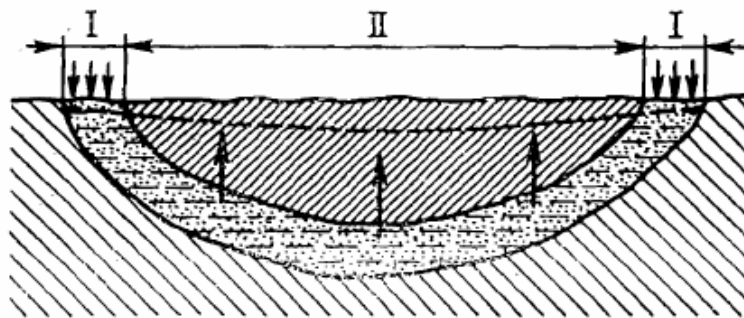


И. В. Вольф

Гидрогеология

Учебное пособие



**Санкт-Петербург
2009**

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Санкт-петербургский государственный
технологический университет
растительных полимеров

И. В. Вольф

Гидрогеология

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2009

УДК 556 (075)
ББК 621.182 я 7
В 624

Вольф И.В. Гидрогеология: учебное пособие/ГОУВПО
СПбГТУРП, СПб, 2009.-

В учебном пособии рассматриваются характерные особенности подземных вод, различные формы их залегания и движения, состав для разных по глубине зон залегания.

Уделено внимание использованию подземных вод и, в частности, минеральных вод. Обсуждаются формы антропогенного воздействия на подземные воды, пути и перспективы сохранения их качества. Учебное пособие предназначено для студентов университета и его филиалов, обучающихся по специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» всех форм обучения.

Рецензенты: профессор кафедры ООСиРИП СПбГТУРП, канд.техн.наук А.И. Шишкин; доцент Санкт-Петербургского университета А. П. Вершинин.

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом СПбГТУРП в качестве учебного пособия.

© Вольф И.В., 2009
© ГОУВПО Санкт-Петербургский
государственный технологический
университет растительных полимеров,
2009

Оглавление

Введение.....	4
1. ВОДА В ЗЕМНЫХ НЕДРАХ	5
1.1. Характерные особенности подземных вод.....	–
1.2. Условия залегания.....	6
1.3. Артезианские бассейны.....	9
1.4. Различные формы состояния подземных вод.....	10
1.5. Движение подземных вод.....	12
2. СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.....	14
2.1. Воды верхней зоны	15
2.2. Воды средней зоны.....	16
2.3. Воды нижней зоны.....	17
2.4. Минеральные воды.....	18
3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.....	20
3.1. Использование пресных подземных вод.....	20
3.2. Использование минеральных подземных вод.....	21
3.3. Перспективы использования термальных вод.....	22
3.4. Добыча химического сырья из подземных вод.....	–
4. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ.....	23
5. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ИСТОЩЕНИЯ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И СОХРАНЕНИЕ ИХ КАЧЕСТВА.....	25
5.1. Условия рациональной эксплуатации подземных вод... ..	–
5.2. Сохранение качества подземных вод.....	26
6. АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....	27
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	29
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	32

Введение

Гидрогеология как самостоятельная наука возникла на стыке двух наук - геологии и гидрологии- и представляет собой учение о подземных водах, находящихся в контакте с почвой, минералами и горными породами. Вместе с тем воды, изучаемые гидрогеологами, представляют собой подземную составляющую единой гидросферы Земли и поэтому гидрогеология может рассматриваться как часть гидрологии.

Учебная дисциплина «гидрогеология» наряду с дисциплинами «геология», «гидрология», «метеорология», «почвоведение», «ландшафтоведение» входит в блок дисциплин «Науки о Земле», и поэтому ее основной целью является внесение вклада в понимание и развитие принципа системного подхода к природопользованию и оценке антропогенного воздействия на биосферу.

Круг вопросов, которыми занимается гидрогеология, широк и многообразен. Прежде всего – это поиски и разведка подземных вод различных типов: пригодных для водоснабжения пресных вод; горячих вод, являющихся источником энергии; целебных минеральных вод; вод, содержащих растворенные вещества, используемые в качестве химического сырья.

Изучение подземных вод рудных, каменноугольных, нефтяных, соляных месторождений необходимо для рациональной разработки этих месторождений.

Важной задачей является изучение подземных вод в строительстве, например, при сооружении метрополитена.

Все более широкие масштабы приобретает использование подземных вод в сельском хозяйстве. При проектировании оросительных систем изучение подземных вод необходимо для того, чтобы не допустить засоления или заболачивания земель.

Разделами гидрогеологии, иногда рассматриваемыми как самостоятельные научные дисциплины, являются динамика подземных вод, гидрохимия и региональная гидрогеология. Динамика подземных вод изучает закономерности их движения в различных условиях. Гидрохимия изучает химический состав подземных вод и процессы образования различных типов подземных вод в результате их взаимодействия с горными породами, поверхностными водами и газами.

Региональная гидрогеология изучает закономерности распределения подземных вод в земной коре, особенности их распространения в районах, различающихся по геологическому строению, рельефу и климату. Таким образом, гидрогеология – это комплексная наука, развивающаяся на стыке геологии, геофизики, геохимии, гидрологии и ряда других наук. Она не только исследует достижения этих наук, но и обогащает их своими разработками.

Актуальность и значение гидрогеологии связаны с тем, что вода участвует во множестве разнообразных процессов, протекающих как на поверхности, так и в глубинах нашей планеты.

Подземные воды являются ценным природным ресурсом, поэтому важной задачей является их рациональное использование и охрана от загрязнения и истощения.

1. Вода в земных недрах

Природные воды, заполняя пустоты, трещины и капилляры, пропитывают все породы земной коры, иногда образуя значительные по объему подземные водоемы. Суммарное количество подземных вод не поддается точной оценке. По данным, приводимым О.А.Алекиным(1), масса подземных вод составляет $200 \cdot 10^{15}$ т, то есть около 12 % всей массы гидросферы. По данным других авторов (2), количество подземных вод составляет от $8,4 \cdot 10^6$ км до $1050 \cdot 10^6$ км, то есть от 0,6 % до 72 %. В осадочных породах литосферы содержание воды составляет в среднем около 10 %, в глинах - 15-20 %, а в таких горных породах, как гранит и базальт, - до 2 %.

Форма состояния воды в горных породах многообразна и зависит от состава и степени измельчения твердых пород, образующих литосферу.

1.1 Характерные особенности подземных вод

Рассматривая подземные воды, необходимо отметить следующие 5 особенностей, определяющих формирование их химического состава:

1. Тесный и длительный контакт с разнообразными породами и минералами земной коры, облегчающий переход различных химических элементов и их соединений в раствор.

2. Наличие водоупорных слоев, разделяющих определенные горизонты подземных вод и препятствующих водообмену, что способствует созданию большого разнообразия в составе вод и инертности в его изменениях.

3. Затрудненность связи с атмосферой. Лишь верхние водоносные слои подвержены аэрации и доступны фильтрующимся с поверхности водам. В нижележащих водоносных горизонтах связь с атмосферой сначала ослабевает, а затем вовсе прекращается.

4. Ослабление биологических и биохимических процессов, которые в подземных водах, за исключением вод карстовых районов, ограничиваются деятельностью микроорганизмов. Отсутствие света и свободного кислорода исключает возможность развития растительности и аэробных организмов даже на небольших глубинах. Вместе с тем создаются благоприятные условия для анаэробных микроорганизмов, жизнедеятельность которых распространяется до больших глубин.

5. Резкое увеличение температуры и давления с глубиной.

На больших глубинах взаимодействие воды и горных пород происходит под давлением сотен и даже тысяч атмосфер и при высоких (выше 100°C) температурах.

