

ОХРАНА ТРУДА, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

doi: 10.51639/2713-0576_2026_6_3_146

Научная статья

УДК 622.5

ГРНТИ 70.27.19

ВАК 2.1.4, 2.1.10

Рациональное использование рассолов и солей после деминерализации шахтных вод

Татьяна Васильевна Стажок

ГБУ «ДОНГИПРОШАХТ»,

Донецк, Россия

stagok@bk.ru

Аннотация

Проблема утилизации или использования рассолов после деминерализации (очистки воды методом обратного осмоса) обострилась в мире по мере того, как возникла необходимость опреснения дополнительного ее объема из нетрадиционных источников (морской, подземной и пр.) вследствие дефицита воды питьевого качества, возникшего по ряду различных причин (изменение климата, увеличение водопотребления, загрязнения и обмеления существующих источников и т.д.). В нашем регионе, обладающем огромными запасами шахтных вод и страдающем от нехватки питьевой воды из поверхностных источников, существует острая необходимость в их очистке и доведении до питьевого качества. Побочным продуктом после очистки являются насыщенные рассолы, которые нельзя сбрасывать в гидрографическую сеть. В статье приведены существующие и перспективные методы утилизации рассолов, в том числе путем выделения сухого вещества и возможности дальнейшего их использования.

Ключевые слова: шахтная вода, очистка, обратный осмос, рассолы, утилизация, обессоливание.

Постановка проблемы

Нехватка питьевой воды уже стала мировой проблемой и постоянно усугубляется из-за комплекса факторов: изменения климата, демографического роста и перераспределения водопотребления. Если в начале века ежегодное потребление воды на различные нужды составляло 12-15 тыс. км³, то в ближайшие 10 лет ожидается его увеличение на 3-5 тыс. км³ ежегодно. Это ставит под сомнение возможность обеспечения населения и промышленности водой из природных источников с приемлемыми затратами на очистку и транспортировку.

К 2030 году прогнозируется 30 %-й рост спроса на воду, при этом дефицит достигнет 40 %. Компенсировать этот дефицит можно за счет опреснения огромных запасов соленых и солоноватых вод Мирового океана и подземных источников (98 % всех мировых водных ресурсов). В нашем регионе перспективным источником могут стать шахтные воды, объем которых в ДНР достигает 557,5 тыс. м³ в сутки.

Таким образом, актуализируется вопрос использования воды из альтернативных источников, требующей передовых методов очистки, в частности, мембранного разделения (обратный осмос), способного удалять до 99,5 % загрязнений.

Однако, несмотря на эффективность, обратный осмос сопряжен с определенными трудностями: высокая стоимость эксплуатации из-за необходимости частой замены мембран и проблема утилизации концентрированных рассолов. При опреснении морской воды, где рассол обычно сбрасывается в море, критически важна скорость течения для его разбавления. Недостаточное перемешивание может привести к экологическим проблемам из-за высокой плотности рассола, который оседает на дно и может нанести вред водным экосистемам.

Особую сложность представляет утилизация рассолов при опреснении подземных (в том числе шахтных) вод. Поэтому во многих странах активно исследуются пути их повторного использования с целью минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Несмотря на все сложные моменты, возникающие при опреснении воды методом обратного осмоса, в нашей стране решением возникающих проблем успешно занимаются многие научные центры и институты: Свердловский химический институт, Российский химико-технологический институт, мембранный центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, завод Роснано и другие.

Целью исследования является поиск путей решения утилизации рассолов после очистки (деминерализации) воды методом обратного осмоса с целью недопущения попадания их в гидрографическую сеть и ухудшения экологической обстановки в прилегающем районе.

За рубежом метод обратного осмоса давно и успешно применяется для получения питьевой воды из морской.

Имеются многочисленные примеры успешной работы опреснительных установок в Израиле, Китае, США, Австралии.

В городе Ашкелон (Израиль), расположенном в 40 км от Тель-Авива, функционирует крупная опреснительная станция, использующая технологию обратного осмоса. Ее годовая производительность достигает 100 миллионов кубических метров воды. Согласно технологическому процессу, концентрированные солевые растворы, образующиеся в результате опреснения, сбрасываются обратно в море.

