

Гидрогеология и инженерная геология

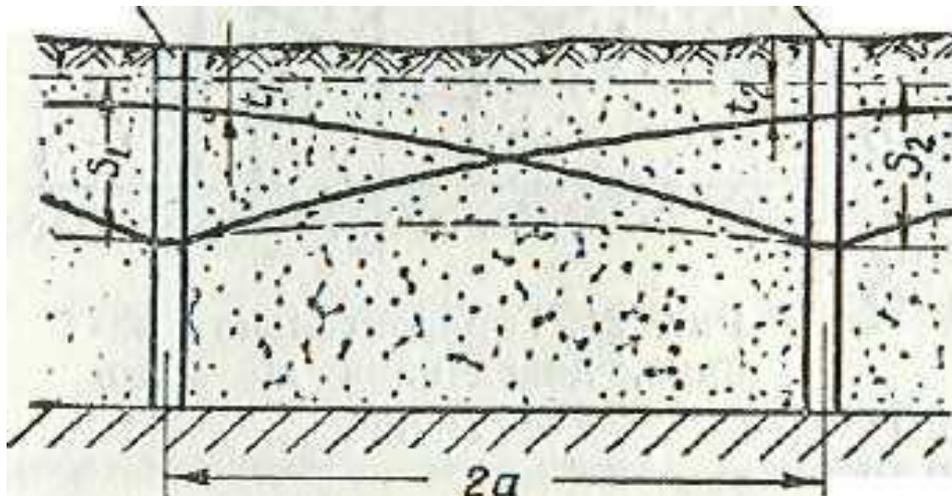
Лекция 8

**Взаимодействие скважин.
Методы определения
коэффициента
фильтрации**

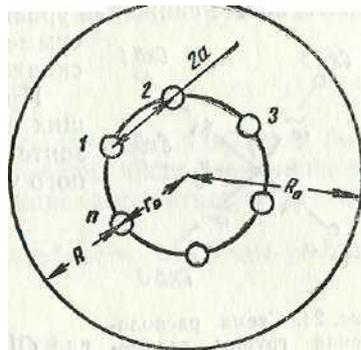
• **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН**

- При взаимодействии скважин образовавшиеся вокруг них депрессионные воронки «пересекаются». В результате этого происходит снижение дебитов и динамических уровней.
- Взаимодействующая скважина дает меньше воды, чем такая же скважина (при том же понижении уровня), находящаяся вне влияния соседних скважин. Понижение уровня во взаимодействующих скважинах больше, чем при том же дебите в невзаимодействующих.
- К взаимодействию скважин стремятся при искусственном понижении уровня подземных вод для борьбы, с засолением и заболачиванием земель, при осушении строительных котлованов и месторождений полезных ископаемых и т. д.
- При интенсивной эксплуатации (откачке) подземных вод, осуществляемой обычно группами скважин, взаимодействие их, наоборот, явление нежелательное, но неизбежное. В этом случае взаимодействие можно ослабить выбором соответствующих расстояний между скважинами.

- Рассмотрим взаимодействие двух скважин, расположенных одна от другой на расстоянии $2a$. Если скважины расположены на расстоянии, меньшем радиуса влияния ($2a < R$), при откачке воды из скв. 1 и понижении в ней уровня на величину S_1 в скв. 2 произойдет снижение уровня на величину t_2 . При понижении уровня воды в скв. 2 на величину S_2 в скв. 1 уровень воды снизится на величину t_1 .
- При одновременной откачке воды из обеих скважин депрессионные воронки наложатся одна на другую, уровень воды между скважинами снизится еще больше и кривая депрессии займет положение, указанное на рисунке пунктиром. Чем больше будут сближены скважины, тем большее понижение будет достигнуто. При этом, дебит каждой скважины Q будет меньше дебита одиночной скважины Q .



- Из приведенных данных следует, что при расположении скважин на расстоянии $2a > 2R$ взаимодействия не будет, и уровень воды посередине между скважинами не будет снижаться.
- При расположении скважин на расстоянии, равном половине радиуса влияния ($2a = 0,5R$), снижение дебита при взаимодействии будет сравнительно невелико (до 10%), поэтому при бурении группы скважин, предназначенных для водоснабжения, для уменьшения длины трубопровода целесообразно располагать скважины на расстоянии, равном половине радиуса влияния.
- При осушении, когда основное значение имеет положение кривой депрессии между скважинами, их располагают значительно ближе, чем при водоснабжении ($2a < 0,5R$), стремясь максимально снизить уровень подземных вод на участке осушения.



