

ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА

Н.БАЙГАЗЫ КЫЗЫ
E.mail. ksucta@elcat.kg

Берилген макалада мембраналык ыкма менен сууну тузсуздандыруусу каралган, анда мембраналык процесстер колдонулган (ионообмен, электродиализ). Суунун тузун азайтуу технологиясы жана алардын иштөөсүнүн кыскача мазмуну берилген. Электродиализдик жабдыктын артыкчылыгы жазылган, кичине электр кубаттуулугун талап кылуусун, процесстерди автоматизациялоого мүмкүнчүлүгүн, жогорку ичүүгө жарамдуу сунун (99 % чейин) чышышындагы жогорку экологиялыгы, андан аркы ыкманы өнүгүшүнө жардам берет.

В данной статье рассматриваются мембранные методы опреснения воды, в которых используются мембранные процессы (ионообменные мембраны, электродиализ). Дается краткое содержание технологии обессоливания воды и ее совершенствование. Описанные преимущества электродиализного оборудования: малая энергоемкость, возможность автоматизации процесса, высокая экологичность при высоком выходе пресной воды (до 99 % –), способствуют дальнейшему развитию метода.

This article is about membrane methods of water, in which are used membrane processes (of a membrane, electrolyze). The brief contents of technology of water and their perfection is given. Are given account electrolyze of installation. The advantages electrolyze of the equipment are described, small power consumption an opportunity of automation of process, high ecologies at a high exit of stale water (up to 99 %), promote the further development of a method.

Постоянно ухудшается качество воды поверхностных источников из-за антропогенного воздействия просачивания в глубину земли сточных вод, которые достигают уровня подземных вод и загрязняют их /1, 2, 3, 4, 5, 6, 7/.

Поток подземных вод протекает под любым населенным пунктом, и все растворы, которые образуются на его территории, могут просочиться до уровня грунтовых вод и загрязнить их, в основном, это утечки из канализации, отстойников и других источников /1, 2, 3, 4, 5, 6, 7/.

Как правило, загрязнение обнаруживается по появлению в подземной воде повышенных концентраций нитратов за счет бытовых стоков, а также других элементов, связанных с промышленной деятельностью – хрома и др.

В целом по республике, в пределах любого населенного пункта, подземные воды загрязнены в той или иной степени. Чем крупнее населенный пункт, чем больше в его пределах предприятий, производящих загрязненные стоки, тем больше площадь очагов загрязнения и концентрация загрязняющих веществ.

Фильтрация с полей при орошении за счет растворения удобрений, пестицидов вносит свой вклад в загрязнение подземных вод, особенно в условиях неглубокого, в пределах первых метров, залегания уровня подземных вод.

В районах орошаемого земледелия юга республики, так же как и в северных районах, при неглубоком залегании уровня подземных грунтовых вод и неэффективной работе дренажных систем широко развит процесс засоления грунтовых вод и грунтов. В целом по республике засолению подвержено порядка 40 % сельскохозяйственных земель.

Современное состояние подземных вод в целом по Кыргызстану в течение 2000, начала 2005 года не претерпело существенного изменения в сравнении с периодом 1998-1999 годов.

Однозначно можно констатировать, что изменений в лучшую сторону не произошло, поскольку основные негативные факторы продолжают действовать, несмотря на то, что нагрузка на подземные воды как по загрязнению, так и по расходу снизилась за счет снижения деятельности производства.

Ужесточающиеся требования к качеству питьевой воды побуждают к разработке новых передовых технологий водоочистки.

До настоящего времени эта проблема решалась добавлением к традиционным водоочистным сооружениям устройств по озонированию и сорбционной очистке, значительно усложняющих и удорожающих схему очистки и не повышающих качество воды. Существует мнение, что альтернативой поверхностным водоисточникам могут служить подземные воды, менее подверженные антропогенному влиянию, забывая, однако, что большинство подземных вод имеют повышенную жесткость и высокое содержание железа, что усложняет и удорожает схему их очистки по сравнению с традиционными.

Очевидно, что решение этой проблемы для объектов с относительно небольшим водопотреблением, использующих в качестве исходной поверхностную, подземную и даже озерную воду, заключается в применении мембранных методов очистки. Из проработанных и опробованных к настоящему времени мембранных методов электродиализ является более универсальным и перспективным, так как позволяет освободиться не только от солей и других веществ, находящихся в ионизированном состоянии, но также и от взвешенных и органических веществ, коллоидов, бактерий и вирусов. Гарантией высокого качества воды является размер пор мембран, препятствующих прохождению перечисленных веществ. При нарушении технологических режимов очистки может лишь снизиться производительность установок при сохранении требуемого эффекта очистки.

