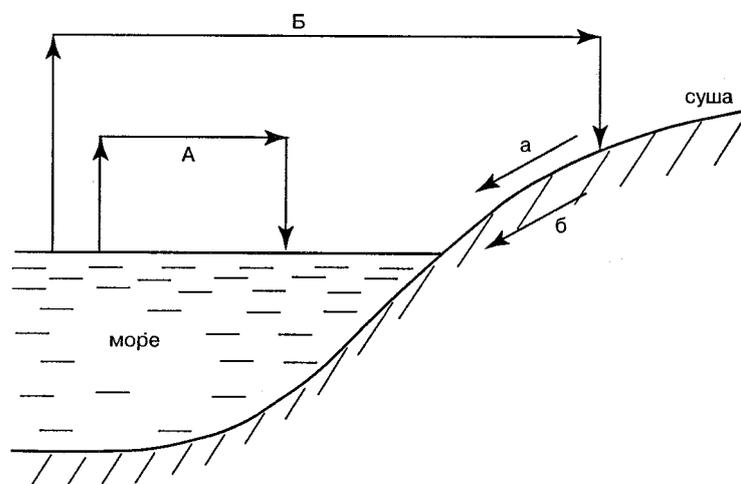


3 ЛЕКЦИЯ. Гидрогеологические факторы, влияющие на инженерно-геологические условия строительства зданий и сооружений различного назначения. Виды воды в грунтах. Водопроницаемость. Типы подземных вод. Показ фильма об оползне на Тополе в 1997 году.

### **Гидрогеологические условия**

Вода в природе находится в постоянном движении, испаряясь с поверхности морей, океанов и суши, она в парообразном состоянии поступает в атмосферу. Пары конденсируются в виде атмосферных осадков (снег, дождь), вновь возвращаясь на поверхность Земли, т.е. в различные водохранилища и на сушу. В природе происходит круговорот воды - малый и большой.



Круговорот воды в природы:

А – малый, Б – большой; а – наземным путем, б - подземным

При малом круговороте испарившаяся вода возвращается в моря и океаны. При большом круговороте после выпадения на сушу вода возвращается в море путем поверхностного стока и путем подземного стока в виде подземных вод.

Подземные воды, их происхождение, динамика, качественные и количественные изменения во времени и геологическая деятельность являются предметом изучения науки гидрогеологии.

### **Виды воды в грунтах**

#### **Классификация видов воды в рыхлых горных породах:**

1. Вода в форме пара содержится в воздухе, занимающем свободные от жидкой воды поры и трещины в горных породах. Она находится в динамическом равновесии с другими видами воды и с парами воды в атмосфере и обладает большой подвижностью.

2. Связанная вода. Прочносвязанная вода (гигроскопическая) образуется путем адсорбции (лат. «адсорбцио» - поглощение) молекул парообразной воды на поверхности минеральных частиц горных пород.

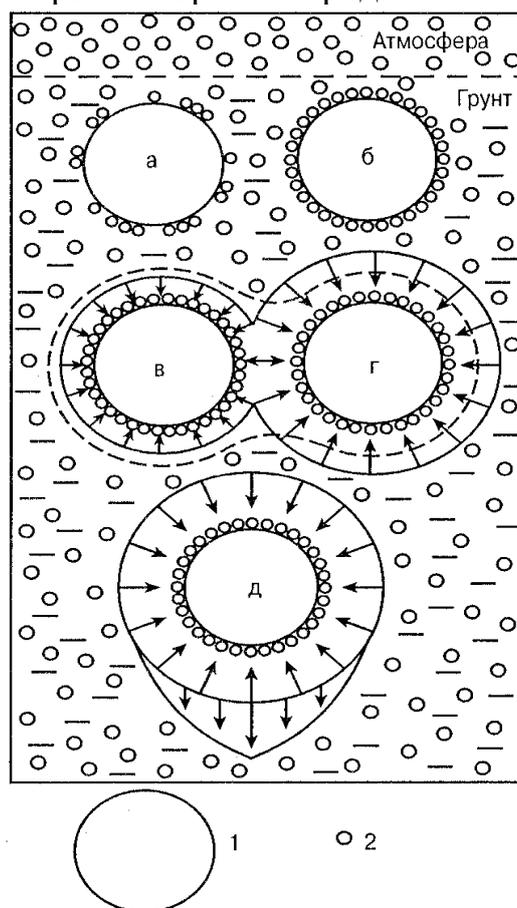
Рыхлосвязанная вода (пленочная) располагается на поверхности частиц породы поверх прочносвязанной. Она образует более толстую пленку из нескольких слоев молекул и удерживается молекулярными силами. Чем толще пленка, тем меньше молекулярные связи в ее краевой части.