В городе Таньшань (Китай) на побережье Желтого моря, возводится крупнейшая в мире установка по очистке морской воды. Она будет работать по технологии обратного осмоса, разработанной компанией Inge AG, и сможет обрабатывать 111 тысяч кубических метров морской воды ежедневно. По завершении процесса очистки, концентрированные рассолы будут направляться в море по специально проложенному длинному трубопроводу.

В округе Ориндж (США, Калифорния) применяется обратный осмос для очистки сточных вод. Этот метод позволяет получить воду высокой степени чистоты, которая затем эффективно используется для орошения сельскохозяйственных угодий. Информация о способах утилизации концентрированных растворов на данном объекте отсутствует.

В Аделаиде (Австралия) система обратного осмоса также используется для очистки и повторного использования сточных вод. Исходная вода забирается из загрязненных источников, а очищенная вода применяется для полива парков и сельскохозяйственных земель. Это помогает снизить нагрузку на ограниченные водные ресурсы региона. Данные об утилизации рассолов на этом объекте не приводятся.

Самая крупная в США установка по опреснению морской воды (SWRO) находится в Тампе (США). Ее текущая производительность составляет 95 тысяч кубических метров в сутки, с возможностью увеличения до 130 тысяч кубических метров. Установка работает на основе обратного осмоса и была запущена в 2003 году. Концентрированные рассолы отводятся в море по трубопроводу.

В США (Карлсбад) планируется строительство установки по опреснению морской воды производительностью 190 тысяч кубических метров в сутки, которая будет использовать технологию обратного осмоса с высоконапорными мембранами (SWRO). Информация о ходе реализации этого проекта в настоящее время отсутствует.

Крупнейшая в мире установка по опреснению морской воды с высоконапорными мембранами была введена в эксплуатацию в Ашкелоне (Израиль) в мае 2005 года. Ее первоначальная производительность составляла 166 тысяч кубических метров в сутки, а к концу того же года была увеличена до 330 тысяч кубических метров. Очищенная вода используется населением и промышленностью. Концентрированные стоки сбрасываются в море. Однако уже сейчас наблюдаются негативные последствия такого подхода к утилизации рассолов. Специалисты отмечают повышение общего уровня солености исходной морской воды (соленость Персидского залива превысила 51 г/литр), что приводит к катастрофическим и необратимым изменениям в морской экосистеме и угрожает всей экологии региона.

В России (Республика Крым, Сакский район) по проекту института РХТУ (Российского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева) строится опреснительная станция на морской воде. Заявленная общая мощность двух опреснителей — 40 тыс. м³ в сутки, значит, 1,6 тыс. м³ в час. Для питьевых нужд ее разбавляют природной питьевой водой в пропорции один к двум. Именно так ее используют, например, в Каталонии, где стоят два крупнейших опреснительных завода с минимальной себестоимостью опреснения.

По мнению ученых из Крымского Федерального Университета (КФУ) в связи со строительством опреснительных установок в Крыму целесообразно предусматривать одновременно со строительством опреснительных станций промышленные предприятия по переработке рассолов, из которых, например, можно получать гипохлорид натрия - очень востребованное в медицине, ЖКХ и в быту вещество и исключить негативные воздействия от сброса рассолов в природную среду. Гипохлорид натрия NaOCl применяется для обеззараживания воды, отбеливания, очистки поверхностей, устранения запахов, для санитарной обработки и т.д.

При проектировании опреснительных установок целесообразно комплексно подходить к проблеме очистки воды и утилизации концентрированных рассолов, решая одновременно и экологические проблемы. По одной из предложенных схем часть объема рассола поступает на дальнейшую переработку, в том числе для производства стройматериалов. Оставшаяся их часть смешивается с морской водой в определенной пропорции и возвращается в море. Сбрасываемая морская вода является более чистой, поскольку исходная заборная морская вода перед деминерализацией предварительно очищается. Такая комплексная технология будет стоить несколько дороже, но является более экологичной.

Основные результаты исследования.

Традиционная схема хозяйственно-питьевого водоснабжения основана на заборе воды из поверхностных источников (рек, озёр) с последующей очисткой,

обеззараживанием и подачей потребителям. Однако в ряде регионов она становится малоэффективной или нежизнеспособной вследствие маловодности, засушливого климата, неравномерного распределения осадков и иных природно-географических факторов.