До настоящего времени электродиализ считался неконкурентоспособным (по экономическим показателям) по сравнению с другими традиционными методами очистки воды – коагуляцией с фильтрованием, аэрацией, сорбцией и т.д. Поэтому большинство специалистов отводило ему роль специального дорогостоящего метода, находящего ограниченное применение в таких областях, как медицина, электронная и пищевая промышленность и др. Это объяснялось высоким удельным потреблением электроэнергии (7,5-10 кВт/м³ очищенной воды), высокими капитальными затратами (стоимость мембранных элементов и насосного оборудования), громоздкой системой предочистки.

В последние годы мембраны и мембранные технологии постоянно совершенствуются. В настоящее время в нашей стране и за рубежом разработаны и изготавливаются различные типы композитных электродиализных высоко- и низконапорных мембран, предназначенных для очистки различных категорий исходных вод.

При выборе вариантов схемы очистки сильно загрязненных токсичными примесями поверхностных и жестких подземных вод с высоким содержанием железа для станций малой и средней производительности (50-1000 м³/сут.) следует отдать предпочтение мембранным установкам. Они вполне конкурентоспособны традиционным схемам благодаря своей компактности и простоте и одновременно гарантируют высокое качество обработанной воды.

Дезинфекция воды после традиционной очистки с использованием в качестве окислителя хлора теперь все более подвергается критике и ограничению из-за образования токсичных тригалогенометанов, а также недостаточной эффективности против некоторых патогенов. Мембранная очистка позволяет, наряду с удалением из воды токсичных органических и неорганических загрязнений, гарантировать и ее полное обеззараживание. По капитальным и эксплуатационным затратам мембранная технология становится все более конкурентоспособной для использования в коммунальном водоснабжении, не говоря уже о специальных отраслях, где требуется особенно высокое

качество воды. Это происходит благодаря увеличению удельной производительности мембран при одновременном снижении величин рабочего давления (7-16 кгс/см²), что влечет за собой снижение расхода электроэнергии, стоимости напорных корпусов, насосного оборудования и гидравлических систем сбора и распределения воды у мембранных установок.

Разработка и внедрение водоочистных мембранных установок малой и средней производительности, работающих в автоматическом режиме и не требующих большого количества реагентов и обслуживающего персонала, имеют в нашей стране большие перспективы. Исходной водой для таких установок может быть подземная (артезианская); из магистральных водопроводов, прошедшая традиционную очистку и требующая кондиционирования; из поверхностных водоисточников; озерная. Возможность внедрения мембранных установок зависит в большой степени от надежности и долговечности их работы.

В лаборатории на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» на протяжении ряда лет проводились научно-исследовательские работы по изучению процесса образования осадков малорастворимых солей в электродиализных аппаратах и методов борьбы с этим явлением. Результатом исследований стала технология предотвращения образования осадка карбоната кальция с использованием ингибиторов на основе фосфоновых кислот.

Проведенные в лаборатории исследования и опытно-промышленные испытания серии электродиализных установок с рулонными мембранными элементами на разных типах мембран позволили обосновать и разработать технологические схемы и конструкции установок, предназначенных для обработки подземных вод, воды поверхностных источников с содержанием взвешенных веществ до 10-15 мг/л и цветностью до 30-40 град, озерной воды и кондиционирования водопроводной воды. Эта технология позволяет эксплуатировать электродиализные установки без предварительной очистки исходной воды.

Влияние на работу мембран взвешенных и коллоидных частиц при обработке поверхностных вод также было изучено в лаборатории на кафедре «Водоснабжение и водоотведение». Осадки взвешенных и коллоидных частиц, содержащихся в речной воде, довольно незначительно влияют на показатели мембран.

Это подтверждалось результатами многочисленных ресурсных испытаний на необработанной речной воде, в процессе которых в мембранных аппаратах накапливался осадок взвешенных веществ. Такие осадки имеют, как правило, рыхлую структуру, что незначительно влияет на производительность мембран. Для того чтобы поддерживать показатели работы мембран в процессе их эксплуатации на заданном уровне, требуется проводить своевременные промывки (регенерационные мероприятия), в результате которых происходят растворение и удаление осадков.

Исследованиями на поверхностной воде установлено, что при содержании в ней взвешенных веществ 5-10 мг/л период непрерывной эксплуатации между промывками может составлять 500-1000 ч. Взвешенные вещества, содержащиеся в исходной воде, опасны не столько из-за их отложения на мембранах, сколько из-за резкого прироста сопротивления потоку в каналах мембранных модулей вследствие "забивания" сепараторных сеток. Увеличение потери напора на 4-5 кгс/см² снижает на такую же величину рабочее давление над мембранами и вследствие этого – производительность.

