

**Базовый опорный конспект
по дисциплине
«Гидрогеология»
для специальности
«0703000 – Гидрогеология и инженерная геология»**

Кимкина В.М.

**Базовый опорный конспект
по дисциплине
«Гидрогеология»
для специальности
«0703000 – Гидрогеология и инженерная геология»**

Утвержден на заседании
методического совета колледжа

Разработан _2016г._
(дата)

Переработан _2019г._
(дата)

г.Семей, 2019 г.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Гидрогеология – наука о подземных водах, их ресурсах, составе, закономерностях распространения, хозяйственном значении и влияния на человека.

Для изучения изменения подземных вод вводится мониторинг, для учета использования подземных вод вводится государственный водный кадастр.

В состав гидрогеологии входят следующие разделы:

1. Общая гидрогеология – рассматривает общие закономерности распространения подземных вод, их характеристики, методику их использования, классификацию.

2. Динамика подземных вод – изучает законы движения подземных вод, определяет количественно их ресурсы и запасы.

3. Методика гидрогеологических исследований – изучает методы и способы исследований различных месторождений подземных вод, а также технические средства для осуществления этих исследований.

4. Региональная гидрогеология – изучает крупные месторождения, приуроченные к крупным геологическим структурам, их взаимное влияние друг на друга.

Кроме указанных разделов гидрогеология включает в себя:

- а) гидрогеохимия;
- б) гидрогеологию месторождений полезных ископаемых (рудничная гидрогеология).
- в) учение о минеральных, промышленных и термальных водах;
- г) радиогидрогеология,
- д) мелиоративная гидрогеология;
- е) учение о режиме и балансе подземных вод;
- ж) палеогидрогеология.

Гидрогеология Казахстана имеет решающее влияние на экономику Казахстана, так как Республика находится в условиях аридного (сухого) климата.

При отсутствии достаточного количества осадков и отсутствия поверхностного стока, формируются специальные гидрогеологические условия: подземные воды имеют высокую минерализацию, пригодные для использования подземные воды залегают глубоко и очень трудно определяются.

Кроме того, Казахстан расположен в пределах бывшего бассейна Аральского моря, что формирует область остаточного засоления.

В Казахстане дефицит воды становится с каждым годом все больше. Это связано с природными условиями и не рациональным использованием водных ресурсов региона. В Казахстане несколько критических зон: Арал, Каспий, Прибалхашье, где природный водный баланс постепенно смещается в область нарушения экологического равновесия.

Всего на земле расход воды 3 млн. км^3 в год, полное водопотребление в Казахстане $15,3 \text{ км}^3$ из них около 68% идет на орошение, которое в свою очередь также приводит к нарушению экологического равновесия при неразумном пользовании.

Роль воды в жизни человечества можно представить в виде следующих направлений:

- а) личное использование человеком с целью санитарного питьевого потребления: если в древности этот расход составлял до 18 литров в день, в 19 веке до 60л, то в настоящее время от 400 до 600 литров;
- б) орошение земель;
- в) использование воды в технологических циклах для получения различных материалов, изделий, (например: для производства 1 т. стали используется 250т. воды; целлюлозы – 1500т.; каучука – 2000 т. и т.д.);
- г) в энергетических целях – вода является самым надежным и экологически чистым источником для получения электрической энергии;
- д) вода является уникальным растворителем, а также природным регулятором климата, в связи с этим, формирование планеты Земля в том виде в котором она существует является

следствием данных уникальных свойств воды. Благодаря этим свойствам возникает много типов МПИ, а также способов их разработки.

Главная проблема современности это экология планеты также связана с наличием и свойствами воды на планете: во первых неправильное использование воды приводит к сокращению чистых пригодных для использования вод, во вторых сама вода является разносчиком экологически неблагоприятных отходов на планете создавая все более значительные области нарушения природного равновесия.

Поэтому основными направлениями гидрогеологии можно считать следующее:

- 1) поиски, разведка месторождений подземных вод для различных целей;
- 2) отслеживание качества подземных вод и их количества (мониторинг) в процессе эксплуатации водоносных горизонтов;
- 3) борьба с загрязнениями подземных вод, разработка способов изолирования промышленных отходов, защита подземных вод от истощения.

Необходимо учитывать, что основная часть воды 97,4% содержат океаны и она не применима для использования в хозяйственных питьевых целях. Только 2,5% находится на суше, из которых большая часть находится в виде снега и льда, оставшаяся часть составляет около 1% которая может быть привлечена для использования.

РАЗДЕЛ 1 ОБЩАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЯ.

1.1 ВОДА В ПРИРОДЕ.

Одной из оболочек Земли является гидросфера. Она объединяет свободные воды, которые движутся под влиянием солнечной энергии и силы тяжести. Общий объем гидросферы 1,4 миллиарда км³, 97,5 5 % - это воды морей и океанов, значительная часть оставшейся пресной воды сосредоточена на полюсах в виде льда.

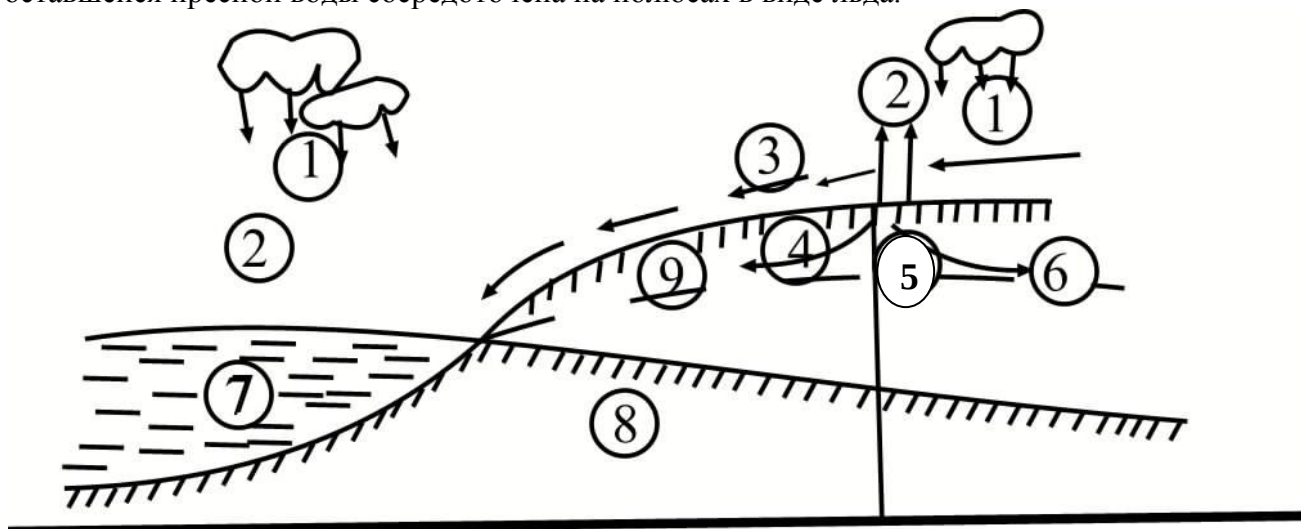


Рис.1. Схема круговорота воды

1. Атмосферные осадки.
2. Испарения.
3. Поверхностный сток.
4. Подземный сток.
5. Водораздел.
6. Уровень подземных вод (УГВ)
7. Поверхностный водоем.
8. Водонепроницаемые породы.
9. Водопроницаемые породы (песок).

В настоящее время расход воды составляет около 5000 куб.км. в год. Это число показывает, что уже сейчас, употребление воды в среднем сопоставимо с их общим количеством, а в некоторых районах пресной воды катастрофически не хватает.

Практически единственным источником водоснабжения являются подземные воды (подземная гидросфера), которая формируется за счет:

а) атмосферных осадков, из количество меняется в пределах от 100мм (Кара-Кум) до 4000 мм (Грузия).

б) испарение – часть осадков уходит в испарение прямым путем и путем транспирации (испарение листьями растений);

в) сток – оставшаяся часть атмосферных осадков собирается в бассейнах поверхностных вод (водоемах), за счет подземного и поверхностного стока. Площадь, с которой стекает вода, называется бассейном стока подземного и поверхностного.

Продукты испарения переносятся ветром в виде облаков и вновь выпадают в виде осадков.

Полученный замкнутый цикл называется круговоротом воды в природе.

Подземный и поверхностный сток имеют следующие характеристики

1. Площадь бассейна (подземного или поверхностного стока) – это площадь поверхности, с которой вода стекает в водоем. Она заключена между водоразделами. Измеряется в кв. километрах (F).
2. Расход воды – (л/с; м³/сут.) подземного или поверхностного стока – это количество воды, прошедшей в единицу времени через поперечное сечение.
3. Модуль стока (подземного или поверхностного) – это отношение расхода потока к площади бассейна стока (подземного или поверхностного).

$$M_{п.пов.} = \frac{Q \times 10^3}{F} \text{ (л/сек км}^2\text{)}$$

Для определения доли атмосферных осадков в формировании общего стока вводится коэффициент стока η который показывает отношение величины стока к выраженном в виде слоя y_0 к слою осадков x_0 выпавших на данную площадь за этот же период. $\eta = y_0 / x_0$.

Подземный сток и поверхностный сток в виде слоя воды в миллиметрах могут быть связаны с модулями стока в л/с*км² следующим соотношением $y_{подз.} = 31,54 M_{подз.}$

Коэффициент подземного питания реки $K_{пп}$ и коэффициент подземного стока η_n определяется соотношениями

$$K_{пп} = \frac{M_{подз.}}{M} * 100\% \text{ и } \eta_n = \frac{y_{подз.}}{x_0} * 100\%$$

Виды воды в горных породах.

Вода может находиться в следующих состояниях: жидком, твердом, газообразном, связанном.

Связанная вода характерна тем, что на определенное время она исключается в круговороте, накрепко соединяясь в молекулах горных пород в химических структурах.

Различают:

1. Химически связанная вода входит в виде нейтральных молекул или ионов в химическую формулу минералов $SiO_2 \cdot nH_2O$.

2. Физически связанная вода в трех видах (прочно связанная, рыхло связанная, очень рыхло связанная) входит в состав рыхлых пород (глина), определяя их свойства. Водоносным горизонтом – называется один или несколько водопроницаемых слоев пород, характеризующихся единым условием образования подземных вод, имеющих общую поверхность, химический состав, площадь распространения, единое происхождение.

1.2 ФИЗИЧЕСКИЕ И ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД.

Под водно-физическими свойствами понимается, способность горных пород изменять физические свойства под действием воды (пластичность, набухаемость, усадка и т.д.)

К водным свойствам относятся: водоемкость и влажность, капиллярность, водопроницаемость, водоотдача.

Пористость является основной характеристикой физических свойств пород, определяющих коллекторские свойства.

Наличие в горных породах различных по форме и происхождению пустот называется скважностью, т.е. в скальных породах это трещины, пустоты, в рыхлых - поры.

Пористостью называется отношение объема пустот (пор.) - V_n к объему всей породы $n = V_n/V$. Для водопроницаемых пород $n = 0,1-0,2$ (к/о, пески) до $0,5-0,6$ (глины).

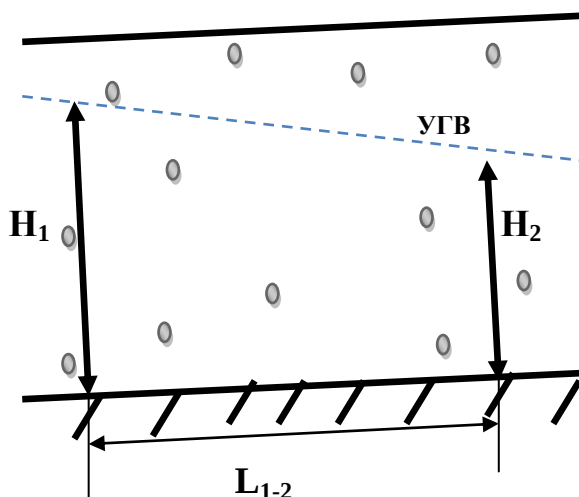


Рис.2. Схема к определению гидростатического напора

Наиболее важными свойствами являются водоотдача и водопроницаемость.

Водоотдача – это способность водонасыщенных пород отдавать воду (гравитационную) при снижении уровня воды или давления. Поэтому различают гравитационную и упругую водоотдачу.

Гравитационная водоотдача характеризует то количество воды, которое отдает единица объема породы при свободном ее стекании в результате снижения уровня воды на ΔH , т.е. $\mu = V_v / (F \cdot \Delta H)$.

$$\mu = 0,117 \sqrt{K\phi}$$

Упругая водоотдача характеризуется объемом воды, которую отдает единица объема породы без ее осушения за счет упругого расширения воды и уменьшения пористости в объеме. Упругая водоотдача на 2-3 порядка меньше гравитационной.

Вводится характеристика коэффициента водоотдачи μ и упругая водоотдача μ^* , которые равны отношению количество к объему отданной воды к полному количеству, содержащемуся в породе всегда, $\mu < 1$

$$\mu = \frac{V}{V_n}$$

μ – для песков равно $0,19-0,24$
для суглинков $0,1-0,05$

для глинистых грунтов меньше 0,05.

Водопроницаемость – свойство пород пропускать через себя свободную воду при наличии градиента напора. Изучением водопроницаемости занимался французский физик Дарси. Расход потока прямо пропорционален площади его сечения и гидравлического уклона:

K_f – называется коэффициентом фильтрации, он показывает количество воды, проходящее через поперечное сечение в данном грунте при напорном градиенте равного единице.

$$Q = K_f \cdot F \cdot I \quad (\text{закон Дарси})$$

$$K_f = \frac{Q}{F \cdot J} \quad (\text{м/сут})$$

$$[K_f] = \frac{\text{м}^3 / \text{сут}}{\text{м}^2 \cdot 1} = \text{м/сут}; \quad J = \frac{H_2 - H_1}{e} \quad (\text{Рис.2.})$$

K_f изменяется от 0,001 м/сут. до 1000 м/сут.

Капиллярность – явление поднятия и удержания воды в тонких порах трещинах пород под воздействием сил поверхностного натяжения, развивающихся на границе сухих и водоносных пород. Различают высоту и скорость капиллярного поднятия в породах.

Капиллярные свойства пород особенно широко проявляются в зоне аэрации, где могут вызывать процессы испарения, заболачивания, засоления земель и т.д.

Чем больше размеры пор, тем быстрее но на меньшую высоту h_k поднимается вода, h_k составляет (в среднем) в песках - 5-120 см., суглинках 120-650 см, глинах 650-1200 см.

1.3 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ГИДРОГЕОТЕРМИИ.

Перераспределение тепла в земной коре осуществляется с помощью кондуктивного и конвективного теплопереноса. Кондуктивная теплопроводность основана на передаче энергии от частиц с большей энергией к частицам с меньшей энергией и характеризуется коэффициентом теплопроводности λ численно равным количеству тепла, проходящему в единицу времени через единицу площади, при перепаде температуры в 1° на единицу длины. Величина коэффициента теплопроводности зависит от минералого-петрографических особенностей и влажности пород.

В результате различной инсоляции и теплопроводности пород от поверхности земли в глубину наблюдаются суточные, годовые, многолетние и многовековые колебания температур. Амплитуда колебаний температур быстро уменьшается с глубиной. На глубине 1-2 м залегает слой постоянных суточных температур, а на глубине 10-40 метров залегает слой постоянных годовых температур (нейтральный слой), температура которого близка среднегодовой температуре воздуха в районе. Ниже этого слоя начинается действие теплового потока из недр. Этот поток численно характеризуется геотермическим градиентом, геотермической ступенью и плотностью теплового потока.

Геотермический градиент Γ – интенсивность возрастания температуры с глубиной, геотермическая ступень Q – интервал глубин, на котором температура изменяется на 1°C . Эти показатели могут быть рассчитаны по следующим формулам:

$$\Gamma = \frac{T_2 - T_1}{H_2 - H_1} \quad \text{и} \quad Q = \frac{H_2 - H_1}{T_2 - T_1}$$

где T_1 и T_2 – температуры, замеренные соответственно на глубинах H_1 и H_2 . При известной величине геотермической ступени Q можно ориентировочно прогнозировать температуру на любой заданной глубине H или определить глубину, соответствующую известной температуре T :

$$T = t_r + \frac{H - h}{Q} \quad \text{или} \quad H = (T - t_r)Q + h$$

где h – глубина слоя постоянных годовых температур, t_r – средняя годовая температура на поверхности почвы.

Средняя величина геотермического градиента $3^{\circ}\text{C}/100\text{м}$, а геотермической ступени $33\text{м}/^{\circ}\text{C}$.

Перенос тепла подземными водами, пароводяной смесью и магматическими расплавами называют конвективным. Этот процесс наиболее активно происходит в верхней части земной коры на континентах до глубины 2-5 км и в районах глубоких тектонических разломов, где перемещаются потоки подземных вод и осуществляется теплообмен с поверхностной частью гидросферы.

Большую роль в перераспределении тепла играют подземные воды зоны насыщения ввиду их интенсивного движения. В более глубоких частях литосферы конвективный теплоперенос незначителен, здесь преобладает диффузионный перенос.

В подземной гидросфере выделяют три зоны по геотермическому режиму: гелиотермозону, геотермозону и гелиогеотермозону.

Гелиотермозона – верхняя оболочка земной коры, гидрогеотермический режим которой связан с воздействием инсоляции. Она ограничивается нейтральным слоем.

Гелиогеотермозона – располагающаяся между нейтральным слоем и границей многовековых колебаний температуры под влиянием климата, подвергается воздействию как солнечного, так и внутреннего тепла земных недр.

Геотермозона – располагающаяся ниже, находится под влиянием внутриземного тепла.

Основными теплоносителями в подземной гидросфере являются гидротермы, получающие тепло за счет внутренней энергии Земли.

Гидротермы подразделяются на термальные воды, парогидротермы (пароводная смесь) и горячие пары воды, температура которых изменяется. На поверхность Земли гидротермы выходят в виде горячих источников, гейзеров.

Измерение температуры пород и воды

Для изучения температуры пород и воды, ее изменений во времени и пространстве измеряют температуры в скважинах, шахтах, колодцах, источниках, реках. Для этого используются различные термометры.

Данные термометрических наблюдений выражают хронологическими графиками колебаний температур, термограммами по глубине скважины, геотермическими картами. На геотермических картах могут быть показаны геоизотермы, термоизогипсы, данные геотермического градиента и др.

Геоизотермы – линии соединяющие точки с одинаковыми температурами на заданной глубине, а термоизогипсы – линии соединяющие точки с одинаковыми глубинами в пределах заданной изотермической поверхности. Карты геотермического градиента могут показывать его величину как по площади, так и для определенных интервалов.

Гидротермические материалы используются для решения практических задач:

1. Выделения водоносных и водоупорных толщ пород в геологическом разрезе;
2. Определения скорости фильтрации подземных вод по глубине и площади;
3. Прогноза обводненных зон при проходке горных выработок;
4. При поисках и разведке термальных вод;
5. Определения питания, разгрузки подземных вод, их вертикального перетекания в смежные горизонты и т.д.

Измерение температуры пород и воды

Для изучения температуры пород и воды, ее изменений во времени и пространстве измеряют температуры в скважинах, шахтах, колодцах, источниках, реках. Для этого используются различные термометры.



Рис. 1.3.1 Манометр-термометр-влажгомер автономный скважинный Фотон

Манометр-термометр скважинный ФОТОН предназначен для диагностических исследований скважин. Прибор позволяет производить измерение значений давления, температуры и удельной электропроводности жидкости и регистрацию результатов измерений в энергонезависимой памяти. Прибор выпускается в трех исполнениях по максимальной рабочей температуре: +85°C, +130°C (В), +150°C (Т)



Рис. 1.3.1 Термометр скважинный ТС, ТСЭ

ТС предназначен для измерения температуры воздуха или воды в гидрогеологической скважине. Диапазон измерений скважинного термометра составляет от -15°C до + 50°C.

1.4 ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ХИМИЧЕСКИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

1.4.1 Физические свойства воды.

К основным физическим свойствам воды относятся: цвет, запах, вкус, прозрачность, температура, плотность, сжимаемость, вязкость, радиоактивность и электропроводность.

Цвет подземных вод зависит от их химического состава и механических примесей. Обычно подземные воды бесцветны. Желтоватый цвет характерен для вод болотного происхождения, содержащих гуминовые вещества. Сероводородные воды вследствие окисления H_2S и образования тонкой коллоидной мути, состоящей из частиц серы, имеют изумрудный оттенок. Цвет воды оценивается по стандартной платинокобальтовой шкале в градусах.



