МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО САНИТАРНОМУ НАДЗОРУ ЗА ПРИМЕНЕНИЕМ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ИОНООБМЕННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК В ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ

Москва — 1986 год

gost.e-ecolog.ru

Методические указания разработаны в НИИ общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Сысина АМН СССР (доктор мед. наук, профессор Ю. А. Рахманин, канд. биол. наук Г. В. Вербицкая) при участии Киевского медицинского института им. акад. Богомольца Минздрава УССР (доктор мед. наук, профессор Н. И. Омельянец, канд. мед. наук М. В. Набока), Киевского НИИ общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Марзеева Минздрава УССР (канд. мед. наук Р. В. Савина), Саратовского государственного медицинского института (доктор мед. наук, профессор Е. В. Штанников, канд. мед. наук И. Е. Ильин), института санитарии и гигиены им. Г. М. Натадзе Минздрава ГССР (доктор мед. наук А. А. Гоголи, канд. мед. наук М. В. Чхиквадзе).

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель Главного
государственного санитарного врача
СССР
В. Е. КОВШИЛО
22 ноября 1985 года
№ 4045-85

Настоящие «Методические указания по санитарному надзору за применением и эксплуатацией ионообменных опреснительных установок в хозяйственно-питьевом водоснабжении» являются переработанным и дополненным изданием «Методических рекомендаций по санитарному надзору за опреснением воды для хозяйственно-питьевых целей с помощью ионного обмена» (Киев, 1978 г.).

Указания предназначены для врачей гигиенистов санитарно-эпидемиологических станций, научных сотрудников учреждений гигиенического профиля и специалистов, занимающихся разработкой и эксплуатацией опреснительных установок, работающих на основе ионного обмена.

В настоящих указаниях уточнены и дополнены основные гигиенические требования к качеству исходной и опресненной воды, к материалам, предназначенным для опреснительных ионообменных установок. Изложены основные положения по организации и проведению санитарного надзора за применением и эксплуатацией ионообменных опреснительных установок.

С введением в действие настоящих «Методических указаний» считаются утратившими силу «Методические рекомендации по санитарному надзору за опреснением воды для хозяйственно-питьевых целей с помощью ионного обмена» (Киев, 1978 г.).

I. Опреснение минерализованных вод методом ионного обмена

Растущий дефицит пресной воды в ряде экономических районов СССР вызвал необходимость поиска и внедрения в практику хозяйственно-питьевого водоснабжения эффективных и экономичных методов опреснения огромных запасов засоленных континентальных и морских вод.

Из существующих методов опреснения (дистилляция, гиперфильтрация, электродиализ, вымораживание) метод ионного обмена является самым экономичным и единствен-

ным, позволяющим получать воду любой степени минерализации. Он применяется для получения питьевой воды из высокоминерализованных, жестких и щелочных вод, для умягчения воды и глубокого обессоливания пресных вод.

Большое распространение этот метод обессоливания (деионизации) воды получил в промышленности, особенно химической, энергетической, электронной и радиотехнической. Практически это единственный промышленный метод получения обессоленной воды. Его к.п.д. на 3 порядка больше, чем при дистилляции и на 2 порядка превышает возможности последней по глубине обессоливания.

Широкое использование метода ионного обмена в водоподготовке стало возможно благодаря появлению синтетических ионитов с разнообразными свойствами. Ионообменные смолы представляют собой твердые, нерастворимые, высокомолекулярные соединения с функциональными группами, способными к диссоциации и эквивалентному обмену своих ионов на ионы раствора. В зависимости от знака обменивающихся ионов иониты делят на катиониты (обменивают катионы) и аниониты (обменивают анионы). В зависимости от природы обменивающихся ионов различают многочисленные формы ионитов. Так катиониты могут находиться в водородной (Н-форме), солевой (натриевая, кальциевая и т. п.) и смешанной формах, аниониты — в гидроксидной (ОН-форме), солевой (хлористая, сульфатная и т. д.) и смешанной формах.

По методу получения ионообменные смолы делятся на полимеризационные и поликонденсационные, по структуре — на гелевые, изопористые и макропористые.

Выпускаются смолы в виде гранулированных зерен, порошков, волокон, мембран и т. п.

Благодаря разнообразию форм ионитов может быть осуществлен направленный ионный обмен, обеспечивающий не только опреснение воды, но и при необходимости, коррекцию ее солевого состава, что является важным преимуществом этого метода перед другими.

Заслуживает внимания и достаточно высокая эффективность ионного обмена по обезжелезиванию и удалению из воды нитратов; ряд смол хорошо сорбируют сероводород. Имеется группа смол, специально предназначенных для уменьшения цветности воды. Макропористые и гелевые аниониты используются для очистки воды от органических веществ.

