

Андреев Дмитрий Николаевич

Заведующий лабораторией

ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО»

Ключевые слова: эксплуатация, месторождение, подземные воды, гидрогеология, водоснабжение, водозабор.

Аннотация: Данная работа описывает обобщение материала, посвященного основным методам эксплуатации подземных вод во всем мире. Подробно описывается методика эксплуатации подземных вод в зависимости от метода современных тенденций и требований.

Эксплуатация подземных вод – это процесс, связанный с извлечением, использованием и управлением подземными водными ресурсами. В зависимости от целей использования и особенностей гидрогеологических условий, существует несколько методов эксплуатации подземных вод:

- *Эксплуатация артезианских водоносных горизонтов* – этот метод используется для извлечения воды из глубоких артезианских водоносных горизонтов, где вода находится под высоким давлением. Скважина пробуривается до глубины артезианского горизонта, и вода под давлением поднимается самопроизвольно или с помощью насоса.

Важным процессом для обеспечения доступа к пресной воде в различных регионах Земли является эксплуатация артезианских водоносных горизонтов. Однако необходимо учитывать экологические и социальные аспекты этого процесса, чтобы минимизировать его негативное воздействие на окружающую среду.

При эксплуатации артезианских водоносных горизонтов могут использоваться различные типы водозаборов, в зависимости от

геологических условий и требований к работе системы. Наиболее распространенными типами водозаборов являются: скважинные с насосным оборудованием, скважинные без насосного оборудования с природным притоком и фильтрационные колодцы.

В западных (США, Канада и т.д.) и европейских странах (Франция, Германия, Италия и т.д.) уделяют особое внимание качественной питьевой воде. Именно артезианские воды являются показателем качественной питьевой воды, поэтому эти страны используют для водоснабжения артезианские воды.

- *Эксплуатация неглубоких водоносных горизонтов* – это метод применяется для извлечения воды из неглубоких водоносных горизонтов, обычно находятся ближе к поверхности земли и могут быть доступны для эксплуатации с применением насосного оборудования.

В целом, эксплуатация неглубоких водоносных горизонтов требует комплексного подхода, который учитывает, как потребности водопользования, так и защиту окружающей среды, и устойчивость использования водных ресурсов.

При эксплуатации неглубоких водоносных горизонтов, обычно используются менее сложные и более доступные конструкции водозаборов, такие как: насосные скважины, колодцы с ручным и насосным водоотбором.

В связи с климатическими условиями (аридный и полуаридный климат) страны Центральной Азии, такие как Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан, а также страны с дефицитом пресной питьевой воды, в основном используют для водоснабжения подземные воды из неглубоких водоносных горизонтов.

- *Дренажные скважины* – это метод, предназначенный для сбора и отвода избыточных подземных вод или сточных вод с поверхности земли. Они используются для управления уровнем грунтовых вод, предотвращения затоплений, осушения земель при строительстве, а также для снижения уровня грунтовых вод на сельскохозяйственных участках.

Дренажные скважины обычно бурят в водоносных слоях грунта на

определенной глубине, чтобы собирать воду и направлять ее в специальные коллекторы или дренажные каналы. Эти скважины могут быть оборудованы насосами для улучшения процесса отвода воды, особенно если уровень грунтовых вод слишком высок.

Важно правильно проектировать и обслуживать дренажные системы, чтобы избежать засорения скважин или других проблем, которые могут привести к неполадкам в работе или даже к загрязнению подземных вод.

Впервые вертикальный дренаж был применен в США в начале XX века, а также получил широкое распространение в странах Центральной Азии начиная с 1950х годов.

На сегодняшний день использование дренажных скважин для отведения избыточных грунтовых вод в основном применяется в тех странах, где залегание воды близкое к поверхности земли, и эти воды оказывают пагубное влияние на окружающую среду.

- *Водозаборные колодцы* – это метод эксплуатации подземных вод применяемый в случаях, когда достаточно небольшое количество воды извлекается из неглубоких водоносных слоев. Они могут иметь различные формы и размеры в зависимости от конкретных условий местности, глубины водоносного слоя и требований к объему воды.

Обычно водозаборные колодцы имеют крышку или люк для доступа к воде и обслуживания оборудования. Они могут быть изготовлены из различных материалов, таких как бетон, пластик или металл, в зависимости от предполагаемой продолжительности использования, глубины установки и химических свойств воды.