3. Капиллярная вода заполняет частично или полностью капиллярные трубки, узкие поры и трещины горных пород и удерживается в них силами поверхностного натяжения.

Капиллярно-подвешенная вода, не связанная с уровнем подземных вод. Она обычно образуется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Подвешенная вода способна к восходящему передвижению в жидкой форме при испарении.

4. Гравитационная вода (свободная) способна свободно перемещаться по порам, трещинам и другим пустотам в горных породах под влиянием силы тяжести или гидродинамического напора. Она может быть подразделена на воду, заполняющую полностью все поры, трещины и другие пустоты в водопроницаемых горных породах и образующую горизонты подземных вод, и воду, просачивающуюся сверху вниз в зоне, расположенной выше подземных вод.

5. Вода в твердом состоянии в виде кристаллов может образоваться при сезонном промерзании водонасыщенных горных пород, но особенно развита в областях распространения мерзлых горных пород.



Различные формы связи молекул воды с частицами породы:

1 - частицы породы; 2 - молекулы воды в виде пара; а - прочносвязанная вода при неполном насыщении; б - то же при полном насыщении; в и г - рыхлосвязанная

(пленочная) вода движется от частицы к частице, которая окружена более тонкой пленкой воды (пунктиром обозначена выровненная толщина пленок); д - гравитационная вода, образующая каплю, стекающую вниз под влиянием тяжести

6. Кристаллизационная (химически связанная) вода входит в состав ряда минералов и принимает участие в их кристаллической решетке. (Например, гипс содержит 20,9 % воды по массе). Удаление этой воды возможно при нагревании до 100° С и выше.

**В формировании подземных вод, а также скорости их движения большое значение имеют степень и характер водопроницаемости пород. По степени водопроницаемости все горные породы подразделяются на три группы:**

1) водопроницаемые ( $K_{\phi}$  более 1 м/сут) - пески, гравий, песчаники и другие скальные породы, известняки, доломиты;

2) слабопроницаемые ( $K_{\phi}$  от 1 до 0,001 м/сут) - легкие суглинки, неразложившийся торф и др.;

3) водоупорные ( $K_{\phi}$  менее 0,001 м/сут) - глины, тяжелые суглинки, разложившийся торф, массивные кристаллические и цементированные осадочные породы.

В рыхлых породах (песок, гравий) водопроницаемость определяется размерностью зерен и характером их сложения. Чем крупнее частицы, слагающие породу, тем больше ее водопроницаемость. При уменьшении размеров зерен уменьшаются размеры пор, а следовательно и их водопроницаемость.

Водопроницаемость трещиноватых горных пород зависит от размера и характера трещины, а в растворимых породах и от степени их закарстованности (наличия пещер и других карстовых каналов).

Подземные воды классифицируются также по условиям движения. Если подземные воды движутся по порам в рыхлых горных породах, они называются поровыми, по трещинам - трещинными, по карстовым пустотам - карстовыми.

Подземные воды подразделяются по другим признакам: по температуре (холодные до + 20° С, теплые от 20 до 40° С, горячие - свыше 40° С); по гидравлическому признаку - напорные и безнапорные.

Происхождение подземных вод

***По происхождению выделяют несколько типов подземных вод: инфильтрационные, конденсационные, седиментогенные и ювенильные.***

1) Инфильтрационные подземные воды формируются в результате просачивания (фильтрации) в водопроницаемые горные породы атмосферных осадков: повышение уровня воды в колодцах при выпадении большого количества атмосферных осадков или таяния мощного снежного покрова и понижение уровня в засушливые годы. Можно считать, что инфильтрация - основной источник пополнения подземных вод. В отдельных случаях наблюдается поступление воды в водоносные горизонты из рек, озер и морей. В то же время подземные воды участвуют в питании поверхностных водоемов. В этом проявляются единство и взаимодействие всех типов природных вод.