Очень важной особенностью ионитов является их способность к отдаче ранее сорбированных ионов и молекул

под воздействием химического и физического агента. Благодаря ей одна загрузка ионита может быть использована для очистки раствора несколько сотен и тысяч раз.

Опреснение методом ионного обмена происходит без изменения агрегатного состояния воды и позволяет получать опресненную воду необходимого солесодержания.

Практическое использование метода ионного обмена в водоподготовке позволяет решать одновременно ряд вопросов:

— осуществлять общее обессоливание или коррекцию минерального состава воды;

— удалять из воды неблагоприятные и нежелательные вещества (железо, нитриты, фтор, радиоактивные вещества);

— удалять из воды органические примеси;

— улучшать органолептические свойства воды;

— осуществлять направленное извлечение или замену отдельных ионов (умягчение, обогащение кальцием, гидрокарбонатами) и т. д.

Метод характеризуется простотой технологии и эксплуатации, высокой эффективностью процесса, небольшой стоимостью конечного продукта, не требует потребление электроэнергии. При ионном обмене опресняется практически вся исходная вода, в то время как при вымораживании и мембранных методах квота опресненной воды обычно не превышает 50% от исходной.

Для опреснения метод применим в основном при использовании вод с общим солесодержанием до 3 г/л. Дальнейшее увеличение солесодержания опресняемой воды приводит к снижению экономичности метода Поэтому для опреснения воды с солесодержанием 8—10 г/л применяются комбинированные схемы с другими методами обессоливания.

В практике хозяйственно-питьевого водоснабжения ионный обмен до последнего времени применялся в меньшей степени, что было связано с ограниченным выпуском ионообменных смол, отсутствием эффективных способов утилизации сточных вод, образующихся после регенерации ионитов.

В настоящее время синтезирован целый ряд ионообменных смол, многие из которых получили гигиеническую оценку и разрешены Минздравом СССР к применению в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения. Разработаны и разрабатываются новые экономичные безотходные или малоотходные ионообменные и комбинированные методы, основанные на применении новых технологических решений,

обеспечивающих минимальные затраты регенерирующих агентов, эффективную утилизацию отработанных регенерационных растворов, что позволит широко использовать метод ионного обмена для получения питьевой воды из высокоминерализованных, жестких и щелочных вод.

II. Принцип ионообменного метода обессоливания воды и устройство ионообменных установок

Для обессоливания воды методом ионного обмена используется способность ионитов обменивать свои ионы на ионы раствора.

При фильтровании воды через катиониты в натриевой форме происходит обмен и удаление из нее катионов жесткости Ca^{2+} и Mg^{2+}, т. е. умягчение воды. При последовательном фильтровании высокоминерализованной воды через катионит в Н-форме, а затем через анионит в ОН-форме происходит обмен катионов и анионов воды на H^+ и OH^+ ионы ионообменных смол, и вода таким образом деминерализуется. На этом принципе построено ионообменное опреснение воды.

Содержание в ионите способных к обмену ионов (противоионов) является величиной постоянной и зависит от химической структуры смолы. Число ммоль противоионов в 1г сухого вещества ионита называется полной статистической обменной емкостью (СОЕ). При фильтровании воды через слой ионита реальное использование обменной емкости ионита будет меньше чем СОЕ. Эта рабочая часть СОЕ называется динамической обменной емкостью (ДОЕ).

Указанные величины являются главными показателями ионообменных способностей ионитов. Однако для конкретного количества ионита способность поглощать определенное количество ионов из раствора зависит также от условий, в которых происходит ионный обмен. Среди них существенную роль играют свойства раствора (pH, концентрация, валентность, атомный номер, тип и размер обменивающихся ионов, скорость фильтрования раствора) и самих ионитов (механическая прочность, химическая, радиохимическая и термическая устойчивость, степень ионизации, гидратации, избирательность, пористость, размер зерен, отношение высоты слоя ионита к его ширине, осмотическая стабильность).

Как уже отмечалось, очень важной особенностью ионного обмена является обратимость его реакций, на чем основано восстановление (регенерация) первоначальных свойств ионитов.

Для практического осуществления ионного обмена в водоподготовке используются ионообменные установки. Они построены по принципу фильтров и представляют собой аппараты колонного типа. С их помощью осуществляют различные методы ионирования при нисходящем и восходящем потоке обрабатываемой воды через стационарный, гидравлически зажатый или плавающий слой ионитов с применением прямоточной, противоточной, ступенчато-противоточной и ступенчато-прямоточной регенерации. Принципиальная схема прямоточного фильтра состоит в следующем: в верхнюю часть фильтра через распределяющее устройство поступает исходная обрабатываемая вода, из нижней его части через специальный дренаж отводится вода после контакта с ионитом. При этом на катионитовых фильтрах задерживаются ионы металлов, в том числе кальция и магния, на анионитовых — хлориды и сульфаты, придающие воде горько-соленый вкус.