Рис. 1.4.1 Платиново-кобальтовая шкала

Запах в подземных водах обычно отсутствует. Ощущение запаха свидетельствует или о наличии газов биохимического происхождения (сероводород) или о присутствии гниющих органических веществ. Характер запаха выражают описательно: без запаха, сероводородный, болотный, гнилостный, плесневелый и т.д. Интенсивность запаха оценивают по шкале в баллах.

Вкус воды зависит от состава растворенных веществ. Солёный вкус вызывается хлористым натрием, горький – сульфатом магния, ржавый – солями железа. Сладковатый вкус имеют воды, богатые органическими веществами, наличие свободной

углекислоты придает приятный освежающий вкус. Вкус воды оценивается по таблице в баллах.

Прозрачность подземных вод зависит от количество растворенных в них минеральных веществ, содержания механических примесей, органических веществ и коллоидов. Для указания степени прозрачности вод служит следующая номенклатура: прозрачная, слабоопалесцирующая, опалесцирующая, слегка мутная, мутная, сильно мутная. Подземные воды обычно бывают прозрачными. Мутность воды оценивается в мг/л по стандартной шкале.

Температура подземных вод изменяется в очень широких пределах и зависит от геотермических особенностей района. Она отражает возрастные, тектонические, литологические и гидродинамические особенности водовмещающих толщ. Температура воды влияет на их химический состав, на вязкость и на коэффициент фильтрации. В естественных условиях подземные воды могут быть переохлажденными, холодными, термальными, перегретыми.

Плотность воды определяется отношением ее масс к объему при определенной температуре. За единицу плотности воды принята плотность дистиллированной воды при температуре 4⁰С. Плотность воды зависит от температуры, количества растворенных в ней солей, газов и взвешенных частиц и изменяется от 1 до 1,4 г/см³.

Сжимаемость воды незначительна и характеризуется коэффициентом сжимаемости $\beta = (2,7 - 5)10^{-5} Па$. Вязкость воды характеризует внутреннее сопротивление частиц жидкости ее движению, количественно она выражается коэффициентом динамической и кинематической вязкости.

Электропроводность подземных вод зависит от количества растворенных в них солей. Пресные воды обладают незначительной электропроводностью. Дистиллированная вода является изолятором. Электропроводность воды оценивают, по удельному электрическому сопротивлению, которое выражается в Ом и изменяется от 0,02 до 1,0 Ом.

Радиоактивность воды определяется содержанием в ней радона, emanации радия. За редким исключением подземные воды в той или иной степени радиоактивны.

Нормы пригодности воды.

Сан ПиН РК №104 от 18.01.2012г.

Показатели	Сан ПиН
Мутность по стандартной шкале. мг/л	не >1.5 (2)
Цветность по платино-кобальтовой шкале. мг/л	< 20
Запах при 20 ⁰ С. балл	2
Привкус при 20 ⁰ С. балл	не >2
Активная реакция. рН	6 - 9
Сухой остаток. мг/л	до 1000(1500)
Общая жесткость. мг-экв/л	7 (10)

Показатели	Сан ПиН
Хлориды, Cl^- , мг/л	<350
Сульфаты, SO_4^{2-} , мг/л	<500
Железо, $Fe^{2+} - Fe^{3+}$, мг/л	<0,3
Марганец, Mn^{2+} , мг/л	<0,1(0,5)
Медь, Cu^{2+} , мг/л	<1
Цинк, Zn^{2+} , мг/л	<5
Остаточный алюминий, Al^{3+} , мг/л	<0,5
Свинец, Pb^{2+} , мг/л	не >0,03
Мышьяк, As^{3+5+} , мг/л	не >0,05
Фтор, F:	
а) для I и II климатических районов, мг/л	1,5
б) для III, мг/л	1,2
в) для IV, мг/л	0,7
Бериллий, Be^{2+} , мг/л	0,0002
Молибден, Mo^{2+} , мг/л	не >0,25
Нитраты, по N, мг/л	не >45
Аммиак, по N, мг/л	не >2
Полиакриламид, мг/л	не >2
Селен, Se^{2+} , мг/л	не >0,01
Стронций, Sr^{2+} , мг/л	не >7
Уран природный, U и уран – 238, мг/л	1,7
Радий 226, Ra. БК	14,8
Стронций-90. БК	7,0мг/л
Ртуть, Hg, мг/л	0,0005
Никель, Ni, мг/л	не >0,1
Кобальт, Co, мг/л	0,1
Кадмий, Cd, мг/л	0,001
Барий, Ba^{2+} , мг/л	0,1
Фенолы, мг/л	0,25
Хром, Cr^{6+} , мг/л	0,05
Хром, Cr^{3+} , мг/л	0,5
Нафтенновые кислоты, мг/л	0,3
Цианиды (в расчете на циан), мг/л	0,035
Некоторые ПАВ (АБС, ДНС и др.), мг/л	0,5

1.4.2 Химический состав воды.

Химический состав воды определяется неорганическими и органическими веществами. Наиболее важными являются содержащие неорганические вещества.

Минеральные компоненты (неорганические), растворенные в подземных водах, в зависимости от их концентрации подразделяются на микро-, макро-, ультракомпоненты и радиоактивные компоненты.

К числу макрокомпонентов (главных ионов) относятся следующие анионы: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- (гидрокарбон), к катионам: K^+ , Na^+ , Fe^{+2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} . Эти ионы составляют обычно свыше 90-95% всех растворенных солей и определяют химический тип воды.

Соответственно подземные воды получают название по анионо-катионному преобладающему составу.

Название ионов рассмотрим на примере электролиза поваренной соли

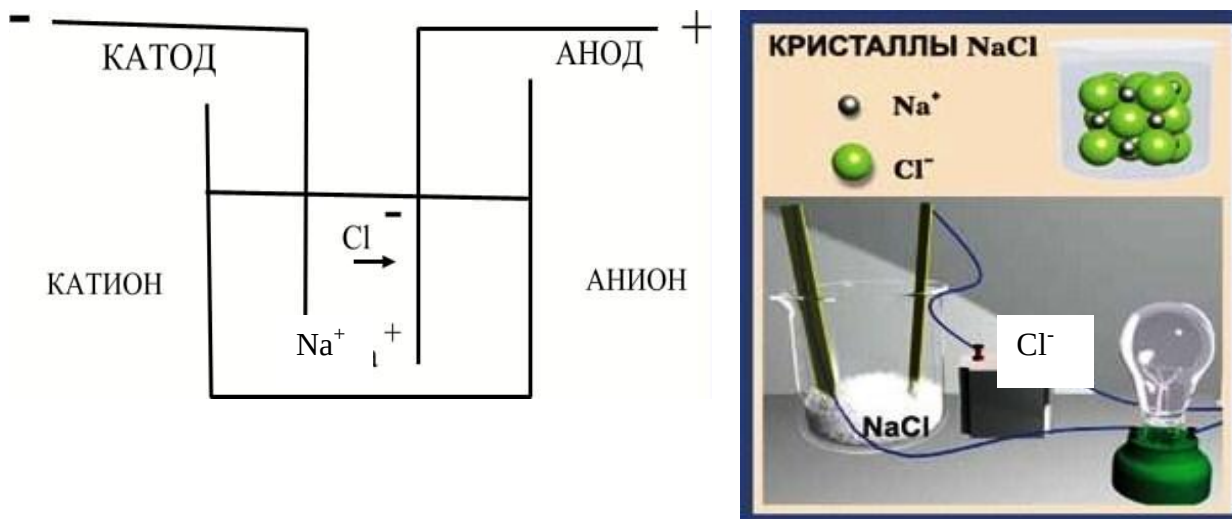


Рис.3. Процесс электролиза поваренной соли

Характеристика основных ионов в природных водах (макрокомпонентов).

ТО отрицательно заряженные ионы направляются к положительному полюсу (аноду) и соответственно называются **анионами** (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- и т.д., положительно заряженные ионы (металлов) направляются в электрическое поле к отрицательному полюсу (катоде) и называются **катионами** (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Fe^{+2} и т.д.).

а) хлоридные ионы обладают большой способностью к миграции (перемещению), поэтому они встречаются практически во всех типах вод, образуются из галита;

б) сульфатные ионы также обладают подвижностью, но связываются ионами кальция, основные источники сульфидов – это породы магматического происхождения, а также гипс, ангидрид;

в) гидрокарбонатные ионы образуются из угольной кислоты и известняково содержащих пород: известняк, доломит, гипс.

Катион Na распространен больше всех в природе, образуется из галита, кроме того из почвы вытесняется кальцием и магнием.

Калий образуется из легко растворимых соединений, но в подземных водах его содержание может уменьшиться в результате вымывания его растениями.

Магний кальций образуются из продуктов выветривания. Распространены повсеместно, придают воде свойство жесткости. Источник - карбонаты.

Содержание газов в воде, может находиться в виде нейтральных молекул и в виде ионов. Наиболее распространенные классы газов в воде: Воздушные (O_2 , N_2 , He), диоксигенные (метан CH_4 , H_2), химические (H_2S), радиоактивные (Ra, Rn).

1.4.3 Основные показатели химических свойств воды.

Для количественной оценки свойств воды по химическому составу применяются следующие показатели:

I. Минерализация М – это сумма всех минеральных веществ, содержащихся в воде, она может определяться по сухому остатку (г/л; мг/л).

По величине минерализации природные воды подразделяются на следующие группы:

- а) ультрапресная $M < 0,2$ г/л;
- б) пресная $M (0,2 - 1)$ г/л;
- в) солоноватая $M (1 - 3)$ г/л;
- г) сильно солоноватая $M (3 - 10)$ г/л;
- д) соленые $M (10 - 50)$ г/л;
- е) слабые рассолы $M (50 - 100)$ г/л;
- ж) крепкие рассолы $M < 100$ г/л.



Портативный солемер TDS-3

Солемер TDS-3 идеально подходит для всех систем очистки воды, регулирования степени очистки сточных вод.

Рис. 1.4.3.1 Портативный солемер

II. Водородный показатель РН – это десятичный логарифмы концентрации ионов водорода H^+ , взятый с обратным знаком $PH = -\lg [H^+]$.

Существует классификация:

- а) очень кислая вода РН меньше 5;
- б) кислая вода РН 5-7;
- в) нейтральная вода РН 7;
- г) щелочная вода РН 7-9;
- д) высоко щелочная вода РН > 9 .

Подземные воды имеют Рн 6-8. В районе рудных месторождений РН меньше 5.



рН- метр-милливольтметр-рН-410

рН-метры-милливольтметры рН-410 применяются при анализе питьевой воды, пищевой продукции и сырья, на объектах окружающей среды и производственных системах контроля технологических процессов. рН-метр-милливольтметр рН-410 может использоваться в производственных, научно-исследовательских лабораториях; стационарных и передвижных, в том числе полевых

Рис. 1.4.3.2 рН-метр



Тест-комплект рН

Тест-комплект рН предназначен для экспрессного определения водородного показателя (отрицательного десятичного логарифма концентрации водородных ионов) в питьевой, природной и нормативно-очищенной сточной воде. Метод определения: визуально-колориметрический.

Рис. 1.4.3.3 Тест-комплект рН

Порядок работы
Смочите полоску универсальной индикаторной бумаги исследуемой водой. Можно использовать Любой имеющийся у вас индикатор.

Задание
Изменится ли окраска индикатора? Сравните цвет полоски универсальной индикаторной бумаги со шкалой. Сделайте вывод.

Вывод
Водопроводная вода имеет нейтральную среду. $\text{pH} = 7$

Рис. 1.4.3.4 Индикационный метод определения рН

III. Жесткость воды – обуславливается наличием в воде ионов Ca^{+2} и Mg^{+2} , выражается в миль моль на литр (ммоль/л).

Различают три вида жесткости: общая, устранимая, (карбонатная) постоянная (некарбонатная) HCO_3^- .

Устранимая, временная или карбонатная жесткость обусловлена карбонатными (гидрокарбонатными) солями Ca и Mg , устраняется после кипячения. Постоянная (неустранимая, некарбонатная) обусловлена наличием сульфатов, хлоридов и других некарбонатных солей Ca и Mg .

Данный вид жесткости устраняется только химическим путем, определяется разностью между общей жесткостью и карбонатной.

$$\text{Н.Ж.} = \text{О.Ж.} - \text{У.Ж.}$$

Общая жесткость обусловлена суммарным содержанием ионов Ca и Mg .

Существует классификация:

- а) очень мягкая вода – если общая жесткость меньше 1,5 ммоль/л;
- б) мягкая вода 1,5-3 ммоль/л;
- в) умеренно жесткая вода 3-6 ммоль/л;
- г) жесткая вода 6-9 ммоль/л;
- д) очень жесткая более 9 ммоль/л.

IV. Агрессивность подземных вод связана с присутствием в воде водорода, диоксидов (CO_2 , O_2 , NO_2) сульфатов кальция. Различают агрессивность к железобетону и к металлам. Различают следующие виды агрессивности:

- а) агрессивность выщелачивания – определяет наличие карбонатной жесткости, вода считается агрессивной к бетону, если карбонатная жесткость больше 0,54-2,14 ммоль/л;
- б) агрессивность общекислотная определяется величиной pH: 1) при pH меньше 5 для слабопроницаемых пластов вода считается агрессивной; 2) для пластов высокой водопроницаемости вода считается агрессивной при $\text{pH} < 7$ и $\text{УЖ} < 8,6$ мг-экв./л, либо при $\text{pH} < 6,7$ а $\text{УЖ} > 8,6$ мг-экв./л.
- в) Углекислая агрессивность определяется наличием CO_2 , вода считается агрессивной в пластах высокой проводимости если $a[\text{Ca}^{2+}] + b$ будет больше $[\text{CO}_2]$, где а и b коэффициенты определяемые по [2,стр.21].
- г) Сульфатная агрессивность определяется наличием SO_4 . Определяется по соотношению ионов Cl и SO_4^{-2} ;
- д) Магнезильная агрессивность определяется по наличию в воде ионов магния, считается вода агрессивная по магнию, если содержание магния больше 5000 мг/л, здесь играет сдерживающую роль содержание SO_4 .

ВИДЫ ХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ И ФОРМЫ ИХ ВЫРАЖЕНИЯ.

Для оценки качества подземных вод существуют следующие виды анализов:

1. Полевой химический анализ – проводится в полевых условиях с помощью специальных лабораторий (Резникова), определяется следующие компоненты: pH, жесткость, макро – компоненты (Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{-2} , Na) кальций, железо II и III, SO_2 , H_2S .
Особенность этого метода: быстрота проведения, невозможность контроля по сухому остатку.



Настольная лаборатория анализа воды НКВ-12

Настольная лаборатория анализа воды модели НКВ-12 предназначена для анализа питьевой и природной воды (воды водоёмов хозяйственно-бытового, культурно-бытового назначения, поверхностных водоисточников и т.п.) по 20 важнейшим показателям.

Рис. 1.4.3.5 Полевая химическая лаборатория

2. Сокращенный химический анализ проводится в стационарных условиях, более точными методами с определением физических свойств, pH, микрокомпонентов, железа (двух – , трех валентного) кальция, магния NH_4 , H_2S , NO_2^- , NO_3^- , SO_2 всех видов жесткости и агрессивности, сухой остаток. Данный анализ может иметь контроль по сухому остатку, поэтому является более точным.
3. Полный химический анализ - проводится для детальной характеристики химического состава воды в стационарных химических лабораториях. При анализе помимо компонентов, перечисленных в сокращенном анализе, определяются ионы натрия и калия, микрокомпоненты и радиоактивные элементы. Этот анализ является наиболее точным, так как позволяет провести контроль определений не только по сухому остатку, но и по суммам мили-молей катионов и анионов.
4. Специальный анализ – проводится для решения каких-либо конкретных задач (изучение отдельных микрокомпонентов в лечебных или промышленных водах, изучение редких и рассеянных компонентов, газов, органических и других веществ при гидрогеохимических поисках и т.д.)
Основной формой выражения результатов химических анализов воды является массовая ионная форма растворенных веществ в граммах или миллиграммах на 1 литр воды.

Оценка пригодности воды для различных целей.

Водоснабжение. По СанПиНу №209 от 16.03.2015г. «Вода питьевая» вода должна отвечать следующим требованиям: Минерализация до 1 г/л (по разр. СЭС до 1,5 г/л); жесткость 7 мг-экв/л. до 350 мг/л; до 500 мг/л

Орошение. Оросительная вода по минерализации и химическому составу должна быть физиологически доступной растениям и не вызывать засоления и осолонцевания почвы. Важное значение играет изучение содержания микрокатионов биологически активных микроэлементов: I, Br, B, Co, Cu, Mn, Mo

1.5 ПРОИСХОЖДЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

Существует много классификаций, необходимых для определения типов подземных вод и их свойств краткой записи результатов химических анализов.

1. Классификация О.А. Алекина. При этой классификации природные воды делятся по преобладающим анионам на три класса: гидрокарбонатные (карбонатные), сульфатные и хлоридные воды. Каждый класс делится на три группы по преобладанию одного из катионов – Ca^{2+} , Mg^{2+} или Na^{+} . Далее воды подразделяются на типы по соотношению между ионами, содержание которых выражено в %-экв. Всего выделяется четыре типа вод:

1 тип $(\text{HCO}_3^-) \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) воды маломинерализованные.

2 тип $(\text{HCO}_3^-) \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} (\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-})$ воды умеренной минерализации.

3 тип $(\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}) \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) или что же самое - $\text{Cl}^-) \text{Na}^{+}$) воды обычно высокоминерализованные.

4 тип $(\text{HCO}_3^- = 0)$ воды кислые, имеются только в сульфатном и хлоридном классах в группах Ca и Mg, где нет первого типа.

По классификации Алекина преобладающими считаются ионы с наибольшей концентрацией; за второй преобладающий ион принимается тот, содержание которого уступает первому в пределах до 10% - экв.

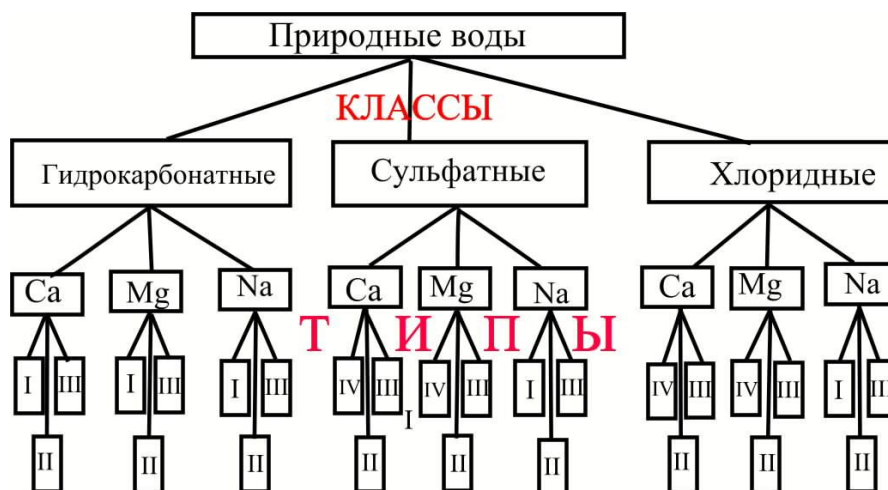


Рис.4. Классификация О.А. Алекина

2. Формула М.Г. Курлова. Химический состав воды очень часто изображают в виде формулы, которая предложена Курловым. Это псевдодробь, в числителе которой в убывающем порядке (в %-экв.) расположены анионы, а в знаменателе – в таком же порядке катионы. Ионы, содержание которых не превышает 10 %-экв. в формулу не включают. Слева перед дробью указывают (в мг/л) количество газов, активных элементов и минерализацию воды М (в г/л с точностью до первого десятичного знака). Справа

после дробли записывают температуру воды ($^{\circ}\text{C}$), реакцию воды РН, дебит скважины или расход источника ($\text{м}^3/\text{сут}$).

В настоящее время в формулу Курлова вынесены некоторые изменения которые дают возможность более четко представить условия формирования химического состава воды: в нее включают все анионы и катионы, содержание которых превышает 25 %-экв. а ионы, содержание которых не превышает 25 %-экв. можно считать второстепенными и отделять их скобками от главных. С учетом вышеуказанных изменений формула имеет следующий вид:

$$\text{H}_2\text{S } 0,049 \text{ Br } 0,100 \text{ M } 4,3 \frac{\text{Cl}66\text{SO}_4 28[\text{HCO}_3 6]}{\text{Na}79[\text{Ca}12\text{Mg}9]} \text{ T}^{\circ}\text{C}15 \text{ pH}7,6 \text{ D}120$$

Касаясь вопроса происхождения подземных вод, обычно рассматривают четыре известные теории их образования, которые в современной интерпретации называют:

- 1). Инфильтрационной
- 2). Конденсационной
- 3). Седиментационной
- 4) Ювенильной.

