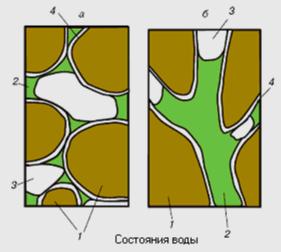


Виды воды в горных породах

Вода в горных породах может находиться в форме пара (парообразная), заполняя в них поры и трещины.

Может содержаться в виде молекулярной тонкой прочно пленки, удерживаемой на поверхности минеральных частиц молекулярными электростатическими силами (так называемая физически прочносвязанная вода или гигроскопическая), или располагаться на поверхности частиц породы поверх прочносвязанной, образуя более толстую пленку из нескольких слоев молекул (физически рыхлосвязанная вода, или пленочная).

Кроме этого вода может заполнять капиллярные трубки, узкие поры и трещинки горных пород и почв, удерживаясь в них силами поверхностного натяжения (капиллярная вода). Гравитационная вода (капельно-жидкая) способна свободно перемещаться по порам, трещинам и другим пустотам в горных породах под влиянием силы тяжести или гидродинамического напора.



в поликристаллических агрегатах: а-капиллярно-конденсированная вода;

- б -собственно капиллярная вода;
- 1- минерал, 2 капиллярная вода,
- 3 воздух, 4 адсорбционная вода.



Вода в твердом состоянии. Краеведческий комплекс "Музей вечной мерзлоты", Красноярский край

Вода в твердом состоянии в виде кристалликов и прослоек льда может образоваться при промерзании водонасыщенных горных пород. Такая форма особенно развита в областях распространения вечной мерзлоты в Сибири, Дальнем Востоке и Северной Америке.

Кроме этого, кристаллизационная вода (химически связанная) входит в состав ряда минералов и принимает участие в их кристаллической решетке. В качестве примера можно привести гипс CaSO4·2H₂O, который содержит 20,9% воды. Ее удаление происходит при нагревании до 100°C и выше.

Происхождение подземных вод. Проницаемость горных пород.

В зависимости от происхождения также выделяют несколько типов подземных вод.

В результате просачивания (инфильтрации) в водопроницаемые горные породы атмосферных осадков образуются **инфильтрационные** подземные воды.

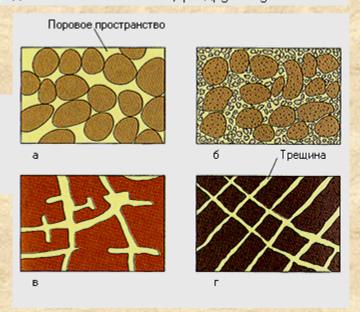
Конденсация водяных паров в порах и трещинах горных пород приводит к образованию конденсационных подземных вод. Одновременно с накоплением морских осадков происходит образование седиментогенных подземных вод (лат. "седиментум" — осадок), погребенных.

Водяные пары, выделяющиеся из остывающей магмы, поднимаясь по глубоким тектоническим трещинам и разломам попадают в области с более низкими температурами и конденсируются, переходя в капельно-жидкое состояние и создавая особый генетический тип подземных вод — ювенильные подземные воды (лат. "ювенилис" — юный), или магматогенные.

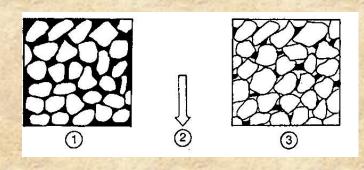
И, наконец, при повышенных температурах и давлениях могут происходить процессы перехода кристаллической воды из связанного состояния в свободное (например, при дегидратации гипса и его переходе в ангидрит и др.), в результате которых образуются возрожденные, или дегидратационные, воды.

Главными факторами, контролирующими формирование подземных вод, распространение и скорость их движения являются пористость и водопроницаемость вмещающих пород. Пористость породы определяется отношением объема пор к ее общему объему и зависит от размерности зерен, характера их сложения, размера и характера трещин, а в растворимых породах от наличия в них пещер и других пустот.

- а) хорошо сортированная осадочная порода имеет высокую пористость
 b) плохо сортированная порода имеет низкую пористость
 c) в растворимых породах, таких как карбонаты, пористость может возрости в процессе растворения
- d) кристаллические породы могут становиться пористыми вследствие образования трещин



Водно-физические свойства горных пород.



Влагоемкость горной породы:

- 1 полная влагоемкость, все поры заполнены водой;
- 2 стекание капельно-жидкой гравитационной воды;
- 3 максимальная молекулярная влагоемкость, вода удерживается силами молекулярного сцепления. Разница между объемами воды в 1 и 3 называется водоотдачей

Пористость и проницаемость горных пород

Горные породы	Пористость %	Проницаемость
Гравий и галечник	25-40	Очень хорошая
Песок	30-50	Хорошая
Глина	35-80	Очень плохая
Морская морена	10-20	Очень плохая
Конгломераты	10-30	Средняя
Песчаники	20-30	Хорошая
Известняки	0-50	Средняя
Вулканические породы	0-50	Плохая-отличная
Граниты монолитные	0-5	Очень плохая
Граниты трещинноватые	5-10	Плохая

Условия залегания подземных вод

По условиям залегания и гидравлическим признакам различаются **безнапорные** и **напорные** (или артезианские), подземные воды.