Работа ионообменных фильтров заключается в регулярном чередовании отдельных операций, составляющих полный рабочий цикл:

— пропускание воды через фильтр;

— разрыхление ионита перед регенерацией;

— регенерация ионита;

— промывание ионита водой после регенерации.

Ионный обмен происходит до насыщения ионита. При «проскакивании» удаляемого иона, т. е. появлении его в фильтрате в определенном количестве, пропускание воды прекращают и ионит разрыхляют перед регенерацией потоком воды, текущим в противоположном направлении.

В результате разрыхления раздробленные частички смолы удаляются с током воды, а целые зерна смолы равномерно распределяются в объеме фильтра, что является обязательным условием для полной регенерации ионита. Так как реакции ионного обмена это обратимый процесс, подчиняющийся закону действия масс, то регенерация катионитов и анионитов при их истощении соответственно осуществляется пропусканием концентрированных растворов кислот и щелочей через слой отработанного ионита.

Отмывка ионита после регенерации нужна для удаления с поверхности и пор зерен смолы регенерирующего раствора и продуктов регенерации.

По принципу действия ионообменные фильтры делят на периодические и непрерывно действующие; по загрузке твердой фазы — на однослойные и многослойные.

По виду ионирование различают: раздельное или последовательное, при котором катионит и анионит загружается каждый в отдельный фильтр, и смешанное, когда в фильтр загружают смесь обоих ионитов.

Раздельная деминерализация воды проходит в две стадии: Н-катионирование происходит в фильтре с катионитом в водородной форме, ОН-анионирование идет в фильтре с анионитом в гидроксильной форме, смешанное — в фильтре смешанного действия с катионитом в Н-форме и анионитом в ОН-форме.

В зависимости от требуемой степени обессоливания проектируются одно-, двух- и трехступенчатые установки. Схему обессоливания воды с одноразовым H^+ и OH^--ионированием называют одноступенчатой. Во всех случаях для удаления из воды ионов металлов применяют сильнокислотные Н-катионы с большой обменной емкостью и слабоосновные аниониты, углекислота образующаяся из гидрокарбонатов при ионировании удаляется в дегазаторе, устанавливаемом после катионитовых или анионитовых фильтров, если они регенерируются раствором соды или гидрокарбоната натрия. Через ионитовую установку можно пропускать лишь часть воды, так, чтобы после смешения ее с остальной водой получить опресненную воду с необходимым уровнем солесодержания.

Остаточное солесодержание при одноступенчатой схеме ионирования зависит от солесодержания исходной воды:

Солесодержание исходной воды, мг/л	3000	2000	1500
Остаточное солесодержание, мг/л, до	150	25	15

Для получения воды с общим солесодержанием до 1,0 г/л применяют двухступенчатую схему, а до 0,1 г/л — трехступенчатую схему. При этом в анионитовых фильтрах второй ступени используют сильноосновной анионит, в отличие от первой. В фильтрах третьей ступени используют смешанную загрузку или Н-катионитовые фильтры, а за ними анионитовые фильтры третьей ступени с сильноосновным анионитом. Н-катионитовые фильтры первой ступени задерживают ионы жесткости, второй — ионы натрия; анионитовые фильтры I ступени задерживают анионы сильных кислот, II ступени — кремнийкислоту и углекислоту. Третья ступень Н-катионирования предназначена для удаления из воды небольших количеств ионов натрия, а анионирование — для удаления продуктов растворения и разрушения катионитов.

Ряд сорбируемости катионов имеет следующий вид:

$$Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} > Na^{+};$$

а анионов:

$$SO_4^{2-} > (HSO_4^{-}) > Cl^{-} > HCO_3^{-}.$$

Кроме того ионообменные смолы извлекают из воды цветные и тяжелые металлы: катиониты — Bi^{2+}, Cd^{2+}, Co^{2+}, Co^{3+}, Cr^{2+}, Ni^{2+}, Hg^{2+}, Pb^{2+}. Ag^{+}, Sr^{2+}, Th^{4+}, Cr^{2+}, Zn^{2+}; аниониты — CrO_4^{2-}, VO_4^{3-}, WO_4^{2-}, ZnO_2^{2-} CdO_2^{2-}, CrO_2^{-}. а также органические вещества: ароматические и алифатические амины, фенолы, органические кислоты, в том числе анионные ПАВ. Считается, что поглощение последних происходит не по ионообменному механизу. И только для макропористых ионитов этот процесс является обратимый. Поэтому, при высоком содержании органических веществ рекомендуется предварительная очистка воды на макропористых ионитах. При этом одновременно может происходить обезжелезивание воды. Для получения глубокообессоленной воды, как правило, применяются иониты в фильтре смешанного действия.

