

<sup>1</sup>*Казахский Агротехнический университет им. С. Сейфуллина,*

<sup>2</sup>*«Центральная лаборатория биоконтроля, сертификации и предклинических испытаний», КН МОН РК*

## **ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЕЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

В период поступательного движения экономики необходимо увеличение объема водопотребления, однако увеличение нагрузки на водные объекты чревато ухудшением экологического состояния водных объектов, угнетением природных экологических систем, их истощением и деградацией. Так что дальнейшее увеличение нагрузки на водные объекты это путь в никуда.

Перспективы по рациональному водопользованию обозначенные в концепции устойчивого развития Республики Казахстан предполагают принятие ряда мер, которые сводятся к следующему.

Экологизация экономики заключается в обеспечении устойчивого экологически безопасного природопользования и сохранении ресурсно-экологического равновесия через снижение природоемкости производства и уменьшение воздействия экономики на биосферные процессы. Для увеличения количества и улучшения качества располагаемых водных ресурсов необходимо ограничение темпов и объемов развития водоемких производств, повсеместное внедрение водосберегающих технологий, оборотных и замкнутых систем водопользования, снижение удельного водопотребления на единицу продукции и эксплуатационных потерь, продолжить работы по регулированию речного стока, в том числе по межбассейновому перераспределению, а также интенсификации использования питьевых подземных вод.

Намечающиеся меры вряд ли могут решить проблемы рационального использования в маловодных районах с перспективами развития сельскохозяйственного производства.

Одним из путей решения проблемы рационального водопользования в маловодных районах для целей сельского хозяйства является использование подземных вод, в том числе шахтных.

**Это целесообразно по нескольким причинам:**

1. Запасы подземных вод весьма значительны и по большому счету смогут обеспечить все потребности сельского хозяйства.

2. Известно, что объем водопотребления в сельском хозяйстве достигает 71 процента в общем балансе водопотребления. Использование запасов подземных вод снизит нагрузку на поверхностные водные объекты

и с увеличением использования интенсифицируются процессы оздоровления водного бассейна.

3. В маловодных районах использование подземных вод может принести значительный экономический эффект, так как содержание и эксплуатация гидросооружений и протяженной сети каналов дорого из-за необходимости их ремонта, очистки от ила и песка. Кроме того, для них характерна большая фильтрация с потерей воды, что ведет к вторичному засолению почв.

Препятствием для использования подземных вод является повышенный и высокий (до 7 г/л) уровень их минерализации.

Однако использование подземных вод вполне возможно с применением новейших научных и технических достижений.

Доставка из скважин к потребителю и обработка воды до соответствующих кондиций может производиться с помощью ветровой и солнечной энергии.

Для обработки подземных вод существует широкий спектр технических решений, применимых для всех видов подземных вод.

Метод обработки воды определяется, исходя из состава сырой воды и требований к ее качеству со стороны потребителей. Соответствующие стадии водоподготовки согласовываются с конструкцией и видами оборудования и материалов и химией воды.

На практике применяются следующие методы обработки воды: фильтрация, снижение жесткости, обессоливание, обезжелезивание, нейтрализация, удаление хлора, а также очистка вод.

**Фильтрация.** Для подготовки воды, в зависимости от целевого использования – поливное земледелие, животноводство, питьевое водоснабжение может применяться широкий спектр материалов и аппаратов, начиная от гравийно-песчаных фильтров кончая устройствами тонкой фильтрации с использованием фильтров обратной промывки или патронных фильтров. Вода с содержанием вредных солей марганца, железа, меди очищается различными способами, определяемыми индивидуально.

**Снижение жесткости воды** легко осуществляется с помощью ионного обмена, т.е. замены ионов кальция и магния на ионы натрия, соли жесткости переходят в легко растворимое состояние. Вода при этом становится мягкой. Регенерация ионообменника достигается простым фильтрованием поваренной соли и выполняется автоматически. Последующая обработка умягченной воды необходима в связи с ее коррозионными свойствами. Необходимо проводить специальные мероприятия с целью кондиционирования питательной воды для котлов, а также охлаждающей воды. Из технических и экономических соображений в промышленной сфере нередко перед ионообменником проводят частичную декарбонизацию или же вообще отказываются от

ионообменника и ограничиваются только декарбонизацией воды, подаваемой для нужд производства.