Водами инфильтрационного происхождения являются пресные и основная масса солоноватых и иногда соленых вод зоны активного водообмена, которые принимают активное участие в круговороте природных вод. Определенная часть пресных вод формируется за счет конденсации водных паров воздуха, находящихся в зоне аэрации.

Седиментационные воды (воды морского генезиса, формировавшихся в процессе осадконакопления в древних бассейнах) распространены в осадочных образованиях глубоких артезианских бассейнов и участвуют в круговороте лишь в геологическом масштабе времени.

Что касается ювенильных вод, их роль была велика на ранних этапах развития Земли. На современном этапе возможно образование определенного количества ювенильных вод в магматических очагах, однако их доля в общем балансе подземных вод, по-видимому незначительна.

Определенного внимания заслуживает генетическая классификация подземных вод, которая широко используется в палеогидрогеологии. В соответствии с ней все подземные воды могут быть разделены на экзогенные, проникающие в недра Земли сверху, и эндогенные, поступающие в литосферу снизу из магмы и мантии (доля последних в десятки тысяч раз меньше экзогенных). Экзогенные воды включают уже известные нам инфильтрагенные и седиментогенные, а эндогенные – ювенильные и метаморфогенные.

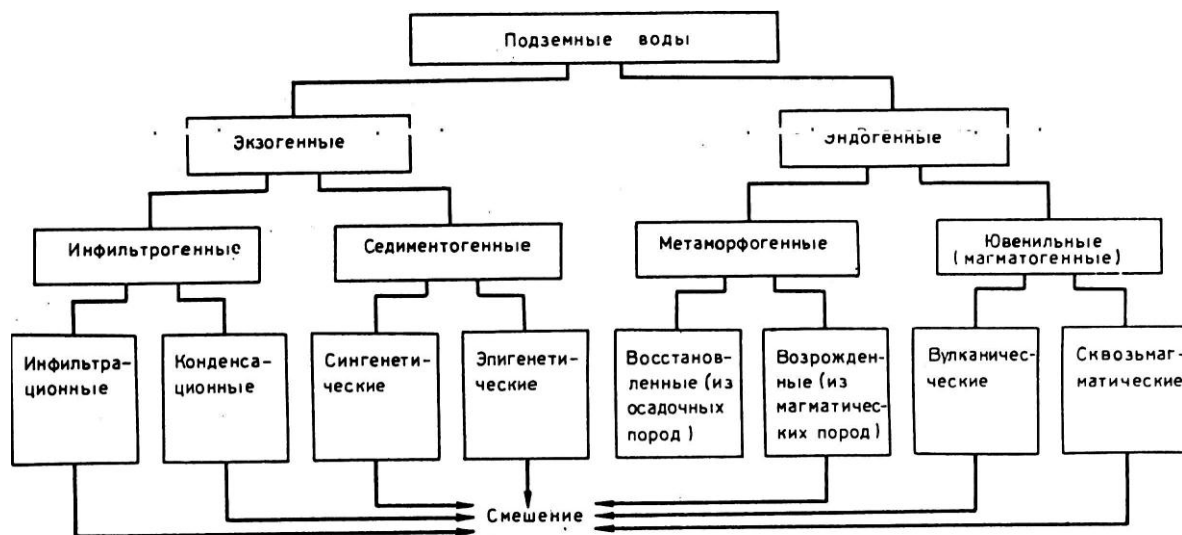


Рис.6. Генетическая классификация подземных вод.

Наиболее полной по характеру залегания подземных вод является классификация предложенная Е.П. Пиннекером и представлена в таблице. В предлагаемой классификационной схеме выделены группы (по нахождению подземных вод в главных элементах земной коры), отделы (по степени насыщения пород водой), типы (на основе гидравлических признаков), классы (разновидности подземных вод по характеру залегания), подклассы (с учетом водно-коллекторских свойств пород) и особые условия (исходя из специфики природной обстановки).

Предложенная классификационная схема помимо подземных вод суши рассматривает и подземные воды под морями и океанами. Три основных типа подземных вод по условиям залегания (верховодка, грунтовые и артезианские воды), выделяемое в большинстве классификаций, рассматриваются в ней как основные наряды с другими типами подземных вод.

Рис.6. Общая классификация подземных вод

Группа	Отдел	Тип	Класс	Подкласс		Особые условия	
				Воды в пластах пористых пород	Воды в трещиноватых и кавернозных породах	Воды территории развития: многолетнемерзлых пород	Воды районов современного вулканизма
Подземные воды суши	Подземные воды зоны аэрации	Повышение воды	Верховодка	почвенные и верховодка	Инфильтрующие	деятельного слоя	верхней части лавовых потоков
	Подземные воды зоны насыщения на континентах	преимущественно безнапорные воды	Грунтовые воды	Первого от поверхности водоносного горизонта на выдержанном водоупоре	Верхней части зоны интенсивной трещиноватости и закарстованности и массивов	Надмерзлотные Межмерзлотные и подмерзлотные	гидротермальных систем с гидростатическим напором
		Напорные воды	артезианские воды	Межпластовые с гидростатическим напором	Погруженных трещинных зон находящихся под гидростатическим напором	подмерзлотные	вулканических аппаратов и гидротермальных потоков из магматических очагов
			Глубинные воды	осадочных толщ испытывающих воздействие геостатического	Разломов глубокого заложения в сфере действия эндогенных сил	отсутствуют	

				о давления эндогенных сил			
подземн ые воды под морями и океанам и	подземн ые воды субмари нной зоны насыщен ия	преиму ществе нно напорн ые воды	Воды, связанные с континентом	Шельфа и осадка морей	закарстованных пород шельфа и разломов	подмерзлотные шельфа северных морей	субмаринных вулканичес.appa ратов океаноческих гидротермальны х систем
			Воды не связанные с континентом	Осадков глубоко водных впадин	Жалобов срединно океанических рифтов	отсутствуют	

1.6 ВЕРХОВОДКА И ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ.

1.6.1 Характеристика водоносных горизонтов и комплексов.

Верхняя часть земной коры представлена зоной аэрации, водопроницаемыми слоями – водоносными горизонтами и водоупорами.

Водоносный горизонт – (зона насыщения) – горные породы одного и того же генезиса, содержащие в порах, трещинах, пустотах воду с характерным химическим составом, свойствами на достаточно больших площадях, ограниченные с низу водоупором (водонепроницаемыми породами).

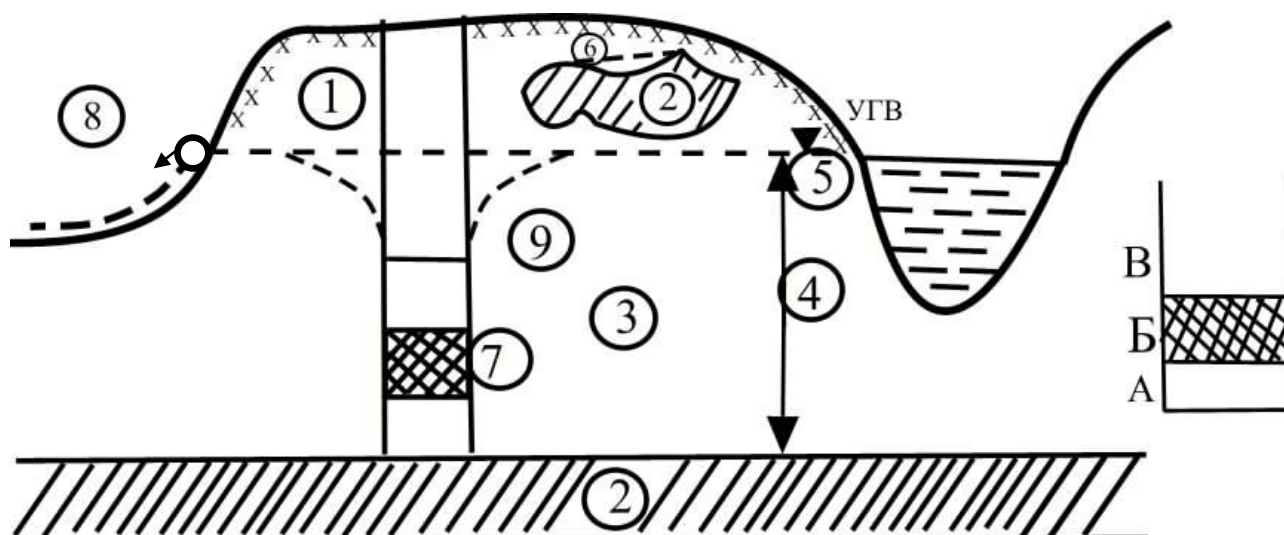


Рис.7. Характеристика грунтового водоносного горизонта

1. Зона аэрации – верхняя часть земной коры, содержащихся в порах воздуха.
2. Водоупор или водонепроницаемый слой, представленный глинистыми или скальными породами.
3. Водоносный горизонт.
4. Мощность водоносного горизонта, определяется по перпендикуляру, между водоупором и уровнем грунтовых вод.
5. Уровень грунтовых вод.
6. Верховодка.
7. Скважина гидрогеологическая – в нижней части ее фильтр, состоящий из:
 - а) отстойника – для сбора твердых частиц;
 - б) фильтрующей части (сетки)
 - в) надфильтровая часть – для соединения фильтра с трубой.
8. Родник
9. Депрессионная воронка.

Для изучения водоносных горизонтов рассмотрим следующие термины:

I. Зона питания участки земной поверхности, с которых в водоносный горизонт поступает вода.

Различают следующие формы питания:

1. Инфильтрация с поверхности (атмосферные осадки)
2. Из поверхностных водоемов.
3. Из других водоносных горизонтов.

II. Зона разгрузки – участки земной коры, где водоносный горизонт выходит на поверхность земли. Разгрузка возможна:

1. На поверхность в виде источника.
2. В поверхностные водоемы.
3. И другие водоносные горизонты.

III. Зона транзита или область распространения водоносных горизонтов – это проекция водоносного горизонта на поверхность.

IV. Режим подземных вод. Под режимом подземных вод понимается изменение параметров водоносного горизонта со временем (уровень, температура, расход, минерализация, химический состав, физические свойства). Определение и контроль за режимом подземных вод дают возможность прогнозировать питание, качество и количество подземных вод.

V. Зональность подземных вод – это изменение параметров режима в плане и разрезе, что определяется климатом, геологией района и т.д. В плане на территории Казахстана выделяют две зоны подземных вод по минерализации:

а) зона распространения пресных вод (зона выщелачивания).

б) зона континентального засоления древнего бассейна Аральского моря (Центральный и Западный Казахстан)

Вертикальная зональность может быть прямая и обратная.

Прямая – это когда с увеличением глубины, минерализация возрастает.

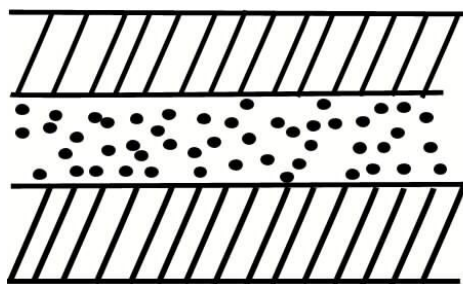
Обратная – когда с увеличением глубины, минерализация убывает.

1.6.2 Характеристика верховодки и грунтовых вод

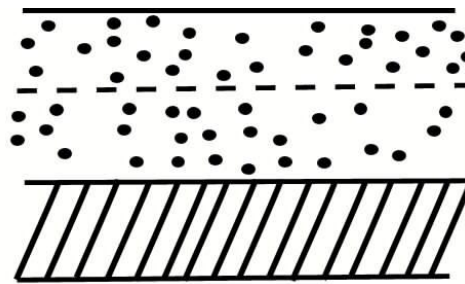
Верховодка – это подземные воды в проницаемых породах зоны аэрации, залегающие на поверхности пространственно невыдержанных слабопроницаемых и непроницаемых пород (линзы, слои). Верховодка имеет сезонный характер, время ее существования зависит от размеров водоупорной толщи и условий питания. (6, рис.7)

Верховодки имеют свободный уровень, капиллярную кайму, незначительную мощность, расходятся на испарение и питание грунтовых вод, формируются на плоских водоразделах, под депрессиями и понижениями, режим их весьма изменчив и зависит от климатических факторов.

Грунтовые воды – это подземные воды первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, залегающего на выдержанной по площади и мощности толще пород. Первый от поверхности водоносный горизонт, имеющий контакт с зоной аэрации. Если зона аэрации представлена водонепроницаемыми породами с поверхности с уровня, то данный водоносный горизонт не будет грунтовым.



НЕГРУНТОВЫЙ



ГРУНТОВЫЙ

Особенности грунтового потока

Для добычи воды из водоносного горизонта производится откачка, для того бурится скважина, которая оборудуется фильтром. При этом должны выполняться следующие условия:

1. Фильтр должен находиться в нижней части водоносного горизонта и не при каких условиях не осушаться.
2. Необходимо подбирать насосное оборудование, чтобы его производительность формировала депрессионную воронку, не осушая фильтр.

Для отбора воды из скважины, необходимо рассмотреть следующие характеристики:

Дебит скважины (расход) – это количество воды, откачиваемое в единицу времени, измеряется в $\text{м}^3/\text{сут}$; $\text{м}^3/\text{час}$; л/с.

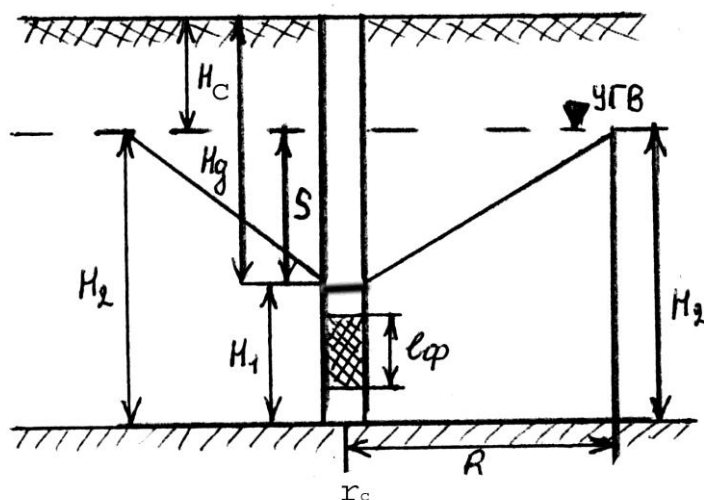


Рис.8 Схема откачки воды грунтового водоносного горизонта

H_c – статический уровень, его же можно определить, как глубина залегания грунтовых вод.

H_d – динамический уровень - изменяющийся уровень, в процессе откачки.

$S = H_d - H$ понижение уровня.

H_1, H_2 – мощность водоносного горизонта при откачки, в естественном состоянии
 $H_2 - H_1 = S$

R – радиус развития депрессионной поверхности.

$r_c, l\phi$ - характеристики фильтра.

Депрессионной поверхностью (воронкой) называется понижение поверхности подземных вод (депрессия) вызванная отбором воды из водоносного горизонта.

ОСОБЕННОСТИ ГРУНТОВЫХ ВОД

1. Грунтовые воды движутся под действием силы тяжести в результате гидравлического (гидродинамического) напора (уклона).

$$J = \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} \quad \text{гидравлический уклон.}$$

2. Это воды со свободной поверхностью, поэтому при вскрытии, уровень воды в скважине остается на той же отметке, где был встречен.
3. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод.
4. Области питания и распространения совпадают.
5. Не глубокое залегание обуславливает вскрытие подземных вод балками, оврагами, долинами рек, где они разгружаются в виде ключей или источников.
6. Близкое залегание к поверхности земли, вызывает резкое колебание элементов режима (температура, уровень, химический состав) в зависимости от поверхностных факторов.
7. Это же и отсутствие изолирующих водонепроницаемых пород сверху, что очень часто вызывает загрязнение подземных вод органическими или промышленными отходами.
8. Условия питания и интенсивное движение к местам разгрузки обеспечивают минимальную минерализацию подземных вод для данного района.
9. Выше поверхности подземных вод (зеркала) расположена капиллярная кайма, которая оказывает влияние на режим подземных вод.
10. Если в пределах водного горизонта встречаются небольшие по площади водоупоры, то возможен местный напор подземных вод, т.е. вода в скважине поднимается выше точки вскрытия (смотреть рис.9). Н - напор.

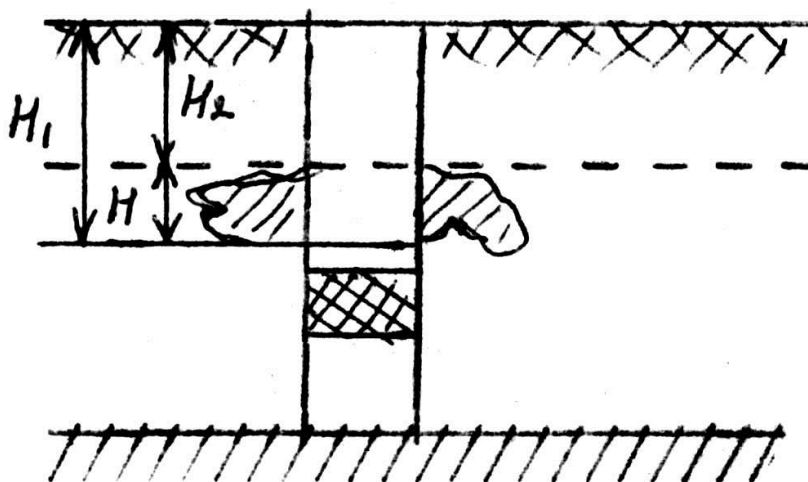


Рис.9 Схема образования местного напора грунтовых вод.

ГРАФИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

Для изображения на картах водоносных горизонтов, используют понятие абсолютная отметка – то расстояние от данной точки до уровня Мирового океана. (Н)

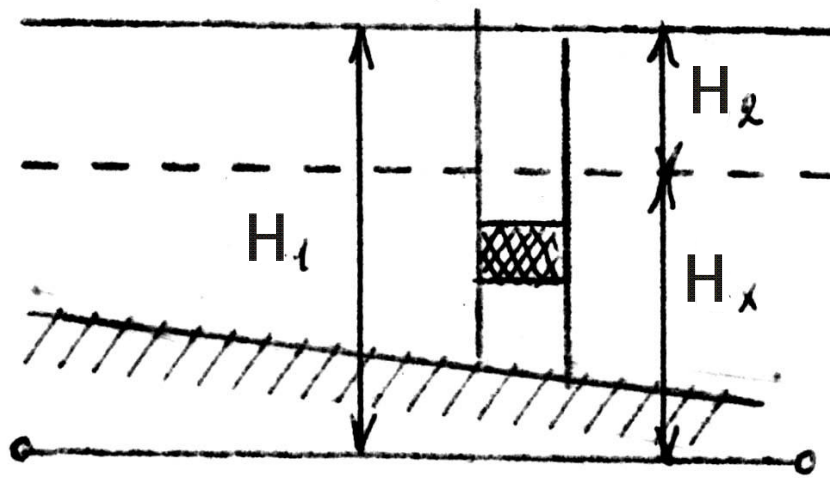


Рис.10 Схема движения грунтовых вод

H_1 – абсолютная отметка поверхности (устья скважин) – определяется нивелированием.

H_2 – глубина залегания уровня (измеряется приборами).

Тогда $H_x = H_1 - H_2$ – абсолютная отметка уровня грунтовых вод.

Определенные таким образом абсолютные отметки УГВ H_1 , H_2 позволяют вычислить гидравлический напор (уклон) (смотреть рис.2) по формуле $I = \frac{H_2 - H_1}{\ell}$, где ℓ – расстояние между точками.

На картах напор показывается с помощью гидроизогипс – это линии с одинаковыми абсолютными отметками УГВ. Их можно построить по трем скважинам, у которых известна абсолютная отметка УГВ.