Южные районы России демонстрируют данную проблему: отведение дренажных вод с орошаемых территорий при повышенной засолённости почв повышает минерализацию поверхностных вод и ухудшает их питьевое качество. Минерализация в отдельных реках достигает 3-5 г/л (уровни, сопоставимые с шахтными водами), а в подземных водах (колодцы, скважины) – 5-8 г/л, что вынуждает население использовать для питья высокоминерализованную воду и повышает риски неблагоприятного воздействия на здоровье.

Донбасс также относится к маловодным регионам; дефицит воды питьевого качества может быть частично компенсирован использованием шахтных вод после соответствующей водоподготовки. По результатам многолетних наблюдений в ДНР, состав шахтных вод существенно варьирует между предприятиями; распространены воды различных ионных типов с солесодержанием 2,0-5,5 г/л.

Традиционные методы водоподготовки (коагуляция, отстаивание, фильтрование, обеззараживание), ориентированные преимущественно на удаление взвешенных и коллоидных примесей, недостаточно эффективны для удаления растворённых веществ, включая минеральные соли и антропогенные загрязнители. В связи с этим обратный осмос рассматривается как перспективная технология получения воды высокого качества для проблемных регионов. При этом широкое внедрение мембранных систем сдерживается их стоимостью, хотя развитие технологий и расширение производства ведут к постепенному снижению затрат и расширению возможностей строительства опреснительных станций.

Одновременно сохраняется ключевая эксплуатационная проблема – утилизация рассолов, являющихся неизбежным продуктом обессоливания. Поэтому решения по переработке и размещению рассолов целесообразно закладывать на стадии проектирования, до ввода установок в эксплуатацию.

Основными методами обработки и утилизации концентрата являются:

1. Сброс в канализационную сеть или природные водоёмы – наиболее простой, однако экологически небезопасный способ, допускаемый лишь при условии соответствия концентрата нормативам сброса сточных вод, установленным действующими нормами и правилами [1]. В ряде регионов Российской Федерации действуют жёсткие ограничения по содержанию солей в сточных водах, вследствие чего данный метод без предварительной обработки концентрата оказывается неприменимым.

2. Концентрирование и кристаллизация – технология, предусматривающая дополнительное сгущение концентрата методами выпаривания, вымораживания либо вакуумной дистилляции с последующим получением твёрдых солей. Преимуществом является формирование практически безводного остатка, однако реализация процесса сопровождается существенными затратами электроэнергии [2]. Так, вакуумное выпаривание представляет собой удаление жидкой фазы рассола при пониженном давлении (вакууме) и, как правило, применяется для доведения исходного раствора до состояния сухого порошка. Выпаривание может осуществляться при различных режимах (в том числе при пониженных температурах либо при повышенных давлениях) в зависимости от требуемых параметров процесса [3].

Наряду с указанными подходами, значимую роль в решении задачи утилизации продуктов опреснения (рассолов) играет использование зарубежного опыта. В Израиле

на установках прямого осмоса широкое применение получил углекислый аммоний $((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$. Рассол (либо высокоминерализованная вода) смешивается с данным веществом, в результате чего протекает реакция замещения: молекулы воды переходят в область с углекислым аммонием, тогда как соли остаются в другой области. Образовавшийся раствор углекислого аммония нагревают до $+60^\circ\text{C}$, что приводит к его разложению на аммиак и углекислый газ; при организации их улавливания указанные газы могут быть использованы повторно. Итогом процесса является получение воды, пригодной для питьевых, технических и хозяйственных нужд. Данная технология дешевле выпарных установок, исключает сброс рассолов в канализацию и может применяться в районах, где отсутствует возможность закачки концентрата в глубокие подземные горизонты (скважины).

3. Повторное использование в технологическом цикле – концентрированный рассол может применяться для приготовления растворов реагентов либо в иных процессах, не предъявляющих высоких требований к качеству воды [4].

4. Глубокое концентрирование на мембранах – использование электродиализа, нанофильтрации или многоступенчатого обратного осмоса с целью дальнейшего концентрирования и сокращения объёма концентрированных рассолов [5].

5. Закачка в глубокие горизонты – способ, применяемый в отдельных промышленных районах и предусматривающий нагнетание концентрата в глубокие подземные горизонты, изолированные от водоносных слоёв питьевого назначения. Вместе с тем данный подход связан со значительными экологическими рисками, способными приводить к засолению почв, развитию эрозионных процессов, снижению эффективности использования земельных участков, а также в целом характеризуется высокой степенью неопределённости и требует дополнительных углублённых исследований.