Перечисленные особенности подземных вод определяют следующие 2 основные черты их химического состава:

1. Разнообразие состава и солесодержания. Встречаются воды всех типов – от пресных до рассолов – причем солесодержание изменяется от нескольких десятков мг/л до 600-650 г/л. Соприкасаясь с самыми разнообразными породами в различных физических условиях (температуре и давлении), подземные воды содержат все встречающиеся в естественном состоянии химические элементы. Для них характерны повышенные концентрации Fe, Mn, NO₂, NO₃, Ra⁺² и высокие концентрации газов CO₂, H₂S, CH₄ и других.

2. Отсутствие у большинства глубинных подземных вод ясно выраженного гидрохимического режима, то есть заметных изменений химического состава по сезонам года. Химический состав изменяется крайне замедленно.

1.2. Условия залегания подземных вод

По условиям залегания различаются 2 основных типа подземных вод – безнапорные и напорные (рис. 1) [5].

Горизонты безнапорных вод не имеют сплошного непроницаемого покрытия, и водонасыщенная порода сообщается с атмосферой. В таких горизонтах устанавливается свободный уровень воды, глубина которого соответствует поверхности водоносных пород.

Воды первого от поверхности сплошного водоносного слоя называют грунтовыми.

Линзообразные скопления воды на водоупорных или слабопроницаемых слоях, имеющие локальное распространение, образуют верховодку, которая расположена над грунтовыми водами.

Грунтовые воды, как правило, безнапорные, хотя на отдельных участках могут приобретать местный напор. Залегают они обычно на небольшой глубине и поэтому подвергаются воздействию гидрометеорологических факторов. Это воды колодцев.

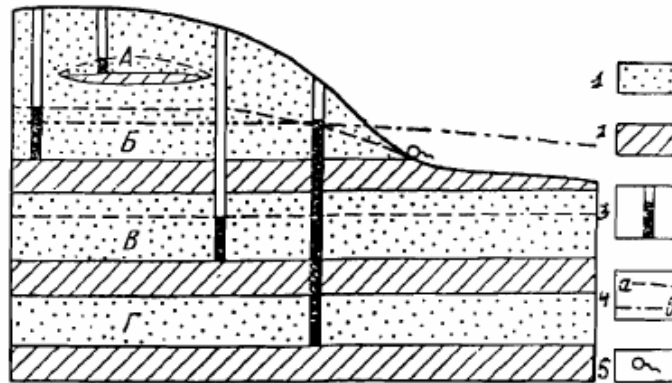


Рис.1.Схема залегания подземных вод:

А – верховодка; Б – грунтовые воды; В – безнапорные межпластовые воды; Г – напорные воды; 1 – проницаемые породы; 2 – водоупорные породы; 3 – буровая скважина и уровень воды в ней; 4 – уровень воды: а – свободный; б – пьезометрический; 5 – источник.

Уровень грунтовых вод и их химический состав изменяются в зависимости от сезона, количества выпадающих осадков и температуры.

В периоды дождей и снеготаяния уровень воды в колодцах поднимается и она содержит меньше растворенных солей, а в засушливые времена уровень воды опускается, и она становится более минерализованной. Источником питания грунтовых вод служит фильтрация атмосферных осадков и речных вод, а в некоторых случаях – поступление напорных вод из соседних горизонтов.

Вследствие неглубокого залегания и отсутствия водоупорных покрытий грунтовые воды могут легко подвергаться загрязнению.

Напорные воды заключены между водонепроницаемыми слоями. В буровой скважине, вскрывающей напорный водоносный горизонт, вода поднимается выше верхней границы этого горизонта. Если напорный или пьезометрический уровень расположен над поверхностью земли, скважина фонтанирует. Поэтому для получения самоизливающихся вод скважины целесообразно бурить на участках с пониженным рельефом. Следует учитывать, что проницаемый пласт, находящийся между двумя

водоупорами, может не быть заполненным водой. В этом случае образуются безнапорные или полунпорные воды.

Самоизливающиеся напорные воды использовались с помощью буровых колодцев на Ближнем Востоке и в Китае еще в глубокой древности. В Европе они получают распространение начиная с 12 века, когда во французской провинции Артезия была найдена самоизливающаяся из скважин вода. С тех пор воды, поступающие на поверхность самоизливом, стали называть артезианскими. В настоящее время термины «артезианские» и «напорные» считаются синонимами независимо от того, изливаются эти воды на поверхность или нет.

При откачке из скважины вокруг нее образуется депрессионная воронка. В безнапорных водах эта воронка отражает понижение уровня воды вокруг скважины и осушение части водоносного горизонта. В напорном горизонте – снижение давления в определенной зоне вокруг скважины (рис.2) [5].

Эксплуатация подземных вод может осуществляться в течение длительного времени без осушения водоносного горизонта благодаря приходу в него воды.

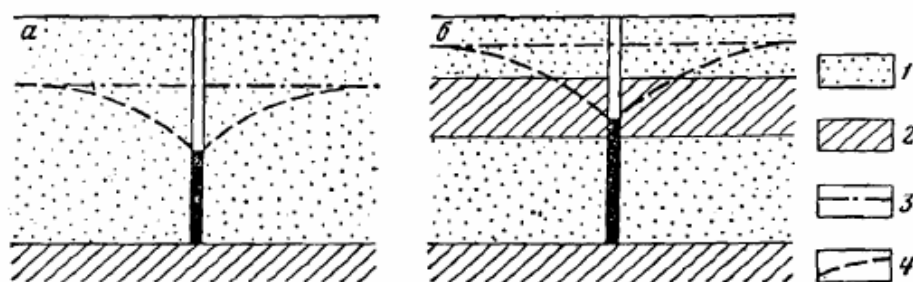


Рис.2. Депрессионные воронки в безнапорном (а) и напорном (б) горизонтах: 1 – проницаемые породы; 2 – водоупорные породы; 3 – естественный уровень (напор) подземных вод; 4 – пониженный уровень (напор) подземных вод;

Артезианские воды залегают обычно на значительной глубине и изолированы от поверхности водоупорными слоями. Поэтому они менее подвержены загрязнению, чем грунтовые воды.

1.3. Артезианские бассейны

Артезианский бассейн – это бассейн подземных вод, принадлежащий определенным геологическим структурам и включающий комплекс напорных водоносных горизонтов.

Классическая схема артезианского бассейна показана на рис.3[5].

В пределах артезианского бассейна выделяются области питания, разгрузки и напора.

Область питания расположена в приподнятой части бассейна, где выходят на поверхность водоносные горизонты и осуществляется инфильтрация атмосферных осадков. В области разгрузки, находящейся в наиболее низкой по рельефу части бассейна, происходит разгрузка водоносных горизонтов, выходящих на поверхность.

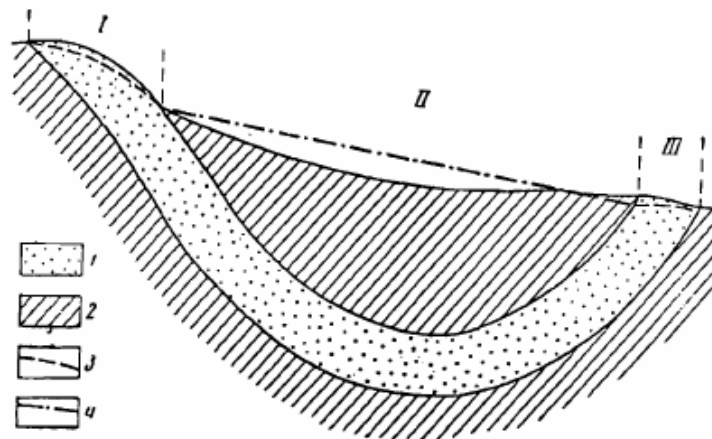


Рис.3.Простейшая схема артезианского бассейна: I – область инфильтрационного питания. II – область напора. III – область разгрузки.

I – водоносный горизонт; 2 – водоупорная толща; 3 – свободный уровень грунтовых вод; 4 – пьезометрический уровень грунтовых вод;

Между областями питания и разгрузки водоносные горизонты залегают на более или менее значительной глубине. Это область напора, где осуществляется сток подземных вод от области питания к области разгрузки.