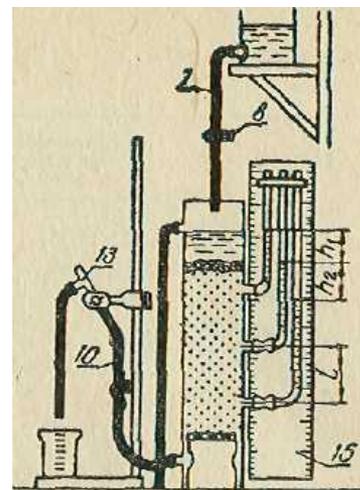
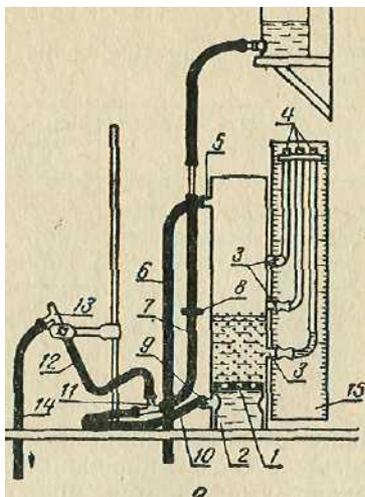
• МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ

- Коэффициент фильтрации является показателем водопроницаемости пород. Он имеет ту же размерность, что и скорость, — *м/сутки, см/сек.*
- 1) Водопроницаемость скальных пород зависит от их трещиноватости, главным образом от размера и густоты трещин. Чем больше сечение трещин, тем выше значение коэффициента фильтрации.
- 2) Водопроницаемость нескальных пород зависит от многих условий, но прежде всего — от гранулометрического состава. Последний определяет крупность пор, с увеличением которой растет коэффициент фильтрации. Разнозернистость породы (наличие, например, песчаных фракций в галечнике или глинистых фракций в песке) уменьшает водопроницаемость этих пород. Чем выше коэффициент фильтрации породы, тем больше (при прочих равных условиях) можно извлечь из нее воды для водоснабжения или орошения и тем легче дренировать эти породы. При коэффициенте фильтрации менее 0,1—0,2 *м/сутки* дренировать породы очень трудно.

- 3) Водопроницаемость зависит также от особенностей структуры породы. Так, водопроницаемость лессовых пород, отличающихся макропористостью, значительно уменьшается при разрушении их естественной структуры и уплотнении при оптимальной влажности. Следует отметить, что водопроницаемость лессовых пород в естественном залегании по вертикали выше, чем по горизонтали.
- 4) Обменные катионы, содержащиеся в породах (главным образом в глинистых) и в воде, также влияют на водопроницаемость. Кальций и магний повышают водопроницаемость, натрий и калий уменьшают ее.
- 5) Коэффициент фильтрации увеличивается с повышением температуры.

- Коэффициент фильтрации устанавливают в лабораторных и полевых условиях. Наиболее достоверные значения его могут быть получены в полевых условиях, при естественном залегании пород.
 - **Рассмотрим некоторые методы определения водопроницаемости**
- **Лабораторные методы** основаны на использовании приборов различных конструкций, загружаемых испытываемыми образцами пород нарушенной или естественной структуры. **Для несвязных грунтов** применяют прибор Тима, трубку Каменского, трубки СПЕЦГЕО и др. **Связные грунты** испытывают в приборах Тима—Каменского, Н. В. Коломенского, Б. М. Гуменского и др.
- Принцип определения коэффициента фильтрации в большинстве приборов основан на измерении количества фильтрующейся через породу воды под различным (задаваемым) напором. По этому расходу при известных напоре и площади прибора находят коэффициент фильтрации.

Целесообразно сочетать лабораторные методы с полевыми. Для этого устанавливают соотношения между значениями коэффициента фильтрации, полученными для одних и тех же грунтов лабораторными и полевыми методами. Это позволяет при составлении карт водопроницаемости получить на основе серии сравнительно простых лабораторных определений ряд дополнительных точек, необходимых для экстраполяции полевых данных.