Безнапорные подземные воды, в свою очередь, подразделяются на **верховодку**, **грунтовые воды** и **межпластовые воды**.

Верховодка образуется в пределах зоны аэрации на небольшой глубине в результате инфильтрации атмосферных осадков и представляет собой временное скопление воды на отдельных линзах водонепроницаемых пород среди водопроницаемых. Мощность водонасыщенных слоев верховодки составляет обычно от 0,5 — 3 м, иногда больше. Наибольшие мощность и водообильность наблюдаются весной и осенью. К концу лета и в засушливые годы количество воды уменьшается или совсем иссякает.

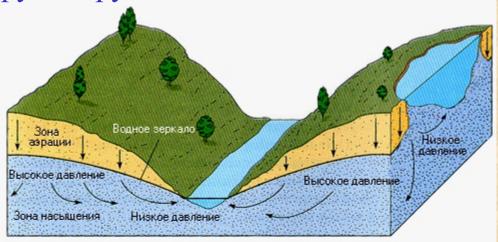


Питание и разгрузка грунтовых вод

Грунтовые воды приурочены к первому от поверхности водопроницаемому слою. Их область питания совпадает с областью распространения водопроницаемых пород.

Они могут накапливаться в рыхлых, трещиноватых и закарстованных горных породах. Верхнюю поверхность грунтовых вод называют уровнем грунтовых вод, или зеркалом. Порода, насыщенная водой, называется водоносным горизонтом. Нижняя граница водоносного горизонта называется водоупорным ложем.

Мощность водоносного горизонта изменяется по мере движения воды к областям разгрузки, в зависимости от неровностей рельефа водоупорного ложа и вследствие неодинаковой интенсивности питания атмосферными осадками в различные годы. Зеркало грунтовых вод повторяет в несколько сглаженном виде рельеф поверхности и имеет четко выраженный наклон в сторону пониженных мест.



Подземная вода движется вниз под действием гравитационной силы. Она проходит через зону аэрации в зону насыщения, где некоторая ее часть движется вдоль уклона водного зеркала и накапливается в зоне насыщения от области высокого давления к области низкого давления.

Подчиняясь силе тяжести, грунтовые воды движутся в направлении оврагов, рек, озер, морей и других понижений рельефа, где происходит их разгрузка в виде источников. Такие области называются областями разгрузки, или дренирования (франц. "дренаж" — сток). Скорость движения подземных вод зависит от водопроницаемости горных пород и уклона их уровня. Уровень, количество и качество грунтовых вод с течением времени меняются в зависимости от климатических условий и особенно количества атмосферных осадков. Вместе с колебанием уровня грунтовых вод изменяются дебит (франц. "дебит" — расход) источников и в какой-то степени химический состав воды.

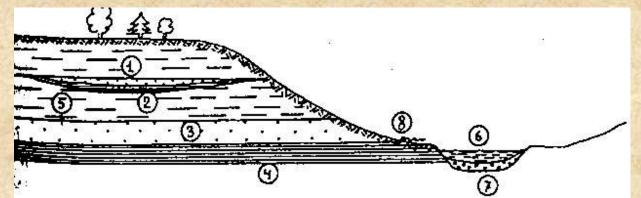


Схема залегания грунтовых вод: 1 — верховодка (водоносный временный горизонт), 2 — локальный водоупор, 3 — водоносный горизонт, 4 — водоупорный горизонт, 5 — зеркало грунтовых вод, 6 — река, 7 — аллювий, 8 — родник

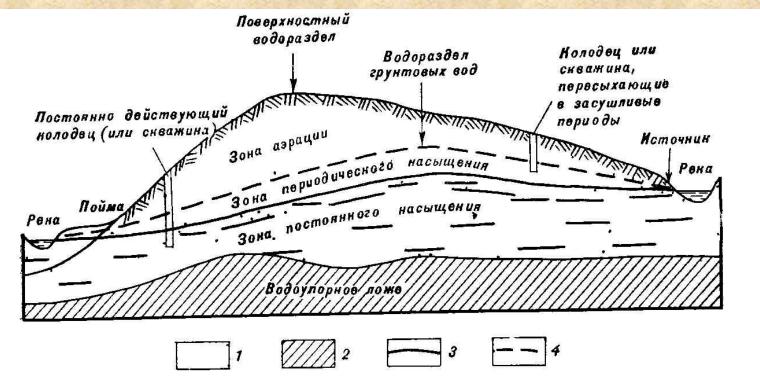


Рис. 8.4. Схема залегания и движения грунтовых вод в междуречном массиве:

