

## 6.6. Подземные воды



источник СОПА (Энглеский заповедник)

Подземные воды образуются и накапливаются в основном вследствие процесса **инфилтратии** (просачивания) атмосферных осадков в грунт. Содержание в грунте воды зависит от многих природных факторов и подвержено влиянию человеческой деятельности. В частности, большое значение имеет пористость и водопроницаемость горных пород. Чем больше объем пор, тем больше воды они вмещают, а водопроницаемость слоев грунта влияет на движение подземных вод. Верхние слои земной коры на основании содержания воды разделяются на зону аэрации и зону насыщения. В **зоне аэрации** поры и трещины заполняет воздух, а вода бывает там временно. В **зоне насыщения** поры и пустоты заполнены водой, образующей слой подземных вод. Уровень подземных вод в общих чертах повторяет рельеф поверхности, хотя подземные воды могут располагаться и на весьма различной глубине от земной поверхности – от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров (рис. 6.30).

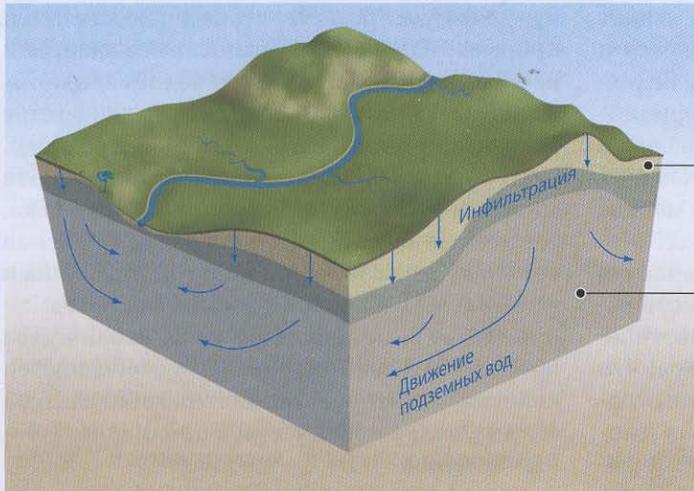


Рис. 6.30. Схема зоны аэрации и зоны насыщения.

Скорость движения подземных вод в почве зависит от уклона слоя воды и водопроницаемости горных пород. Водопроницаемость отражается через фильтрационный модуль  $k$  (единица измерения – метр в сутки). Его значения могут колебаться до миллиона раз в зависимости от состава наносов и горных пород. Уклон слоя подземных вод  $i$  влияет на движение вод в почве так же, как уклон участка реки на течение речной воды. Чем больше наклон участка, тем быстрее движется вода в горных породах:

$$i = (h_1 - h_2)/d$$

В этой формуле  $h_1$  и  $h_2$  означают высоту уровня подземных вод в двух разных местах,  $d$  – расстояние между этими участками. Приняв во внимание фильтрационный модуль  $k$ , можем выразить скорость движения подземных вод ( $v$ ) следующей формулой:

$$v = k (h_1 - h_2)/d = ki \text{ (рис. 6.31).}$$

Если подземные воды достигают большой глубины или же протекают в вулканических районах, то под влиянием внутреннего тепла земли формируются **термальные, или горячие, воды**. Так как при более высокой температуре растворимость веществ в воде больше, чем при низкой температуре, термальные воды обладают большей степенью минерализации (большим содержанием растворенных неорганических веществ). Минеральные воды образуются и в слоях подземных вод, расположенных на глубине 400–500 метров, где температура невысока, но движение вод в горных породах очень медленно, и поэтому время вза-

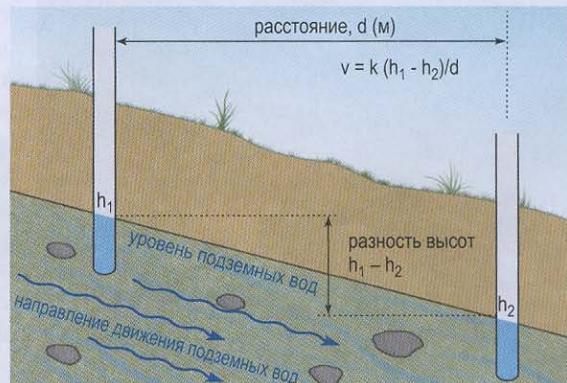


Рис. 6.31. Схема уклона слоя подземных вод.

#### Значения фильтрационного модуля $k$

Материал	$k$ (м/сутки)
Крупный гравий, галька, трещинные горные породы	1000...100
Крупный песок, смешанный с песком гравий	100...10
Смешанный с песком и глиной гравий, песок средней величины	10...1
Мелкий песок, глинистый песок	1...0,1
Глинистый песок, песчаная глина, торф низинных болот	0,1...0,01
Глина, торф верховых болот	0,01...0,001

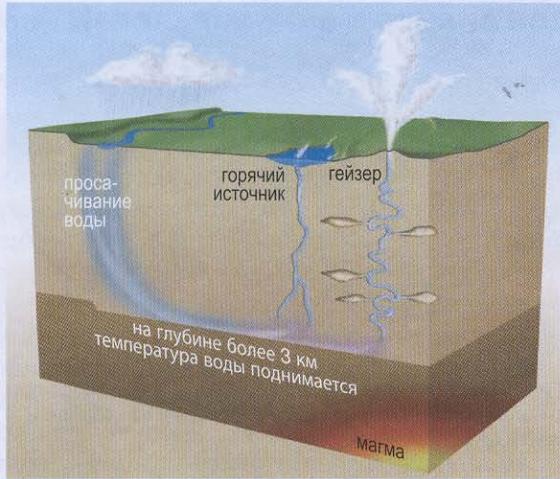


Рис. 6.32. Образование термальных вод.