На рис. 1 показаны результаты ресурсных испытаний стандартных рулонных мембранных элементов (диаметр 100 мм, длина 1000 мм) на речной воде с содержанием взвешенных веществ 5-10 мг/л. Как видно из рисунка, величина прироста потери напора зависит от величины транзитного потока через аппарат. Поэтому для установок, работающих в "суровых" условиях повышенной концентрации взвешенных веществ в исходной воде, выбираются режимы с минимальными расходами концентрата.

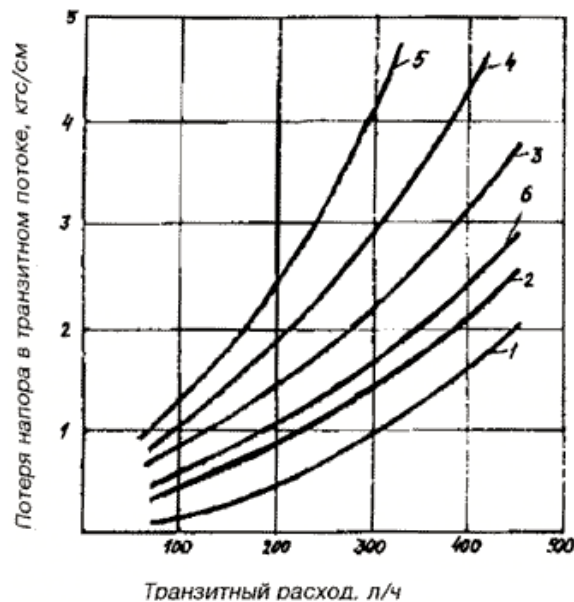


Рис. 1. Результаты измерений потерь напора в рулонном элементе в процессе его эксплуатации на речной воде без предварительной обработки (взвешенные вещества 5-10 мг/л, цветность 30 град): 1 – начало; 2 – через 100 ч; 3 – через 200 ч; 4 – через 300 ч; 5 – через 500 ч; 6 – после промывки

Для удаления взвешенных и коллоидных веществ с мембран производят регулярные кратковременные промывки во время работы установки путем сброса давления при автоматическом открывании магнитного клапана, расположенного на тракте концентрата. При этом резко падает давление в системе, и увеличенный транзитный поток "срывает" с поверхности мембран накопленные частицы осадка. Для стандартного рулонного элемента промывка со сбросом давления позволяет в течение 5 мин удалить до 15 г отложений. Частота и продолжительность таких промывок (1-2 раза в сутки) задаются на реле времени в зависимости от типа и состава исходной воды. Надежность работы автоматизированных мембранных установок обеспечивается подачей ингибитора, регулярными промывками со сбросом давления и регенерационными мероприятиями.

Лаборатория кафедры «ВВ» разработала и изготовила образцы автоматизированных электродиализных установок производительностью 0.2-10 м³/ч для обработки артезианских и поверхностных вод. Установки унифицированы и содержат одинаковые элементы мембранного, насосного и дозирующего оборудования.

В установках используются стандартные рулонные элементы на основе низконапорных композитных электродиализных и нанофильтрационных мембран, позволяющих проводить процесс очистки воды при давлении от 1 до 1.6 МПа. Такие элементы выпускаются НПО "Полимерсинтез" (г. Владимир), а также рядом зарубежных фирм.

Компоновка общего вида для всех установок технологических узлов приведена на рис. 2.

Общий вид схемы сборки ЭДА представлен на рис. 3.