6. Биологическая обработка – в ряде случаев возможно применение биологических методов для уменьшения содержания органических соединений в концентрате перед его последующей обработкой либо сбросом [6].

7. Выпаривание.

8. Электрохимическая коагуляция рассола (концентрата).

9. Удаление карбоната кальция из концентрата обратноосмотических установок путем кристаллизации на «затравке» [7].

10. Концентрирование рассолов вымораживанием [8].

На стадии корректировки состава концентрата должно предусматриваться удаление примесей до концентраций, обеспечивающих получение солепродуктов необходимого качества. Для очистки концентрированных растворов в основном применяются реагентные методы.

Состав операций, входящих в стадию разделения определяется взаимной растворимостью солей в вводно-солевой системе. В общем случае эта стадия может включать упаривание или охлаждение с кристаллизацией, сгущение и отделение кристаллов, их отмывку и другие операции. Могут применяться и химические способы. Они заключаются в том, чтоб так или иначе выделить растворенные в воде вещества для последующего удаления. Например, могут применяться катализаторы кристаллизации некоторых веществ (например, сульфата кальция, который активно используется в пищевой промышленности).

Для примера рассмотрим некоторые методы утилизации рассолов, которые в настоящее время имеют практическое применение.

1. Метод выпаривания рассолов целесообразен в тех случаях, когда характер отходов позволяет их утилизировать в твердом состоянии и существует возможность легального вывоза высушенных рассолов на полигон. Для сушки конденсат может быть помещен в сборный резервуар, вода из него постепенно испаряется. Твердые отложения собирают и отправляют на полигон. Если есть возможность нагревания бака - процесс будет происходить гораздо быстрее.

Проблемой утилизации рассола методом выпаривания в России занимается ООО «НПЦ ПромВодОчистка». Согласно их исследованиям, при выпаривании растворенные соли просто остаются на дне резервуара, а нагревание содержимого бака для интенсификации процесса несет в себе дополнительные энергозатраты, что является недостатком этого метода и применение его целесообразно при наличии избыточной тепловой энергии в районе расположения опреснительной установки.

2. Концентрированный рассол, который остается после очистки обратным осмосом, можно использовать повторно – в качестве пермеата. Для этого требуется предусмотреть дополнительную трубопроводную обвязку, по которой концентрат будет циркулировать через мембрану обратного осмоса многократно (известно применение не более 5 циклов). Благодаря этому методу снижаются потери сырья при фильтрации.

3. Существует технология удаления из концентрата обратноосмотических установок карбоната кальция путем его кристаллизации на затравке. Кристаллы затравки находятся во взвешенном состоянии в циркулирующем потоке концентрата. Благодаря осаждению карбоната кальция на затравке снижается общее солесодержание концентрата, и снижаются концентрации кальция - ионов и бикарбонат – ионов. Для осуществления технологии используются мембранные аппараты с «открытым каналом», устойчивые к влиянию на процесс мембранного переноса осадков малорастворимых в воде солей и взвешенных веществ. Концентрат установок после обработки может быть использован в качестве технической воды, подаваемой в теплосеть или системы оборотного водоснабжения.

Различные химические соединения, извлекаемые из рассолов определенного химического состава, имеют широкое применение в различных отраслях.

Карбонат кальция (CaCO_3), потенциально извлекаемый при переработке концентрированных рассолов после обратноосмотических установок, представляет собой массовый и экономически доступный неорганический продукт, востребованный благодаря химической инертности, дисперсности и выраженным наполнительно-армирующим свойствам. В строительстве он используется как сырьё для портландцемента и как минеральная добавка к бетонам, растворам, плитке и асфальтобетону для повышения долговечности и снижения себестоимости; в бумажной промышленности – как наполнитель и пигмент, улучшающий яркость, непрозрачность и гладкость бумаги при одновременном сокращении расхода древесного сырья. В полимерных материалах и резинах CaCO_3 применяется как наполнитель/армирующая добавка, повышающая жёсткость, износостойкость, ударную и термическую стойкость изделий, а в лакокрасочных материалах — как пигмент-наполнитель для регулирования реологии, матовости, белизны и укрывистости покрытий. В фармацевтике он используется как источник кальция, антацид и технологический наполнитель, а в пищевой промышленности – как добавка E170 (отбеливатель, стабилизатор, регулятор pH и обоганитель кальцием). В сельском хозяйстве карбонат кальция применяют для известкования кислых почв и как кормовую добавку, в экологических технологиях – для нейтрализации сред и очистки выбросов (в том числе при десульфурации дымовых газов); дополнительно он востребован в средствах личной гигиены (мягкий абразив и

косметический наполнитель), в стекольном производстве (компонент шихты как источник CaO), в клеях и герметиках (наполнитель и загуститель), а также может входить в состав противогололёдных материалов как минеральная солевая компонента.

