



Рис. 9. Изополя касательных напряжений

Заключение. Выполнение работ по второму варианту не приведет к потере устойчивости склона при выемке грунта и строительстве сооружения.

Литература

1. Шустер Р., Кризек Р. Оползни. Исследование и укрепление. – М.: Мир, 1981. – 368 с.
2. Маслов Н. Н. Механика грунтов в практике строительства. – М.: Стройиздат, 1977. – 320 с.
3. Гришин В. А., Дорофеев В.С. Некоторые нелинейные модели грунтовой среды. – Одесса: Внешрекламсервис, 2007. – 309 с.

УДК 628.16

МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ НИТРАТОВ ПРИ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Нагорнюк Ю.И. гр. ВВ-507 м(н).

Научный руководитель – к.т.н., доцент Карпов И.П

В статье проводится анализ методов денитрификации воды из подземных источников при подготовке воды питьевого качества.

Подземные воды представляют особую ценность как источник питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также водоснабжения некоторых промышленных производств, для технологического процесса которых требуется вода питьевого качества.

Подземные воды распространены на значительных площадях и поэтому в большинстве случаев добываются непосредственно на

участках расположения потребителей или в небольшом удалении от них (транспортирование подземных вод на большие расстояния применяется редко).

В отличие от поверхностных подземные воды обычно благоприятны в санитарном отношении, имеют более низкую и мало изменяющуюся в течение года температуру, не содержат механических взвесей, что позволяет использовать их для водоснабжения без дополнительной очистки и обработки [1].

Значительную угрозу представляет загрязнение подземных вод бытовыми и производственными стоками и отходами. В связи с этим концентрация нитратов в питьевой воде лимитируется, и должна составлять не более 50 мг/дм^3 [2]. Превышение концентрации нитратов (NO_3) в воде неблагоприятно влияет на здоровье человека, вызывая отрицательное действие на сердечнососудистую систему, нарушение обмена веществ, усиление мутагенеза и т. д. Особенно неблагоприятно влияние нитратов на детский организм, вызывающее тяжелую болезнь — метаболомию [3].

Существует ряд химических (восстановление железом, алюминием, палладием и т.д.), физико-химических (электродиализ, ионный обмен, нанофильтрация, обратный осмос) и биологических (гетеротрофная и автотрофная денитрификация, применение мембранных биореакторов) методов освобождения воды от нитратов. Однако на практике используется только ионный обмен, обратный осмос, электродиализ и гетеротрофная (биологическая) денитрификация [4].

Рассмотрим основные методы удаления нитратов из питьевой воды.

Электродиализ - это процесс переноса ионов электролита через селективные ионообменные мембраны под действием постоянного электрического тока. Скорость переноса ионов зависит от силы тока.

Электродиализный аппарат подразделяют на камеры анионо- и катионообменными мембранами, которые чередуются. Сквозь анионообменные мембраны мигрируют анионы, а сквозь катионообменные катионы. Катионы перемещаются в направлении прохождения электрического тока, а анионы - в противоположном направлении. Все ячейки последовательно питаются постоянным электрическим током и параллельно или последовательно обессоленной водой.

Преимуществом электродиализа является то, что воду обрабатывают при невысоких температур и давлении, что позволяет использовать широкий ассортимент коррозионно-стойких материалов и автоматизировать процесс. Потребление энергии пропорционально

содержанию солей в обессоленной воде. Эффективность удаления нитратов до 90%.

Однако этот способ имеет недостатки, к которым относятся:

- образование осадков карбоната кальция, гидроксида магния и гипса в случае работы в условиях поляризации;

- «отравление» катионообменных мембран железом, марганцем, а анионообменных - органическими веществами, которые содержатся в обрабатываемой воде;

- по причине отсутствия аппаратов большой единичной мощности увеличиваются удельные капитальные и эксплуатационные затраты [5].

Ионный обмен. Ионообменные процессы, применяемые в водоподготовке и водоочистке, основанные на избирательном поглощении одного или нескольких компонентов из водных растворов с помощью ионитов. Иониты - твердые почти нерастворимые в воде и органических растворителях материалы, имеющие ионообменные свойства. В состав ионитов входят функциональные группы, способные к ионизации и обмена с электролитами [5].

В процессе денитрификации используют нитрат-селективные макропористые основные смолы в Cl⁻ форме [6]. Такой анионит сорбирует NO₃⁻ и обменивает их на Cl⁻-ионы. Также на нем сорбируются и ионы SO₄⁻ и HCO₃⁻. Т.е., если в воде суммарное содержание по Cl⁻, NO₃⁻, SO₄⁻ и HCO₃⁻ не превышает ПДК по Cl⁻ ионам, то таким методом можно удалять нитраты из воды. Т.е., если в воде высокая концентрация SO₄⁻ - ионов и, учитывая тот факт, что сродство анионита к SO₄⁻-иону выше, чем к NO₃⁻ иону, то возможна ситуация, когда сульфат-ион в определенный момент процесса может вытеснить нитрат-ион из анионита. В этот момент в фильтрате концентрация нитрат-ионов станет выше, чем в исходной воде и удаление нитратов прекратится. Наряду с этим необходимо понимать, что если анионит сорбирует и нитрат- и сульфат-ионы, емкость такого анионита по нитрат-ионам может оказаться невысокой [7]. Регенерация таких катионитов происходит при помощи поваренной соли.

