

Количество слагаемых в формуле (9) зависит от варианта компоновочной схемы погружного дискового биофильтра.

Предложенная формула (1), учитывает все виды гидравлического сопротивления: будь то сопротивление, которое оказывает жидкость на диски, при их вращении; либо сопротивление дисков жидкости при их обтекании, иными словами - охватывает весь спектр гидродинамических показателей потока жидкости. Она так же включает в себя основные технологические показатели. При подборе мощности приводного устройства по выше перечисленным формулам, нет необходимости производить проверку на пусковой режим, т.к. это учитывалось в процессе эксперимента.

Литература

1 Чёрный И.М., Игнатенко А.В. Расчёт энергопотребления дисковых биофильтров. "Водоснабжение и санитарная техника" №2, 1990 г.

2 Кременецкий Н.Н. и др. Гидравлика. "Энергия", 1973 г.

3 Чёрный И.М., Тарасюк Т.П. Кинематика течения жидкости в биологическом реакторе с вращающейся загрузкой. "Гидравлика и гидротехника" №41 1985 г.

О СОДЕРЖАНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ

В.Н. Яромский, Т.М. Лысенкова, С.В. Соколюк

Факультет водоснабжения и гидромелиорации, БПИ
Брест, Республика Беларусь

Освещается современное состояние проблемы содержания минеральных азотсодержащих соединений в подземных водах.

СОДЕРЖАНИЕ, МИНЕРАЛЬНЫЕ, АЗОТИСТЫЕ СОЕДИНЕНИЯ,
ПОДЗЕМНЫЕ, ВОДЫ

Интенсивное применение азотных удобрений в сельском хозяйстве, развитие промышленности, городские агломерации обуславливают загрязнение подземных вод в региональном масштабе азотсодержащими соединениями. Наряду с наличием азотсодержащих веществ, вызванных антропогенной деятельностью, может наблюдаться и высокое фоновое содержание азота в воде.

Неорганические соединения азота в природных водах представлены, в частности, нитратными ионами NO_3^- и нитритными ионами NO_2^- . Соединения азота глубоких изменений в химическом составе воды не вызывают, поскольку являются подчиненными компонентами, но реакции их превращений оказывают влияние на гидрохимические процессы. Кроме того, некоторые формы азотсодержащих компонентов (в частности, нитраты) при благоприятной аэробной обстановке имеют тенденцию накапливаться в подземных водах. Это объясняется их высокой проникающей способностью при миграции для достижения подземных вод, так как они химически не активны и не адсорбируются на поверхности пласта.

Данные по возрастающему содержанию азота в грунтовых водах начали появляться на границе 60...70 годов, и на сегодняшний день по данному вопросу накоплена обширная информация и опыт исследования многих стран.

Исследования английских ученых показали, что для профиля зоны аэрации, простирающегося до глубины 35 м, характерны концентрации нитратов (по азоту) 15...50 мг/л в поровых водах. В юрских песчаниках в скважинах Центрального Линкольншира отмечены концентрации нитратов, достигающие 22,6 мг/л по азоту, в среднем 14–17 мг/л [1]. Во Франции за 1955...1975 годах в отдельных сельскохозяйственных районах загрязнение подземных вод нитратами возросло на 20 мг/л (по NO_3^-), темпы увеличения составляют 1-3 мг/л в год. С 1981 года около 1 млн. человек во Франции получают воду с концентрацией 40...50 мг/л [1].

Приток азота в подземные воды, в ряде случаев, отмечается при наличии определенного состава пород, из которых выщелачиваются нитраты, что повышает концентрацию до 100 мг/л и более.

Фоновое содержание азота наблюдается в заболоченных местностях. Исследованиями, проводимыми НИИ МивХ в водосборе реки Западная Двина, установлено, что концентрация аммония, который в результате биологического процесса окисления нитрифицируется до нитратов и нитритов, на осушенных болотах изменяется от 0,21 до 2,99 мг/л, на освоенных участках – от 0,24 до 1,89 мг/л [2].

В результате исследований, выполненных в Белорусском институте геохимии и геофизики, выявлено содержание в атмосферных осадках азотсодержащих соединений: в среднем на территорию Беларуси с осадками выпадают 4,5...5,0 кг/га азота в год, в промышленных зонах, в зависимости от технологических процессов, в 2...5 раз больше, – что тоже является одним из источников загрязнения грунтовых вод азотистыми соединениями.

В результате побочного влияния минеральных удобрений в 1995 году на территории Республики Беларусь в водосборах рек зафиксированы максимальные концентрации азота нитратного до 0,685 мг/л [4].

Таким образом, в результате антропогенной деятельности человека в подземных водах многих регионов, в частности, в Беларуси, накопились значительные концентрации азотистых соединений. Это препятствует непосредственному использованию подземных источников для питьевого водоснабжения, так как одним из необходимых условий удовлетворительного качества питьевой воды является ограниченное содержание в ней азотсодержащих веществ.

По своему токсикологическому воздействию нитраты и нитриты должны рассматриваться вместе. Нитраты преобразуются в нитриты непосредственно в организме человека, и, именно, нитриты вызывают особую тревогу с точки зрения воздействия на здоровье человека [5].

Отравление нитратами характеризуется головной болью, головокружением, тошнотой, переходящим нарушением зрения, гиперемией лица, быстро сменяющимся цианозом; в тяжелых случаях могут быть судороги и летальный исход от острой сердечной недостаточности [6].

В 1997 году ВОЗ предложила формулу для расчета допустимого содержания азотсодержащих веществ в питьевой воде [7]:

$$\text{NO}_3 \leq 50 \text{ мг/л}; \text{NO}_2 \leq 3 \text{ мг/л} \text{ [(Конц.нитрата): } 50\text{]} + \text{[(Конц.нитрита): } 3\text{]} \leq 1.$$

ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая" регламентирует содержание нитратов не более 45 мг/л. ПДК по нитритам обычно считают не более 0,1 мг/л [8].