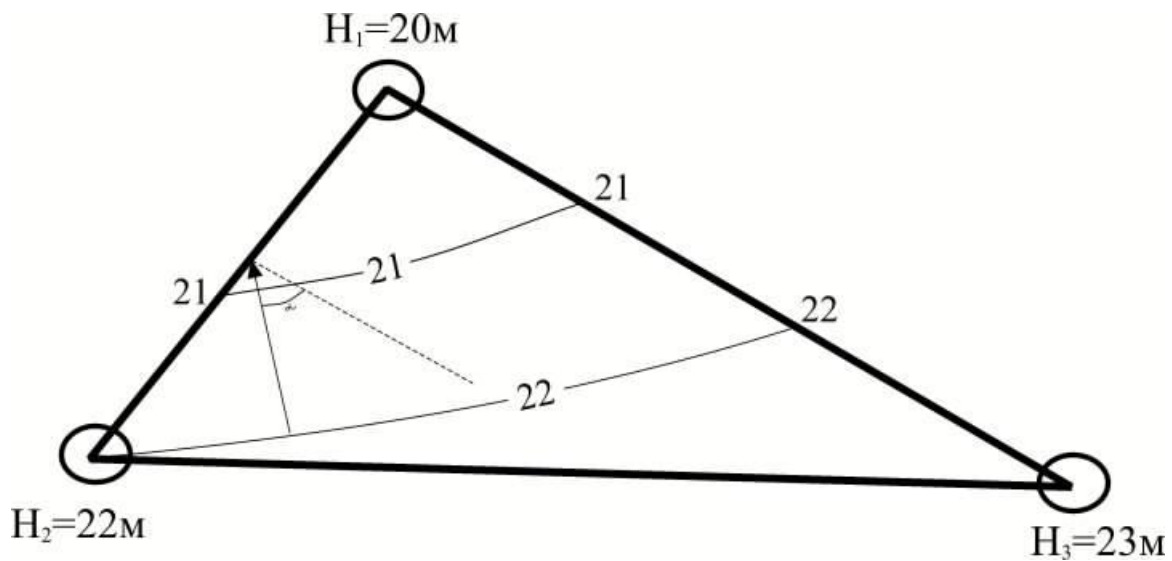


Рис.11 Схема построения гидроизогипс грунтового водоносного горизонта.

Направление потока подземных вод определяется по перпендикуляру к гидроизогипсам в каждой точке.

По гидроизогипсам можно судить о взаимопитании водного горизонта и поверхностных вод (см. планы и разрезы речных долин).

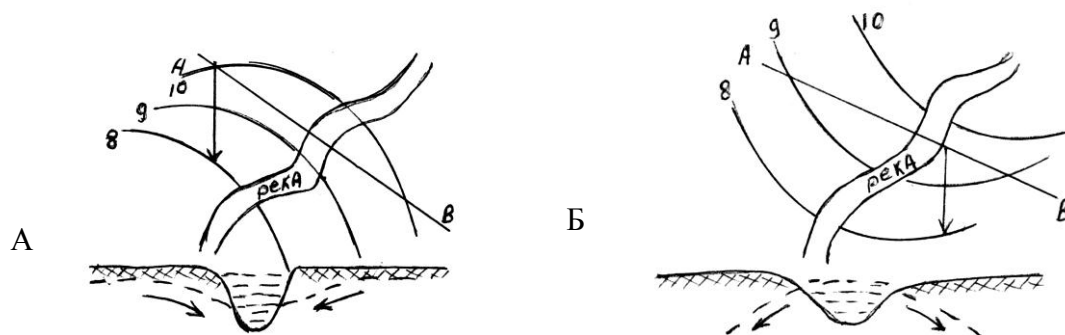


Рис.12 Схема взаимодействия грунтовых и поверхностных вод.
А – водоносный горизонт питает реку, Б – река питает водоносный горизонт

По характеру рисунков (гидроизогипсы) можно определить когда подземные воды питают реку (ветви гидроизогипсы опущены) или когда река питает водоносный горизонт (ветви гидроизогипсы подняты).

1.7 АРТЕЗИАНСКИЕ ВОДЫ.

Артезианскими называют подземные воды, находящиеся в водоносных горизонтах (комплексах), перекрытых и подстилаемых водоупорными или относительно водоупорными пластами, и обладающие гидростатическим напором, который обуславливает подъем уровня воды над кровлей водоносного горизонта при их вскрытии скважинами или другими выработками. Если уровень воды поднимается выше поверхности земли, скважина будет фонтанирующей.

Уровень напорных вод называется пьезометрическим (положительный при залегании выше поверхности земли и отрицательный при залегании ниже поверхности земли), а высота подъема уровня воды от кровли водоносного пласта до пьезометрического уровня – напором над кровлей водоносного горизонта (H_1 и H_2 на рис.13). Различают также глубину залегания артезианского пласта, его мощность, площадь распространения, области напора, питания и разгрузки.

Напор артезианских вод обусловлен: упругостью воды и упругостью пор самой породы, поэтому здесь рассматривается упругая водоотдача.

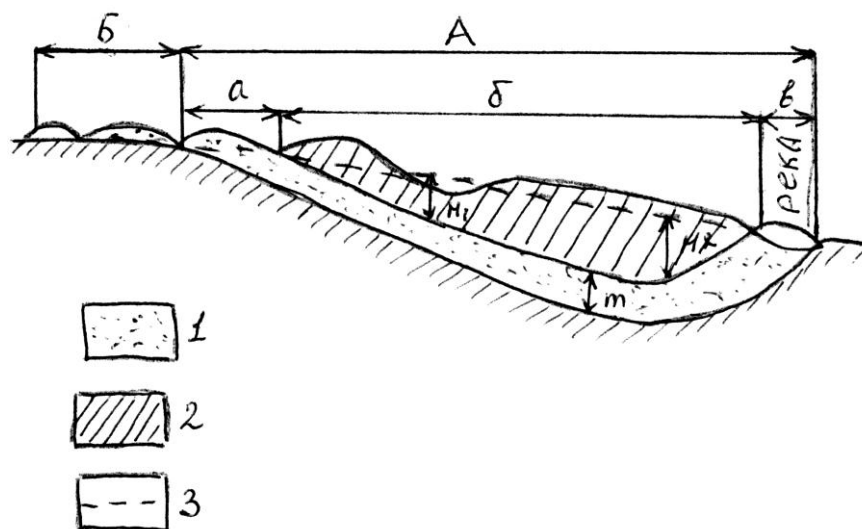
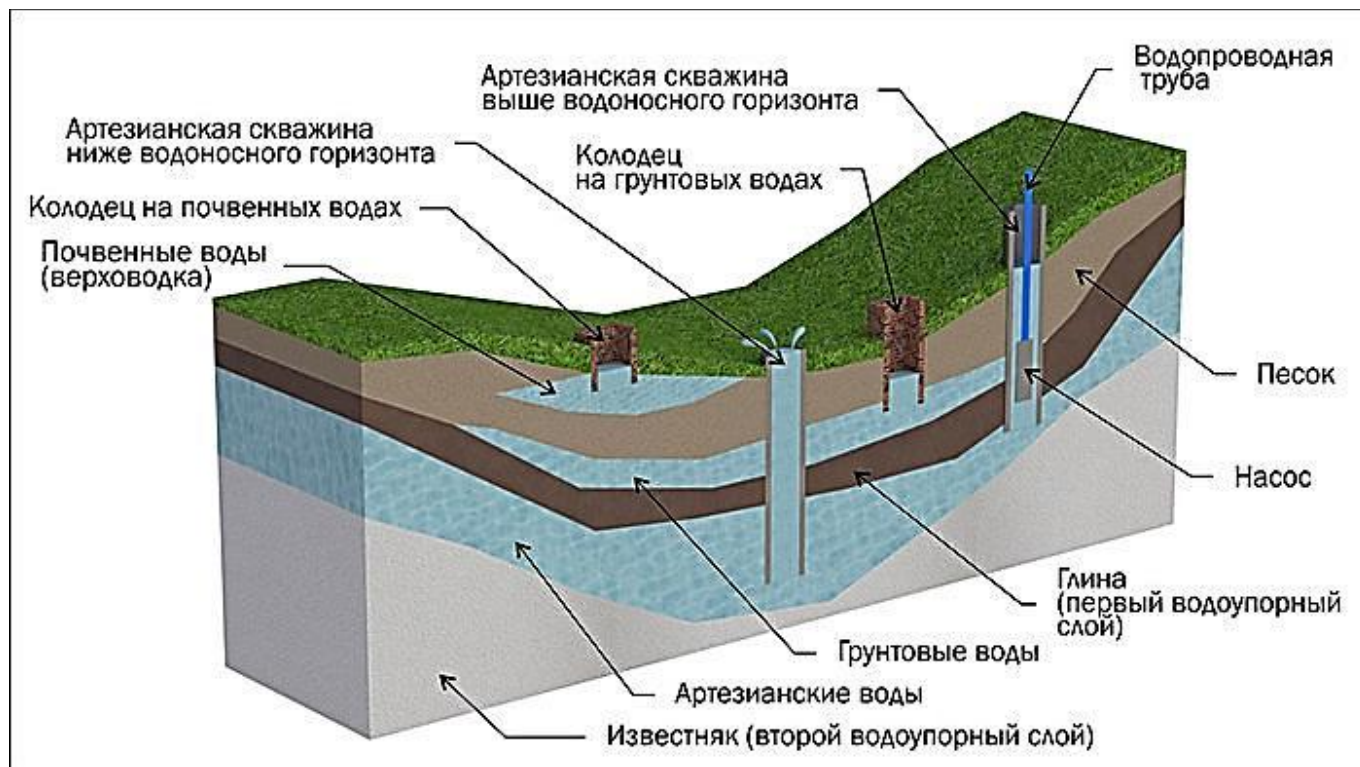


Рис.13 Схема артезианского бассейна.

- А – область распространения;
- Б – область питания;
- а – область безнапорного водоносного горизонта;
- б – область напора;

в – область разгрузки;
 H_1 и H_2 – пьезометрические напоры;
 I и II сечения;
 m – мощность артезианского горизонта;
 1 – водоносный пласт;
 2 – водоупорные породы;
 3 – установившийся уровень воды.



Особенности артезианских вод.

К особенностям артезианских вод следует отнести:

1. Межпластовое залегание горизонтов, комплексов артезианских вод, каждый из которых сверху и снизу ограничен водоупорами.
2. Область распространения артезианских вод не совпадает с областями напора, питания и бывает удалена от последней.
3. При вскрытии артезианских вод, глубина появления воды всегда больше глубины установившегося пьезометрического уровня, пьезометрический уровень устанавливается в соответствии с распределением давления в пласте.
4. Режим артезианских вод отличается большим постоянством по сравнению с другими подземными водами.
5. Артезианские воды отличаются большей защищенностью от загрязнения и лучшим качеством воды. Среди природных емкостей артезианских вод основными являются: артезианские бассейны и артезианские склоны.

Артезианские бассейны. Под артезианским бассейном понимают совокупность напорных водоносных горизонтов или комплексов, залегающих в синклинальных структурах, в которых движение подземных вод происходит под гидростатическим напором (рис.13).

Артезианские склоны. Артезианским склоном называют ассиметричные бассейны артезианских вод с моноклинальным залеганием водоносных горизонтов, выклинивающихся или фациально-замещаемых слабопроницаемыми породами (рис.14).

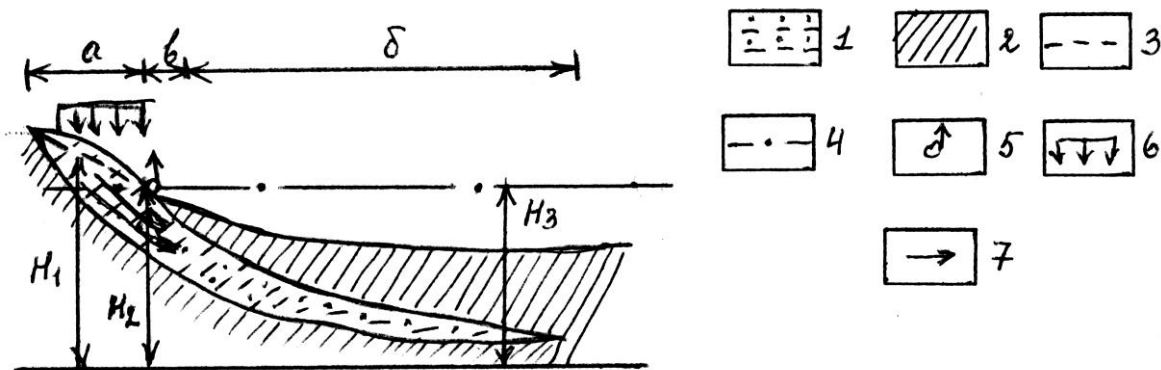


Рис.14 Схема артезианского склона

а – область питания и создания напора;

б – область распространения напора;

в – область разгрузки;

H_1 и H_2 , H_3 – пьезометрические напоры соответственно в областях питания, разгрузки и распространения напора;

1 – пески тонкозернистые;

2 – водоупорные породы;

3- уровень грунтовых вод;

4 – пьезометрический уровень;

5 – восходящий источник;

6 – участки инфильтрации атмосферных осадков;

7 – направление движения подземных вод.

Вертикальная зональность артезианских вод определяется интенсивностью круговорота (темпа водообмена) и может быть представлена тремя видами

- гидрогеодинамическая (интенсивного водообмена - замедленного и пассивного водообмена);
- гидрогеохимическая зональность (пресные-соленые-рассолы);
- гидрогеотермическая зональность (холодные-термальные-перегретые воды).

Для отображения артезианских вод на картах строятся гидроизопьезы (пьезоизогипсы) по тем же правилам что и гидроизогипсы грунтовых вод.



1.8 ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В ТРЕЩИНОВАТЫХ И ЗАКАРСТОВАННЫХ ПОРОДАХ.

В трещиноватых массивах водоносный горизонт может быть только в том случае, если трещины имеют общую ориентацию и связаны друг с другом, кроме того, имеют достаточную ширину и водопроницаемый заполнитель.

По генезису можно выделить следующие типы трещин:

- а) трещины вывертывания – в верхней части земной коры очень мелкие, но могут накапливать большое количество воды;
- б) тектонические трещины – образованы в результате тектонических движений земной коры, имеют достаточную большую ширину и протяженность, являются главным коллектором подземных вод. Особое значение приобретает множество тектонических трещин, которые называются зоной смятия, эти места всегда богаты подземными водами;
- в) лито генетические трещины – образованы между различными по составу горными породами в результате различных тепло-физических свойств, они очень мелкие, поэтому большого значения для гидрогеологии не имеют.

Для характеристики трещин используют коэффициент раскрытости S – это просвет трещины. Считается, если $S > 0,1 \text{ мм}$, то это макротрещины.

Мощность трещиноватой зоны колеблется в пределах 30-200 метров. Воды могут быть безнапорные и напорные.

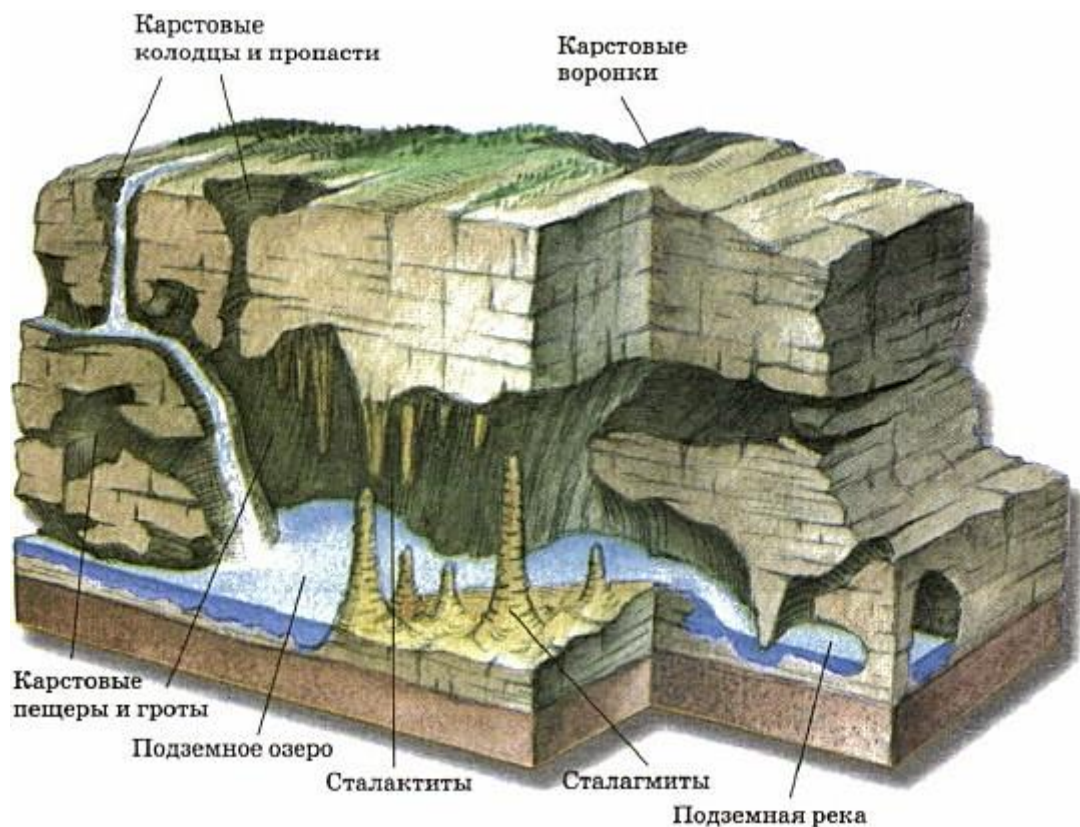
Особенности трещинных вод.

1. Питание в основном приходит за счет атмосферных осадков.
2. Водообильность зависит от размеров трещин, их направленности, типа заполнителя (гравий, глина, песок) и раскрытости.
3. Наблюдается крайняя неоднородность в обводненности пород ввиду неравномерности трещиноватости, что затрудняет поисково-разведочные работы.
4. Данные воды, если они грунтовые, очень чувствительны к климатическим переменам и загрязнениям с поверхности.
5. По химическому составу они могут быть от пресных вод до горько-соленых, последние приурочены к переуглубленным долинам.
6. Напорные воды в крупных тектонических трещинах (разломах и жилах) называются жильными и являются наиболее благоприятными для водоснабжения.

Карстом – называются процессы, связанные с растворением подземными и поверхностными водами растворимых пород (карбонатные породы) и образование в связи с этим пустот в земной коре (гипс, андигидрит, известняк, деломит и т.д. – карстующиеся породы). Процесс зависит от климата, формы поверхности земли. При этом образуются специфические пустоты в земной коре (пещеры, гроты, галереи и т.д.).

Особенности карстовых вод.

1. Тесная и активная связь с атмосферными осадками и поверхностными водами.
2. Значительные колебания элементов режима подземных вод в течение года (минерализация, температура, химический состав, Н).
3. Легкая возможность загрязнения, в том числе и поверхностными загрязнителями.
4. Зависимость минерализации подземных вод от скорости круговорота воды: очень часто встречаются горько-соленые воды и рассолы, в связи с большей растворимости пород.



1.9 ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД

Многолетнемерзлыми (вечно мерзлыми) – называются горные породы, содержащие в порах, пустотах и трещинах лед и имеющие отрицательную или нулевую температуру в течение многих лет и веков.

В области многолетней мерзлоты выделяют:

1. Деятельный слой – оттаивающий летом и замерзающий зимой, в этом слое формируются надмерзлотные воды. Они залегают на водоупоре мерзлых пород и по структуре похожи на грунтовые воды только в летнее время, а в зимнее время они перемерзают, образуя наледи, гидролаколлиты. Воды очень пресные, имеют высокую степень загрязнения и очень малые запасы – поэтому практического значения не имеют.
2. Мерзлотная зона – находится многие годы при отрицательной температуре, но за счет различных теплофизических свойств в ней всегда есть незамерзающие участки, которые образуют талики и межмерзлотные водоносные горизонты.
Таликами – называются участки незамерзших пород в мерзлой зоне, соединяющей деятельный слой и нижнюю теплую зону.
Межмерзлотные воды – ограничены сверху и снизу замерзшими породами и часто имеют напорный характер или безнапорный вблизи таликов. Минерализация не велика, но практического значения водоносный горизонт не имеет.
3. Породы находящиеся при положительных температурах, к ним приурочены подмерзлотные воды, они могут быть:
 - а) контактирующими;
 - б) не контактирующими;
 - в) глубинными.

Как правило, напорные подмерзлотные воды являются основными источниками водоснабжения, они имеют талики, через них поступает питание атмосферными осадками и разгрузка в виде ключей.

К основным гидрогеологическим особенностям территории с многолетнемерзлыми породами относятся:

1. существование воды во всех трех фазах – твердая (лед), жидкая (свободные и связанные воды) и парообразная;
2. взаимосвязь всех фаз между собой и с вмещающими талыми и мерзлыми породами;
3. превращение хорошо проницаемых в талом состоянии пород при цементации льдом в водоупоры.

ТИПЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

По характеру вмещающих воду горных пород, по ее фазовому состоянию и по наличию мерзлой зоны земной коры подземные воды области развития многолетнемерзлых пород подразделяются на пять типов: надмерзлотные, межмерзлотные, внутримерзлотные, подмерзлотные и воды сквозных таликовых зон.