Артезианские бассейны отличаются большим разнообразием строения, условий питания, стока и разгрузки. Наиболее крупные бассейны расположены в платформенных геологических структурах.

Самый крупный в мире артезианский бассейн, расположенный в России в пределах Западно-Сибирской равнины, имеет площадь около 3,5 млн км.

Среди зарубежных стран самый крупный – Большой артезианский бассейн в Австралии, имеющий площадь 1,7 млн км².

1.4. Различные формы состояния подземных вод

Слагающие литосферы породы характеризуются по отношению к воде водопроницаемостью, влагоемкостью и водоотдачей. Эти показатели используются в гидрологических расчетах. [3]

Водопроницаемость – это способность пород пропускать воду. Водопроницаемость зависит не от абсолютной пористости пород, а от размера пор. Например, глина обладает очень плохой водопроницаемостью, а пористость ее составляет 60 %, напротив, песок, имеющий вдвое меньшую пористость, обладает хорошей водопроницаемостью. Водопроницаемость горных пород зависит от наличия в них трещин.

Влагоемкостью называется способность пород вмещать и удерживать определенное количество воды. Высокой влагоемкостью обладают глины, средней – пески, малой – галечники. Влагоемкость, определяемая силами молекулярного притяжения, зависит от диаметра твердых частиц. Например, влагоемкость грунта с частицами диаметром 1 мм равна 1,6 %, а с частицами диаметром менее 0,005мм- 45 %.

Водоотдача – отношение количества свободной воды, которое может отдать порода, к общему содержанию воды в породе. Здесь наблюдается противоположная по отношению к влагоемкости зависимость: процент водоотдачи тем больше, чем крупнее частицы породы. Так у галечников водоотдача максимальна, а у глин – минимальна.

Вода присутствует в горных породах в различных агрегатных состояниях: твердом, жидком, газообразном. Практически все минералы и горные породы содержат определенное количество воды (табл.1) [2].

Вода в минералах и горных породах может присутствовать в свободном, физически связанном и химически связанном состоянии.

В свободном состоянии вода занимает пространство между частицами твердых пород, подчиняясь силам земного притяжения. Такие воды называют гравитационными.

Таблица 1

Содержание физически-связанной воды в некоторых минералах (в весовых процентах):

Минерал	Содержание воды
кварц	1
альбит	8
ортоклаз	17
микролин	17
лимонит	23
мусковит	36
биотит	48

В физически связанном состоянии вода удерживается на твердых частицах адсорбционными силами. Например, физически связанная вода присутствует в мирабилите (глауберова соль) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в количестве 55 %. Она может быть удалена нагреванием до 100-200С°.

Физически связанной является также вода, способствующая набуханию некоторых минералов и содержащаяся между пакетами их кристаллических решеток.

В химически связанном состоянии вода присутствует в кристаллах некоторых минералов и удерживается в них более прочно, чем физически связанная вода. Например, из малахита $\text{Cu}_2[\text{CO}][\text{OH}]_2$ химически связанная вода удаляется лишь при нагревании до температуры 200-400С°.

Вода, заполняя поры, трещины и пустоты пород, может присутствовать в них в трех агрегатных состояниях – твердом, жидком и парообразном. Первое из них наиболее характерно для зон вечной мерзлоты, а также для районов земного шара с отрицательными зимними температурами.

В жидком состоянии подземные воды могут накапливаться в значительных количествах в пещерах, образующихся в известняках, доломитах, залежах растворимых солей (карстовые воды).

В парообразном состоянии большие количества воды выделяются при извержениях вулканов.

Экспериментально установлено, что магма при давлении 15кбар и температуре около 1000С° может растворить 30 весовых процентов воды [2]. При снижении давления магма вскипает с отделением воды.

1.5. Движение подземных вод

Значительный интерес представляет вопрос, в каком динамическом состоянии находятся подземные воды. Могут ли они быть неподвижными или находятся в процессе непрерывного передвижения? Как правило, в природе не существует неподвижных гравитационных и парообразных вод в масштабе даже сравнительно незначительного геологического времени. Для того, чтобы осуществлялось сквозное движение воды по водоносному горизонту, он должен получать питание и иметь возможность разгрузки.

К главным способам передвижения гравитационных вод относятся флюация, фильтрация и диффузия.

Флюация – это стекание воды под действием силы тяжести в какие-либо емкости в породах. Например, в известняках в результате выщелачивания образуются воронки, которые продолжаются от земной поверхности вглубь системой трубок, каналов и пустот, а иногда даже пещер. Стекающая с земной поверхности дождевая или талая вода проникает через эти воронки в породы путем флюации (рис. 4.) [5].

Диффузия – это сложный, главным образом физический, процесс передвижения вещества от раствора с большей концентрацией к раствору с меньшей концентрацией. Процесс диффузии зависит от температуры и давления. Скорость этого процесса невелика, но все же реально ощутима в геологическом масштабе времени. Частным случаем диффузии является осмос – медленное проникновение одной жидкости в другую через полупроницаемую перегородку при разности концентраций. Растворитель (вода) стремится проникнуть в более концентрированный раствор до тех пор, пока не сравняются либо концентрации, либо осмотические давления.

Фильтрацией называется просачивание воды по мелким порам породы. В качестве примера можно привести проникновение дождевой воды в песок. Фильтрация протекает под влиянием силы тяжести (гравитация), а также может проходить в сторону снижения давления и температуры (рис.4.1, 4.2). Под влиянием давления, которое возрастает с глубиной, фильтрация может протекать и снизу вверх.

Скорость фильтрации значительно выше скорости диффузии и зависит от проницаемости пород, от температуры, определяющей вязкость воды, от градиента давления и от целого ряда других условий. Если в галечниках скорость фильтрации подчас превышает 10 м/сутки, то в песчаниках, мергелях и супесях она составляет 0,01 – 1 м/сутки, а в глинах - не более 1 мм/сутки [2].

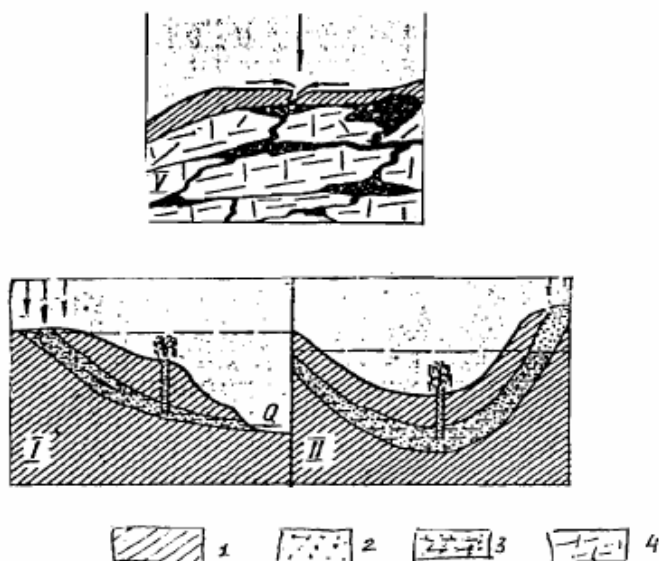


Рис.4. Некоторые формы залегания подземных вод в осадочных отложениях верхних горизонтов литосферы:

I – напорные водоносные горизонты (Q – источник) ; II – типичная схема залегания; V – карстовые подземные воды.

1 – 4: породы - 1- водонепроницаемые; 2- водопроницаемые; 3- водоносные; 4- карстующиеся известняки, доломиты, гипсы, соль.

Рассматривая различные способы передвижения гравитационных вод, следует помнить о том, что все свободные воды нашей планеты находятся в состоянии круговорота. Количество поверхностных вод, просачивающихся вглубь литосферы, в состоянии равновесия равно количеству подземных вод, поднимающихся на поверхность. Выход подземных вод на поверхность суши или на дно водоемов и водотоков осуществляется в виде источников, родников и ключей.