Для того, чтобы качество питьевой воды удовлетворяло нормативным требованиям, в ряде случаев, необходимо осуществлять специальную обработку природной воды. Методы очистки подземных вод от нитратов и нитритов можно разделить на физико-химические и биологические. В рамках этой классификации [9], далее анализируются различные методы очистки, каждый из которых имеет свою специфику, преимущества и недостатки.

Обратный осмос основан на использовании мембран с избирательной проницаемостью. Эффект удаления нитратов составляет 85...90%, при давлении, соответственно, 30 и 60 бар. Метод характеризуется высокой эффективностью, компактностью установки, но, при этом, имеет следующие недостатки: удаление из воды не только вредных, но и полезных для здоровья веществ; необходимость предварительной обработки воды с целью исключения засорения и обрастания мембран; наличие концентрированных стоков, требующих удаления или переработки. Внедрение этого метода на практике сдерживается отсутствием в республике селективных мембран.

Ионный обмен основан на использовании ионообменных смол. Его применение для некоторых водосточников требует предварительной обработки воды окислителями. Кроме того, нормируется содержание сульфат-ионов в исходной воде. При использовании ионного обмена, требует решения проблема утилизации образующихся отработанных регенерационных растворов и поиска материалов с высокой, по отношению к азотистым соединениям, обменной способностью.

Электродиализ может применяться для удаления нитратов и нитритов из воды х/п назначения (эффект удаления $[NO_3^-]$ – 40...60%). Внедрение метода в промышленных масштабах сдерживают: недостаточно высокая селективность мембран; необходимость тщательной предварительной подготовки воды; наличие отходов в виде концентрированных растворов, требующих дополнительных затрат на их ликвидацию.

В качестве биологических методов очистки подземных вод от азотистых соединений известны: денитрификация азотистых соединений в присутствии водорода, серы, углеродсодержащих органических соединений.

Сущность метода денитрификации в присутствии водорода заключается в использовании автотрофных бактерий, при этом, выявлены следующие закономерности: рН воды возрастает по мере удаления нитратов; для полного перевода нитрат-иона в газообразный азот требуется длительный контакт воды и загрузки и предварительное насыщение воды водородом.

Процесс денитрификации азотистых соединений в присутствии серы протекает при использовании смешанной загрузки из серы и карбонатов, что позволяет значительно повысить эффект удаления нитратов. Однако, денитрификация сопровождается ухудшением (в результате побочных реакций) качества обрабатываемой воды, в силу чего методы денитрификации в присутствии водорода и серы пока не нашли широкого применения.

Денитрификация азотистых соединений с использованием углеродсодержащих органических соединений – это биологические процессы с участием гетеротрофных бактерий, преобразующих нитраты, нитриты в газообразный азот. Дальнейшая очистка воды выполняется путем аэрирования и фильтрования, в отдельных случаях – коагулирования, после чего эффект удаления нитратов достигает 70...80%. На заключительном этапе очистки, вода должна быть обеззаражена. Метод достаточно сложен в части эксплуатации и технологического контроля, однако, отличается тем, что не требует обезвреживания концентрированных стоков, наряду с низкой себестоимостью.

Таким образом, анализ литературных данных по геохимии минеральных азотсодержащих соединений показал, что подземные воды (особенно грунтовые) многих регионов, в том числе Белорусского, содержат нитраты и нитриты в концентрациях, препятствующих использованию вод для х/п водоснабжения. Особенную остроту проблема приобретает при водоснабжении населения сельской местности, где используются для водоснабжения шахтные колодцы. В настоящий момент реально реализованных промышленных методов очистки подземных вод от нитратов и нитритов нет. Разработанные на теоретическом уровне физико-химические и биологические методы, в силу перечисленных выше недостатков технологического и эксплуатационного характера, особенно в случаях, когда решается вопрос водоснабжения небольших автономных объектов, расположенных в сельской местности, не находят применения. В связи с этим, разработка и внедрение прогрессивной, современной с экологической точки зрения технологии очистки подземных вод от минеральных азотсодержащих соединений, представляет как научный, так и практический интерес.

Литература

- 1 Бриллинг И.А. Нитратное загрязнение подземных вод удобрениями. – М., 1985, 49 с.
- 2 Брезгунов В.С., Спартак В.Е. Азот в грунтовых водах мелиоративных почв Белорусского поозёрья. // Сборник науч. работ в Белорусском НИИ мелиорации и водного хозяйства. – Минск: 1986, с. 82-92
- 3 Лукашев К.И., Опошко М.П. Об особенностях распространения азота и его форм в природных водах Белоруссии. Доклады АН СССР, том XXXI. – 1985, с. 257-259.
- 4 Охрана природных ресурсов РБ. – Мн: 1995, с. 63, 90.
- 5 Международные стандарты. Нитраты/нитриты. – Вода, 1997, № 4 (12), с. 4.
- 6 Большая медицинская энциклопедия. Изд. третье, “Советская энциклопедия”, т. 18. – М., 1974, с. 21.
- 7 Нитраты и другие знаки беды – М.: Советская Россия, 1990, с. 7.
- 8 Врба Я., др. Содержание нитратов в подземных водах (опыт исследований с ЧССР)/Международный научный семинар. Ташкент, 1-5 окт., 1985 – М., 1987, с. 26-32.
- 9 Новиков В.К., Михайлов Э.М. Методы удаления нитратов и нитритов из природных вод: Обзорная информация. – М.: ЦБНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1988, с. 39.