Метод применяется для очистки не только питьевой, но и промышленных вод.

**Очистка подземных вод от железа и марганца.** Повышенное содержание в воде марганца и железа неблагоприятно сказывается на здоровье человека. Предельно допустимое содержание этих компонентов в питьевой воде 0,3 и 0,1 мг/л соответственно. Для подземных вод характерно превышение этих нормативов в разы и даже десятки раз.

Для очистки воды от этих соединений могут быть использованы несколько методов.

Безреагентный метод целесообразно применять для очистки подземных вод от Fe и Mn в небольших концентрациях. Он заключается в предварительном аэрировании воды с последующим фильтрованием через зернистую загрузку.

Реагентный метод связан с применением окислителей - хлора, перманганата калия, озона, а также извести, коагулянтов, которые добавляют непосредственно в воду. Окисленные примеси, как правило, нерастворимы и отделяются фильтрацией или отстаиванием.

Ионообменные материалы, сорбенты, активированный уголь практически не применяются для обезжелезивания, поскольку они необратимо связывают удаляемые ионы и емкость загрузки быстро исчерпывается при невозможности регенерации.

При использовании реагентов для предварительной обработки воды предусматривают:

- для более активного и быстрого окисления ионов железа и марганца применение сильных окислителей- хлора, озона, перманганата калия,
- для ухудшения растворимости соединений железа и марганца используют добавление извести, соды и других щелочных реагентов;
- проведение коагуляции добавлением в воду соединений коагулянтов- алюминия, хлорида железа и др. с последующим образованием хлопьев, на поверхности и в объеме которых задерживаются трудноотделимые примеси и выпадают в осадок.

Окисление ионов железа в воде при комнатной температуре проходит медленно. Так, выпадение осадка со связанной примесью происходит через 10-20 часов и более. Однако после аэрации при фильтрации через песчано-гравийные фильтры, или загрузки из кварцевого песка, цеолитов, антрацита, активированного угля последние выполняют роль катализаторов и абсорбентов и очистка от железа и марганца после первых одного-двух часов фильтрации значительно ускоряется. Однако максимально эффективными являются специально приготовленные катализаторы с нанесенными и закрепленными активными железоз-

марганцевыми композициями. Такие композиции производятся в России. Материал BIRM представляет собой синтетический алюмосиликат с нанесенными на его поверхность соединениями железа и марганца. Высокая пористость, поверхность и малый насыпной вес (0,7-0,8 г/см<sup>3</sup>) обеспечивают его высокую активность и упрощают промывку обратным потоком воды. На основе природного доломита, содержащего карбонаты кальция и магния, изготавливаются такие фильтрующие материалы, как Магнофилт, Дамфер, а также МЖФ. Из глауконитового зеленого песка получают еще один широко распространенный материал для каталитической фильтрации – MGS. В процессе приготовления глауконит модифицируется оксидами марганца, обладающими высокой каталитической активностью и дополнительной окисляющей способностью. За счет этого материал способен окислять не только ионы растворенных металлов, но и сероводород до нерастворимых сульфатов. Поэтому данный фильтрующий материал эффективен при очистке воды с высоким содержанием железа и марганца в широком диапазоне pH. Регенерация MGS проводится раствором перманганата калия.

Иную фильтрующую загрузку обычно выбирают исходя из состава очищаемой воды, применяемой технологической схемы и конструкции оборудования.

Безреагентные методы обезжелезивания могут быть применены, когда исходная вода характеризуется: pH – не менее 6,7; щелочностью – не менее 1 мг-экв/л; перманганатная окисляемость – не более 7 мг O<sub>2</sub>/л. Фильтровальная загрузка быстро покрывается пленкой из соединений очищаемого компонента.

Обезжелезивание воды в загрузке, покрытой пленкой, является гетерогенным автокаталитическим процессом, в результате чего обеспечивается непрерывное обновление пленки как катализатора непосредственно при работе фильтра.

Реагентные методы обезжелезивания воды применяются при низких значениях pH, высокой окисляемости, нестабильности воды.