1. Надмерзлотные воды приурочены к верхнему слою мерзлоты, оттаивающему весной и замерзающему осенью (деятельный слой). Роль водоупора играет поверхность многолетнемерзлотных пород. Областью питания и распространения этих вод в летний период совпадают, причем питание происходит за счет атмосферных осадков и поверхностного стока. Воды безнапорные, относимые к типу верховодок или грунтовых вод, в некоторых случаях могут принимать напорный характер. Состав гидрокарбонатный, кальциевый, общая минерализация менее 0,2 г/л. В ряде случаев, при наличии подпитки через талики надмерзлотные воды используются для водоснабжения.
2. Межмерзлотные воды бывают в жидком и твердом состоянии. Они приурочены к мерзлым породам различного генезиса и гидравлически связаны с надмерзлотными и подмерзлотными водами. Вода приурочена к водопроницаемым породам, тектоническим трещинам, трещинам выветривания, карстовым пустотам, таликам. Обычно области питания и распространения не совпадают, химический состав зависит от состава вмещающих пород. Воды напорные, температура достаточно низкая, хотя и положительная, а в соленосных мерзлых породах она может быть отрицательная. Многие пресные источники используются для водоснабжения.
3. Подмерзлотные воды мало отличаются от обычных теплых вод различных типов. Лишь температура их на контакте с нижней границей мерзлоты близка к нулю, а по мере углубления становится выше. Под мощной толщей мерзлых пород на огромных пространствах Сибири залегают значительные запасы не напорных и напорных вод, приуроченных к артезианским бассейнам, горноскладчатым областям и массивам кристаллических пород. Условия питания подмерзлотных водоносных горизонтов нередко оказываются невыясненными, вследствие сложных гидродинамических условий, связанных с наличием мощной толщи «вечной мерзлоты». Минерализация, химический состав и газовый состав разнообразны и определяются историей развития артезианских бассейнов и условиями образования «вечной мерзлоты» в пределах бассейнов. Используются для водоснабжения. Известны месторождения минеральных лечебных вод и промышленных вод (на глубинах 500 – 1000 м: бром, йод, калий).

Криогенные явления.

Явления, происходящие в верхней части земной коры под действием низких температур называются криогенными.

В области распространения многолетнемерзлых пород, процессы промерзания и оттаивания отложений в деятельном слое, а также деградация или нарастание мощности многолетнемерзлых пород во времени приводит к изменению условий питания, разгрузки и взаимосвязи между отдельными типами вод. Эти процессы обуславливают возникновение таких криогенных явлений, как образование бугров пучения, подземных и наземных ледов, термокарста и др.

1. Бугры пучения – возникают в результате процессов миграции воды при промерзании влажных или насыщенных водой рыхлых отложений. Они связаны с увеличением объема замерзающей в породе воды. Высота бугров пучения составляет 1-2 м и реже больше.



2. Подземные наледи – представляют собой подземные ледяные линзы в ядрах бугров пучения различных размеров. Они бывают сезонными и многолетними. Крупные многолетние бугры пучения с подземной наледью в ядре называются гидролакколитами.



3. Наземные наледи – представляют собой ледяное тело, образовавшееся при замерзании речной или подземной воды, излившейся на поверхность льда, снега, земли или толще деятельного слоя в результате промерзания того водоносного тракта, по которому обычно движется вода.
4. Термокарст – является результатом неравномерного проседания или провала почвы и подстилающих ее при таянии подземного льда. Развитие термокарста происходит при повышении среднегодовой температуры воздуха или при увеличении амплитуды колебания температуры почвы, что ведет к увеличению глубины протаивания пород.



1.10 МИНЕРАЛЬНЫЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ.

К природным минеральным водам относятся подземные воды, оказывающие благотворное физическое воздействие на организм человека в силу повышенной минерализации, сверхкларкового содержания специфических компонентов, высокой температуры или высокой радиоактивности.

Выделяют три провинции подземных минеральных вод. Провинция – это площадь, в пределах которой распространены определенные группы минеральных вод, связанные общностью геолого-структурных, гидрогеологических, гидрогеохимических, гидротермических и других особенностей.

Месторождение минеральных вод представляют собой пространственно ограниченную часть водоносной системы, в пределах которой количество и качество подземных вод позволяют производить их отбор для их хозяйственного использования.

Первая провинция – характеризуется преобладанием углекислых вод различного ионного состава и располагается в местах современной и недавно угасшей вулканической деятельности.

Вторая провинция – включает азотные термальные воды. Она охватывает площади действия современных сейсмических явлений (Восток и Юг) и контактирует с первой провинцией.

Третья провинция – связана с платформенными областями, передовыми прогибами, где развиты рассольные, соленые, азотно-метановые, холодные и термальные воды. Целесообразность использования того или иного месторождения минеральных вод поле его разведки устанавливается кондиционными показателями, т.е. требованиями к химическому составу воды, содержанию определенных компонентов, глубине залегания вод, их дебиту, условиям эксплуатации и т.д.

Лечебные воды.

В соответствии с существующим ГОСТом к водам минеральным питьевым, лечебным и лечебно-столовым относятся воды с общей минерализацией не менее 2 г/л и (или) содержание биологически активные микрокомпоненты в количестве не ниже бальнеологических норм, принятых для питьевых минеральных вод. (см. таблицу).



Основные показатели	Норма для мин.вод.	Подразделение минеральных вод	
		Значение показателя	Наименование вод
Общая минерализация г/л	2,0	2,0 – 5,0 5,0 – 10,0 10,0 – 35,0 35,0 – 150,0 >150	Воды малой минерализации Воды средней минерализации Воды высокой минерал. Рассольные Крепкие рассольные
Содержание свободного, г/л CO ₂	0,5	0,5 – 1,4 1,4 – 2,5 > 2,5	Слабоуглекислые Углекислые концентрации Сильноуглекислые средней
Содержание H ₂ S общего, мг/л	10	10 – 50 50 – 100 100 – 250 250 – 500 500	Слабосульфидные Сульфидные концентрации Крепкие сульфидные Очень крепкие сульфид. Ультракрепкие сульфид. средней
Содержание As, мг/л	0,7	0,7 – 5,0 5,0 – 10,0 >10	Мышьяковистые Крепкие мышьяковистые Очень крепкие мышьяковистые
Содержание Fe, мг/л	20	20 – 40 40 – 100 >100	Железистые Крепкие железистые Очень крепкие железистые
Содержание Br, мг/л	25	-	Бромные
Содержание J, мг/л	5	-	Йодные
Содержание (H ₂ SiO ₃ + HSiO ₃), Vv/k	50	→	Кремнистые
Объемная активность R _n - , Вк	185	185 – 740 740 – 1480 1480 – 7400 7400	Очень слабые радоновые Слаборадоновые Радоновые средней концентрации Высокорудоновые
Реакция воды (pH)	-	3,5 3,5 – 5,5 5,5 – 6,8 6,8 – 7,2 7,2 – 8,5	Сильнокислые Кислые Слабокислые Нейтральные Слабощелочные

		>8,5	Щелочные
Температура, °С	-	20 20 – 35 35 – 42 > 42	Холодные Теплые (слаботермальные) Горячие (термальные) Очень горячие (высокотермальные)

Минеральные воды подразделяют на основные бальнеологические группы:

1. Соленные воды и рассолы;
2. Углекислые;
3. Радоновые;
4. Кремнистые термальные;
5. Железные, мышьяковистые и с повышенным содержанием металлов (Mn, Cu, Zn, Pb, Al и др.)
6. Слабоминерализованные с высоким содержанием органических веществ (типа «Нафтуса»).

Промышленные воды.

Промышленными подземными водами – называются воды, содержащие некоторые компоненты в концентрациях, позволяющих их извлекать для промышленных целей.

Увеличение использования йода, брома, лития, рубидия, германия и других компонентов в разнообразных отраслях народного хозяйства требует расширение поисков, разведки и эксплуатации промышленных подземных вод соответствующего химического состава. Промышленные воды, имеющие повышенную минерализацию (рассолы), залегают на больших глубинах (500 м и более) и занимают сравнительно ограниченные площади, характеризующиеся определенными геоструктурами, гидрологическими и термическими условиями. Рентабельность добычи промышленных вод определяется содержанием в них ценного компонента, глубиной залегания вод, дебитом и уровнем воды при эксплуатации, условиями сброса отработанных вод, условиями транспортировки полученного сырья и другими технико-экономическими показателями.

В таблице приведены основные показатели и нормы оценки промышленных минеральных вод. Добыча двух, трех и больше компонентов из одного месторождения промышленных вод может производиться при меньших концентрациях, что и указано в таблице. Глубина залегания промышленных вод должна быть не более 2-4км. динамический уровень не ниже 200-600м, а дебит скважин не менее 200-500 м³/сут.

Компоненты		Нормы оценки МВ	Воды
NaCl	г/л	50	Галитовые
Na ₂ SO ₄	г/л	50	Мирабилитовые
NaHCO ₃ + Na ₂ CO ₃	г/л	55	Содовые
Br	мг/л	250-500	Бромные
I	мг/л	18	Йодные
B ₂ O ₃	мг/л	200	Борные
I	мг/лмг/л	10	Йодоборные (совместное извлечение)
B ₂ O ₃		75	
I	мг/л мг/л	10	Йодобромные (совместное извлечение)
Br		150-20	
Li	мг/л	10-20	Литиевые
Mg	мг/л	1000-5000	Магнезиальные
K	мг/л	350-1000	Калиевые
Ra	г/л	10-11-10 ⁻⁹	Радиевые

В некоторых районах, промышленные воды содержат металлы (медь, цинк, вольфрам, алюминий и др.) и представляют интерес как перспективные металлоносные растворы. К промышленным водам относятся различные типы минеральных вод, но наибольшее распространение получили йодные и бромные воды третьей провинции. Обычно это рассолы, связанные с терригенными толщами, залегающие на глубинах от 500 до 3000м. Дебиты скважин малые, средние и редко большие (до 70 л/с). Характерно, что содержание брома, стронция с глубиной уменьшается, бора – увеличивается, а йода – не изменяется. Глубоко залегающие промышленные воды имеют повышенную температуру, поэтому необходимо использовать эти воды комплексно.

Термальные воды.

Гидрогеотермальные ресурсы (тепло внутриземных вод) могут использоваться для термоэнергетических целей. К ним относятся термальные воды, пароводная смесь (парогидротермы) и сухой пар. По температуре на устье скважины различают воды: горячие ($35-75^{\circ}\text{C}$) высокотермальные ($75-100^{\circ}\text{C}$) и перегретые (более 100°C). При оценке пригодности термальных вод для тех или иных целей важную роль играют также их минерализация, концентрация водородных ионов (рН) наличие токсичных элементов и др. по величине теплопроизводительности (и дебиту скважин) выделяют месторождения малые – менее $4,18 \cdot 10^3$ Дж/ч ($1000 \text{ м}^3/\text{сут}$), средние – $4,18 \cdot 10^3 - 2,09 \cdot 10^4$ и больше. Стоимость электроэнергии на геотермальных станциях Камчатки в 2-5 раз дешевле, чем на дизельных и угольных. Термальные воды могут использоваться для теплофикации, электрификации, в парниковых хозяйствах, бассейнах, горнодобывающей промышленности.



По предварительным оценкам на территории СНГ прогнозные запасы термальных вод с температурой $40-250^{\circ}\text{C}$, минерализацией до 35 г/л и глубиной залегания до 3000м составляют 21-22млн. $\text{м}^3/\text{сут}$, что эквивалентно сжиганию 30-40 млн. т условного топлива в год. Наиболее перспективными областями являются вулканические, регионы кайнозойского тектогенеза и эпипалеозойские плиты. Освоение гидрогеотермальных ресурсов находится в начальной стадии.

РАЗДЕЛ 2 ДИНАМИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

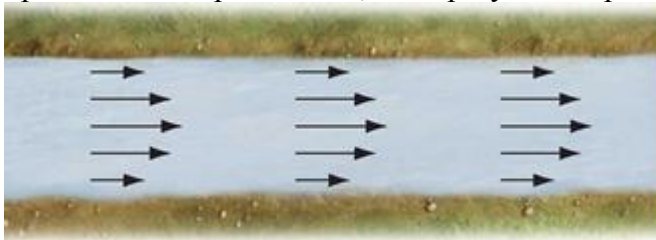
2.1 ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ В ПОРОДАХ И ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ФИЛЬТРАЦИИ.

Опыт показывает, что скорость движения воды зависит от разности абсолютных отметок (высот) h_1, h_2 .

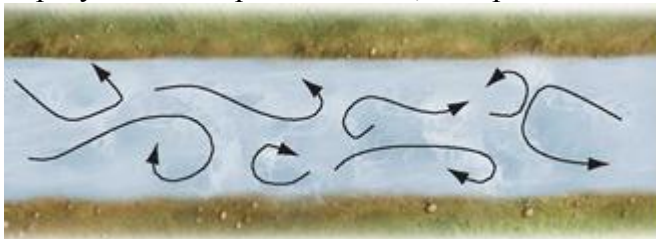
Примем разность $\frac{H_2 - H_1}{e} = I$ гидравлический градиент (рис.2)

Различают два типа движения воды:

1. Ламинарный – при небольших гидравлических градиентах (напорах), когда струи потока практически параллельны, не образуя завихрений.



2. Турбулентный – наблюдается при больших значениях гидравлических напорах, образуется завихрение потока, которое создает дополнительное сопротивление потоку.



Французский ученый Дарси установил зависимость: скорость движения потока подземных вод прямо пропорциональна гидравлическому напору, т.е. $V = K_{\phi} \cdot I$

Где коэффициент K_{ϕ} характеризует зависимость скорости движения воды в данной горной породе от напора и называется коэффициентом фильтрации $K_{\phi} = \frac{V}{I}$ [K_{ϕ}] = 1 м/сек, м/сут.

Коэффициентом фильтрации называется скорость движения подземных вод при напорном градиенте равном 1.

При турбулентном движении, скорость определяется $V = K_{\phi} \sqrt{I}$ поэтому соответствующий закон Дарси характеризует нелинейный закон фильтрации

$Q = K_{\phi} \cdot F \cdot \sqrt{I} \cdot \cos \alpha$; а при ламинарном движении $V = K_{\phi} \cdot I$ закон Дарси характеризует линейный закон фильтрации $Q = K_{\phi} \cdot F \cdot I \cdot \cos \alpha$; где F – площадь сечения потока подземных вод, α – угол между направлением потока и перпендикуляром к сечению через который проходит поток.

Нелинейный закон фильтрации наблюдается при крутых формах депрессионной поверхности, что определяется большим дебитом скважины или характерен для начала откачки (когда движение не установившееся).

Единицы измерения:

[Q] – расход, дебит, м³/сут; л/сек; м³/сек.

[I] – гидравлический уклон, безразмерная величина.

[F] – площадь сечения, м².

[K_{ϕ}] – коэффициент фильтрации, м/сут; см/сек; м/сек.

Основные понятия и определения динамики подземных вод.

1. Большинство формул динамики основано на допущении, что условия питания, разгрузки режим подземных вод постоянны во времени в этом случае фильтрации называется установившимся. Но существуют причины (естественные и искусственные факторы –

инфильтрация атмосферных осадков и поверхностных вод), которые нарушают естественный установившийся режим. Это выражается в изменении всех параметров потока во времени (уровень, скорость и т.д.) движение становится более сложным и называется неустановившимся.

2. Коэффициент проницаемости K_n характеризует способность г.п. пропускать через себя жидкости и газы характеризующиеся только геометрическими свойствами среды.

$$K_n = K_\phi \frac{V}{q}, \text{ где } \nu - \text{вязкость жидкости; } q - \text{ускорение силы тяжести.}$$

3. Коэффициент водопроводимости – это произведение коэффициента фильтрации на мощность в/д горизонта $T = K_\phi * H$; [Т] – м²/сут.
4. Режим фильтрации различают жесткий и упругий режимы. Жесткий предполагает, что движение жидкости обусловлены силами тяжести и давлением воды. Влияние упругих сред здесь практически не учитывается. Упругий режим фильтрации или напорный режим характеризуется упругими свойствами среды встречается, в основном, в артезианских водоносных горизонтах.

5. Коэффициент водоотдачи (коэффициент упругой водоотдачи) μ (μ^*) это величина характеризующая объем воды стекающей с одного кубометра обводненных пород, путем свободного стекания (за счет сил упругости пласта). Упругий режим фильтрации определяет специфику: вода движется в основном под действием давления, и поэтому для упругого режима характерны свои показатели, нежели для жесткого.

μ : пески - 0,1-0,35; с/п и г/с - 0,05-0,1; глины - 0,05-0,005; трещиноватые породы 0,001-0,03.

$$\mu = 0,117^7 \sqrt{K_\phi};$$

$$\mu^* = \beta^* m, \text{ где } \beta = \alpha^* \beta_w + \beta_s$$

6. Коэффициент уровнепроводимости – это способность в/г горизонта передавать изменение УГВ (или скорость распространения депрессионной поверхности)

$$a_y = \frac{K_\phi * h_{cp}}{\mu}$$

[a_y] – м²/сут.

7. Коэффициент пьезопроводности a^* - характеризует скорость изменения давления в пласте

$$a^* = \frac{K_\phi m}{\mu^*}, \text{ где коэффициент упругой водоотдачи } \mu^* \text{ будет равен: } \mu^* = \beta^* m;$$

$\beta = \alpha \beta_n + \beta_s$, где β - упругая емкость породы, μ^* - коэффициент упругой емкости (водоотдачи) пласта $\mu^* = \beta m$; $\mu^* = [5-20]10^{-3}$ глины, песка соотв. $\mu^* = (1-5)10^{-5}$ - трещиноватости породы; α – это пористость пород, $\beta_n = 4,5 * 10^{-5}$ см²/кг и $\beta_s = (0,25 \div 2)10^{-5}$ см²/кг следует помнить, что применение μ и a в расчетах напорных горизонтов не правильно, необходимо применять μ^* и a^* .

8. Понятие о гидродинамических сетках. Гидродинамические сетки предназначены для графического отображения динамики подземных вод на картах. Для этой цели рассматривают линии тока и линии напоров. Линии тока представляют собой направление движения отдельных струй потока. Линии напора показывают величину напора в каждой отдельной точке. Совокупность этих линий объединяет гидродинамическую сетку, линии напоров строятся для грунтовых вод, аналогично гидрогизопсам, для напорных же вод гидроизопьезам иногда они называются эквипотенциалами. Справедливо правило: в каждой точке линии тока перпендикулярны эквипотенциалам.

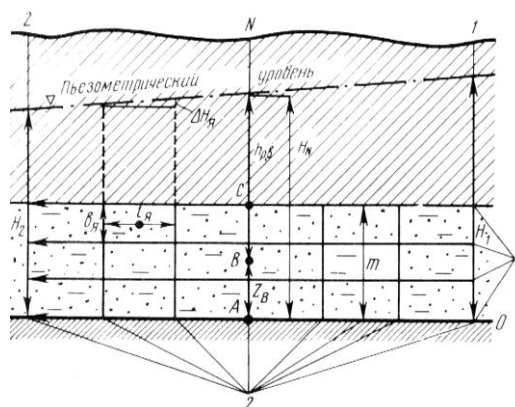
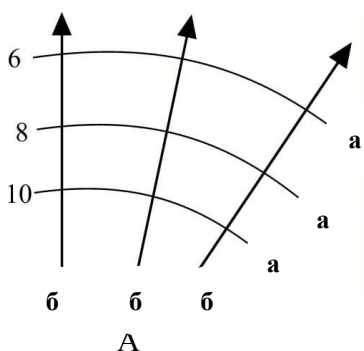


Рис.15

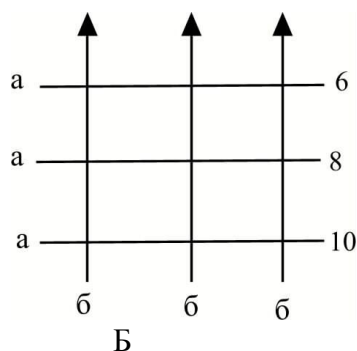
Гидродинамическая сетка

напорного потока в однородном пласте

1 – линии тока; 2 – линии равного напора (эквипотенциали); H_1 и H_2 – пьезометрические напоры.



А



Б

Рис.16 Виды гидродинамических сеток: А- радиальный поток; Б-плоский поток; а – эквипотенциали, б – линии тока.