Выбор схемы деминерализации в каждом конкретном случае зависит от уровня солесодержания исходной воды, присутствия в ней органических примесей, требований к обрабатываемой воде.

В СССР в промышленном масштабе успешно эксплуатируются работающие по принципу взвешенного слоя непрерывные противоточные пульсационные сорбционные колонны (ПСК) с высокой удельной производительностью 25—45 м³/час.

Прогрессивные методы ионирования предполагают решение вопроса регенерации и утилизации регенерирующих агентов без загрязнения окружающей среды. Применение противоточных методов регенерации или последовательной регенерации одним и тем же раствором сначала ионообменных фильтров II ступени, а затем I ступени позволяет сократитьудельный расход реагентов, но не решает задачи их полной утилизации.

Среди методов создания практически безотходных процессов ионообменного обессоливания и умягчения воды можно выделить два направления. Первое сводится к регенерации реагентов из отработанного раствора. Второе основано на превращении отработанных реагентов во вторичные товарные продукты, представляющие достаточную ценность для народного хозяйства, либо утилизируемые на близлежащем предприятии.

Сочетание ступенчатой порционной регенерации ионитов и высокой концентрации регенерационных растворов позволяет свести к минимуму объем растворов, а также сократить затраты на получение из утилизируемых порций раствора твердых товарных продуктов (например, гранулированных минеральных удобрений).

Технология использования ионообменных фильтров смешанного действия в режиме, обеспечивающем полную утилизацию отработанных растворов и промывных вод, в настоящее время еще практически не разработана и представляет собой чрезвычайно актуальную задачу.

III. Гигиенические требования к материалам, используемым в опреснительных установках

Особые требования предъявляются к ионообменным смолам и конструкционным материалам, используемым в опреснительных установках для получения питьевой воды.

Ионообменные смолы должны иметь хорошие технические характеристики (большую обменную емкость, механическую прочность, осмотическую стабильность, химическую и термическую устойчивость и т. п.) и разрешение Минздрава СССР на применение их в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

По мере эксплуатации физико-химические свойства ионообменных смол могут ухудшаться. Связано это с механическим износом и деструкцией полимерных материалов, обусловленными воздействием высоких давлений (при высоких скоростях фильтрации), трения, окислителей, резких смен концентраций при переходе от рабочего процесса к регенерации, осмотическим перепадом при регенерации и необратимой сорбцией органических веществ воды (так называемое «старение» смол). В результате нарушается целостность зерен ионита, снижается его обменная емкость, длительность рабочего цикла от регенерации к регенерации.

Свойства ионитов, их механическую, химическую и термическую устойчивость, обменную емкость, выбор реагентов для регенерации во многом определяет их молекулярная структура. Например, с повышением содержания сшивающего агента (дивинилбензола) снижается термостабильность и увеличивается химическая устойчивость ионита. Характеристику ионита, в том числе, количество дивинилбензола можно узнать из обозначения марки смолы.

Так, название КУ-2-8 обозначает следующее: КУ — катионит универсальный (сильнокислотные катиониты), цифра 2 обозначает номер разработанной марки, цифра 8 означает процентное содержание сшивающего агента; КБ-2-10П: КБ — катионит буферный (слабокислотные катиониты), цифра 2 означает номер марки, цифра 10 — процентное содержание сшивающего агента, буква П — ионит макропористый; АВ-17-8ч С— анионит высокоосновной (сильноосновной), 17 — номер марки, 8 — процентное содержание дивинилбензола, чС — указывает на особую чистоту ионита; АН-18-10П — анионит низкоосновной (слабоосновной), 18 — номер марки, 10 — процентное содержание дивинилбензола, П — макропористый.

Макропористые иониты в отличие от изопористых и гелевых имеют ряд преимуществ: у них выше механическая и осмотическая прочность, химическая устойчивость, высокая скорость и обратимость сорбции крупных органических ионов, но меньшая удельная емкость. Изопористые иониты адсорбируют органические вещества необратимо, т. е. отравляются.

При попадании в воду смола набухает, а в концентрированном растворе — сжимается. Эти часто повторяющиеся при регенерации и отмывке процессы приводят к значительным изменениям объема зерен в 1,5—3 раза и постепенному их разрушению в процессе эксплуатации ионообменных фильтров.

Задача предотвращения осмотического разрушения зерен ионита наиболее просто решается путем замедления процессов их набухания и сжатия при регенерации ионообменных фильтров. Для этого вместо обычной технологии регенерации ионообменных фильтров проводят регенерацию несколькими последовательными порциями раствора с постепенно возрастающей концентрацией кислоты, а затем порционную отмывку ионита раствором с постепенно снижающейся концентрацией электролитов. При этом процессы набухания — сжатия зерен растянуты во времени и предотвращаются чрезмерно большие напряжения в стуктуре, приводящие к разрушению ионита. Тем более, что при такой регенерации снижается объем регенерирующих растворов и промывных вод, т. к. возможно повторное их использование.