Для приготовления жидких хлоридных противогололёдных составов целесообразно использовать высококонцентрированные растворы хлоридов натрия, кальция и магния (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2). Указанные растворы могут применяться как в индивидуальном виде, так и в форме смесей в различных массовых соотношениях. Максимальная технологическая эффективность, как правило, достигается при использовании насыщенных либо близких к насыщению по концентрации растворов.

Противогололёдные материалы (ПГМ) эксплуатируются в твёрдой, жидкой и смоченной формах. В качестве исходного сырья для их получения наиболее часто рассматривают природные минералы (в частности, бишофит и галит), а также техногенные источники, включая концентрированные рассолы, образующиеся при водоподготовке и опреснении методом обратного осмоса (в том числе хлоридно-натриевые и хлоридно-кальциево-натриевые растворы).

С целью сокращения расхода твёрдых ПГМ (прежде всего NaCl), повышения плавящей способности и увеличения адгезии к дорожному покрытию практикуют предварительное смачивание твёрдой соли растворами солей, обладающими пониженной эвтектической температурой (температурой кристаллизации). Наиболее выраженный эффект обеспечивается при обработке соли 20–25 %-ым раствором CaCl_2 или MgCl_2 при расходе 20–30 % от массы обрабатываемого материала. ПГМ, применяемые на автомобильных дорогах, должны изготавливаться в соответствии с техническими условиями, согласованными с федеральным дорожным органом (или уполномоченной организацией), и сопровождаться сертификатом соответствия. Для приготовления солевых растворов обычно используют NaCl , CaCl_2 и MgCl_2 ; применение иных реагентов допускается при наличии технико-экономического и экологического обоснования.

Практика переработки рассолов демонстрирует возможность извлечения ряда солей и их последующего использования в смежных отраслях. Так, сульфат магния (MgSO_4) востребован как сырьё для получения оксида магния (включая производство магнезиальных цементов), используется в текстильной промышленности (утяжеление волокон, протравы при окрашивании), в целлюлозно-бумажной отрасли (наполнитель), а также в медицине (спазмолитическое, желчегонное и слабительное действие). Сульфат кальция (CaSO_4) представляет собой кальциевую соль серной кислоты и широко встречается в природе в форме дигидрата $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (гипс, селенит). Карбонат натрия (Na_2CO_3) (кальцинированная сода) – средняя соль угольной кислоты, характеризующаяся высокой растворимостью и щелочной реакцией растворов; применяется в стекольном производстве, при выпуске моющих средств, при переработке бокситов для получения алюминия, в процессах нейтрализации при очистке нефтепродуктов и в пищевых технологиях. Гидрокарбонат натрия (NaHCO_3) используется в промышленности и пищевой сфере, а также в медицине – в том числе для нейтрализации кислот при химических поражениях и для коррекции кислотности желудочного сока; кроме того, он применяется при приготовлении буферных систем. Хлорид натрия (NaCl) является натриевой солью соляной кислоты и выступает базовым компонентом как пищевой соли, так и значительной доли противогололёдных рецептов.

В целом, ресурсный потенциал солей и рассолов, формирующихся на опреснительных установках (включая обратноосмотические), оценивается как высокий; активное внимание научных и производственных коллективов к проблеме их

переработки создаёт предпосылки для внедрения более эффективных и экологически обоснованных технологических решений в ближайшей перспективе.