Различают два вида потоков подземных вод:

- 1) плоский поток – когда линии тока и эквипотенциалы взаимопараллельны;
- 2) радиальный поток – линии тока и эквипотенциалы не параллельны

Можно сформулировать следующие свойства гидродинамических сеток:

- а) через каждую ячейку сетки заключенную между двумя линиями тока проходит одинаковое количество воды (расход);
- б) в каждой точке можно определить гидравлический напор следующим образом: разница отметок эквипотенциалей, деленная на расстояние между ними;
- в) по виду сеток можно оценить тип потока, установившийся или не установившийся. Считается, при равномерном распределении линии токов и эквипотенциалей поток представляет установившееся движение.

2.2 ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОТОКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

Верхняя часть земной коры представляет собой зону аэрации, где в порах горных пород содержится воздух, и зона насыщения или зона фильтрации, область распространения подземных вод.

Различают напорные и безнапорные воды. Напорные, как правило располагаются ниже, грунтовых вод и отделены от них слоем водонепроницаемых пород.

Можно выделить следующие характеристики потоке: ширина (В), ср.мощность (Н), условия питания и разгрузки, краевые условия.

По условиям питания и нагрузки различают:

- 1) С сосредоточенным питанием и разгрузкой. Имеют определенные небольшие области питания и разгрузки, что позволяет им не изменять режим водоносного горизонта в длительное время.
- 2) Потоки с расселенным режимом питания и разгрузки, где область питания, рассеяна по всей площади водоносного горизонта, что приводит к колебанию параметров режиме (t: уровень).

3) Краевые условия, здесь понимается характер г/г условий на границе водоносного горизонта. Различают крайних условия в разрезе и в пласте.

В разрезе различают:

- а) воды со свободной поверхностью, граничащей с зоной аэрации;
- б) напорные воды, когда кровля водоносного горизонта является водонепроницаемыми породами.

В нижней части разрезе водоносного горизонта, чаще всего подстилается водонепроницаемыми породами.

В плане границы водоносного горизонта могут быть либо водопроницаемые, либо водонепроницаемые, искусственным или естественным.

Различают 4 типа границ:

Граница 1 рода $H = \text{const}$ это граница с естественными или искусственными водоемами, где обеспечено постоянное поступление в в/д горизонт, воронка депрессии дойдя до этой границы дальше практически не распространяется т.к. река является неисчерпаемым источником пополнения воды. Граница является благоприятной для эксплуатации.

Граница II рода – граница с постоянным расходом $Q = 0$ работает, когда воронка депрессии достигает непроницаемых пород, после этого скорость ее снижения и значительно возрастает т.к. со стороны границы подземные воды не поступает ($Q=0$), такая граница отрицательно влияет на эксплуатацию водоносного горизонта.

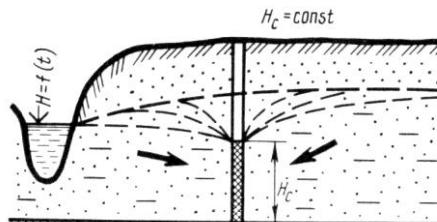


Рис.17 Схема граничных условий первого рода

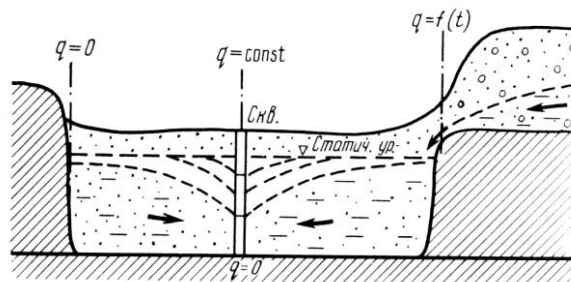


Рис.18 Схема граничных условий второго рода

В природе встречаются граница 3-4 рода, когда водоносный горизонт контактирует с различными по проницаемости горными породами (с линейной зависимостью во времени расходов и напоров).

2.3 УСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ОДНОРОДНЫХ ПЛАСТАХ.

2.3.1 Движение грунтовых вод в однородных пластах.

Движение грунтовых вод при горизонтальном водоупоре.

При анализе различных природных схем этих потоков обычно решаются следующие задачи:

- 1) определение расхода потока
- 2) построение депрессионной (пьезометрической) кривой

3) определение отдельных параметров, характеризующих область фильтрации или условия питания потока.

Определение расхода потока. Величина единичного расхода грунтового потока q определяется выражением: $q = kJh$.

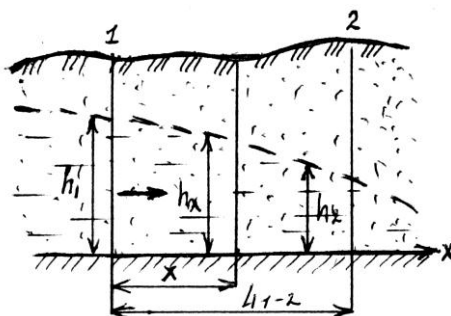


Рис.19 Схема грунтового потока с горизонтальным водоупором.

В дифференциальной форме с учетом величины напорного градиента при горизонтальном водоупоре $J = -\frac{dh}{dx}$ формула единичного расхода будет иметь вид

$$q = -kh \frac{dh}{dx} \quad (1)$$

В уравнении (1) произведем разделение переменных: $\frac{q}{k} dx = -h dh$ (2)

Выражение (2) интегрируем от сечения 1 до сечения 2, где x изменяется от 0 до L_{1-2} , а значение напора h — соответственно от h_1 до h_2

$$qk \int_0^{L_{1-2}} dx = - \int_{h_1}^{h_2} h dh \quad (3)$$

После интегрирования (3) получим $(q/k)L_{1-2} = \frac{-(h_2^2 - h_1^2)}{2}$ откуда получим величину единичного расхода $q = k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}}$.

Полученная формула была выведена французским гидравликом Ж. Дюпюи в 1857г. и называется формулой Дюпюи.

Общий расход потока определяется следующим образом:

$$Q = Bq = Bk \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} = Bk \frac{h_1 + h_2}{2} * \frac{h_1 - h_2}{L_{1-2}} \quad \text{где } (h_1 + h_2)/2 - \text{средняя мощность потока}$$

(h_{cp}), а $((h_1 - h_2)/L_{1-2})$ — средний напорный градиент (I_{cp}).

Построение кривой депрессии. Кривую депрессии можно построить если известны мощности водоносного горизонта в двух поперечных сечениях 1 и 2. Для построения кривой депрессии нужно определить мощность водоносного горизонта в любом третьем сечении h_x отстоящем от первого на расстоянии x .

Согласно уравнению Дюпюи единичный расход для участка потока 1-2 равен

$$q_{1-2} = k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}}$$

Аналогично для участка 1- x

$$q_{1-x} = k \frac{h_1^2 - h_x^2}{2x}$$

т.к. движение устанавливается, то $q_{1-2} = q_{1-x}$

Приравняв правые части двух последних уравнений (при $q = \text{const}$)

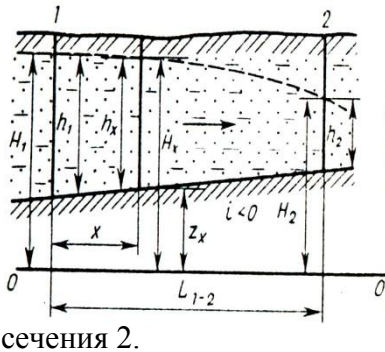
$$k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} = k \frac{h_1^2 - h_x^2}{2x}$$

Откуда получим значение h_x :

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}} x} \quad (4)$$

Движение грунтовых вод при наклонном залегании водоупора

В этом случае гидравлический напор может быть определен только через абсолютные отметки уровня, т.е.



$$I = \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} = \frac{\Delta H}{L_{1-2}}$$

H_1 и H_2 – абсолютные отметки уровня в сечении 1 и 2.

В сечении 1 единичный расход будет q_1 , в сечении 2 и x – q_2 и

q_x используется дифференциальное уравнение $q = -kh \frac{dH}{dx}$

Разделим переменные и проинтегрируем от сечения 1 до сечения 2.

Рис.20 Схема грунтового потока с наклонным водоупором

$$\int_0^{L_{1-2}} \frac{q}{kh} dx = - \int_{H_1}^{H_2} dH$$

Применив к левой части уравнения теорему о средней будем считать, что мощность потока h равна его средней величине h_{cp} ; в этом случае уравнение после интегрирования примет вид $\frac{q}{kh_{cp}} L_{1-2} = -(H_2 - H_1)$

Так как $h_{cp} = (h_1 + h_2)/2$, то из уравнения получим следующую приближенную формулу:

$$q = k \frac{h_1 + h_2}{2} * \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} \quad (1)$$

Для определения H_x , пользуясь уравнением (I) выразим единичный расход между сечениями 1-2 и 1- x уравнениями:

$$q_{1-2} = k \frac{h_1 + h_2}{2} * \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}}$$

$$q_{1-x} = k \frac{h_1 + h_x}{2} * \frac{H_1 - H_2}{x}$$

Так как левые части двух последних уравнений равны ($q_{1-2} = q_{1-x}$) приравняем правые их части предварительно сократив на $K/2$:

$$(h_1 + h_2) \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} = (h_1 + h_2) \frac{H_1 - H_2}{x}$$

Учитывая, что $h_x = H_x - Z_x$ (рис.20), получим уравнение для определения пьезометрического напора H_x в промежуточном сечении их:

$$(h_1 + h_2) \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} = (h_1 + H_x - Z_x) \frac{H_1 - H_2}{x} \quad (2)$$

В уравнении (2) остается одна неизвестная величина H_x . Величину Z_x определяют в соответствии с уклоном водоупора как:

$$Z_x = Z_1 + \frac{Z_2 - Z_1}{L_{1-2}} x$$

где $Z_1 = H_1 - h_1$, а $Z_2 = H_2 - h_2$ (рис.)

Уравнение (2) представляет собой квадратное уравнение $aH_x^2 + bH_x + c = 0$, в котором H_x определяется следующим образом:

$$H_x = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

2.3.2 Движение напорных вод в однородных пластах.

Движение напорных вод в пластах постоянной мощности.

Напорный поток в пласте постоянной мощности характеризуется равномерным движением подземных вод, для которого скорость фильтрации по всем сечениям потока остается постоянной величиной.

Дифференциальное уравнение Дюпюи для данного случая берется в следующем виде:

$$q = -km \frac{dH}{dx} \quad (1)$$

Разделив переменные (H и x) и проинтегрировав уравнение (1) в пределах сечения 1 до сечения 2 (рис.21), где H изменяет от H_1 при $x = 0$ до H_2 при $x = L_{1-2}$, получим расчетную формулу:

$$q = -km \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} \quad (2)$$

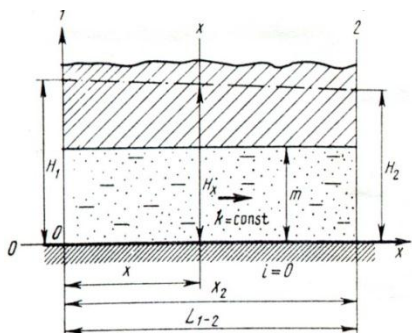


Рис.21 Схема напорного потока с горизонтальным водоупором

Для построения пьезометрической кривой запишем единичный расходы между сечениями 1-2 и 1-x (рис.21)

$$q_{1-2} = -km \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} \quad \text{и} \quad q_{1-x} = -km \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (3)$$

В силу неизменности расхода по пути движения потока приравняем в уравнениях (3) правые части, сократив их на km :

$$\frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} = \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (4)$$

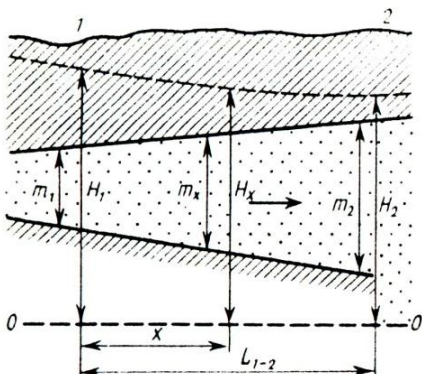
Решая уравнение (4) относительно H_x найдем расчетную формулу для построения пьезометрической кривой:

$$H_x = H_1 - \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} x \quad (5)$$

Как видно из уравнения (5) пьезометрический уровень напорного потока представляет собой прямую линию.

Движение напорных вод в пластах переменной мощности.

Расход потока можно рассчитать по уравнению Г.Н.Каменского выведенного для грунтового потока при наклонном водоупоре.



$$q = k \frac{m_1 + m_2}{2} * \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} \quad (6)$$

Для вывода более точной формулы воспользуемся методом В.И.Давидовича, где мощность в среднем сечения

определяется путем линейной интерполяции:

Рис.22 Схема напорного потока в пластах переменной мощности

$$m_x = m_1 + \frac{m_2 - m_1}{L_{1-2}} x \quad (7)$$

Закон Дерси в интегральной формуле будет: $q = -km \frac{dH}{dx}$ (8)

Представляя формулу (7) в формулу (8), получим уравнение:

$$q = -k(m_1 + \frac{m_2 - m_1}{L_{1-2}} x) \frac{dH}{dx} \quad (9)$$

После разделения переменных интегрирования от сечения 1 до сечения 2 получим следующее:

$$\int_0^{L_{1-2}} \frac{q}{k} \frac{dx}{(m_1 + \frac{m_2 - m_1}{L_{1-2}} x)} = \int_{H_1}^{H_2} -dH \quad (10)$$

$$\frac{q}{k} \left[\frac{1}{\frac{m_2 - m_1}{L_{1-2}}} \ln (m_1 + \frac{m_2 - m_1}{L_{1-2}} x) \right] + C = -H + C \quad (11)$$

Перейдя к определенным интегралам (для x – от 0 до L_{1-2} и для H – от H_1 до H_2) получим

$$\frac{qL_{1-2}}{k(m_2 - m_1)} (\ln m_2 - \ln m_1) = - (H_2 - H_1) \quad (12)$$

отсюда получим расчетную формулу расхода потока:

$$q = k \frac{m_2 - m_1}{\ln m_2 - \ln m_1} * \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} \quad (13)$$

Построение пьезометрической кривой. Для получения уравнений ординаты пьезометрической кривой H_x (рис.22) напишем уравнения расхода потока на участке I-х по формуле Каменского (6) и формуле Давидовича (13):

$$q_{1-x} = k \frac{m_1 + m_x}{2} * \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (14)$$

$$q_{1-x} = k \frac{m_x - m_1}{\ln m_x - \ln m_1} * \frac{H_1 - H_x}{x} \quad (15)$$

Приравняв правые части этих уравнений в силу постоянства расхода по всем сечениям, получим приближенную формулу Каменского для ординаты пьезометрической кривой:

$$H_x = H_1 - \frac{m_1 + m_2}{m_1 + m_x} * \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} x \quad (16)$$

Аналогичным образом, приравняв правые части уравнения (13) и (15) получим формулу Давидовича для определения ординаты пьезометрической кривой, отстоящей от сечения 1 на расстоянии x :

$$H_x = H_1 - \frac{m_2 - m_1}{m_x - m_1} \frac{\ln m_x - \ln m_1}{\ln m_2 - \ln m_1} \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} x \quad (17)$$

Напорно-безнапорное движение подземных вод

Для определения единичного расхода такого потока, используют формулу:

$$q = k \frac{m(2H_1 - m - h_2^2)}{2L_{1-2}} \quad (18)$$

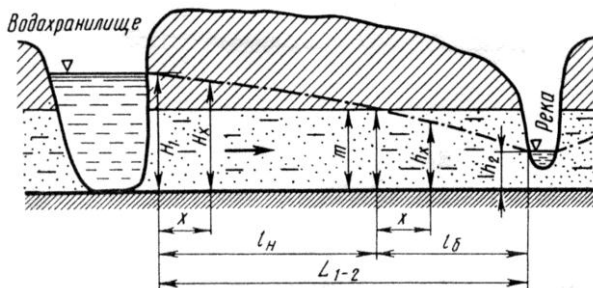


Рис.23 Схема напорно-безнапорного потока

Построение депрессионной кривой. Кривая строится с учетом длин участков напорного и безнапорного потоков l_H и l_b . Длина участка напорного движения l_H определяется по формуле:

$$l_H = \frac{2L_{1-2}m(H_1 - m)}{m(2H_1 - m) - h_2^2} \quad (19)$$

Для участка напорного потока на основании формулы (5) пьезометрическая кривая будет иметь вид прямой:

$$H_x = H_1 - (H_1 - m) \frac{x}{l_H}$$

Для участка безнапорного потока в соответствии с формулой (4 тема 2.3.1) ордината депрессионной кривой (в данном случае меняющаяся мощность водоносного горизонта H_x) определяется следующим образом.

$$h_x = \sqrt{m^2 - (m^2 - h_2^2) \frac{x}{l_b}}$$

Для соотношения формул напорного и безнапорного водоносного горизонта, запишем уравнение Дарси:

$$q = -kh \frac{qh}{qx} = -k \frac{qh^2}{2qx} \quad (20)$$

$$q = -km \frac{qH}{qx} = -k \frac{qmH}{qx} \quad (21)$$

Из приведенных уравнений видно, что для того чтобы перейти от решений для напорного потока к решениям для безнапорного потока, нужно в расчетной формуле заменить mH величиной $h^2/2$, т.е.

$$mH = h^2/2 \quad (22)$$

Данный способ дает возможность переходить от более простых решений для напорного потока к более сложным для подземных потоков со свободной поверхностью.

2.3.3 Движение грунтовых вод в междуречном массиве при наличии инфильтрационного питания.

Инфильтрационное питание (инфильтрация) W – количество воды, просачивающееся на поверхность грунтовых вод в единицу времени (мм/год, мм/сут, м/сут) через единицу площади междуречного массива.

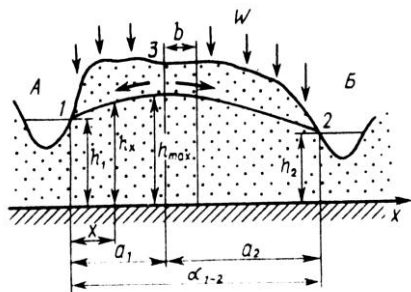


Рис.24 Схема грунтового потока не в междуречном массиве

Пусть водоупор залегает горизонтально. Определим положение водораздела и единичную величину расхода. Расход грунтового потока в любом сечении x междуречного массива при наличии инфильтрации (W) выражается формулой $q_x = q_1 + Wx$ (1)

где q_x – расход грунтового потока в сечении 3, отстоящем от уреза реки А на расстоянии x (рис.24); q_1 – расход потока в начальном сечении у уреза реки А.

Расходы q_x и q_1 считаются положительными, если движение происходит по оси x , и отрицательными, если – против.

По уравнению Дюпюи расход грунтового потока равен:

$$q_x = -kh \frac{dh}{dx}$$

Подставляя значение q_x из уравнения Дюпюи в уравнение (1), получим

$$-kh \frac{dh}{dx} = q_1 + Wx \quad (2)$$

Разделив переменные и проинтегрировав уравнение в пределах от начального сечения 1 до промежуточного сечения 3, получим следующее выражение:

$$-\int_{h_1}^{h_x} h dh = \frac{q_1}{k} \int_0^x dx + \frac{W}{k} \int_0^x x dx \quad (3)$$

интегрирование дает

$$-\frac{h_x^2 - h_1^2}{2} = \frac{q_1}{k} x + \frac{W}{k} \cdot \frac{x^2}{2} \quad (4)$$

откуда

$$q_1 = k \frac{h_1^2 - h_x^2}{2x} - \frac{W}{2} x \quad (5)$$

Принимая конечные величины в соответствии с граничными условиями $x = L_{1-2}$, $h_x = h_2$, получим

$$q_1 = k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} - W \frac{L_{1-2}}{2} \quad (6)$$

Подставив значения q_1 из уравнения (6) в формулу (1), получим расчетную формулу для определения расхода грунтовых вод через произвольное сечение междуречного массива:

$$q_x = k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} - W \left(\frac{L_{1-2}}{2} - x \right) \quad (7)$$

Обозначим расстояние от начального сечения 1 до водораздела грунтовых вод через a_1 (см.рис.24). На водоразделе расход грунтовых вод равен нулю ($q_x = 0$). Тогда из формулы (7)

$$\text{найдем } k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} - W \left(\frac{L_{1-2}}{2} - a_1 \right) = 0, \quad (8) \quad \text{откуда}$$

$$a_1 = \frac{L_{1-2}}{2} - \frac{k}{W} * \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}}, \quad a_1 = \frac{L_{1-2}}{2} - \epsilon \quad (9)$$

В случае, если уровень в обоих реках одинаков, то $h_1 = h_2 \rightarrow a_1 = L_{1-2}/2 = a$, т.е. водораздел грунтовых вод находится на середине междуречья:

Величина: $\epsilon = \frac{k}{W} \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}}$ - называется смещением водораздела в сторону реки с более высоким уровнем.