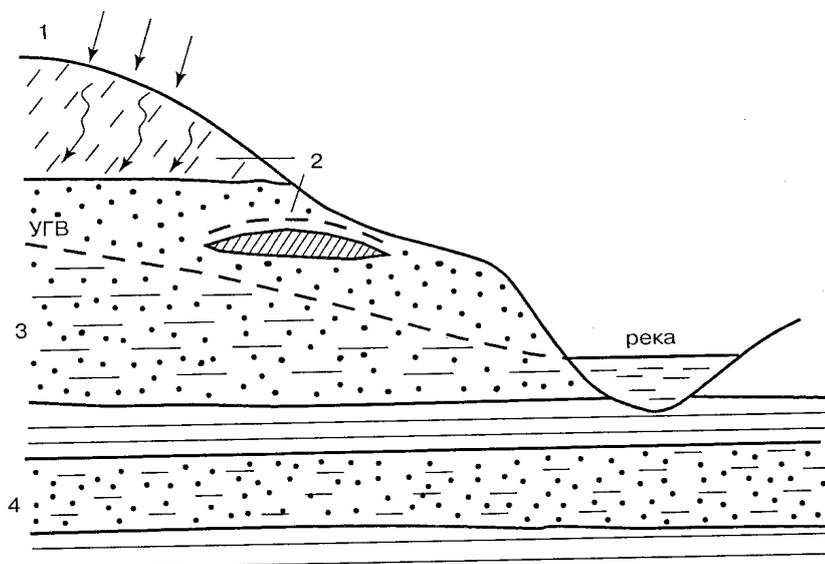
2) Конденсационные подземные воды. В определенных климатических зонах, например в пустынях, где атмосферных осадков выпадает мало, а испаряемость очень велика, в формировании подземных вод определенную роль играет конденсация водяных паров воздуха в порах и трещинах горных пород. Этот процесс объясняется разностью упругости водяных паров атмосферного и почвенного воздуха. Если упругость водяного пара в свободном воздухе больше, чем в воздухе, заполняющем поры почв и горных пород, то он будет перемещаться из воздуха в почву. Попадая в область более низких температур, в почве и горных породах водяной пар начинает конденсироваться и переходить в жидкое состояние.

3) Седиментогенные подземные воды (лат. «седиментум» - осадок) морского происхождения, образовавшиеся одновременно с накоплением морских осадков. В ходе последующего геологического развития такие воды могут претерпевать значительные изменения в процессе диагенеза (преобразования осадка в горную породу), тектонических движений и действия других факторов. В ряде случаев происходит смешение вод различного генезиса. Особенно большие изменения претерпевают воды морского генезиса при значительном тектоническом погружении и захоронении их мощными слоями более молодых отложений. Они попадают в условия повышенных давлений и температуры. Многие исследователи так и считают, что глубинные высокоминерализованные (соленые и рассолы) подземные воды представляют собой воды морского генезиса, сильно измененные при повышенных температурах и давлении и весьма затрудненном водообмене. Нередко такие воды называют погребенными.

4) Ювенильные подземные воды (лат. «ювенилис» - юный). Многие источники подземных вод в областях современной или недавней вулканической деятельности обладают повышенной температурой и содержат в растворенном состоянии необычные для поверхностных условий соединения и газовые компоненты. Эти воды могли образоваться из паров, выделяющихся из магмы при ее остывании. Поднимаясь по глубоким тектоническим трещинам и разломам, водяные пары попадают в области с более низкими температурами. Они конденсируются и переходят в капельножидкое состояние, создавая особый генетический тип подземных вод. Возможность образования некоторого количества воды магматогенным путем признается большинством исследователей. Вместе с тем отмечается, что выделившиеся из магмы на глубине пары воды и другие газообразные компоненты, проникая вверх в земную кору, смешиваются с обычными подземными водами инфильтрационного происхождения и поступают на поверхность в смешанном виде. С другой стороны, советские исследователи установили, что термальные источники полностью связаны с подземными инфильтрационными водами верхней зоны земной коры, испытывшими в процессе глубинной циркуляции нагревание и обогащение растворенными минеральными веществами и газами.

***По условиям залегания подземные воды верхней зоны земной коры подразделяются на три типа: верховодка, грунтовые воды и межпластовые воды.***

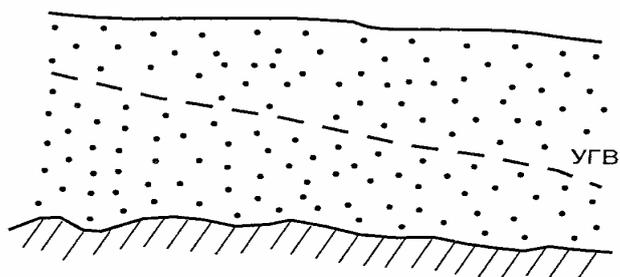
1) Верховодка формируется на сравнительно небольшой глубине от поверхности Земли в результате инфильтрации атмосферных осадков. Это временное скопление воды на водонепроницаемых породах. Мощность водонасыщенных слоев верховодки колеблется обычно от 0,5 до 3 м. Это зависит от размера водоупорных областей и количества атмосферных осадков. Наибольшую мощность и водообильность наблюдают весной, в период интенсивного снеготаяния, и осенью, когда происходит обильное выпадение осадков. Для верховодки характерно: временный сезонный характер, небольшая площадь распространения, малая мощность и безнапорность. Верховодка представляет значительную опасность для строительства. Залегая в пределах подземных частей зданий и сооружений, она может вызвать их подтопление, если заранее не были предусмотрены меры гидроизоляции и дренажные работы.