Источники могут быть холодными и горячими, пресными и солеными, постоянно действующими или перемежающимися, низкодебитными и высокодебитными, и, наконец, естественными или искусственными, то есть созданными с помощью буровых скважин.

Естественные фонтанирующие источники получили общее название гейзеры (по имени источника Гейзер в Исландии). Выбросы воды у разных гейзеров происходят с различной периодичностью, различным дебитом и на разную высоту. Периоды выбросов могут быть с интервалами от нескольких минут до нескольких месяцев, а высота фонтанирования достигает десятков и даже сотен метров.

Механизм действия гейзеров заключается в следующем. В подземные резервуары, расположенные на глубине 100 – 150 метров, с больших глубин поступают перегретый пар и газы, которые нагревают воду до точки кипения при существующем на глубине повышенном давлении. Образовавшийся пар с силой выбрасывает весь находящийся в вышележащем канале столб воды, причем перегретая вода превращается в пар, а давление падает до нового извержения.

Минерализация воды, выбрасываемой гейзерами, обычно колеблется в пределах 1-10 г/л. В горячей воде присутствует кремнезем, который с понижением давления и температуры выделяется вокруг гейзера в форме кремнистого осадка. В случае, если твердые породы представлены известняками, выделяется известковый осадок (карбонат кальция).

Выброс фонтана может происходить под действием не только парообразной воды, но и других газов, например, углекислого газа. При этом образуются холодные гейзеры, из воды которых пузырьками выделяется углекислый газ.

Гейзеры встречаются преимущественно в вулканических районах. В нашей стране много горячих источников на Камчатке, а холодные гейзеры встречаются в Закавказье.

Вынос на поверхность большего количества глубинных подземных вод в виде пара происходит при извержении вулканов. При выходе из жерл вулканов магма содержит в среднем 6-12 % воды.

Большое влияние на подземные воды оказывают землетрясения, во время которых происходит перераспределение напряжений в толще пород. В результате этого одни источники могут иссякнуть, а другие появиться. Происходят изменения в температуре и составе воды.

2. Состав подземных вод

По глубине залегания подземные воды подразделяются на следующие три зоны:

1. Верхняя зона – зона активного водообмена. Воды этой зоны - грунтовые воды - содержат растворенный кислород и подвержены воздействию фильтрующихся поверхностных вод.

2. Средняя зона – зона затрудненного водообмена. Воды этой зоны - артезианские воды – обновляются значительно медленнее и имеют чрезвычайно разнообразный состав.

3. Нижняя зона – воды закрытых структур. Они занимают самые глубокие слои артезианских бассейнов, но в гидрологически изолированных структурах могут располагаться и ближе к поверхности. Для вод этой зоны характерна высокая минерализация, причем общее солесодержание

измеряется в широких пределах – от соленых вод (10-50 г/л) до концентрированных рассолов (свыше 350 г/л).

Подземные воды, используемые в лечебных целях, благодаря особенностям их состава получили название минеральных вод.

Рассмотрим характерные особенности перечисленных видов вод.

2.1. Воды верхней зоны

По сравнению с другими подземными водами, воды верхней зоны в наибольшей степени подвержены влиянию особенностей данной местности и, в частности, климата. В зависимости от количества выпадающих в данной местности атмосферных осадков и величины испарения создаются два противоположных направления движения воды в толще почв и грунтов: инфильтрационное – от поверхности в глубь грунтов под действием гравитации и восходящее – из глубины к поверхности под действием испарения и капиллярности.

Первое преобладает в регионах с избыточным увлажнением, второе – в регионах с недостаточным увлажнением. Оба вида движения существуют во всех регионах, но они различны по интенсивности и изменяются по сезонам в зависимости от погоды.

Степень увлажненности местности является решающим фактором, от которого зависит общее солесодержание и ионный состав подземных вод верхней зоны. В засушливых местностях отсутствие достаточно интенсивного промывания атмосферными осадками почв и грунтов ведет к засолению поднимающихся на поверхность грунтовых вод (рис.5) [1]. Способствует засолению капиллярное поднятие вод верхней зоны, которые, испаряясь, вызывают засоление почв и грунтов.

Кроме климата, на минерализацию вод верхней зоны оказывают влияние состав пород и рельеф местности. Роль рельефа заключается в усилении дренирования и, следовательно, в улучшении условий промывания почв и грунтов.

По ионному составу грунтовые воды малой минерализации обычно относятся к гидрокарбонатному классу, а воды повышенной минерализации, характерные для засушливых местностей, - к сульфатному и хлоридному.

Из растворенных газов в грунтовых водах присутствуют кислород, азот, двуокись углерода, сероводород. Интенсивно протекающие в почвах процессы окисления органических веществ создают условия для накопления CO_2 в количествах, значительно превышающих его содержание в поверхностных водах. Напротив, содержание растворенного кислорода, расходуемого на окисление органических веществ, уменьшается при переходе к более глубоко лежащим водам. Сероводород появляется в

грунтовых водах в результате распада белковых органических соединений, а также в результате разложения сульфатов анаэробными сульфатредуцирующими бактериями.

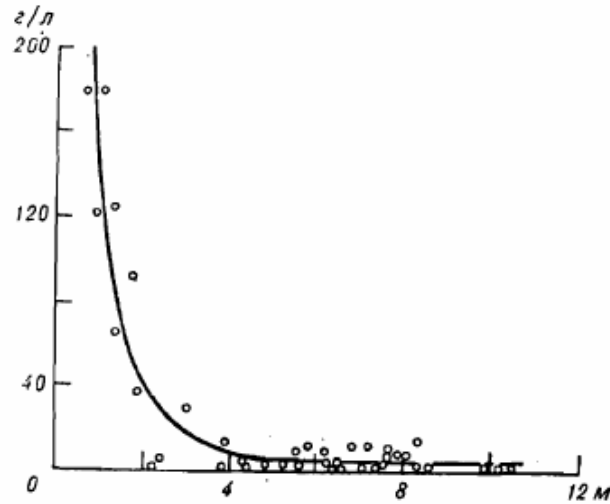


Рис.5. Связь между величиной минерализации и глубиной залегания грунтовых вод Каспийской низменности.

2.2. Воды средней зоны

Для вод средней зоны характерен медленный водообмен. При значительном удалении от источников питания и медленной фильтрации требуется очень длительное время (измеряемое иногда десятками и сотнями лет) для подтока в эту зону поверхностных вод. С глубиной минерализация вод повышается и меняется состав растворенных в воде газов. Содержание растворенного кислорода падает до очень малых величин, возрастает содержание CO_2 и появляется метан.

Своеобразие в состав подземных вод могут вносить специфические условия их формирования, в частности, присутствие в породах сульфидов тяжелых металлов (пирита FeS_2 , халькопирита CuFeS_2 , галенита PbS). При поступлении с фильтрующимися водами достаточного количества кислорода происходит окисление сульфидов, в результате чего возрастает содержание сульфатов и воды приобретают кислую реакцию вследствие

образования серной кислоты. Напротив, деятельность сульфатредуцирующих бактерий уменьшает содержание сульфатов. Для существования этих бактерий необходимы два условия: анаэробная среда и наличие достаточного количества органического вещества.

При высокой интенсивности сульфатредукции вода может оказаться полностью лишенной сульфатов и иметь щелочную реакцию из-за образования гидрокарбонатов. Достаточное для осуществления данного процесса количество органического вещества обычно присутствует вблизи нефтяных месторождений.

Деятельность микроорганизмов бывает настолько интенсивной, что они могут оказывать на нефтепромыслах вредное воздействие (коррозию аппаратуры, закупорку труб карбонатом кальция), и приходится применять меры борьбы с ними [1].