Обратный осмос. Способ обратного осмоса заключается в фильтровании растворов под давлением через полупроницаемые мембраны, которые пропускают растворитель (воду) и полностью или частично задерживают молекулы или ионы растворенных веществ. Этот способ основан на явлении осмоса - спонтанного проникновения растворителя (воды) через полупроницаемую мембрану в раствор.

Преимуществом обратного осмоса является то, что электроэнергия в основном расходуется на создание повышенного давления над раствором и его продавливания через мембрану. При этом затраты

энергии минимальны. Простота конструкции – это еще одно преимущество способа. Степень задержки нитратов составляет 90-93%.

Одним из недостатков метода является то, что после обработки воды нужно корректировать минеральный состав воды путем добавления к ней исходной воды, или путем фильтрования через мраморную крошку [5, 6].

Наночистка - процесс разделения веществ при рабочем давлении 1-2 МПа. В процессе наночистки могут частично (40 - 60%) задерживаться низкомолекулярные электролиты. Соли с двухзарядными ионами задерживаются на 80 - 98% и практически полностью (до 98 - 99,9%) - органические соединения (спирты, пестициды, красители и др.). Наночистка осуществляется в ультратонком разделительном слое, поскольку наночисточные мембраны имеют поры диаметром 1-3 нм [5].

Эффективность снижения нитратов составляет 50-60%. Недостатком этого метода, как и для обратного осмоса, является обессоливание воды, и возникает необходимость корректировки минерального состава [6].

Биологическая денитрификация – широко распространенный природный процесс, который в значительной степени обуславливает жизненно важный круговорот азота в биосфере, а заодно и к самоочищению поверхностных вод. Восстановление нитратов осуществляют представители различных родов архей, бактерий и даже некоторые грибы. При отсутствии кислорода они используют оксиды азота как акцепторы электронов, донорами которых служат, главным образом, органические соединения, а также определенные неорганические вещества. Биологическая денитрификация как явление известна в науке почти полтора века, однако в подготовке питьевой воды сталкивается с определенными трудностями, связанными, в основном, с гигиеническими оговорками безопасности микроорганизмов – денитрификаторов, а также с технологическими сложностями иммобилизации бактерий на подходящих носителях.

Некоторые авторы рассматривают биологическую очистку питьевой воды с использованием пробиотических бактерий, которые являются полезными для здоровья человека. В процессе такой очистки концентрация нитратов в воде снизилась до 2 мг/дм³, но при этом показатель рН воды увеличивается с начального 6,3 до 8,6, а иногда до 9,5 [4].

Выводы

Превышение концентрации нитратов в питьевой воде отрицательно влияет на здоровье человека. Поэтому процесс денитрификации

питьевой воды очень важен. Все рассмотренные методы очистки достаточно эффективны. Для выбора определенного метода очистки питьевой воды нужно проводить технико-экономическое сравнение. ДБН рекомендует использовать метод сорбции с использованием нитрат-селективных макропористых основных смол в Cl-форме (ионный обмен).

Литература

1. Арцев А.И., Бочерев Ф.М. Проектирование подземных водозаборов. М.: Строиздат, 1976. - 292 с.
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»
3. Крайнев СР., Швец В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. - М.: Недра, 1987. - 237 с., ил.
4. Гвоздяк П.И., Сапур Е.В. Денитрификация питьевой воды с использованием прибиотических бактерий // Микробиологія і біотехнологія. – 2017. – №2 – электронный ресурс - <http://mbt.onu.edu.ua/article/view/105022/101122>
5. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість вод: Підручник. – К.: Вища шк., 2005. – 671 с., іл.
6. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. – Київ, 2013
7. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования – М.: ДеЛи принт, 2004. – 328 с.

УДК 627.221.13

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОКРЫТИЙ МОРСКИХ ПРИЧАЛОВ В ПОРТАХ УКРАИНЫ

*Назарук Ю.Р., Катренко В.В., Гнатовський М.А., гр. АД-408.
Научный руководитель - асс. Рубцова Ю.А.*

В соответствии с Законом Украины «Про морські порти України» от 17.05.2012г. установлено следующее определение морского порта: **Морской порт** – определенная пределами территория и акватория, оборудованные для обслуживания судов и пассажиров, проведения грузовых, транспортных и экспедиционных работ, а также других связанных с этим видов хозяйственной деятельности.