Построение депрессионной кривой. Для получения уравнения ординат кривой депрессии в любом сечении междуречья нужно подставить в уравнение (4) значение расхода q_1 из формулы (б) и решить его относительно h_x :

$$-\frac{h_x^2 - h_1^2}{2} = \frac{x}{k} \left(k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} - W \frac{L_{1-2}}{2} \right) + \frac{W}{k} \frac{x^2}{2} \quad (10)$$

Открыв скобки и сократив на 2. получим

$$h_1^2 - h_x^2 = \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}} x - \frac{WL_{1-2}}{k} x + \frac{W}{k} x^2 \quad (11)$$

Полученное уравнение (11) решается относительно h_x :

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}} x + \frac{W}{k} (L_{1-2} - x)x} \quad (12)$$

Радиальный поток.

Радиальный поток образует гидродинамическую сетку в виде трапеций. Он может быть сходящимся или расходящимся. В этом случае обозначим B – ширина потока.

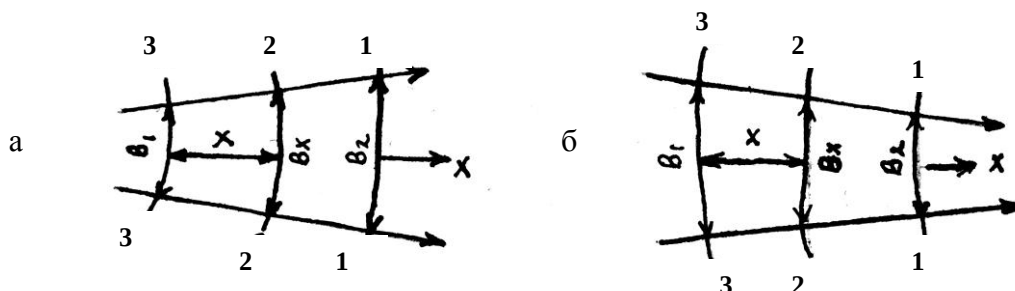


Рис.25 Схема радиального потока в плане
а – расходящегося, б – сходящегося

В начале рассмотрим сходящийся поток. Применив уравнение Дюпюи, получим для любого сечения потока следующее общее выражение расхода:

$$Q = -kBh \frac{dh}{dx} \quad (13)$$

где B – переменная ширина потока, которая может быть определена как сечение трапеции:

$$B = B_1 - \frac{B_1 - B_2}{L_{1-2}} * x \quad (14)$$

Подставив полученное значение В в уравнение (13), получим

$$Q = K \left(B_1 - \frac{B_1 - B_2}{L_{1-2}} x \right) h \frac{dh}{dx} \quad (15)$$

Переходя к определенным интегралам (для x от 0 до L_{1-2}) и (для h от h_1 до h_2), получим

$$-\frac{QL_{1-2}}{k(B_1 - B_2)} (\ln B_2 - \ln B_1) = -\frac{h_2^2 - h_1^2}{2} \quad (16)$$

откуда

$$Q = k \frac{B_1 - B_2}{\ln B_1 - \ln B_2} * \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} \quad (17)$$

Для случая расходящегося потока по аналогии с предыдущим имеем

$$B = B_1 + \frac{B_2 - B_1}{L_{1-2}} x \quad (18)$$

Полученное значение В подставляем в уравнение Дюпюи:

$$Q = -k \left(B_1 + \frac{B_2 - B_1}{L_{1-2}} x \right) h \frac{dh}{dx} \quad (19)$$

Ордината депрессионной кривой для обоих случаев радиального потока в любом промежуточном сечении, отстоящем от первого сечения на расстоянии x, может быть определена приравниванием уравнений расхода потока на участках 1-2 и 1-x. Формула имеет вид

$$h_x = \sqrt{h_1^2 \frac{B_1 - B_2}{B_1 - B_x} \frac{\ln B_1 - \ln B_x}{\ln B_1 - \ln B_2} * \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}} x}$$

2.4 УСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В НЕОДНОРОДНЫХ ПЛАСТАХ.

Неоднородность водовмещающих пород, можно представить в виде следующих вариантов:

1. Слоистые толщи:
 - а) движение потока вдоль слоев;
 - б) движение потока в крест слоев;
2. Двухслойные пласты:
 - а) с резким изменением свойств в плане;
 - б) с постепенным изменением свойств в плане;
3. Пласты сложного строения.

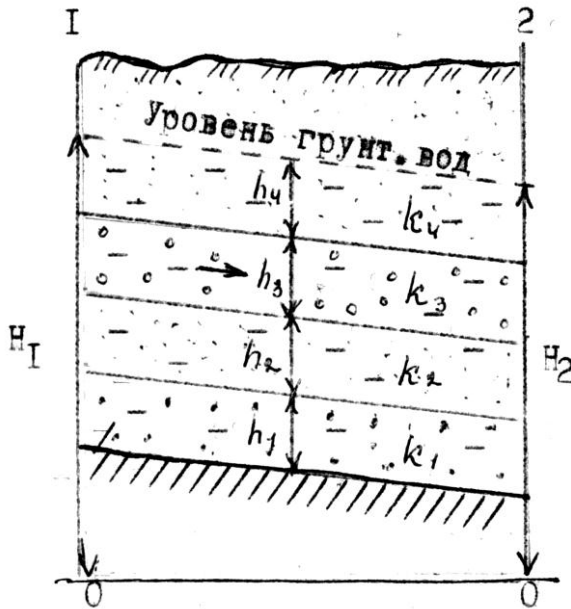
2.4.1 Движение подземных вод по напластованию (параллельно слоям).

Единичный расход всего потока в слоистом пласте можно записать как сумму единичных расходов отдельных слоев, т.е.

$$q = q_1 + q_2 + \dots + q_n \quad (1)$$

Зная коэффициенты фильтрации отдельных слоев ($k_1, k_2, \dots, k_n$) и их мощности ($h_1, h_2, \dots, h_n$), в соответствии с законом Дарси

$$\begin{aligned} q_1 &= k_1 h_1 I \\ q_2 &= k_2 h_2 I \\ &\dots\dots\dots \\ q_n &= k_n h_n I \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} q_1 &= k_1 h_1 I \\ q_2 &= k_2 h_2 I \\ &\dots\dots\dots \\ q_n &= k_n h_n I \end{aligned}} \right\}$$



Складывая левые и правые части приведенных уравнений, получим $q = (k_1 h_1 + k_2 h_2 + \dots + k_n h_n) I$ (3)

Вместе с тем единичный расход потока q можно представить в следующем виде:

$$q = k_{cp} h I \quad (4)$$

где k_{cp} – средний коэффициент фильтрации всего пласта: h – суммарная мощность всех слоев пласта ($h = h_1 + h_2 + \dots + h_n$). I – напорный градиент. При равномерном движении депрессионная кривая будет представлять собой прямую.

Рис.26 Схема движения подземных вод по напластованию

Приравнявая правые части уравнений (3) и (4), найдем

$$(k_1 h_1 + k_2 h_2 + \dots + k_n h_n) I = k_{cp} h I \quad (5)$$

Сократив на I и решив уравнение (5) относительно k_{cp} , получим формулу определения среднего значения коэффициента фильтрации для слоистого пласта:

$$k_{cp} = \frac{k_1 h_1 + k_2 h_2 + \dots + k_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad (6)$$

Полученное значение коэффициента фильтрации называется средне-взвешенным по мощности, а сам коэффициент фильтрации – средним приведенным или эквивалентным. Он является показателем водопроводимости всего комплекса неоднородной толщи.

Подставив формулу (4) значения k_{cp} (6) и I , найдем формулу единичного расхода потока:

$$q = \frac{k_1 h_1 + k_2 h_2 + \dots + k_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} (h_1 + h_2 + \dots + h_n) \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} \quad (7)$$

или

$$q = (k_1 h_1 + k_2 h_2 + \dots + k_n h_n) \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} \quad (8)$$

Формула (8) одинаково применима как к безнапорному, так и напорному потокам.

Движение подземных вод нормально к напластованию.

При движении воды нормально напластованию для каждого из слоев (рис.27) скорость фильтрации, исходя из закона Дарси, может быть представлена следующим образом:

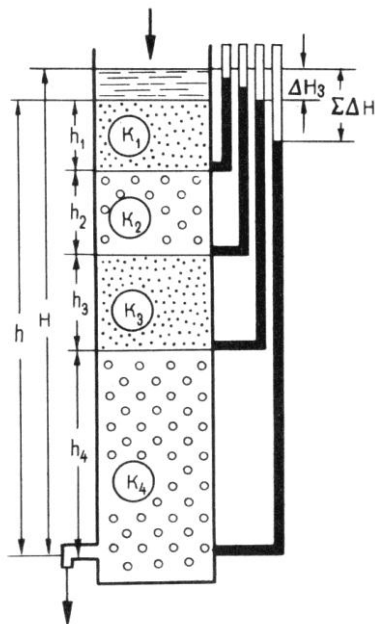


Рис 27 Движение воды сверху вниз, нормально к напластованию:

h_1, h_2, h_3, h_4 - мощности соответствующих слоев; h – суммарная мощность всех слоев; H – величина пьезометрического напора; k_1, k_2, k_3, k_4 - коэффициенты фильтрации пород соответствующих слоев.

$$\left. \begin{aligned} \text{для первого слоя } v_1 &= k_1 I_1 = k_1 \frac{\Delta H}{h_1} \\ \text{для второго слоя } v_2 &= k_2 I_2 = k_2 \frac{\Delta H}{h_2} \\ \text{для } n\text{-го слоя } v_n &= k_n I_n = k_n \frac{\Delta H}{h_n} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где $k_1, k_2, \dots, k_n$ – коэффициенты фильтрации соответствующих слоев; $I_1, I_2, \dots, I_n$ – напорные градиенты отдельных слоев; $\Delta H_1, \Delta H_2, \dots, \Delta H_n$ – величины падений напора в каждом слое.

Из каждой формулы (9) найдем величины падений напора, зная, что при равномерном движении скорость является величиной постоянной, т.е. $v_1 = v_2 = v_n = v$:

$$\left. \begin{aligned} \text{для первого слоя } \Delta H_1 &= \frac{vh_1}{k_1} \\ \text{для второго слоя } \Delta H_2 &= \frac{vh_2}{k_2} \\ \text{для } n\text{-го слоя } \Delta H_n &= \frac{vh_n}{k_n} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Определим общее падение напора ΔH , суммируя почленно уравнения (10):

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \Delta H_i = v \left(\frac{h_1}{k_1} + \frac{h_2}{k_2} + \dots + \frac{h_n}{k_n} \right) \quad (11)$$

Скорость фильтрации по закону Дарси для слоистой толщи равна:

$$v = k_{cp} I = k_{cp} \frac{\Delta H}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad (12)$$

где k_{cp} – средний коэффициент фильтрации.

Подставив значение v из уравнения (12) в уравнение (11), получим

$$\Delta H = k_{cp} \frac{\Delta H}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \left(\frac{h_1}{k_1} + \frac{h_2}{k_2} + \dots + \frac{h_n}{k_n} \right) \quad (13)$$

Из уравнения (13) находим среднее значение коэффициента фильтрации (k_{cp}):

$$k_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{\frac{h_1}{k_1} + \frac{h_2}{k_2} + \dots + \frac{h_n}{k_n}} \quad (14)$$

Имея среднее значение коэффициента фильтрации, можно определить величину расхода потока Q :

$$Q = \omega k_{cp} \frac{\Delta H}{h} = \omega \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{\frac{h_1}{k_1} + \frac{h_2}{k_2} + \dots + \frac{h_n}{k_n}} * \frac{\Delta H}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} = \omega \frac{\Delta H}{\frac{h_1}{k_1} + \frac{h_2}{k_2} + \dots + \frac{h_n}{k_n}} \quad (15)$$

где ω – площадь сечения прибора.

Сравнивая значения среднего коэффициента фильтрации при движении потока по напластованию и перпендикулярно к слоям легко убедиться, что первое значение является максимальным ($k_{\max}$), а второе – минимальным ($k_{\min}$). При фильтрации под углом к плоскостям напластования происходит преломление фильтрационных токов, подчиняющееся правилу тангенсов: $\operatorname{tg} \alpha / \operatorname{tg} \beta = k_1 / k_2$, где α – угол преломления токов в среде с коэффициентом фильтрации k_1 , β – в среде с коэффициентом k_2 .

2.4.2 Движение подземных вод в пластах с постепенным изменением водопроницаемости.

Ранее рассматривалось движение напорных вод в пластах переменной мощности. Причем мощность потока для частного случая менялась по линейному закону

$$\left(m_x = m_1 + \frac{m_2 - m_1}{L_{1-2}} * x \right)$$

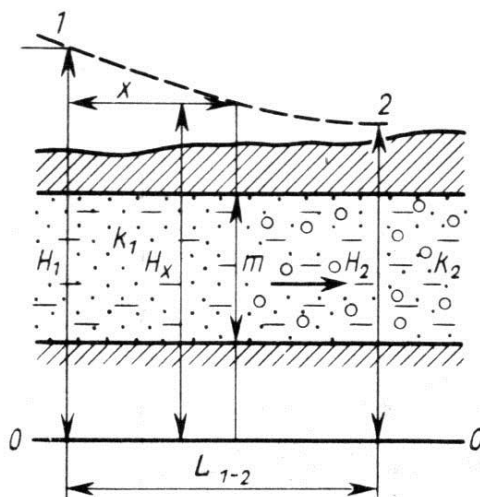


Рис. 28. Схема потока с постепенным изменением водопроницаемости

Рассмотрим напорный поток постоянной мощности, водопроницаемость которого меняется по линейному закону (рис.28).

По аналогии можно написать: $k_x = k_1 + \frac{k_2 - k_1}{L_{1-2}} * x \quad (1)$

где k_x – значение коэффициента фильтрации в промежуточном сечении, отстоящем от сечения 1 на расстоянии x ; k_1, k_2 – коэффициенты фильтрации соответственно в сечениях 1 и 2; L_{1-2} – расстояние между сечениями 1 и 2.

Запишем единичный расход напорного потока по уравнению Дюпюи:

$$q = -k_x m \frac{dH}{dx} \quad (2)$$

Подставляя в это уравнение значение k из уравнения (1), получим

$$q = -\left(k_1 + \frac{k_2 - k_1}{L_{1-2}} x\right) m \frac{dH}{dx} \quad (3)$$

Разделив переменные и проинтегрировав, найдем следующее:

$$\int_0^{L_{1-2}} \frac{q}{m} * \frac{dx}{k_1 + \frac{k_2 - k_1}{L_{1-2}} x} = \int_{H_1}^{H_2} -dH \quad (4) \quad \text{и далее}$$

$$\frac{q}{m} * \frac{L_{1-2}}{k_2 - k_1} (\ln k_2 - \ln k_1) = H_1 - H_2 \quad (5)$$

Решая полученное уравнение относительно q , получим формулу единичного расхода напорного потока:

$$q = \frac{k_2 - k_1}{\ln k_2 - \ln k_1} m \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} \quad (6)$$

Для грунтовых вод единичный расход потока определяется по аналогичному уравнению:

$$q = \frac{k_2 - k_1}{\ln k_2 - \ln k_1} * \frac{h_1 + h_2}{2} * \frac{h_1 - h_2}{L_{1-2}} = \frac{k_2 - k_1}{\ln k_2 - \ln k_1} * \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} \quad (7)$$

Уравнения ординаты пьезометрической кривой можно получить из сопоставления расхода потока между сечениями 1 – 2 и 1 – x . В конечном виде эти уравнения запишутся следующим образом:

для напорных вод $H_x = H_1 - \frac{k_2 - k_1}{k_x - k_1} \frac{\ln k_x - \ln k_1}{\ln k_2 - \ln k_1} \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} x; \quad (8)$

для грунтовых вод $h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{k_2 - k_1}{k_x - k_1} \frac{\ln k_x - \ln k_1}{\ln k_2 - \ln k_1} \cdot \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}} x}. \quad (9)$

ДВИЖЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ РЕЗКОЙ СМЕНЕ ВОДОПРОВОДИМОСТИ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Резкое изменение водопроводимости в горизонтальном направлении очень имеет место в речных долинах, где развиты террасы, или на склонах речных долин, покрытых делювиальными отложениями. Рассмотрим поток грунтовых вод с горизонтальным залеганием водоупора на участке коренного берега и речной террасы. Поток дренируется рекой (рис.29).

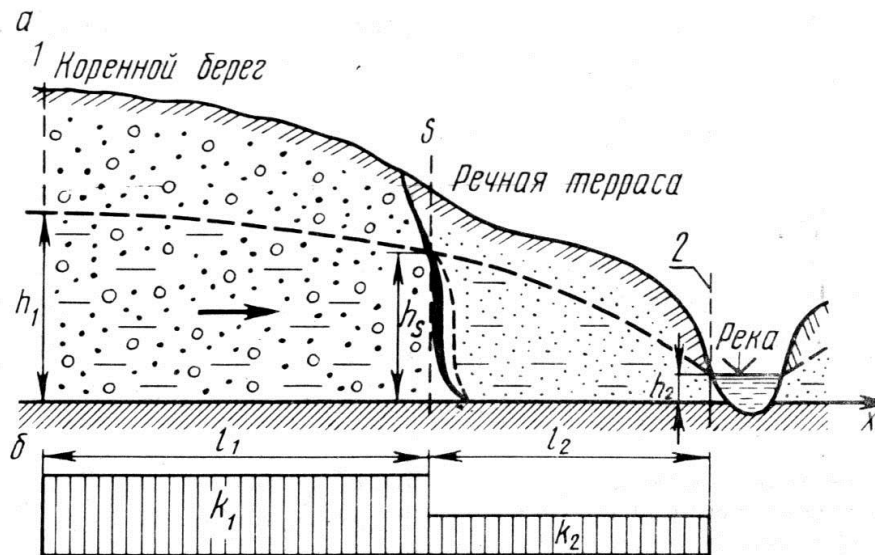


Рис.29 Схема потока при резкой смене водопроницаемостей.

Напишем уравнения единичного расхода потока отдельно для участка коренного берега и речной террасы:

1) для участка коренного берега (1-S): $q = k_1 \frac{h_1^2 - h_s^2}{2l_1}$ (1),

откуда $h_1^2 - h_s^2 = 2ql_1 / k_1$; (2)

2) для речной террасы (S-2): $q = k_2 \frac{h_s^2 - h_2^2}{2l_2}$ (3),

откуда $h_s^2 - h_2^2 = 2ql_2 / k_2$. (4)

Сложив уравнения (1) и (4) и исключив h_s , получим следующее уравнение:
 $h_1^2 - h_2^2 = 2q(l_1 / k_1 + l_2 / k_2)$ (5).

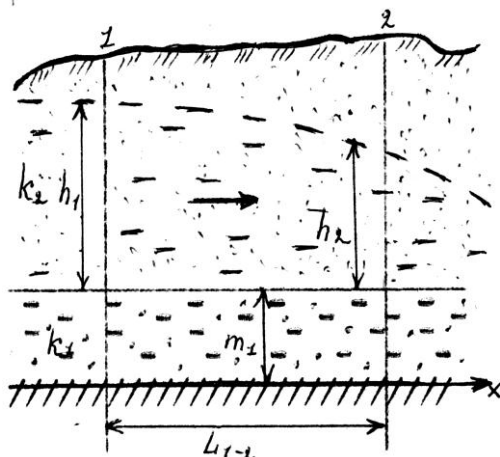
Решив уравнение относительно q , получим формулу единичного расхода потока:

$$q = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2(l_1 / k_1 + l_2 / k_2)} \quad (6)$$

Приравняв правые части уравнений (1) и (3), можно найти мощность потока в промежуточном сечении s : $h_s = \sqrt{(k_1 h_1^2 l_2 + k_2 h_2^2 l_1) / (k_1 l_2 + k_2 l_1)}$ (7).

2.4.3 Движение подземных вод в двухслойном пласте

Рассмотрим случай, когда водоносный пласт состоит из двух горизонтально залегающих слоев, имеющих различную водопроницаемость. Расход всего потока в любом сечении можно рассматривать как сумму расходов в верхнем и нижнем слоях. Предполагается, что в верхнем слое находится поток со свободной поверхностью а в нижнем – напорный поток, оба они имеют единую пьезометрическую поверхность. Принимая за плоскость сравнения подошву верхнего слоя, можно написать следующее уравнение единичного расхода потока q :



$$q = q_1 + q_2 = (-k_1 m_1 \frac{dh}{dx}) + (-k_2 m_2 \frac{dh}{dx}) \quad (1)$$

где q_1 – единичный расход напорного потока в нижнем

слое, q_2 – единичный расход грунтового потока в верхнем слое.