2.3. Воды нижней зоны

Воды нижней зоны занимают самые глубокие слои артезианских бассейнов и часто образуют напорные системы. Они наиболее полно изолированы от земной поверхности и большей частью практически совершенно разобщены с ней в данную геологическую эпоху, поэтому их называют водами закрытых структур.

В нижней зоне присутствуют воды различной минерализации: соленые воды (10-50 г/л), слабые рассолы (50-100 г/л), рассолы (100-350 г/л) и, наконец, концентрированные рассолы (свыше 350 г/л).

По ионному составу воды нижней зоны почти исключительно хлоридные. Максимальная минерализация их достигает 500-600 г/л, то есть они представляют собой крепкие рассолы. Такие воды, встречающиеся, например, в Ангаро-Ленском бассейне (табл.2.[1]), отличаются своеобразием состава, и, в частности, повышенным содержанием брома, йода, бора, лития, стронция, рубидия, калия. Они часто имеют повышенную температуру.

Воды такого состава нельзя получить при испарении поверхностных вод или морской воды, так как при этом большая часть кальция выпадет в осадок.

Учитывая чрезвычайно большое время взаимодействия воды с породами в осадочных толщах, можно предположить, что при медленной многовековой фильтрации воды с высоким содержанием натрия через содержащие кальций породы происходит постепенное обогащение раствора кальцием в результате процессов ионного обмена.

Таблица 2. Химический состав воды некоторых буровых скважин Ангаро-Ленского артезианского бассейна

Пункт	Общее солесодержа ние, г/л	Химические элементы, %-экв					Химические элементы, г/л					
		Cl	Na	Mg	Ca	K	K	S r	Br	I	B	NH
1.Тыреть., скв 4, 2160м	399	99	21	17	59	-	3,5	-	6,5	0,026	-	-
2.Оса, скв1, 1650м	483	99,3	0	20	80	0,3	15	-	2,5 4	-	-	-
3.Гулун, 1750м	550	98,9	8	74	11	5,2	21	-	7,2	0,006	-	1,1

Помимо свободных подземных вод, образующих водоносные горизонты различных мощностей, огромное количество воды пропитывает всю массу осадочных пород земной коры. Эти воды называют поровыми или горными растворами. Они настолько прочно связаны с твердой фазой, что не отделяются от нее силами гравитации и могут быть частично выделены лишь под очень большим давлением, измеряемым в тысячах кг/см² [1].

2.4. Минеральные воды

Минеральными водами называют воды, которые благодаря особенностям химического состава способны оказывать какое-либо лечебное действие на человеческий организм.

Широко используемый термин «минеральные воды» условен, так как все природные воды содержат не только минеральную, но и органическую части. Не следует отождествлять этот термин и с высокой минерализацией, так как минеральные воды бывают и с малой минерализацией.

К числу наиболее важных в лечебном отношении признаков минеральных вод относятся следующие:

- величина минерализации;
- особенности ионного состава воды;
- состав растворенных газов;

- содержание некоторых фармакологически важных микроэлементов;

- радиоактивность;
- величина pH;
- температура.

Солесодержание минеральных вод измеряется в широких пределах – от 2 г/л (воды слабой минерализации) до 150 г/л и выше (рассольные воды). Минеральные воды питьевого назначения имеют умеренное солесодержание, а используемые для ванн – более высокое.

По происхождению минеральные воды относятся как к глубинным подземным водам, так и к водам, находящимся в сравнительно неглубоких слоях литосферы. Выходы их на поверхность представлены источниками, самоизливающимися под гидростатическим давлением или под напором газов. В последнее время их все чаще выводят на поверхность искусственным путем с помощью буровых скважин.

В минеральных водах часто наблюдаются повышенные концентрации многих микроэлементов. Биологическая роль некоторых из них установлена, но для значительной части их физиологическое значение для организма человека еще неясно.

Согласно классификации, приводимой в [1], присутствующие в минеральных водах микроэлементы могут быть подразделены с бальнеологической точки зрения на следующие 4 группы:

1. Элементы с выраженным фармакологическим действием (Fe, As, I, Br и, возможно, B).
2. Элементы, значение которых в обменных, главным образом гормональных и ферментативных, процессах установлено, но нет точных количественных оценок при использовании их в минеральных водах (I, Fe, Co, Cu, Mo, Zn, Mn, и, возможно, Ni, Ba и Cd).
3. Элементы, токсичные для человека, содержание которых должно устанавливаться и ограничиваться согласно нормам для питьевой воды (As, Pb, Sc, Hg, V, F).
4. Элементы, обнаруженные в тканях организма, биологическая роль которых пока еще точно не установлена (Ti, Zn, Cs, Ge и другие).

В минеральных водах присутствуют в повышенных против равновесных концентрациях растворенные газы, которые характеризуют не только лечебные свойства, но и геохимические условия формирования этих вод. Наибольшее значение в минеральных лечебных водах имеют CO₂ и H₂S . Содержание CO₂ иногда достигает нескольких г/л. В этом случае вода, выделяющаяся на поверхность, “кипит” от бурно выделяющегося газа.

Максимальная концентрация H₂S значительно ниже, чем концентрация CO₂, и содержание H₂S 50-100 мг/л считается весьма значительным.

Для вод, связанных с рудными месторождениями, характерна кислая реакция и повышенное содержание таких микроэлементов, как Fe, Al, Mn, Zn, Cu.

Для вод высокотермальных источников, особенно гейзеров, характерны высокие концентрации кремния и бора.

3. Использование подземных вод

3.1. Использование пресных подземных вод

При использовании для целей водоснабжения подземные воды обладают определенными преимуществами перед поверхностными. В аридных областях, где поверхностных вод недостаточно, подземные воды служат основным источником водоснабжения. Но даже на территориях, где нет дефицита поверхностных вод, использование подземных вод предпочтительнее: они мало подвержены загрязнению, не содержат болезнетворных бактерий и не требуют очистки.

Подземные воды являются единственным видом полезных ископаемых, запасы которых возобновляются в процессе эксплуатации. Месторождения подземных вод представляют собой сложную динамическую систему и могут эксплуатироваться без истощения запасов. Различают статические запасы подземных вод – количество воды, заключенное в водоносных горизонтах, и динамические запасы – количество движущихся подземных вод.

При интенсивной эксплуатации водоносного горизонта усиливается питание подземных вод. Количество подземных вод, которое может быть получено за определенные периоды времени рациональными водозаборными сооружениями, составляет эксплуатационный запас. Эксплуатационные запасы крупных месторождений подземных вод составляют сотни тысяч и даже миллионы м³/сутки.

Возрастает использование подземных вод в сельском хозяйстве для орошения земель.

В настоящее время орошение базируется в основном на использовании поверхностных вод. При этом на орошаемых площадях, не обеспеченных достаточной дренажной сетью, происходит заболачивание и засоление земель. Использование для орошения подземных вод позволяет избежать этих вредных последствий и сократить затраты на дренажную сеть, так как понижение уровня грунтовых вод может быть достигнуто при их эксплуатации или при отборе воды из нижележащих водоносных горизонтов. При наличии достаточных ресурсов подземных вод отпадает необходимость в строительстве водохранилищ и каналов, используемых при орошении почв.

Орошение подземными водами широко практикуется в ряде стран, в том числе США, Индии, Иране[5].

3.2. Использование минеральных вод

Минеральные воды применялись для лечения еще в глубокой древности, однако механизм их лечебного воздействия был выяснен гораздо позднее.

Растворенные в воде углекислый газ и минеральные соли оказывают воздействие на рецепторы кожи во время приема ванны и после ее окончания. Интенсивность такого воздействия усиливается с повышением соледержания воды, поэтому для ванн используются соленые воды и даже рассолы с соледержанием до 100-140 г/л.

В качестве лечебно-питьевых применяются минеральные воды с соледержанием до 15 г/л.