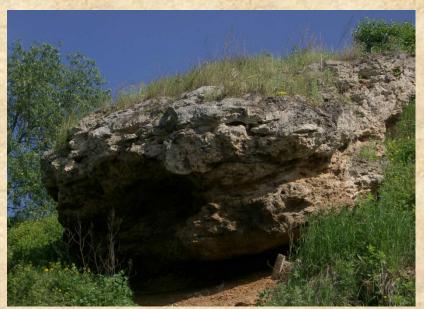
1 — песок; 2 — суглинок; 3 — минимальный уровень грунтовых вод; 4 — максимальный уровень

Нисходящие родники









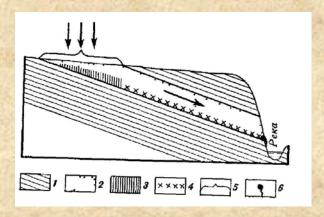
Известковый туф

Артезианские (напорные) воды



Вода заполняет весь водоносный слой, заключенный между двумя водоупорами, и приобретает гидростатический напор, т. е. давление создается столбом воды. Если соединить уровни воды в области питания и области разгрузки прямой линией, то эта линия покажет, до какой высоты поднимется напорная вода в том или ином месте при вскрытии ее буровыми скважинами или колодцами. Этот уровень называется *пьезометрическим*. Вода движется от областей с максимальными отметками пьезометрического уровня к областям с минимальными отметками.

Межпластовые безнапорные воды



1 – водонепроницаемые породы; 2 – водопроницаемые породы; 3 – грунтовые воды; 4 – межпластовые воды; 5 – облать питания; 6 – нисходящий источник

Восходящие родники



Голубое озеро, карстовая воронка с восходящим родником



Поток, вытекающий из Голубого озера



Восходящие выходы подземных вод (грифоны) в русле р. Солонка

Химический состав подземных вод

Состав подземных вод очень разнообразен и зависит от их происхождения (остаточные морские, инфильтрационные, смешанные и др.), а также от характера взаимодействия с горными породами, по которым они протекают.

В процессе движения подземных вод происходят выщелачивание горных пород и обогащение вод минеральными солями. Суммарное содержание растворенных солей в подземных водах называется общей минерализацией и выражается в граммах или миллиграммах на литр (г/л, мг/л). По количеству растворенных веществ подземные подразделяются на ультрапресные (0.2 мг/л), пресные (0,2-0,5 мг/л), воды с относительно повышенной минерализацией (0,5-1,0 мг/л), солоноватые (1-3 мг/л), соленые (3-10 мг/л), воды повышенной солености (10-35 мг/л), воды, переходные к рассолам (35-50 мг/л), **рассолы** (50-400 мг/л).

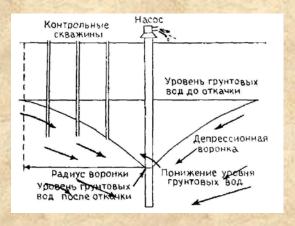


Горячие минеральные источники. Иордания

По содержанию преобладающих анионов и катионов и их сочетанию определяются гидрохимические типы подземных вод. Наиболее широко распространенными анионами являются HCO3, SO4, CI, а из катионов - Са, Mg, Na. Сочетание этих основных шести компонентов определяет главные свойства подземных вод - щелочность, соленость и жесткость. По анионам выделяют три основных класса вод - гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные, и промежуточные - гидрокарбонатно-сульфатные, хлоридно-сульфатные, сульфатно-хлоридные и еще более сложного состава.

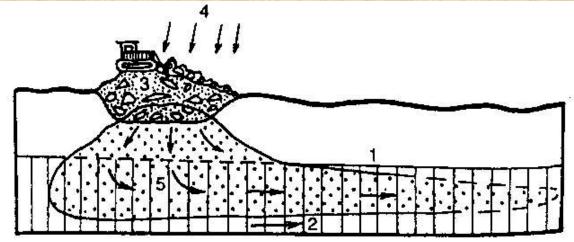
Минерализованные подземные воды, оказывающие физиологическое воздействие на организм человека и используемые для лечебных целей, называют **минеральными**. Лечебные свойства их определяются повышенной температурой и содержанием некоторых химических компонентов - железа, брома, йода, радона, углекислоты, сероводорода и др. Они могут быть разными по степени минерализации. Наибольшее количество минеральных вод приурочено к молодым горным сооружениям (например Кавказ) и к районам современной вулканической деятельности.

Влияние человека на подземные воды



Изменение уровня грунтовых вод при откачке из скважины





Загрязнение водоносного горизонта за счет просачивания вод из района свалки: 1 — зеркало грунтовых вод, 2 — направление движения грунтовых вод, 3 — свалка, 4 — дождь

Взаимодействие поверхностных и подземных вод