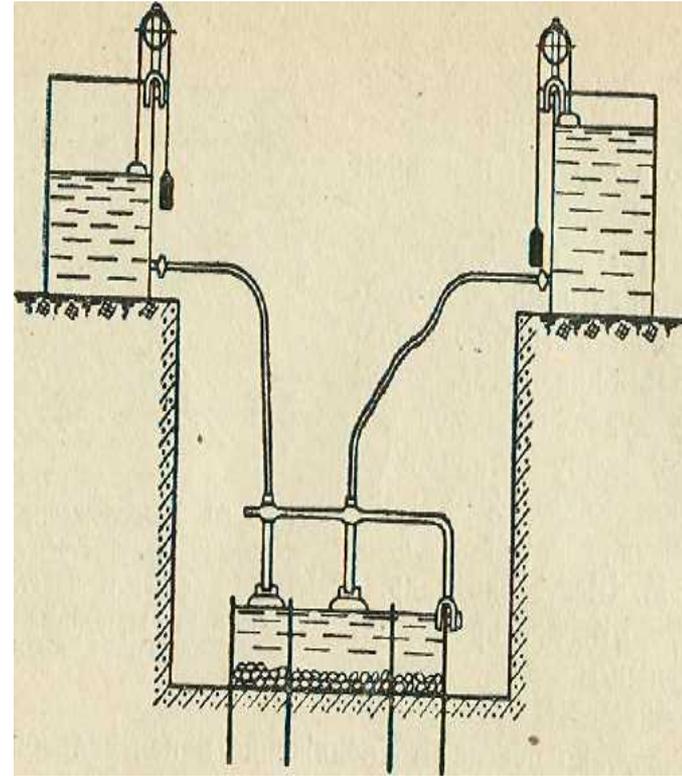


- Определение водопроницаемости пород в полевых условиях возможно следующими методами:
- - откачками воды из скважин;
- - наливками воды в шурфы или скважины;
- - опытными нагнетаниями воды в скважины;
- - экспресс-методами (ускоренными откачками и наливками);
- - наблюдениями за расходом дрен и развитием депрессионной кривой грунтовых вод к этим дренам.
- Соответствующие опыты проводятся на наиболее типичных участках, выбираемых на основе предварительного изучения гидрогеологических условий территории.
- **Метод откачек является основным при изучении водопроницаемости водоносных пород.** Откачки производят не только определения водопроницаемости. Этим методом также оценивают то количество воды, которое может быть получено из скважины для орошения и водоснабжения, осушительное действие откачки, взаимосвязь водоносных горизонтов.
- **Откачки могут быть:**
- - пробными,
- - опытными
- - опытно-эксплуатационными.

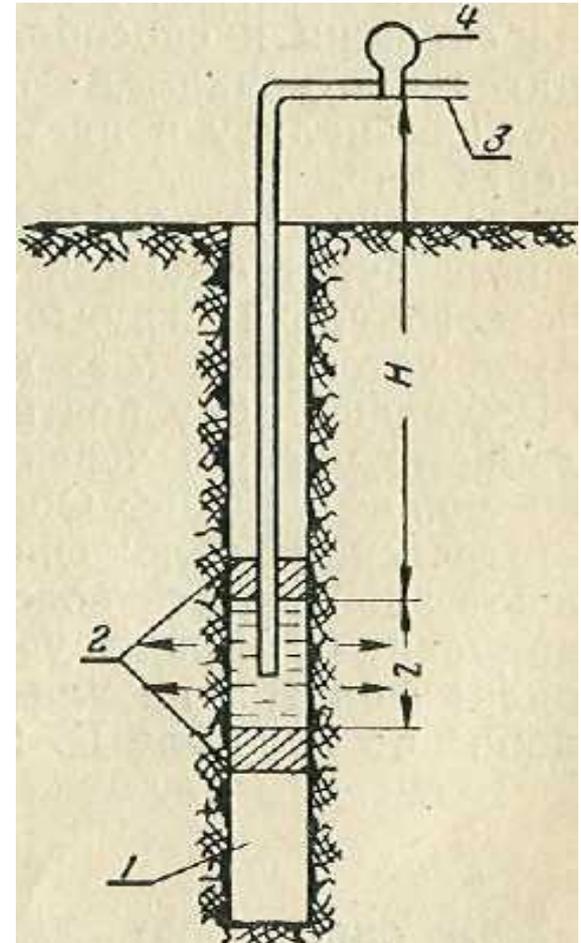
- **Пробные** (или кратковременные) откачки продолжительностью 5—8 ч необходимы для получения **предварительных данных о дебите скважины, коэффициенте фильтрации и др.**
- **Опытные откачки** осуществляют при 2—3 ступенях понижения, длятся они несколько суток. **Цель их — определить фильтрационные параметры пород, найти зависимость дебита скважины от понижения уровня воды в ней.**
- **Опытно-эксплуатационные откачки**, производимые в течение длительного времени (до нескольких месяцев), позволяют решить все перечисленные выше задачи. **Эти откачки должны быть соизмеримы с интенсивностью проектируемых сооружений**, если они должны воспроизвести дренажный эффект или подтвердить возможность получения заданного дебита скважин для водоснабжения.
- **Различают откачки одиночные и кустовые.** Кустовая откачка отличается от одиночной тем, что для наблюдений за снижением уровня подземных вод устраивают наблюдательные (пьезометрические) скважины. Их размещают на одном, реже на двух створах, отходящих от центральной скважины.
- **Пьезометрические скважины особенно необходимы при неоднородном геологическом строении.** В случае слоистого строения водоносной толщи, когда откачка из водоносного горизонта может вызвать изменения напоров в смежных пластах, оборудуют кусты пьезометров, опущенных в различные слои.