Большинство изготовляемых в СССР ионитов выпускаются и хранятся во влажном состоянии или под слоем воды (в связи с этим зимой они должны храниться в теплых помещениях).

Увеличение скорости фильтрования воды или повышения скорости перемешивания зерен ионита с обессоленной водой

может до некоторой степени интенсифицировать ионный обмен. Однако увеличение скорости фильтрования увеличивает давление на зерна ионита, уложенные на дренаж, и при превышении определенного предела скорости приводит к их разрушению; рекомендуемая скорость составляет в среднем для I ступени 20—30 м/ч, для II и III — 50—60 м/ч.

Хотя иониты характеризуются как вещества нерастворимые в воде, однако выявлено, что из них при фильтровании вымываются органические (исходные мономеры и полупродукты синтеза, продукты деструкции, фенол, стирол, формальдегид и др.) и неорганические (ионы металлов и др. соединений) вещества. Эти примеси при длительной эксплуатации (старении) смол и в начальный период могут мигрировать в обрабатываемую воду и ухудшать ее качество. Особенностью вымываемых из ионитов примесей является их качественные и количественные изменения в зависимости от характера противоиона в сорбенте. Так, солевые формы ионитов отдают больше примесей, чем основные (Н- и ОН-формы). При старении ионитов наблюдается также ухудшение их сорбционных свойств. Например, с «возрастом» сильноосновного анионита, предназначенного для обескремнивания воды, увеличивается проскок кремнеевой кислоты в фильтрат, одновременно укорачивается продолжительность рабочего периода фильтра. Это связано с полимеризацией кремнеевой кислоты в фазе анионита. Для борьбы с этим анионит время от времени регенерируют теплой или горячей щелочью.

Влияние на свойства ионитов и качество фильтрата оказывают также микроорганизмы, адсорбируемые на фильтрах. Там они размножаются (в основном на анионитах), питательной средой для них являются полиаминная структура и аминные функциональные группы анионита, а также сорбировавшиеся на нем из исходной воды органические вещества — сахара, белки, комплексообразующие микроэлементы. Поэтому вода после ионообменных установок должна быть обязательно обеззаражена.

В процессе эксплуатации ионитовые материалы измельчаются. Их механические осколки и продукты деструкции, в зависимости от условий работы фильтров, могут попадать в фильтрат. Поэтому продолжительность эксплуатации одной загрузки ионитов должна быть согласована с гигиенистами и регламентирована по гигиеническим показателям.

В опреснительных ионообменных установках применяется также целый ряд реагентов и конструкционных материа-

лов (металлы и их сплавы, полимеры, синтетические изделия, резины, лаки, краски), которые при неправильной эксплуатации установок и в силу целого ряда других факторов (химический состав обрабатываемой воды, температура, микробное загрязнение, механические воздействия) могут оказывать неблагоприятное влияние на качество опресненной воды.

Необходимо учитывать также и высокую коррозионную активность кислот и щелочей, применяемых для регенерации смол, а также способность некоторых ионитов адсорбировать красящие и взвешенные вещества, что, естественно снижает регенерационную способность ионитов. Для предотвращения обогащения опресненной воды продуктами коррозии ионообменные аппараты должны изготавливаться из материалов, инертных по отношению к кислотам и щелочам, а металлические и железобетонные конструкции должны иметь антикоррозионную защиту.

Таким образом, должны предъявляться следующие гигиенические требования к ионообменным смолам и полимерным материалам:

1. Применяемые ионообменные смолы не должны ухудшать качество обрабатываемой воды, т. е. выделять в воду какие-либо загрязняющие вещества, должны обладать высокими качествами: хорошими технологическими характеристиками (большая обменная емкость, легкость регенерации и т. д.).

2. Допускаются к использованию в установках для получения и опреснения воды реагенты и конструкционные материалы, прошедшие гигиеническую оценку и получившие разрешения Минздрава СССР к применению в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения (см. «Перечень материалов и реагентов, разрешенных Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава СССР для применения в практику хозяйственно-питьевого водоснабжения № 3235-85).

3. Длительность эксплуатации одной загрузки ионитов в зависимости от особенностей ионообменной установки должна быть регламентирована по санитарно-гигиеническим показателям (перманганатная и бихроматная окисляемость, уровень минерализации и другие показатели в зависимости от индивидуальных особенностей качества воды).