имодействия воды и горных пород длиннее. В более глубоких слоях подземных вод вода обновляется лишь в течение нескольких веков (рис. 6.32).

На режим подземных вод – особенно в слоях, близких к поверхности, – может влиять деятельность человека. Это влияние может проявляться в виде снижения уровня или ухудшения качества воды. При большом водозаборе вокруг колодца образуется **депрессионная воронка**, что приводит к высыханию неглубоких колодцев, тогда как для более глубоких колодцев воды может еще хватать. Если воронка снижения возникает неподалеку от моря, то мор-

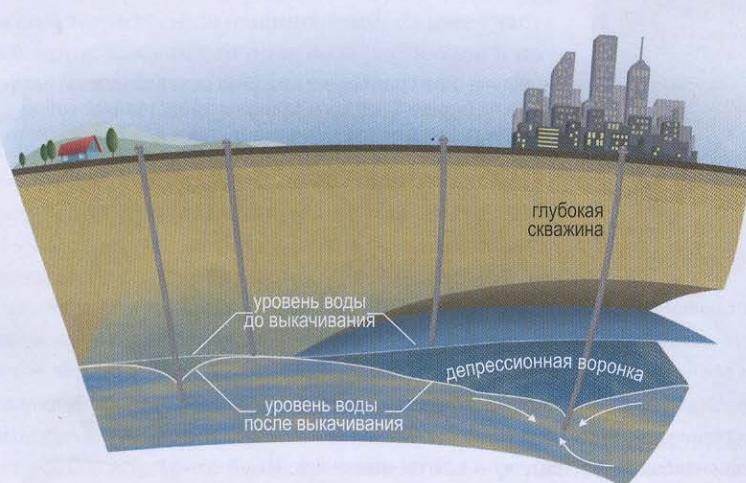


Японские макаки, сидящие в теплой воде горячего источника в горах Шига близ Нагано.

ская вода может просочиться в землю и вызвать засоление подземных вод (рис. 6.33).

Уровень подземных вод сознательно снижают при добыче полезных ископаемых. В этом случае бурят скважины, через которые воду выкачивают до уровня дна шурфа или карьера, кроме того, воду выкачивают из шурfov. Чем выше водопроницаемость горных пород (чем выше модуль фильтрации), тем больше воды приходится выкачивать из-под земли. Понижение уровня воды в ходе добычи полез-

Рис. 6.33. Образование депрессионной воронки снижения подземных вод и прорыв морской воды в скважину.



ных ископаемых влияет на уровень подземных вод, и в окрестностях шахты возникает воронка снижения, которая может охватить сотни квадратных километров и осушить прежде всего мелкие колодцы. Это происходило в течение десятилетий на северо-востоке Эстонии, в районе сланцевых шахт.

**Защищенность подземных вод от загрязнения.** Вода, просачивающаяся в землю, несет с собой различные загрязняющие вещества. Источниками загрязнения могут быть как протекающие трубы сточных вод, навозохранилища, свалки, так и содержащиеся в почве в избыточном количестве удобрения и ядохимикаты. От большей части загрязняющих веществ подземные воды постепенно очищаются естественным путем. Самоочищение тем лучше, чем дольше вода находится в зоне аэрации, то есть чем медленнее она движется с поверхности земли в слой подземных вод. Чем быстрее движение воды в горных породах, тем больше опасность загрязнения подземных вод. Подземные воды хорошо защищены в районах с глинистым грунтом. В карстовых районах, напротив, защищенность подземных вод очень

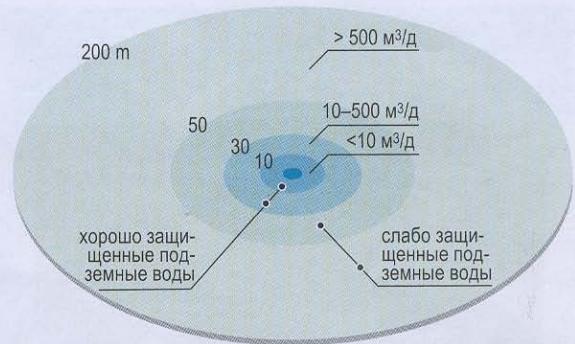


Рис. 6.34. Санитарная зона подземного водозабора при разном количестве потребления воды и ее защищенности от загрязнения.

мала, даже если закарстованные горные породы покрыты поверхностным слоем толщиной в несколько метров. Например, в Эстонии подземные воды Пандивереской возвышенности содержат много нитратов, потому что с полей с дождевой и талой водой в подземные воды легко попадают соединения азота.

Загрязнения нужно избегать особенно вблизи буровых колодцев. Для этого вокруг каждого источника водозабора создается санитарная зона, где устанавливается защитный режим, чтобы избежать попадания в скважину загрязняющих веществ. Обычно санитарная зона – это территория, обнесенная оградой и озелененная деревьями. Величина санитарной зоны зависит от объема потребления воды и от природной защищенности подземных вод (рис. 6.34).



Силламяэское хранилище вредных отходов (слева) находится на берегу Финского залива и представляет собой опасность как для подземных вод, так и для Балтийского моря.

## Вопросы и задания

1. От каких факторов зависит скорость просачивания воды в подземные воды?
2. Почему в глинистых местах вода движется значительно медленнее, чем в галечных?
3. От чего зависит режим подземных вод и для чего это необходимо знать?
4. Приведите примеры значительного влияния человеческой деятельности на режим и качество подземных вод в Эстонии.
5. От чего зависит степень опасности загрязнения подземных вод?
6. В каких регионах Эстонии подземные воды наиболее чувствительны к загрязнению и почему?