- Опытные откачки позволяют определить не только коэффициенты фильтрации, но и другие расчетные параметры пластов: коэффициент водопроводимости, уровнепроводности, водоотдачи и др.
- Коэффициент водопроводимости характеризует способность водоносного пласта мощностью m и шириной 1 м пропускать воду в единицу времени при напорном градиенте, равном единице.
- Коэффициент водопроводимости T равен произведению коэффициента фильтрации на мощность пласта $T = k m$ и выражается в m^2 в сутки. Знать величину T необходимо при расчете эксплуатационных и дренажных скважин. Чем больше значение T , тем перспективнее водоносный пласт с точки зрения использования его для орошения или водоснабжения".
- При $T < 100 m^2$ в сутки использовать водоносный горизонт нецелесообразно.
- Коэффициент уровнепроводности (для напорных вод — пьезопроводности)
- $A = T / \mu = km / \mu$ где μ — водоотдача пласта.
- Коэффициент уровнепроводности характеризует скорость перераспределения напоров воды в пласте при неустановившейся фильтрации; входит в расчеты горизонтального и вертикального дренажа, скважин для орошения.

- **Метод наливов** применим в условиях, когда глубина залегания уровня грунтовых вод от дна -шурфа больше суммы высоты капиллярного поднятия и возможной мощности зоны промачивания. Смыкания фильтрующейся воды с грунтовой водой не должно происходить. Предложения по методике налива и обработке результатов были даны А. К. Болдыревым, Н. С. Нестеровым, Н. Н. Биндеманом и др.
- **Методом Болдырева** определяют коэффициент фильтрации хорошо проницаемых пород (пески, галечники и др.), в которых влиянием капиллярных сил можно пренебречь и потому принять, что бокового растекания нет. Для проведения опыта отрывают шурф, а в дне его — цилиндрическую выемку диаметром примерно 0,5 м и глубиной 0,15—0,20 м. Дно выемки засыпают слоем гравия толщиной 2 см. Затем в выемку наливают воду, поддерживая слой 10 см. Количество доливаемой воды регистрируют. Опыт продолжается до получения постоянного расхода, свидетельствующего о наступлении установившейся фильтрации.



- **Методом опытных нагнетаний** определяют водопроницаемость неводоносных трещиноватых скальных пород. Для этого в скважины под давлением, большим атмосферного (при нескольких ступенях давления), нагнетают воду. Для проведения опыта скважину разбивают на части длиной 3—5 м. Испытуемые интервалы изолируют специальными тампонами. Вода в скважину подается насосом. Нагнетание при каждой ступени давления ведут до тех пор, пока не установится примерно **постоянный расход $Q_{уст}$** .

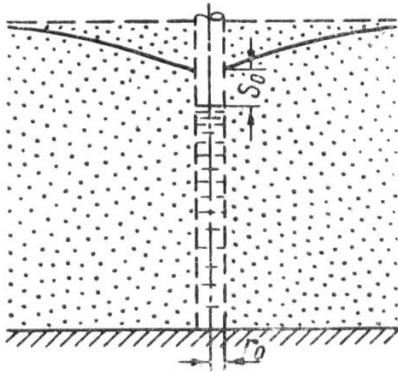


ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ

По данным откачки из одиночной совершенной скважины

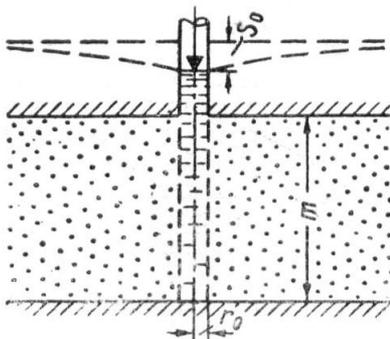
безнапорные воды

$$K_f = \frac{0,73Q(\lg R - \lg r)}{(2H - S_0)S_0}$$



напорные воды

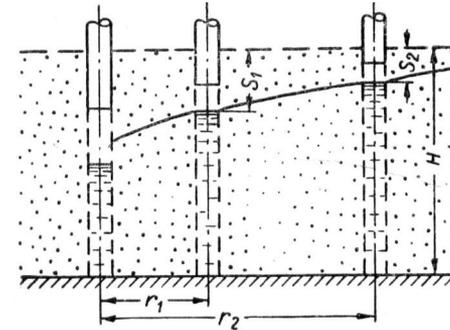
$$K_f = \frac{0,366Q(\lg R - \lg r)}{mS_0}$$



По данным кустовых откачек из совершенных скважин

безнапорные воды

$$K_f = \frac{0,73Q(\lg l_2 - \lg l_1)}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)}$$



напорные воды

$$K_f = \frac{0,366Q(\lg l_2 - \lg l_1)}{(S_1 - S_2)m}$$