IV. Гигиенические требования к составу и качеству исходной воды

При выборе водоисточника необходимо проведение полного санитарно-химического и микробиологического анализа

исходной воды (в соответствии с ГОСТом 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения») с указанием посезонного изменения уровня минерализации, макро- и микроэлементов и микробного состава ее.

1. Солесодержание исходной воды должно быть не выше 3 г/л, содержание хлоридов не выше 1,0 г Cl^-/л, что обеспечивает наиболее экономичный и эффективный ионный обмен. При значительном содержании посторонних примесей (песок, гуминовые и взвешенные вещества) исходная вода должна быть предварительно очищена от них (на песчаных фильтрах, гидроокисью алюминия и т. д.), т. к. примеси в опресняемой воде затрудняют работу ионообменных установок. Содержание взвешенных веществ в исходной воде не должно превышать 8 мг/л, цветность воды не более — 30° по платиново-кобальтовой шкале, перманганатная окисляемость не выше 7 мг O_2/л, ХПК не выше 15 мг O_2/л.

2. При значительном содержании органических веществ необходимо проводить соответствующую предочистку исходной воды (коагулирование или обработку активированными углями). Избыточное количество природных органических веществ в исходной воде ведет к «старению» (отравлению) смол, что снижает производительность и надежность эксплуатации опреснительных установок.

3. При несоответствии уровня микробного загрязнения ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» необходимо проведение предварительного обеззараживания опресняемой исходной воды. Значительное микробное загрязнение может препятствовать практическому использованию метода ионного обмена, заиливая фильтр и препятствуя свободной диффузии ионов.

V. Гигиенические требования к составу и качеству опресненной воды

Качество опресненной воды, полученной на ионообменной установке, по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям должно соответствовать ГОСТу 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».

В начальный период, а также после длительной эксплуатации ионообменных установок, из смол и полимерных материалов в опресненную воду могут мигрировать органические вещества, потенциально опасные в токсикологическом отношении или же ухудшающие органолептические свойства

воды. Этот процесс может интенсифицироваться при «старении» смол, т. е. деструкции полимеров, вызываемых воздействием различных факторов внешней среды (температурный, длительность эксплуатации, повышенное содержание органических веществ в исходной воде и др.). Поэтому в процессе эксплуатации необходимо периодически проверять перманганатную и бихроматную окисляемость фильтрата. Перманганатная окисляемость фильтрата воды, полученной в модельных условиях, не должна превышать 3 мг O_2/л.

Максимальный уровень минерализации опресненной воды до 1 г/л. Содержание основных солевых компонентов (сульфатов, хлоридов) также должны соответствовать действующему стандарту на качество питьевой воды. Минимально необходимый уровень солесодержания не должен быть ниже 100 мг/л. Оптимальные пределы минерализации для хлоридно-сульфатных вод — 200—400 мг/л, для гидрокарбонатных вод — 250—500 мг/л. Содержание кальция в опресненной воде не должно быть ниже 30 мг/л, минимально необходимая жесткость — 1,5 мг-экв/л, щелочность воды в пределах 0,5—6,5 мг-экв/л, температура не более 25° С.

В качестве ориентировочных уровней могут быть рекомендованы: максимально допустимое содержание натрия в питьевой воде — 200 мг/л, минимально необходимое содержание магния — 5 мг/л.

По микробиологическим показателям качество опресненной воды не всегда соответствует ГОСТу 2874-82 «Вода питьевая».

Это может быть связано как с высоким микробным загрязнением исходной воды, так и с накоплением на ионообменной смоле осадка органического происхождения, который способствует размножению микроорганизмов. Поэтому необходимо проведение обеззараживания опресненной воды перед подачей в резервуары чистой воды.

VI. Требования к эксплуатации ионообменных установок

Гигиеническая эффективность опреснения и качество опресненной воды зависят от правильной эксплуатации ионообменных установок.

При загрузке новых ионообменных смол в опреснительный аппарат, а также после их регенерации, необходимо проводить тщательную отмывку смол проточной водой. Обязательно проведение периодического контроля за качеством опресненной воды. При необходимости может быть рекомендована очистка воды на фильтрах с активированным углем.

Меры эти необходимо проводить в связи с вероятностью ухудшения качества опресненной воды за счет загрязнения ее химическими веществами, вымываемыми из ионообменных смол. Подача опресненной питьевой воды населению возможна только после положительного заключения органов санитарно-эпидемиологической службы о соответствии качества опресненной воды требованиям, изложенным в разделе IV настоящих Указаний.

В связи с тем, что в процессе эксплуатации ионообменные смолы подвергаются деструкции, степень которой зависит от конструкции установки, необходима своевременная замена их с учетом специфики каждого вида смолы. Известно, что средний срок службы ионитов 1—5 лет, а аниониты обладают более выраженным влиянием на органолептические свойства воды по сравнению с катионитами. Поэтому необходимо регистрировать сроки эксплуатации ионообменных смол и периодически проверять окисляемость фильтрата.

