применять анионообменные смолы в карбонатной, бикарбонатной и смешанной карбонатно-бикарбонатной форме.

Мембранные методы являются перспективным методом удаления нитрат-ионов из природной воды.

Среди таких методов наиболее востребованными являются баромембранные процессы, в которых перенос вещества через мембрану происходит под действием разности давлений. Это может быть грубая очистка, применение мембран различного типа, позволяющее максимально увеличить

содержание выделяемого вещества при относительно низких давлениях, либо объединение концентрирования и фракционирования веществ. Таким образом, возникает необходимость расширения ассортимента мембран.

Обратный осмос может быть реальным вариантом для удаления нитрат-ионов как в муниципальных службах, так и в бытовых условиях. Данный метод используется для очистки воды от нескольких загрязняющих веществ одновременно, в том числе ионов (например, нитрат, мышьяк, натрий, хлорид и фторид), твердых частиц (например, асбест), и органических компонентов (например, некоторые пестициды).

Очистка воды обратным осмосом – это процесс прохождения растворов под давлением через полупроницаемые мембраны, которые

пропускают растворитель, полностью или частично задерживают молекулы либо ионы растворенных веществ.

Движущей силой процесса обратного осмоса является перепад давления. К преимуществам обратного осмоса относятся: получение высококачественной воды, комплексное удаление загрязнений, опреснение, возможность автоматизации процесса, сравнительно небольшие энергозатраты.

К недостаткам обратноосмотического метода можно отнести необходимость поддержания высоких давлений, которые при очистке воды или опреснении концентрированных растворов могут достигать 10–25 МПа. Это ограничивает возможность использования обратного осмоса в области опреснения, несмотря на низкие затраты энергии. Также иногда необходимо создавать установки обратного осмоса каскадного типа, когда опреснение осуществляется в несколько стадий, поток пермеата первой ступени поступает на последующую ступень как входящий и подвергается обессоливанию на второй ступени.

Водные растворы, подаваемые на мембрану, не должны содержать коллоидных и взвешенных веществ, солей кальция и магния, способных к осадкообразованию. Также из раствора, подаваемого на обработку, должны быть

удалены микроорганизмы ввиду того, что продукты их жизнедеятельности разрушают и загрязняют мембраны.

Таким образом к недостаткам метода обратного осмоса относятся высокие капитальные, эксплуатационные и технические затраты, восприимчивость мембран к загрязнениям, высокие требования к предварительной обработке воды, большой объем отходов, требующих утилизации.

Несмотря на все приведенные выше недостатки, мембранные технологии получают все большее распространение для подготовки, опреснения питьевой воды и обработки стоков. Это связано, прежде всего с тем, что мембранные технологии обеспечивают получение воды стабильного и прогнозируемого качества. Обратный осмос позволяет снижать концентрацию нитрат-ионов до очень низких значений.

Денитрификация — процесс восстановления нитритов и нитратов до свободного азота, который выделяется в атмосферу. Биологические методы денитрификации делятся на автотрофные и гетеротрофные. Гетеротрофная денитрификация подразумевает использования микроорганизмами источников углерода, например, метанол, этанол, уксусную кислоту. В автотрофной денитрификации в качестве источника энергии микроорганизмами используется сера или водород.

Наиболее эффективно процесс денитрификации протекает при $pH=7-7,5$; при pH ниже 6 или выше 9 процесс затормаживается. Для процессов нитрификации и денитрификации могут быть использованы традиционные сооружения биологической очистки, подобные биофильтрам и аэротенкам.

Для удаления из воды окисленных форм азота – нитрит- и нитрат-ионов, образующихся в результате нитрификации, осуществляется процесс денитрификации, сущность которого заключается в том, что гетеротрофные бактерии-денитрификаторы (*Thiorescoccus*, *Denitrificans*, *Paracoccus*) в процессе своей жизнедеятельности для окисления органического вещества используют связанный кислород нитрат- и нитрит-ионов, восстанавливая их до молекулярного азота. Процесс биологической денитрификации проводится в

анаэробных условиях в присутствии органических веществ, необходимых для жизнедеятельности бактерий. Эффективность данного метода составляет в среднем около 90%.

Определенной альтернативой биологической денитрификации является химическое восстановление нитрат-ионов. Показано [2], что последнее протекает с большей скоростью по сравнению с биологической денитрификацией и относительно более селективно по отношению к нитрат-ионам, чем обратный осмос и ионный обмен.

В основу метода положена способность металлов восстанавливать некоторые анионы.

Таким образом, метод ионного обмена является наиболее востребованным, используемый в частности на станциях водоподготовки. Что касается обратного осмоса, то такой способ чаще встречается в частных домах и социальных учреждениях. Не уступает в эффективности очистки воды от нитратов метод денитрификации.

Использованные источники:

1. Комарова Л.Ф., Кормина Л.А. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений. [Электронный ресурс]. URL: <https://book.cc/book/3126755/825353> (дата обращения 07.06.2020).

2. Сартакова О.Ю., Горелова О.М. Чистая вода: традиции и новации: Учебное пособие. [Электронный ресурс]. URL: <https://chem.astu.org.ru/chair/study/chist-voda/index.shtml> (дата обращения 07.06.2020).