Типы подземных вод:

1- атмосферные осадки; 2- верховодка; 3 – грунтовые воды; 4 – межпластовые воды

2) Грунтовые воды имеют широкое распространение. Область питания их совпадает с областью распространения водопроницаемых пород. В грунтовых водах различают верхнюю поверхность (уровень или зеркало) грунтовых вод и водоупорное ложе.



Грунтовые воды

Порода, насыщенная водой, называется водоносным горизонтом, или слоем. Мощность водоносного горизонта определяется расстоянием от зеркала (уровня) грунтовых вод до водоупорного ложа. Она изменяется:

- по мере движения воды к областям разгрузки;
- в зависимости от неровностей рельефа водоупорного ложа;
- вследствие неодинаковой интенсивности питания атмосферными осадками в различные годы.

Уровень грунтовых вод повторяет рельеф поверхности и имеет четко выраженный наклон в сторону пониженных мест. Это объясняется тем, что подземные воды находятся в непрерывном движении. Подчиняясь силе тяжести, они движутся в виде потока в направлении оврагов, рек, озер и других понижений рельефа, где происходит их разгрузка в виде источников. Скорость движения подземных вод зависит от проницаемости 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. В природе происходят изменения положения уровня и характера поверхности грунтовых вод, их температуры и химического состава. **Совокупность этих изменений носит название режима грунтовых вод. Количественное и качественное изменение грунтовых вод существенно сказывается на условиях строительства и эксплуатации сооружений и должно учитываться при проектировании. Игнорирование возможности подъема уровня воды может привести к подтоплению подвальных помещений, разрушению строительных конструкций, понижению прочности грунтов оснований.**

Причины колебания уровня грунтовых вод:

- метеорологические факторы. Важнейшими из них являются: количество атмосферных осадков, интенсивность испарения воды и величина атмосферного давления. Эти факторы вызывают сезонные и годовые колебания уровня;

- гидрологические условия проявляются в виде влияния на грунтовые воды рек и водохранилищ. Паводки на реках вызывают временный подъем уровней грунтовых вод. Устройство водохранилищ приводит к постоянному поднятию уровней рек и грунтовых вод;

- колебания земной коры приводят к снижению или повышению уровней грунтовых вод;

- деятельность человека существенно сказывается на положении уровней грунтовых вод. Водоохранилища, судоходные каналы и многие сооружения интенсивно повышают уровень грунтовых вод, приводят к формированию горизонтов верховодок. При проектировании такого типа сооружений необходимо предусматривать возможное влияние подземных вод на ранее построенные сооружения.

3) Межпластовые воды. Межпластовые безнапорные воды находятся между двумя водоупорными слоями. Они не заполняют полость водоносного горизонта и выходят в виде источников в береговых склонах оврагов и рек. Межпластовые воды

являются проточными и по условиям передвижения аналогичны нисходящим грунтовым водам.

К напорным грунтовым водам, или артезианским, относятся подземные воды водоносных горизонтов, перекрытых водонепроницаемыми пластами горных пород и располагающихся на больших пространствах и глубинах.

Вопросы для контроля по 1-3 лекциям

1. Чем занимается наука – инженерная геология?
2. Что должен знать проектировщик при выборе площадки под строительство, с точки зрения инженерно-геологических условий района?
3. Перечислить процессы и явления, влияющие на формирование рельефа земной поверхности.
4. Какие наиболее распространенные золотые отложения?
5. Чем вызваны карстовые процессы?
6. Как изменяются свойства у мерзлых грунтов?
7. Какие основные виды тектонических нарушений?
8. Что такое очаг землетрясений?
9. Как образуются цунами?
10. С чем связана водопроницаемость горных пород?
11. Как формируются подземные воды?
12. Какие существуют типы подземных вод?
13. Чем отличается верховодка от грунтовых вод?
14. Что такое режим грунтовых вод и чем он важен при проектировании оснований зданий и сооружений?
15. Дать классификацию видов воды в рыхлых горных породах.