При включении ионообменной колонки иониты не должны оставаться без воды, поскольку высыхание смол способствует их деструкции.

Метод ионного обмена не обеззараживает фильтрат, поэтому исходная вода поверхностных и подземных водоисточников с высоким уровнем микробной загрязненности, не соответствующая ГОСТу 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения», должна подвергаться предварительному обеззараживанию, а при необходимости в зависимости от класса водоисточника и соответствующей очистке. Обеззараживающий эффект зависит от многих факторов: уровня минерализации, химического и микробного состава опресняемой воды, pH и содержания в ней органических веществ, качества ионообменных смол, продолжительности работы установки после регенерации, простоев в работе установки, что необходимо учитывать при эксплуатации ионообменных установок.

Для обеззараживания воды можно использовать физические (УФ-облучение, электрические разряды), химические (хлорирование, озонирование) и другие способы обработки воды.

В процессе эксплуатации ионообменных установок после регенерации ионитов образуются значительные количества сточных вод, которые могут явиться причиной загрязнения подземных водоносных горизонтов и открытых водоемов.

В настоящее время для снижения количества и более полной утилизации стоков предложена порционная схема

регенерации. Так, регенерацию катионита, насыщенного ионами кальция, проводят четырьмя последовательно фильтруемыми порциями 25% раствора азотной кислоты, которые принимаются в раздельные приемники. Объем каждой порции равен 0,3 объема набухшей смолы, загруженной в фильтр. Первая порция раствора после доукрепления повторно используется в следующем цикле, вторая выводится из цикла, нейтрализуется известью или аммиаком и либо непосредственно используется в виде 30% раствора кальциевой селитры (или смеси кальциевой и аммиачных селитр) в качестве жидкого удобрения, либо направляется в пранулятор-сушилку для получения гранулированных азотных удобрений. Третью и четвертую порции отработанных растворов используют в следующем цикле вместо выведенных из цикла второй и третьей порции растворов. Промывку регенерированных Н-катионитовых фильтров ведут двумя порциями умягченной воды того же объема, при этом первая порция промывной воды используется для приготовления свежего регенерационного раствора, а вторая — в новом ионообменном цикле для первой промывки регенерированного катионита.

Регенерацию анионообменных фильтров, насыщенных ионами SO_4^{2-}, ведут последовательно двумя порциями 10% раствора аммиака. Объем каждой порции — 0,6 объема загрузки анионитового фильтра. Первую порцию отработанного раствора нейтрализуют серной или азотной кислотой и либо используют непосредственно в виде жидкого удобрения (20—25% раствора сульфата аммония), либо направляют в сушилки-пранулятор для получения пранулированного сульфата аммония или смеси сульфата с нитратом аммония. Вторая порция отработанного аммиачного раствора используется в следующем цикле в качестве первой порции регенерационного раствора. Промывку анионитового фильтра производят двумя порциями умягченной воды в том же объеме. Первую порцию промывной воды используют для приготовления свежей порции аммиачного регенерационного раствора, вторую — для первой промывки регенерированного анионита в новом цикле.

При этом большое значение приобретает качество регенерирующих реагентов. Они должны отличаться особой чистотой.

В настоящее время пока еще не разработаны методы полной утилизации регенерирующих реагентов. Поэтому выбор способа их отведения должен проводиться с учетом местных условий с обязательным участием органов санэпид-

службы, отвечать необходимым требованиям «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» № 1166-74, гарантировать полную безопасность регенерированных вод для открытых водоемов и подземных вод.

В связи с тем, что глубина опреснения на ионообменных установках, а следовательно, и качество опресненной воды, в значительной мере зависят от технологического режима работы установок, регулирование режима эксплуатации установок должно проводиться под постоянным лабораторно-производственным контролем.

Систематический лабораторный контроль за качеством исходной и опресненной воды должен осуществляться ведомственными производственными лабораториями по показателям, предусмотренными ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» и требованиями разделов IV и V настоящих Указаний. Отбор проб воды для анализа должен производиться на всех этапах работы фильтров и обработки воды (исходной, после деионизации, обеззараживания, в резервуаре для хранения опресненной воды и в разводящей сети, после регенерации ионитов), что позволит оценить эффективность работы каждого звена технологического процесса получения питьевой воды. Точки отбора проб, их количество согласуются в каждом конкретном случае с местными органами санитарно-эпидемиологической службы. Монтаж опреснительных установок должен производиться в закрытом отапливаемом помещении.