Выводы

В условиях нарастающего глобального дефицита питьевой воды и возрастающей сложности очистки воды из альтернативных источников, перед научным сообществом и производственным сектором стоит актуальная задача разработки экономически эффективных методов утилизации или использования концентрированных стоков (рассолов), образующихся в процессе деминерализации на опреснительных установках. Неконтролируемый сброс данных рассолов в природные экосистемы способен вызвать долговременные нарушения экологического баланса в районах расположения опреснительных комплексов, нанося существенный ущерб биосфере и антропогенной среде. Переработка рассолов, помимо позитивного воздействия на окружающую среду, обладает значительным экономическим потенциалом за счет извлечения ценных химических соединений для последующего применения в различных отраслях промышленности. Основная цель исследователей заключается в оптимизации процессов получения высококачественной очищенной и обессоленной воды из исходного сырья различного происхождения (морская, поверхностная, подземная, шахтная вода) и разработке дифференцированных схем утилизации рассолов, учитывающих их специфический физико-химический состав. Реализация данных направлений позволит снизить антропогенную нагрузку на экосистемы регионов с ограниченными водными ресурсами, обеспечить добычу ценных химических соединений из рассолов и усовершенствовать, а также удешевить технологии очистки различных типов поверхностных и подземных вод.

Конфликт интересов

Автор заявляет, что на момент передачи статьи в редакционную коллегию, у него нет возможного конфликта интересов с третьими лицами.

Список источников:

1. Основы инженерной экологии / В. В. Денисов, И. А. Денисова, В. В. Гутенев, Л. Н. Фесенко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 623 с. – ISBN 978-5-222-21011-6. – EDN YSGKZV.
2. Воронина, Е. Ю. Разработка технологии извлечения щелочных и щелочноземельных металлов из природных рассолов на основе фракционной кристаллизации: специальность 25.00.13 "Обогащение полезных ископаемых": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронина Евгения Юрьевна. – Иркутск, 2008. – 16 с. – EDN NKJGWT.
3. Проектирование вакуум-выпарной установки/ О.П. Банных, Е.И. Борисова, В.А. Константинов [и др.] – Учебное пособие для студентов заочной формы обучения. – СПб, СПбГТИ (ТУ), 2009. – 50 с. – ISBN 5–93808–039–8
4. Утилизация концентратов действующих установок обратного осмоса в схемах водоподготовки промышленных объектов / А. Г. Первов, А. П. Андрианов, Д. В. Спицов, Е. Б. Юрчевский // Вода Magazine. – 2015. – № 5(93). – С. 30-37. – EDN UJSBYR.

5. Мембранные методы в питьевом водоснабжении: подбор мембран, прогноз качества воды, утилизация концентрата / А. Г. Первов, Р. В. Ефремов, Д. В. Спицов [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. – № 6. – С. 15-21. – EDN QBVMUT.
6. Астафьева, Л. С. Экологическая химия: учеб. для студентов образовательных учреждений сред. проф. образования / Л. С. Астафьева; Л. С. Астафьева. – Москва: Academia, 2006. – (Среднее профессиональное образование. Общепрофессиональные дисциплины). – ISBN 5-7695-2722-6. – EDN QKOSDN.
7. Удаление карбоната кальция из концентрата обратноосмотических установок путем кристаллизации на затравке / А. Г. Первов, А. П. Андрианов, Т. П. Горбунова [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2014. – № 5. – С. 29-38. – EDN SCXGJB.
8. Русинова, А. А. Концентрирование растворов вымораживанием (обзор) / А. А. Русинова, Ю. М. Полежаев, А. И. Матерн // Аналитика и контроль. – 1999. – Т. 3, № 4. – С. 4-10. – EDN KZCSDL.

Rational use of brines and salts after demineralization of mine water

Tatiana Vasilyevna Stazhok
SBI "DONGYPROSHACHT",
Donetsk, Russia
stagok@bk.ru

Abstract

The problem of disposal or use of brines after demineralization (water treatment by reverse osmosis) has become more acute in the world as there is a need to desalinate its additional volume from non-traditional sources (marine, underground, etc.) due to a shortage of drinking quality water that has arisen for a number of different reasons (climate change, increased water consumption, pollution and shallowing of existing sources, etc.). In our region, which has huge reserves of mine water and suffers from a lack of drinking water from surface sources, there is an urgent need to clean them up and bring them to drinking quality. The by-product after purification is saturated brines, which cannot be discharged into the hydrographic network. The article presents existing and promising methods for the disposal of brines, including by isolating dry matter and the possibility of their further use.

Keywords: mine water, purification, reverse osmosis, brines, utilization, desalination.