В зависимости от ионного состава такие воды оказывают благотворное воздействие на желудочно-кишечный тракт и другие внутренние органы. В частности, железистые воды благотворно влияют на процессы кроветворения, а бромные воды используются для лечения нервной системы. Большое лечебное значение имеют органические вещества минеральных вод. С органическими компонентами связано лечебное действие некоторых пресных, слабо насыщенных газом минеральных вод, например, воды «Нафтуса» на курорте Трускавец в Предкарпатье. Ценные лечебные свойства этой воды обусловлены наличием в ней органических веществ нефтяного происхождения в количестве от нескольких мг/л до нескольких десятков мг/л.

Большой популярностью пользуются столовые минеральные воды – освежающий напиток, хорошо утоляющий жажду. Они имеют невысокую (до 4-6г/л) минерализацию, насыщены углекислотой и отличаются приятным вкусом.

Минеральные воды разнообразны по химическому составу. Чаще всего их подразделяют по биологически активным компонентам на виды: углекислые, сероводородные, железистые, мышьяковистые, бромные, йодные, кремнистые, радоновые. Для краткой характеристики минеральных вод используется формула химического состава, предложенная М.Г. Курловым [5].

В формуле Курлова ионный состав воды представлен в виде дроби, в числителе которой указывается в убывающем порядке процентное содержание анионов, а в знаменателе – катионов.

В левой части формулы приводятся газы и микроэлементы, и указывается их концентрация в г/л и общая минерализация воды М также в г/л. Справа от дроби записывается температура воды t° и величина рН.

В качестве примера приведем некоторые формулы минеральных вод.

Боржоми (углекислые воды):

CO_2 0,94 М 6,4 HCO_3 85 Cl 15 /Na 88 Ca 7 t 33° рН 6,8

Мацеста (сероводородные воды):

H₂S 0,24 CO₂ 0,12 M 11,2 HCO₃ 3 Cl 95 / Na 78 Ca 14 t 26,3 ° pH 6,7

Нальчикские (кремнистые воды):

H₂SiO₄ 0.08 M 18.0 Cl 98 HCO₃ 2 / Na 89 Ca 8 t 80,0° pH 7,3

3.3. Перспективы использования термальных вод

Тепловая энергия земных недр используется пока недостаточно. Между тем использование геотермальной энергии может дать значительную экономию топлива и, что очень важно, не сопровождается загрязнением окружающей среды. Кроме теплового, наиболее удобны для использования слабоминерализованные неагрессивные термальные воды, вывод которых из скважин сопровождается выделением пара.

Наиболее простая схема геотермальной электростанции предусматривает подачу пара из скважины непосредственно в турбину, вращающую генератор.

Другие важные направления использования термальных вод – теплофикация и горячее водоснабжение населенных пунктов. Для этой цели может использоваться вода с температурой 70-90°C. Воды горячих источников с давних пор используются населением Исландии. В столицу Исландии город Рейкьявик подается вода из скважины с температурой 86°C по трубопроводу длиной 18км. Она обеспечивает отопление и горячее водоснабжение почти всего жилого фонда города [5].

Термальные воды с температурой 35-90°C и выше используются для обогрева теплично-парниковых хозяйств. Использование тепла подземных вод интенсивно развивается и имеет большое будущее.

3.4. Добыча химического сырья из подземных вод

Подземные воды содержат в ряде случаев компоненты, представляющие большую ценность как химическое сырье. Еще в XIвеке на Руси добывали поваренную соль, выпаривая ее из подземных рассолов.

Подземные воды, пригодные для получения химического сырья, называют промышленными подземными водами. В нашей стране почти весь йод и большую часть брома добывают из подземных вод. С этой целью

эксплуатируются специально пробуренные скважины, а также используются попутные воды, извлекаемые вместе с нефтью при её добыче.

Кроме йода и брома, из подземных вод извлекают борную кислоту, литий, вольфрам, германий, глауберову соль и соду. Возможности получения химического сырья из промышленных вод очень велики и реализуются пока недостаточно.

Поскольку промышленные воды глубоких горизонтов нередко имеют высокую температуру, в ряде случаев целесообразно комплексное их использование для получения тепла и химического сырья. Такое использование может быть организовано на месторождениях Западной Сибири и Северного Кавказа.

4. Антропогенное воздействие на подземные воды

Охрана окружающей природной среды является важнейшей проблемой современности. Особого внимания требуют водные ресурсы, являющиеся одной из наиболее уязвимых частей биосферы. Важнейшие требования, направленные на охрану и рациональное использование природных вод, отражены в Водном кодексе Российской Федерации [6].

Подземные воды лучше защищены от внешних воздействий, чем воды поверхностные, однако имеются серьезные симптомы неблагоприятного изменения состояния подземных вод на больших площадях и в широком диапазоне глубин. Состояние подземных вод взаимосвязано с состоянием отдельных элементов природной среды. Столь же тесная взаимосвязь существует между использованием подземных вод и различными видами хозяйственной деятельности человека (рис.6)[5].

Чрезмерно интенсивная эксплуатация подземных вод приводит к их истощению, что выражается в понижении их уровня, уменьшении напора. На побережьях может наблюдаться проникновение морских вод в водоносные горизонты.

Большую опасность представляет загрязнение подземных вод. Различают два вида загрязнений – бактериальное и химическое. Бактериальное загрязнение при недостаточном санитарном контроле вызывает эпидемии желудочно-кишечных заболеваний.

Химическое загрязнение подземных вод находится в тесной зависимости от общего загрязнения окружающей среды. При определенных условиях в водоносные горизонты могут проникнуть сточные воды промышленных предприятий, загрязненные поверхностные воды и атмосферные осадки.

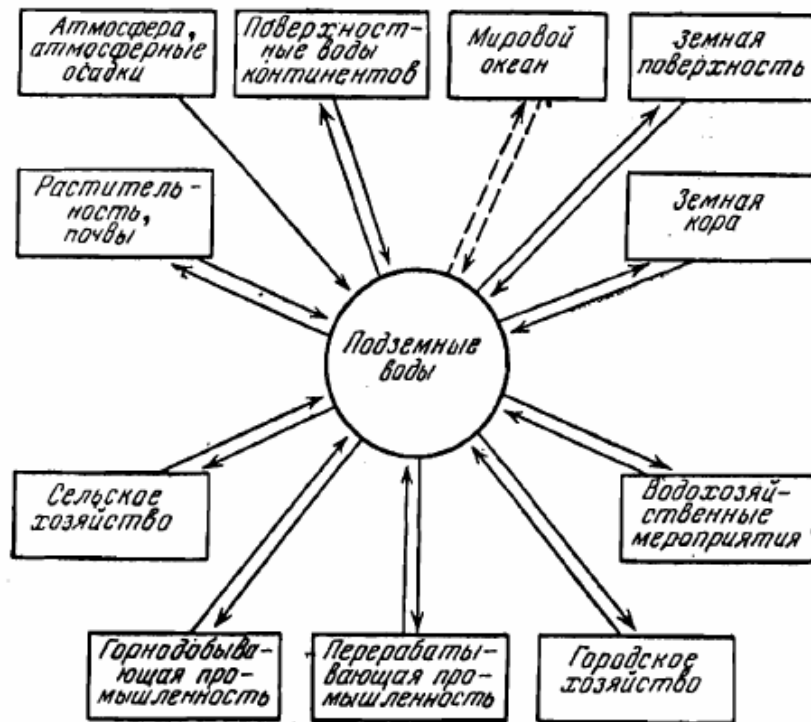


Рис.6.Схема взаимосвязи подземных вод с другими элементами природной среды и различными видами хозяйственной деятельности. Стрелками со сплошной линией показано интенсивное влияние, стрелками с прерывистой линией – слабое влияние

В частности, выпадение кислых дождей вызывает повышение кислотности поверхностных вод, фильтрация которых способствует формированию коррозионно-агрессивных подземных вод, оказывающих вредное воздействие на подземные сооружения. Такие воды способны вызывать активизацию карстовых процессов, приводящих к образованию пещер.