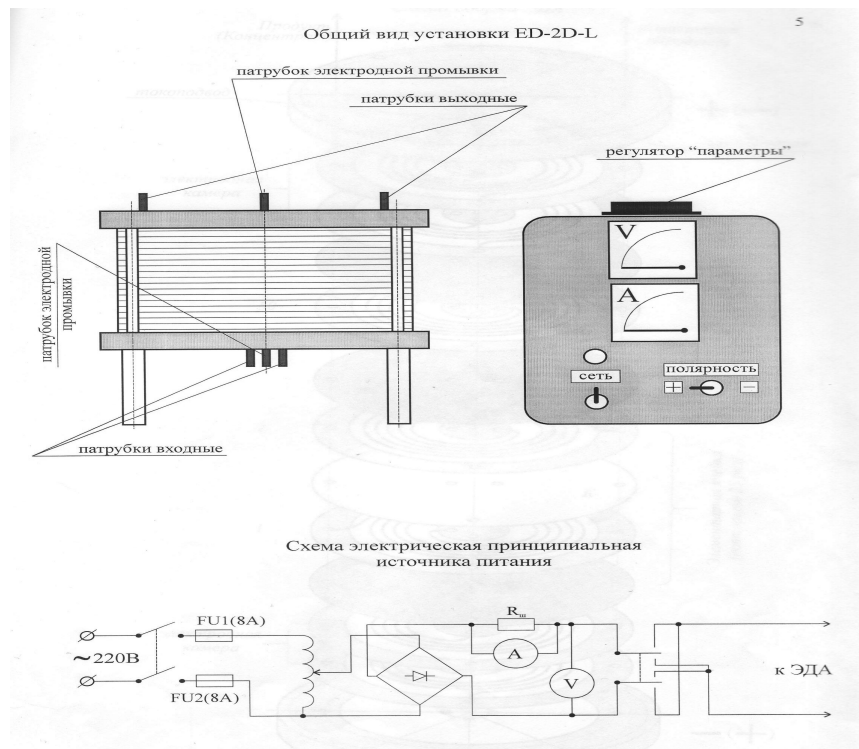


Рис. 2. Общий вид установки ED-2D-L

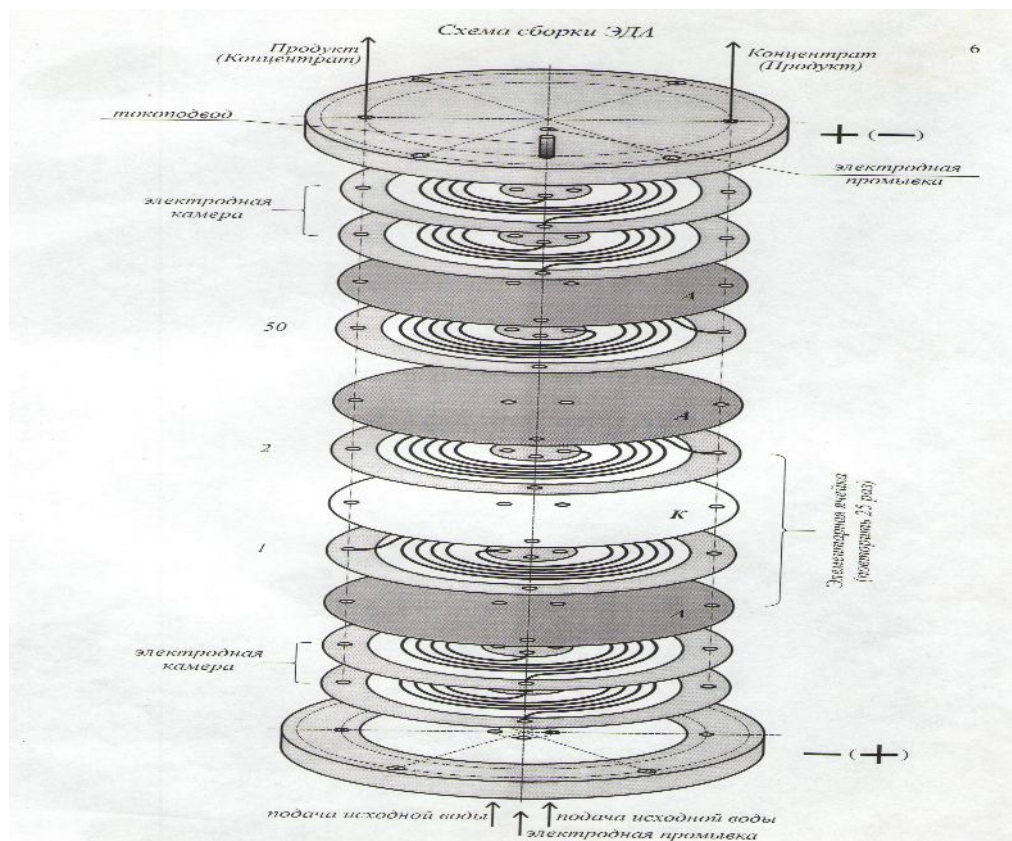


Рис. 3. Схема сборки ЭДА

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ультрафильтрационное концентрирование соединений тяжелых металлов в присутствии природных полиэлектролитов / Мигалатий Е.В., Насчетникова О.Б., Пушкарев В.В. – С. 38-40.

2. Исследование межмолекулярных взаимодействий в ионообменных смолах методом ЯМР. – Киев: Наук. думка, 1976. – 80 с.
3. Гнусин Н.П., Демина О.А., Березина Н.П., Мешечков А.Н. // Электрохимия. – 1988. – 24. № 3 – С. 364 – 368.
4. Евсинкова Л.П., Куролап Н.С., Углянская В.А., Крысина О.Н. // Теория и практика сорбционных процессов. – 1972. – Вып. 7. – С. 110-113.
5. Обработка воды методом электродиализа. / Смагин В. Н. – М.: Стройиздат,, 1986. – 172 с.
6. Вейсов Б.К., Гребенюк В.Д. // Химия и технология воды. – 1985. – № 3. – С. 32-36.
7. Гребенюк В.Д., Гудрит Т.Д. // Коллоид. журн. – 1987. – 49, № 2. – С. 336-339.