VII. Организация санитарного надзора за опреснением воды методом ионного обмена

Для решения вопроса о возможности опреснения воды для питьевых целей методом ионного обмена органам санитарно-эпидемиологической службы должны быть представлены на рассмотрение следующие материалы:

1. Санитарная, гидрогеологическая, гидрологическая и топографическая характеристика источника водоснабжения и условия водозабора:

а) дебит источника (для подземного) или расход воды (для поверхностного);

б) гидрологический или гидрогеологический режим;

в) возможность организации зоны санитарной охраны;

г) санитарно-техническая характеристика водозаборных сооружений.

2. Данные об уровне минерализации, макро- и микроэлементном составе исходной воды (с учетом сезонных ко-

лебаний), по органолептическим, физико-химическим и бактериологическим показателям, предусмотренным ГОСТом 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» и разделами III и IV настоящих Указаний с учетом содержания нефтепродуктов, детергентов, ядохимикатов, канцерогенов и других специфических ингредиентов.

3. Данные об использовании в установке ионообменных смол и конструкционных материалов, разрешенных Минздравом СССР к применению в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения.

4. Проект ионообменной опреснительной установки, включая данные по технологическому режиму ее работы.

5. В проект ионообменной установки должны быть включены:

— технологическая схема обеззараживания опресненной (при необходимости и исходной) воды;

— условия обезвреживания, отведения и утилизации сточных вод, образующихся при регенерации ионитов.

Организация санитарных, гидрогеологических, топографических и других исследований входит в обязанность проектных и хозяйственных организаций.

Порядок проведения контроля за качеством воды, полученной на ионообменной установке, определяется требованиями ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» (если предусматривается централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение) и настоящими Методическими указаниями.

Ионообменные смолы, которые предлагаются к применению в хозяйственно-питьевом водоснабжении, должны отвечать следующим гигиеническим требованиям:

1) ионообменные смолы не должны окрашивать воду, придавать ей посторонние запахи и привкусы более 2-х баллов, изменять pH воды вне пределов 6,0—9,0;

2) перманганатная окисляемость фильтрата дистиллированной воды не должна превышать 3,0 мг O_2/л;

3) перманганатная окисляемость воды, обрабатываемой ионообменными смолами, не должна повышаться более чем на 2 единицы.

Эти показатели должны быть использованы при текущем санитарном надзоре за ионообменными опреснительными установками.

VIII. Оценка эффективности работы ионообменных опреснительных установок

Метод ионного обмена является новым способом получения питьевой воды из высокоминерализованных источников, поэтому настоящие рекомендации не могут охватить весь круг вопросов, которые возникают при эксплуатации опреснительных установок этого вида в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. Это обусловливает необходимость дальнейших исследований по оценке гигиенической эффективности опреснения воды методом ионного обмена.

Оценку гигиенической эффективности работы ионообменных опреснительных установок рекомендуется проводить по следующей схеме:

1. Общая санитарная характеристика населенного пункта:
   а) природные и климатические условия;
   б) демографические данные;
   в) перспективы развития.
2. Санитарно-гигиеническая характеристика системы хозяйственно-питьевого водоснабжения:
   а) общая схема питьевого водоснабжения;
   б) расчетные и фактические данные по питьевому водоснабжению на душу населения (зимний и летний период);
   в) характеристика источников водоснабжения;
   г) санитарно-гигиеническая оценка качества воды исследуемых водоносных горизонтов.
3. Гигиеническая оценка качества опресненной воды по показателям:
   — органолептическим (запах, привкус, прозрачность, окраска);
   — физико-химическим (общее содержание солей, общая жесткость, хлориды, сульфаты, карбонаты, магний, кальций, натрий, калий, железо, перманганатная и бихроматная окисляемость, pH);
   — микробиологическим (общее число бактерий, колититр, коли-индекс);
   — отношение населения к потребляемой опресненной воде.
4. Изучение состояния здоровья населения, длительное время (более 3—5 лет) использующего опресненную воду для питьевых целей.
5. Гигиеническая оценка способов удаления сточных вод опреснительной установки:
   — изучение количества и качества образующихся в процессе ионного обмена сточных вод;

— изучение эффективности способа их утилизации;

— изучение влияния сточных вод на поверхностные и подземные воды.

Основным показателем эффективности ионообменной установки является уровень минерализации опресненной воды, поступающей потребителю; он должен быть не выше 1000 мг/л и не ниже 100 мг/л, общая жесткость не ниже 1,5 мг-экв/л.

Материалы по результатам наблюдений и оценка гигиенической эффективности работы ионообменных опреснительных установок следует направлять в Главное санитарно-эпидемиологическое управление Минздрава СССР (Москва, Рахмановский пер., 3).

Л-56980 от 23.05.86 г. Зак. 1170 Тир. 500

Типография Министерства здравоохранения СССР

gost.e-ecolog.ru