Обезжелезивание воды упрощенной аэрацией, хлорированием и фильтрованием заключается в удалении избытка углекислоты и обогащения воды кислородом при аэрации, что способствует первичному окислению железа органических соединений. Окончательное разрушение комплексных соединений железа (II) и частичное его окисление достигается путем введения в воду окислителя. Соединения закисного и окисного железа извлекаются из воды при фильтровании.

Обезжелезивание воды методом напорной флотации основано на действии молекулярных сил, способствующих слипанию отдельных частиц гидроксида железа с пузырьками тонкодиспергированного в воде воздуха и всплыванию образующихся при этом агрегатов на поверхность воды. Метод флотационного выделения дисперсных и коллоидных

примесей природных вод перспективен вследствие резкого сокращения продолжительности процесса (в 3-4 раза) по сравнению с осаждением или обработкой в слое взвешенного осадка.

Наиболее распространёнными методами, использующимися при опреснении вод, являются: дистилляция, электродиализ и обратный осмос.

**Дистилляция (выпаривание)** – процесс испарения воды из раствора, который может сопровождаться кристаллизацией. Наиболее широкое распространение получили опреснительные установки многоступенчатого выпаривания и адиабатного (мгновенного) испарения. Они обеспечивают получение около 97% опресняемой в мире воды. Дистилляция применима при показателе минерализации – 1500-7000 мг/л. Производительность до 5000 куб.м/сут. Недостатками метода являются: высокий расход энергии, значительные капитальные затраты, возможность загрязнения водных объектов минерализованными стоками в виде осадков или концентрированных рассолов и необходимостью захоронения отходов, получаемых в процессе дистилляции.

**Электродиализ** – это процесс отделения ионов солей при помощи селективных мембран под действием электрического тока. Применяется при показателе минерализации – более 10000 мг/л. Производительность до 50 м<sup>3</sup>/сут).

Недостатки метода: малый срок службы мембран и электродов, потери энергии за счет утечек тока, зависимость показателей работы установки от де-бита, значительные эксплуатационные затраты.

В сельской местности при наличии источников тока и возможности использования полученных примесей использование этого метода целесообразно.

**Обратный осмос** - это использование полупроницаемых мембран при давлении превышающем осмотическое. Применяется при минерализации – до 40000 мг/л. Производительность до 200000 м<sup>3</sup>/сут. Преимущества: малые энергозатраты, простота эксплуатации, возможность автоматизации процесса, малые занимаемые производственные площади и возможность получения воды питьевого качества. Основную часть себестоимости процесса составляют эксплуатационные затраты, связанные с заменой отработанных мембран.

**Вымораживание.** Может использоваться при неограниченном показателе минерализации. Производительность до 10 м<sup>3</sup>/сут. По сравнению с дистилляцией холодильные опреснители потребляют меньшего количества тепла для получения 1 кг чистой воды, отличаются высокой коррозионной стойкостью, отсутствием накипеобразования и меньшими капитальными затратами. Они не чувствительны к составу и концентрации примесей в воде, не требуют предварительной очистки исходной воды и имеют большую степень извлечения пресной воды.

Например, для шахт Донецкого бассейна наиболее перспективными и целесообразными оказались обратный осмос и вымораживание (табл.1).

Таблица 1 - параметры работы основных опреснительных установок

Наименование метода	Удельные энергозатраты, на 1 м <sup>3</sup> воды, кВт ч/м <sup>3</sup>	Затраты, усл. ед. на 1 м <sup>3</sup> воды	
		Капитальные	Эксплуатационные
Дистилляция	До 18	До 0,7	0,4-0,5
Электродиализ	3,0-6,5	До 0,4	0,3-1,0
Обратный осмос	2 – 2,5	До 0,2	0,30- ,048
Вымораживание	9,2– 10	0,2-0,3	0,4-0,45

**Выводы.** Проведенный анализ показывает о целесообразности и возможности использования подземных вод для целей сельского хозяйства в маловодных районах Республики Казахстан.

#### Список литературы:

1. Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий . – М.: Наука, 1996 -279 с
2. Беляева Е.Л. Энергетические проблемы деминерализации шахтных вод. Источник: [www.eko-mir.net/show/287](http://www.eko-mir.net/show/287)
3. Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. –М. : Высшая школа, 1998. – 319 с
4. Панин М.С. Химическая экология. Учебник для вузов – Семипалатинск, 2002- 630 с.