Водозаборные колодцы наиболее распространены, особенно для получения питьевой воды для водоснабжения небольших поселков, животноводческих ферм, полевых станций и пастбищ, располагая в местах, где грунтовые воды пригодны для питья без специальной очистки. К примеру, на Северном Кавказе (Россия) встречаются уникальные шахтные колодцы глубиной до 100 м, а в Туркменистане – до 300 м.

- *Искусственные водоемы* водные объекты созданы человеком на

основе естественных или искусственных образований с целью водоснабжения, регулирования речного стока, орошения, рекреации, а также для промышленных нужд или энергетики. Они могут быть созданы путём строительства плотин, дамб, каналов или просто раскопок.

Вышеописанный метод эксплуатации играет важную роль в жизни человека, обеспечивая водоснабжение, энергию, сельское хозяйство и возможности для отдыха и рекреации. Однако создание таких водоёмов может также влиять на экологическое равновесие, изменять природные экосистемы и влиять на биоразнообразиие.

Почти в каждой стране, где есть крупные озера либо реки, инженерами созданы в долинах естественных водных объектов постройкой подпорных сооружений (плотин, зданий ГЭС, шлюзов и других) для накопления и хранения воды для дальнейшего её использования в различных целях.

- *Извлечение геотермальной энергии* – это метод используется для извлечения тепла из глубоких подземных вод которое накапливается внутри Земли для производства электроэнергии или для обогрева и охлаждения зданий.

Геотермальная энергия является чистым источником энергии, который имеет низкий уровень выбросов парниковых газов. Однако, успешная реализация проектов геотермальной энергии требует подходящего месторасположения, экономической и технической осуществимости, а также учета влияния на окружающую среду.

Применение геотермальных источников с целью извлечения геотермальной энергии распространено в таких странах, как: Исландия и Новая Зеландия, Италия и Франция, Литва, Мексика, Никарагуа, Коста-Рика, Филиппины, Индонезия, Китай, Япония, Кения и Таджикистан.

- *Водозаборные галереи* – это метод предполагает создание подземных галерей, которые служат для сбора и транспортировки подземной воды к месту использования. Они обычно используются для водоснабжения городов, сельских населенных пунктов, промышленных

предприятий и сельского хозяйства.

Основной принцип работы водозаборных галерей заключается в том, что они прокладываются вдоль подземных водных потоков или водоносных слоев, что позволяет собирать воду без необходимости строительства плотин или насосных станций.

Водозаборные галереи являются важным компонентом инфраструктуры водоснабжения, обеспечивая доступ к подземным водным ресурсам и уменьшая зависимость от поверхностных источников, таких как реки и озера. Они также способствуют сохранению природной среды, поскольку не требуют создания больших водохранилищ и плотин, что может иметь отрицательное воздействие на экосистемы.

Галерейные водозаборы, которые имеют ряд преимуществ, таких как: водозабор горизонтального типа позволяет эксплуатировать маломощные водоносные пласты и особенно эффективен при его расположении вблизи реки, озера или водохранилища, существенное снижение затрат строительства, экономия электроэнергии при эксплуатации, уменьшение числа погружных насосов или вообще полное их отсутствие, сокращение площадей отчуждения земель.

Применение галерейных водозаборов уходит в далекое прошлое (более 5-6 тыс. лет назад), когда были тяжелые природно-климатические условия. Галерейные водозаборы применялись на современной территории Индии, Пакистана, Перу, Ирана и Азербайджана, являвшие собой пример поразительно высокого уровня развития техники водоснабжения и ирригации, в т.ч. и при помощи подземных галерей. Кроме этого, на сегодняшний день галерейные водозаборы применяются в таких развитых странах как Италия, Испания,

- *Технологии очистки и десалинции подземных вод* - включают в себя процессы очистки и десалинции подземных вод, с целью применения их для хозяйственно питьевого водоснабжения или использования в промышленности и сельском хозяйстве. Очистка и десалинация подземных вод играют важную роль в обеспечении доступа к чистой питьевой воде и

устойчивого развития, особенно в регионах с ограниченными водными ресурсами. К таким технологиям используемых для очистки и десалинации подземных вод относятся следующие:

1. *Обратный осмос* - самая распространенная технология десалинации, используемая для удаления растворенных веществ из воды путем пропускания ее через полупроницаемую мембрану.