Обратное воздействие изменяющегося состояния подземных вод на атмосферу и атмосферные осадки невелико.

С давних пор стали подвергаться вредному антропогенному воздействию растительность и почвы. Результатом вырубки лесов в ряде стран Средиземноморья явилась сильная эрозия почв. По данным[8], уничтожение лесов влечет за собой увеличение в 2-3 раза поверхностного и соответствующее сокращение внутрипочвенного стока и питания подземных вод.

В настоящее время высокими темпами развивается урбанизация, причем особенно быстро растут крупные города. Во многих городах наблюдается значительное понижение напоров подземных вод. Кроме того,

в городах возрастает опасность загрязнения подземных вод. Важным условием обеспечения чистоты подземных вод является сохранение в ненарушенном виде водоупорных пластов, защищающих водоносные горизонты от проникновения загрязненных поверхностных вод.

Существенным изменением гидрогеологической обстановки сопровождается разработка полезных ископаемых. По мере истощения легкодоступных их месторождений и совершенствования технических средств все шире практикуется эксплуатация глубоко залегающих месторождений, что в ряде случаев оказывает неблагоприятное влияние на ресурсы подземных вод.

5. Предотвращение истощения ресурсов подземных вод и сохранение их качества

5.1. Условия рациональной эксплуатации подземных вод

Отбор подземных вод приводит к существенному преобразованию их режима и баланса. Процесс этот неизбежный и нужно научиться управлять им на основе достоверных прогнозов изменения гидрологического режима и баланса.

Гидрологический режим подземных вод – это изменение во времени их уровня, химического состава, температуры и расхода.

Естественный гидрологический режим подземных вод формируется в основном под влиянием метеорологических, гидрологических и геологических факторов. В результате хозяйственной деятельности человека формируется искусственный (или нарушенный) режим подземных вод.

Баланс подземных вод – это соотношение между приходом и расходом подземных вод на данном участке за определенное время.

Режим и баланс взаимосвязаны: режим отражает изменения количества и качества подземных вод во времени, а баланс является результатом этих изменений.

Важное для водоснабжения значение имеет оценка запасов подземных вод, то есть количества (объема) гравитационной воды, содержащейся в водоносных пластах. Без оценки запасов подземных вод ни один водозабор не должен быть пущен в эксплуатацию.

Запасы подземных вод подразделяются на естественные и эксплуатационные.

Естественные запасы подземных вод – это количество гравитационной воды, которое содержится в водоносных пластах в

статическом состоянии (статические запасы) и в движении (динамические запасы).

Под эксплуатационными запасами подземных вод понимают количество подземных вод, которое может быть получено из водоносного горизонта в единицу времени рациональными в технико-экономическом отношении водозаборами без прогрессирующего снижения дебита и ухудшения качества воды в течение всего расчетного периода водопотребления.

В районах действующих водозаборов уровни воды понижаются и образуются так называемые депрессионные воронки. При благоприятных гидрогеологических условиях это может вызвать привлечение в эксплуатационный водоносный горизонт дополнительных источников питания водой. В этом случае эксплуатационные запасы превосходят по величине естественные запасы.

Возможно также искусственное пополнение запасов подземных вод, сущность которого заключается в переводе поверхностного стока в подземный путем его инфильтрации в водоносные пласты. Для успешной реализации этого метода необходимо наличие мощного хорошо проницаемого водоносного слоя без значительных включений слабопроницаемых пород.

5.2. Сохранение качества подземных вод

Под загрязнением подземных вод понимают такие изменения их качества, которые приводят к превышению допустимых концентраций отдельных компонентов и общей минерализации воды и делают ее непригодной для использования.

К естественным источникам загрязнения подземных вод относится проникновение в водоносные горизонты сильно минерализованных подземных и морских вод.

Источники антропогенного загрязнения рассмотрены ранее в разделе 4. Для предотвращения загрязнения подземных вод разрабатывают инженерные мероприятия, включающие уменьшение сбросов загрязняющих веществ в природные среды, очистку сточных вод, перехват профильтровавшихся стоков дренажем, экранирование водоносных горизонтов и т.д.

Водозаборы не следует располагать близко к реке, озеру или морю во избежание подсоса поверхностных или морских вод.

Важной мерой предотвращения загрязнения подземных вод в районе водозабора является устройство зон санитарной защиты, то есть территорий

с особым режимом, исключая загрязнение эксплуатируемого источника.

При эксплуатации подземных вод необходимо проводить мониторинг (непрерывный контроль их состояния).

Существующая в настоящее время практика закачки наиболее загрязненных сточных вод в глубокие водоносные горизонты [3] является экологически небезопасной и может применяться лишь в исключительных случаях при тщательном обосновании путем проведения достаточного объема изыскательных работ.

6. Аспекты устойчивого развития

Концепцию устойчивого развития обычно относят к человеческому обществу, но ее можно трактовать и как теорию устойчивого развития окружающей среды, имея в виду преобразование биосферы в ноосферу.

За свою многовековую историю человечество достигло больших высот в освоении ресурсов Земли, в понимании законов природы и в применении их для развития научно-технического прогресса. Все это определило стремительные темпы роста населения и развития промышленности, но в результате этого – растущее загрязнение и деградацию окружающей среды.

В настоящее время самой актуальной проблемой на Земле стала проблема сохранения человеческой цивилизации [9]. Современное человечество, как и первобытный человек, безвозмездно и бездумно изымает для себя разнообразные природные ресурсы, но уже не в локальном, а в глобальном масштабе. Считается, что так называемая производящая экономика производит товары и продукты. Но для природы вся грандиозная система мирового хозяйства не производит ничего, кроме отходов.

Такое понятие, как «возобновляемые ресурсы» уходит в прошлое, так как по крайней мере полвека пресные воды и атмосфера перестали возобновляться качественно, поскольку в них не только изменились концентрации компонентов, но и появились новые вещества. Однако не следует сводить проблемы экологии только к загрязнению окружающей среды. Основная экологическая проблема, которая определяет все остальные, – это разрушение естественных экосистем в результате хозяйственной деятельности человека. Разрушение сверх допустимого предела естественных экосистем ведет к дестабилизации жизни на Земле на всех уровнях – от молекулярного до глобального. Одним из возможных путей выхода из современной критической ситуации и дальнейшего движения вперед к гармонии с природой может быть концепция

устойчивого развития, предполагающая прогресс в экологической и социальной сферах при максимально бережном отношении к окружающей среде.

Естественнонаучной основой этой концепции может служить разработанная В.И.Вернадским теория создания ноосферы.

В 1968 г. (сорок лет тому назад) итальянский предприниматель и общественный деятель А.Печчеи основал неправительственную международную организацию, получившую название «Римский клуб» и объединившую ученых, политических деятелей и представителей деловых кругов из разных стран. Направлением деятельности Клуба стал поиск ответов на вопросы: сможет ли человечество построить зрелое общество, способное мудро управлять и разумно распоряжаться окружающей средой, сможет ли это новое общество создать глобальную стабильную цивилизацию, обеспечивающую для всех членов общества социальную справедливость. Основой социальной справедливости является равноправное общество, обеспечивающее всеобщее образование, полную занятость, гарантированный минимальный уровень жизни, а также социальный максимум обеспеченности.

В конце 60х годов XXвека Римским клубом была поставлена цель составить обоснованный прогноз развития человеческого общества на ближайшие 100 лет. Это исследование, результаты которого были опубликованы Д.Медоузом и соавторами в публикации «Пределы роста»[10], показало, что человечество приближается к достижению пределов, за которыми его ожидает катастрофа, если сохранятся существующие пути развития научно-технического прогресса.

Проблема сохранения окружающей среды стала одним из важнейших аспектов глобальной проблемы устойчивого развития, которая была обсуждена на высшем уровне на Конференции Организации Объединенных Наций в Рио-де Жанейро в 1992 году. В работе этой конференции приняли участие 18000 человек из 179 стран, в том числе более 100 глав государств.