2. *Ионообменные смолы* - технология включающая использование смол для обмена ионов в воде, где смолы привлекают ионы солей и других загрязнителей, заменяя их на ионы более безвредных веществ.

3. *Электродиализ* - это процесс разделения ионов в растворе с использованием электрического поля и ионообменных мембран. В этом процессе раствор разделяется на две части: концентрат, более концентрированный по ионам, и диализат, менее концентрированный.

4. *Дистилляция* - это процесс разделения смеси жидких компонентов путем перегонки и последующего конденсирования паров и отделения солей и других загрязнителей от воды. Это старая, но эффективная технология, хотя требует значительного количества энергии.

5. *Ультрафильтрация и микрофильтрация* - эти методы используют мембраны для удаления бактерий, вирусов, коллоидных частиц и высокомолекулярных органических соединений. Различие между двумя этими методами в том, что при ультрафильтрации жидкость очищается от вмещающих компонентов от 0,001 до 0,1 мкм, а при микрофильтрации жидкость очищается от вмещающих компонентов от 0,1 до 10 микрон.

6. *Озонирование* - это процесс обработки воды с использованием озона (O_3), который является сильным окислителем. Он используется для улучшения качества воды путем уничтожения органических загрязнений, бактерий, вирусов и других микроорганизмов.

7. *Фотокаталитическая окислительная обработка* - это метод очистки воды, который использует световую энергию (обычно ультрафиолетовое излучение) для активации каталитических материалов, обычно полупроводников, чтобы ускорить окислительные процессы,

разрушающие органические и неорганические загрязнители в воде.

8. *Адсорбцией воды активированным углем* – активированный уголь это один из наиболее эффективных материалов для очистки воды от загрязнений и вредных веществ. В процессе адсорбции загрязнения улавливаются и удерживаются на поверхности угля благодаря его высокой пористости и большой поверхности.

Все вышеперечисленные технологии могут применяться как по отдельности, так и в комбинации, в зависимости от специфических требований очистки и доступности ресурсов. Кроме того, инновации и новые методы постоянно разрабатываются для улучшения эффективности и экономической целесообразности процессов очистки и десалинации подземных вод.

На сегодняшний день, широко используются в мировой практике очистительные установки в странах Ближнего Востока: Израиль, Катар, ОАЭ и др.). Больше распространение получили методы очистки воды обратным осмосом, электродиализа и дистилляция.

Каждый из методов, описанных выше имеет свои особенности, преимущества и ограничения, и выбор конкретного метода зависит от множества факторов, включая гидрогеологические условия, потребности водопользования и технические возможности.

Заключение:

1. Мировая практика методов эксплуатации подземных вод основывается на комплексном и рациональном использовании подземных вод в связи с текущим состоянием различных факторов, в том числе климатических и антропогенных;

2. Методы использования подземных вод базируются на условиях их распространения, а также потребительских потребностях, с учетом различных параметров и критериев;

3. История использования подземных вод уходит в глубокое прошлое, в связи с необходимостью для человечества использования водных ресурсов как в народном хозяйстве, так и в промышленных целях.

Литература:

1. Мавлонов А.А., Мавлянов Т.Э., Жонгиров А.А. Некоторые проблемы гидрогеологии и инженерной геологии Узбекистана, пути их решения // Геология и минеральные ресурсы. - 2021. - № 2. - С. 109-115.
2. Beck, H.E., Zimmermann, N.E., McVicar, T.R., Vergopolan, N., Berg, A., Wood, E.F. 2020. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Sci Data* 7, 274.
3. Iskandarova Sh.T., Usmanov I.A., KHasanova M.I. 2019. The influence of the bottom sediments on water quality of small rivers. *Ekologiya i stroitelstvo*. 1, 19-24.
4. Peringe Grennfelt, Anna Engleryd, Martin Forsius, Øystein Hov, Henning Rodhe, Ellis Cowling. 2020. Acid rain and air pollution: 50 years of progress in environmental science and policy. *Ambio* 2020, 49:849–864
5. Iskandarova Sh.T., Usmanov I.A., KHasanova M.I. 2019. The influence of the bottom sediments on water quality of small rivers. *Ekologiya i stroitelstvo*. 1, 19-24
6. McMahon, P.B. Chapelle, F.H. 2008. Redox Processes and Water Quality of Selected Principal Aquifer Systems. *Ground Water*, 46 (2). 259–271.
- 7.