Конференцией были разработаны и приняты два важных документа: Декларация по окружающей среде и Повестка дня на XXI век.

Содержание этих документов, а также концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию рассмотрено в учебном пособии «Химия окружающей среды» [11].

Загрязнение водных ресурсов привлекло внимание мирового общества в конце 1990-х годов в связи с осложнениями в обеспечении населения чистой водой, возникшими в большинстве стран.

Рост численности населения и возрастание уровня жизни обуславливает экспоненциальный рост потребностей в воде. Этот рост не может компенсировать увеличение водных ресурсов путем строительства плотин и создания водохранилищ, так как затопление земель вызывает сопротивление этому строительству и его темпы замедляются.

С точки зрения глобальных запасов на Земле имеется огромный избыток водных ресурсов, но из-за загрязнения его хватает для

удовлетворения возрастающих потребностей лишь на ближайшие 20-30 лет [9]. Импорт воды и опреснение не могут решить эту проблему на длительное время и в глобальных масштабах.

Поэтому во многих странах мира наблюдается значительное возрастание использования подземных вод для питьевого водоснабжения.

В России около 60% городов имеют централизованное водоснабжение и примерно в трети городов оно построено полностью на использовании подземных вод.

В связи с этим проблема сохранения качества подземных вод в условиях антропогенной нагрузки становится все более актуальной. В сложных природных и антропогенных условиях, когда на качество подземных вод одновременно оказывают влияние разные факторы, оценка трансформации качества подземных вод должна быть комплексной, учитывающей весь спектр действующих факторов. Под защищенностью подземных вод от загрязнений понимается перекрытость водоносного горизонта слабо проницаемыми слоями, препятствующими проникновению загрязняющих веществ с поверхности Земли в подземные воды.

Необходимо учитывать и степень токсичности загрязняющих веществ. Выделяют три категории загрязняющих веществ по степени токсичности:

I категория – чрезвычайно опасные химические элементы, содержание которых в подземных водах не должно превышать 1 мг/мл.

II категория – умеренно опасные химические элементы, содержание которых в подземных водах может составлять до 10 мг/мл.

III категория – малоопасные химические элементы, содержание которых в подземных водах может превышать 10 мг/мл.

Следует отметить, что на стадии предварительной оценки защищенности принимаются во внимание только ионные формы загрязняющих веществ. Для более сложных форм (комплексов и др.) необходимо знать процессы сложного химического взаимодействия: загрязняющее вещество-порода, которое можно определить только при проведении крупномасштабных детальных исследований.

Заключение

Под окружающей средой, обеспечивающей питание и производственную деятельность человека, следует понимать сложную многокомпонентную природную систему, возникновение и дальнейшее развитие которой подчиняется объективным законам природы. Все компоненты окружающей среды тесно связаны между собой. Любое вмешательство в эту природную систему со стороны человека нарушает

исторически сложившееся динамическое равновесие, формирует процессы, изменяющие свойства окружающей среды.

Для человека и окружающей среды особенно важное значение имеют три планетарные функции биосферы [9]:

- 1.Наличие биологической продуктивности, которая обеспечивает все живое продуктами питания.
- 2.Обеспечение оптимальных режимов гидросферы и газового состава атмосферы.
- 3.Естественная биологическая очистка

Особую роль в формировании окружающей среды имеют режим и баланс гидросферы, состоящей из атмосферной влаги, поверхностных вод и подземных вод, связанных между собой процессом глобального круговорота воды.

На поверхности Земли образуется прерывистая внешняя часть гидросферы, включающая океаны, моря, реки, озера, болота, ледники. Под поверхностью Земли формируется подземная часть гидросферы – совокупность всех типов подземных вод различного фазового состояния.

В верхней части подземной гидросферы – в зоне активного водообмена - формируются преимущественно пресные подземные воды. На площади распространения вечной мерзлоты они находятся в твердом состоянии, на остальных территориях – в жидком состоянии. Пресные воды, в том числе подземные, играют решающую роль в жизни и хозяйственной деятельности человека.

Нарушение законов природных взаимосвязей, определяющих состояние окружающей среды, чаще всего вызывается инженерной и хозяйственной деятельностью человека и всегда приводит к изменению окружающей среды. Поэтому для рационального использования всех природных ресурсов, в том числе подземных вод, необходимо глубокое изучение природных взаимосвязей. При этом следует учитывать, что техногенные воздействия неравномерны во времени и пространстве и далеко не всегда локализуются вблизи объекта, вызвавшего экологические последствия. Так, результаты воздействия на свойства горных пород обычно локализуются вблизи инженерно-хозяйственного объекта, а процессы, протекающие в подземных водах, охватывают значительные площади и объемы гидrolитосферного пространства, нередко оказывая существенное влияние на соседние инженерно-хозяйственные или природные гидрогеологические объекты. Зоны водообмена, связанные с фильтрацией подземных вод, обычно характеризуются наибольшими сферами влияния.

Хозяйственная деятельность человека привела к большому количеству отходов, загрязняющих окружающую среду. Наибольшее количество таких отходов производится в промышленности, сельском хозяйстве, транспорте, энергетике, при добыче полезных ископаемых, в коммунальном хозяйстве. Загрязняющие вещества, содержащиеся в отходах, откладываемых на поверхности Земли, инфильтруются с атмосферными

осадками, поверхностным стоком, сточными водами и попадают в подземные воды, ухудшая их качество.

К ухудшению качества природных вод ведет и их интенсивный отбор для целей водоснабжения и мелиорации, а также процесс эксплуатации месторождений полезных ископаемых. Эти виды деятельности способствуют проникновению загрязняющих веществ в водоносные горизонты как непосредственно через негерметичные скважины, так и путем подтягивания к водозаборным скважинам некондиционных вод или морских вод.

Загрязнение подземных вод может быть обусловлено и влиянием природных факторов, в частности, оно может быть следствием таких природных катаклизмов, как землетрясение, извержение вулканов.

В сложных природных и антропогенных условиях, когда на качество подземных вод одновременно оказывают влияние различные факторы, оценка трансформации качества подземных вод должна быть комплексной, учитывающей весь спектр действующих факторов.

Библиографический список

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
2. Дерпгольц В.Ф. Мир воды. – Л.: Недра, 1979 – 254 с.
3. Дягилева А.Б. Науки о земле. Часть 2. Гидрогеология. Почвоведение/ СПбГТУРП. СПб., 2004. – 131 с.
4. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек.- М.: Фаир-пресс, 2005. – 736 с.
5. Киссин И.Г. Вода под землей.- М.: Наука, 1976. – 224 с.
6. Полный сборник кодексов Российской Федерации с изменениями и дополнениями на 30 ноября 2006 г.- М.: Эксмо Education, 2007.-224 с.
7. Исидоров В.А. Экологическая химия. – СПб.: Химиздат, 2001. – 298 с.
8. Карцев А.А., Вагин С.Б. Невидимый океан.- М.: 1978.- 110 с.
9. Белоусова А.П., Гавич С.Б., Лисенков А.Б., Попов Е.В. Экологическая гидрогеология.- М.: Академкнига, 2006. – 398 с.
10. Медоуз Д. и др . Пределы роста. –М.: МГУ, 1991.-206 с.
11. Вольф И.В. Химия окружающей среды / СПбГТУРП.СПб., 2006. – 126 с.

Учебное издание

Игорь Викторович Вольф

Гидрогеология

Учебное пособие

Редактор и корректор Басова В.А.

Техн. редактор Титова Л.Я.

Подп. к печати 23.11.09. Формат 60x84/16. Бумага тип №1.

Печать офсетная. Объем 2,0 печл.; 2,0 уч.-изд. л. Тираж 200 экз.

Изд. №42 . Цена <<С>>. Заказ

Ризограф ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного
технологического университета растительных полимеров, 198095,
Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.