Разделив в уравнении (1) переменные и проинтегрировав его в пределах от сечения 1 до сечения 2, получим:

$$\int_{x_1}^{x_2} q dx = \int_h^{h_2} -k_1 m_1 dh - \int_{h_1}^{h_2} k_2 h dh \quad (2)$$

и далее
$$q(x_2 - x_1) = k_1 m_1 (h_1 - h_2) + k_2 \frac{h_1^2 - h_2^2}{2} \quad (3)$$

Приравняв $x_2 - x_1 = L_{1-2}$, получим расчетную формулу единичного расхода потока:

$$q = k_1 m_1 \frac{h_1 - h_2}{L_{1-2}} + k_2 \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} \quad (4)$$

2.5 НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

Неустановившееся движение подземных вод имеет непостоянные параметры режима (уровень, расход).

На практики такой режим фильтрации можно наблюдать во время инфильтрации атмосфер осадков.

Рассмотрим поток подземных вод при негоризонтальном залегании водоупора и изменяющем режиме фильтрации (смена K_ϕ , наличием инфильтрации, питание).

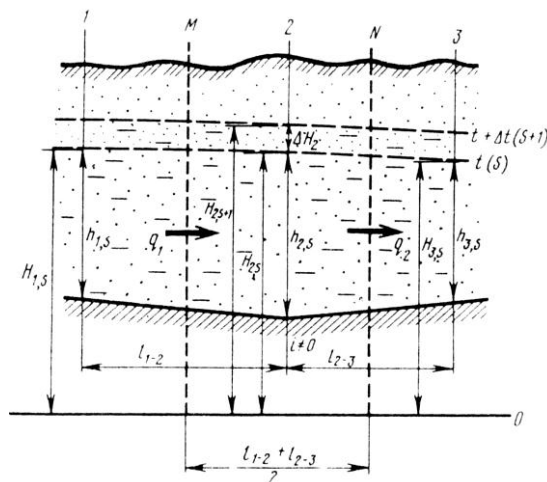


Рис.31 Схема неустановившегося потока

Выделим участок между сечениями 1-3 шириной 1м, длиной $\frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2}$ через которую будем считать инфильтрацию питания.

$$q_{инф.} = W \frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2} * 1 \quad (1)$$

Составим уравнение баланса всех потоков

$$q_1 + q_{инф} = q_2 \quad (2)$$

$$q_1 = k_{1-2} \frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{2} * \frac{H_{1,s} - H_{2,s}}{l_{1-2}} \quad (3)$$

$$q_2 = k_{2-3} \frac{h_{2,s} + h_{3,s}}{2} * \frac{H_{2,s} - H_{3,s}}{l_{2-3}} \quad (4)$$

Изменение ΔV в в/г за время Δt записывается согласно уравнения (2).

$$\Delta V = (q_1 + q_{\text{инф.}} - q_2) \Delta t = (k_{1-2} \frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{2} * \frac{H_{1,s} - H_{2,s}}{l_{1-2}} + W \frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2} - k_{2-3} \frac{h_{2,s} + h_{3,s}}{2} * \frac{H_{2,s} - H_{3,s}}{l_{2-3}}) \Delta t \quad (5)$$

Изменение объема ΔV вызовет изменение напора в среднем (втором сечении на величину ΔH_2 , равную:

$$\Delta H_2 = H_{2, s+1} - H_{2, s}$$

С другой стороны, взяв произведение величины подъема уровня воды в среднем сечении ΔH_2 , длины выделенного элемента потока $(l_{1-2} + l_{2-3})/2$, ширина потока, равной 1, недостатка насыщения при подъеме уровня (или водоотдачи при снижении уровня) μ , получим другое выражение изменения объема воды за время t в выделенном элементе потока:

$$\Delta V = (H_{2, s+1} - H_{2, s}) \frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2} \mu * 1 \quad (6)$$

Приравнявая правые части уравнения (5) и (6) и решая его относительно $(H_{2, s+1} - H_{2, s})$, найдем

$$H_{2, s+1} - H_{2, s} = \frac{\Delta t}{\mu (\frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2})} (k_{1-2} \frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{2} * \frac{H_{1,s} - H_{2,s}}{l_{1-2}} - k_{2-3} \frac{h_{2,s} + h_{3,s}}{2} * \frac{H_{2,s} - H_{3,s}}{l_{2-3}}) + \frac{W}{\mu} * \Delta t \quad (7)$$

Полученное уравнение является уравнением в конечных разностях при неустановившемся движении грунтовых вод для одновременного потока с наклонным залеганием водоупора. Если водоупорное ложе залегает горизонтально, то его можно принять за плоскость сравнения. В этом случае пьезометрический напор и мощность потока в любом сечении равны между собой. Тогда уравнение (7) примет следующий вид:

$$h_{2, s+1} - h_{2, s} = \frac{\Delta t}{\mu (\frac{l_{1-2} + l_{2-3}}{2})} (k_{1-2} \frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{2} * \frac{h_{1,s} - h_{2,s}}{l_{1-2}} - k_{2-3} \frac{h_{2,s} + h_{3,s}}{2} * \frac{h_{2,s} - h_{3,s}}{l_{2-3}}) + \frac{W}{\mu} * \Delta t \quad (8)$$

Для гидрогеологических расчетов уравнения (7) и (8) слишком громоздки, поэтому они для удобства упрощаются. При упрощении водовмещающая толщина принимается однородной ($k_{1-2} = k_{2-3} = k$), расстояния между сечениями берутся одинаковыми ($l_{1-2} = l_{2-3} = \Delta x$), делается допущение, что мощности на соседних участках равны, т.е.

$$\frac{h_{1,s} + h_{2,s}}{2} \approx \frac{h_{2,s} + h_{3,s}}{2} \approx h_{cp}$$

После упрощения и некоторых преобразований уравнения (7) и (8) примут вид: для потока с наклонным залеганием водоупора

$$H_{2,S+1} - H_{2,S} = \frac{2kh_{cp}\Delta t}{\mu\Delta x^2} \left(\frac{H_{1,S} + H_{3,S}}{2} - H_{2,S} \right) + \frac{W}{\mu} \Delta t \quad (9)$$

для потока с горизонтальным залеганием водоупора

$$h_{2,S+1} - h_{2,S} = \frac{2kh_{cp}\Delta t}{\mu\Delta x^2} \left(\frac{h_{1,S} + h_{3,S}}{2} - h_{2,S} \right) + \frac{W}{\mu} \Delta t \quad (10)$$

Приведенные уравнения (9) и (10) еще более упрощаются. Для этого безразмерный модуль, стоящий в равных частях уравнений, приравняется единице:

$$\frac{2kh_{cp}\Delta t}{M\Delta x^2} = 1 \quad (11)$$

В модуль входят две переменные величины Δt и Δx . Задаваясь одной из переменных величин (обычно Δt) и приравняв модуль единице, можно найти другую переменную Δx :

$$\Delta x = \sqrt{\frac{2kh_{cp}\Delta t}{\mu}} \quad (12)$$

Приравняв безразмерный модуль единице, получим расчетные формулы в упрощенном виде: для потока с наклонным залеганием водоупора

$$H_{2,S+1} = \frac{H_{1,S} + H_{3,S}}{2} + \frac{W}{\mu} \Delta t \quad (13)$$

для потока с горизонтальным водоупором

$$h_{2,S+1} = \frac{h_{1,S} + h_{3,S}}{2} + \frac{W}{\mu} \Delta t \quad (14)$$

2.6 ПОДПОР ГРУНТОВЫХ ВОД.

Под подпором подземных вод понимают повышение их уровня под влиянием естественных или искусственных факторов.

Рассмотрим подпор грунтовых вод для примера в междуречном массиве в однородных пластах с горизонтальным залеганием водоупора.

Для междуречья закон Дарси можно вывести в следующем виде:

$$q = k_{cp} \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} - W \frac{L_{1-2}}{2}$$

Положение депрессионной кривой в междуречном массиве с учетом величины инфильтрации до подпора может быть определено уравнением:

$$h_x^2 = h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}} x + \frac{W}{k} (L_{1-2} - x)x \quad (1)$$

По аналогии можно написать уравнение депрессионной кривой грунтовых вод после подпора в реках А и Б

$$y_x^2 = y_1^2 - \frac{y_1^2 - y_2^2}{L_{1-2}} x + \frac{W}{k} (L_{1-2} - x)x \quad (2)$$

Вычтем из второго уравнения первое и, сделав некоторые преобразования, получим следующее уравнение:

$$y_x = \sqrt{h_x^2 + (y_1^2 - h_1^2) \frac{L_{1-2} - x}{L_{1-2}} + (y_2^2 - h_2^2) \frac{x}{L_{1-2}}} \quad (3)$$

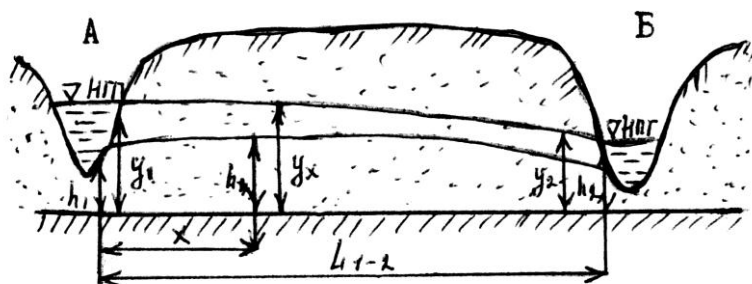


Рис.32 Схема подпора грунтовых вод в междуречном массиве:
 h_1, h_2, h_x – мощности водоносного горизонта до подпора;
 y_1, y_2, y_x – мощности водоносного горизонта после подпора;
 L_{1-2} – расстояние между урезами рек А и Б;
 x – расстояние от уреза реки А до промежуточного сечения.

Формула (2) – уравнение для построения депрессионной кривой в междуречном массиве при подпоре на обеих границах. Когда подпор имеет место только в одной реке (например в реке А, рис.), расчетная формула упрощается:

$$y_x = \sqrt{h_x^2 + (y_1^2 - h_1^2) \frac{L_{1-2} - x}{L_{1-2}}} \quad (4)$$

Если междуречье имеет очень большую протяженность по сравнению с зоной подпора, если допустить, что **при $L_{1-2} > 10x$** можно принять выражение $(L_{1-2} - x)/L_{1-2}$ примерно равным единице. В этом случае уравнение (3) примет вид

$$y_x = \sqrt{h_x^2 + y_1^2 - h_1^2} \quad (5)$$

Задавая значения x , указанным выше формулам определяют величину y_x и строят депрессионную кривую грунтовых вод после подпора.

2.7 ДВИЖЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНАХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И ВОДОХРАНИЛИЩ.

Гидротехнические сооружения – это плотины, дамбы, водохранилища, создающие повышение уровня подземных вод в верхней части (напор), в результате чего возникают фильтрационные потери.

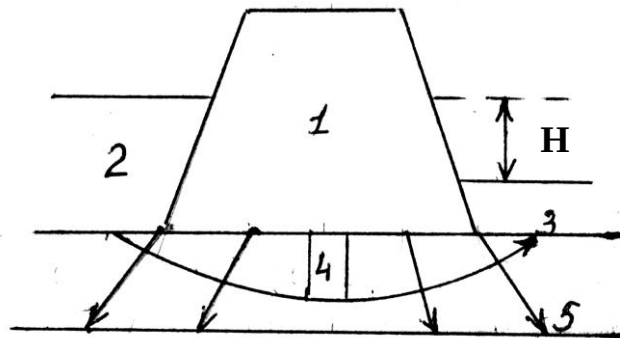


Рис.33 Схема движения подземных вод под плотиной
(1) - тело плотины, (2)- верхний бьеф, (3)– нижний бьеф,
(H) – напор, (4)– зуб из водонепроницаемых пород,
(5)- линии тока, эквипотенциалей



При проектировании плотины рассматривают гидрогеологические процессы:

- 1) фильтрация под плотиной;
- 2) фильтрация в обход плечей плотины;
- 3) фильтрация в соседнюю долину, которая называется фильтрационными потерями.

Различают следующие виды фильтрации: фильтрационный расход и фильтрационные потери.

Фильтрационными потерями (q_1 , q_2) называется разность между грунтовым питанием реки до и после строительства плотины. Причем расход считается положительным если поток направлен к реке и отрицательным - если от реки.

Различают постоянные и временные фильтрационные потери. Временными – являются такие, которые образуются в начальный момент заполнения водохранилища и расходуются на насыщение дна и бортов водохранилища.

Постоянная потеря – образует утечку воды в соседнюю долину через водораздел.

Определим фильтрационные потери для трех характерных схем с различными соотношениями уровней в соседних долинах. Водоупор в этих расчетах принят горизонтальным.

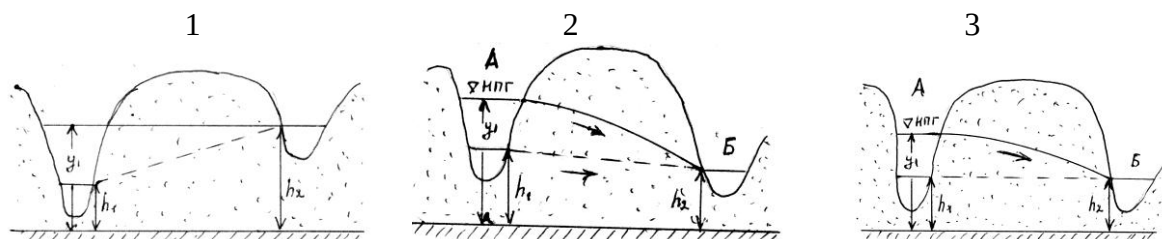


Рис.34 Схемы к определению фильтрационных потерь из водохранилища
 h_1 , h_2 - мощность водоносного горизонта в сечение 1 и 2 до подпора
 y_1 , y_2 – мощность водоносного горизонта в сечение 1 и 2 после подпора

1. Уровень воды до подпора в реке Б выше, чем в реке А ($h_2 > h_1$). После подпора (рис.34.1) возникает фильтрация из водохранилища в реку Б ($y_1 > h_2$).

По уравнению Дюпюи определим единичный расход до и после подпора: до подпора

$$q_1 = k \frac{h_2^2 - h_1^2}{2L}$$

после подпора $q_2 = -k \frac{y_1^2 - h_1^2}{2L}$

Фильтрационные потери составят:

$$q_n = q_1 - q_2 = k \frac{h_2^2 - h_1^2}{2L} + k \frac{y_1^2 - h_1^2}{2L} = \frac{k}{2L} (y_1^2 - h_1^2)$$

2. Уровни воды в реке А до и после подпора выше, чем в реке Б ($h_1 > h_2$; $y_1 > h_2$). Фильтрационные потери будут равны (рис.34.2):

$$q_n = q_1 - q_2 = -k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L} + k \frac{y_1^2 - h_2^2}{2L} = \frac{k}{2L} (y_1^2 - h_1^2)$$

3. В реках А и Б уровни до подпора равны $h_1 = h_2$ (рис.34.3). В этом случае расход до подпора q_1 равен нулю, а фильтрационные потери выразятся формулой

$$q_n = q_1 - q_2 = 0 - (-q_2) = k \frac{y_1^2 - h_2^2}{2L} = \frac{k}{2L} (y_1^2 - h_1^2)$$

Итак, во всех трех случаях получено одно и то же выражение фильтрационных потерь, величина которых, следовательно, не зависит от соотношений уровней воды в речных долинах, а определяется только величиной подъема уровня водохранилища.

2.8 ДВИЖЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНАХ ОРОШЕНИЯ И ОСУШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ.

Движение подземных вод в районах орошения и осушения весьма своеобразно и предопределяется многими факторами среди которых основными являются: орошение, его режим и условия дренирования территории.

Частными задачами, являются прогноз фильтрационных потерь из каналов, водоемов и водохранилищ, прогноз подпора подземных вод; гидрогеологические расчеты по обоснованию строительства рациональной системы дренажных сооружений; расчеты по определению водного и солевого баланса и обоснованию мероприятий по борьбе с засолением орошаемых земель.

Фильтрационные потери воды из каналов оказывают существенное влияние на формирование режима грунтовых вод на массивах орошения и изменение мелиоративного состояния орошаемых земель, так как около половины воды, забираемой для орошения теряется на фильтрацию.

Исследуя процесс фильтрации воды из канала С.Ф.Аверьянов выделил три стадии фильтрации:

- 1) свободную, или стадию впитывания (впитывание воды в породы зоны аэрации под действием силы тяжести и капиллярных сил);
- 2) капиллярно-грунтового потока (с момента смыкания фронта просачивающейся воды с капиллярной каймой грунтовых вод);

3) подпертой фильтрации (с момента подпора фильтрующихся из канала вод грунтовым потоком).

1. Стадия впитывания представляет собой процесс инфильтрации воды из канала через породы зоны аэрации под действием гравитационных и капиллярных сил со скоростью V , которая приближенно (в гидравлической постановке) определяется формулой

$$Vz = K_v (I + b/\sqrt{t})$$

где K_v – коэффициент влагопереноса,

b – коэффициент впитывания, учитывающий действие капиллярных и сорбционных сил при просачивании;

t – время от начала работы канала.

2. Стадия капиллярно-грунтового потока имеет место с момента смыкания капиллярных зон инфильтрующегося и грунтового потоков. Характеризуется тем, что в начале стадии на поверхности грунтовых вод формируется «бугор» высотой $[H_0]$, а в дальнейшем идет постепенный подъем уровня (рост бугра) под каналом вплоть до смыкания с дном канала.

Подъем уровня грунтовых вод под каналом ΔH_t (от первоначального УГВ) во времени определяется по следующей формуле:

$$\Delta H_t = [H_0] + \frac{\bar{Q}_\phi \sqrt{t}}{\sqrt{\pi k h_1 \mu}}$$

где

$$[H_0] = \frac{\sqrt{\pi}}{2} * \frac{b \bar{Q}_\phi}{\sqrt{k h_1 \mu}}$$

$[H_0]$ – высота бугра поднятия,

μ – недостаток насыщения,

$\bar{Q}_\phi$ – фильтрационный расход на «бесконечность».

В формулах h_1 – средняя мощность потока грунтовых вод под каналом, t – расчетное время (от начала второй стадии).

Суммарные фильтрационные потери (объем воды) из канала в течение первой и второй стадий V_{1-2} определяются по формуле $V_{1-2} = \bar{Q}_\phi (2b\sqrt{t_1 + t_2} + t_1 + t_2)$

3. Стадии подпертой фильтрации идет в условиях прямой гидравлической связи вод канала с грунтовыми. Уровень воды в канале является границей первого рода, создает максимальное значение напора и формирует подпор грунтовых вод, который в начале является неустановившимся, но с течением времени может перейти в стационарный.

2.9 ДВИЖЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД К ВОДОЗАБОРАМ И ДРЕНАЖНЫМ СООРУЖЕНИЯМ.

Водозаборные сооружения представляют собой инженерные выработки, предназначенные для захвата и извлечения подземных вод. Сооружения используются для различных целей.

По конструктивным особенностям все водозаборы подразделяются на три группы:

- 1) вертикальные (скважины, шахтные колодцы, шурфы);
- 2) горизонтальные (открытые каналы, капотажные галереи, траншеи);
- 3) комбинированные (комбинация из вертикальных и горизонтальных выработок).

Вертикальные водозаборы вскрывающие грунтовые воды, называются грунтовыми, а водозаборы, каптирующие напорные (артезианские) воды – артезианскими.

По характеру вскрытия водоносных горизонтов водозаборы делятся на совершенные и несовершенные.

Совершенные водозаборы –это выработки (вертикальные и горизонтальные), которые вскрывают водоносный горизонт на все его мощность, обеспечивая поступление воды в выработку по всей мощности водоносного горизонта.

Несовершенные водозаборы – не вскрывают водоносный горизонт на всю его мощность.

При работе вертикальных водозаборов вокруг них образуются воронки депрессии или депрессионные воронки, которые могут быть симметричными и асимметричными.

2.9.1 Расчет притока воды к артезианской скважине.

Для установившегося движения заменим уравнение Дарси для любого сечения $Q = FkI$

В данном случае площадь поперечного сечения равна площади боковой поверхности цилиндра, радиус которого равен r , высота m , т.е. $F = 2\pi r m$, а напорный градиент $I = dH/dr$. Заменим в линейном законе фильтрации F и I их значениями, получим $Q = 2\pi r m k (dH/dr)$.

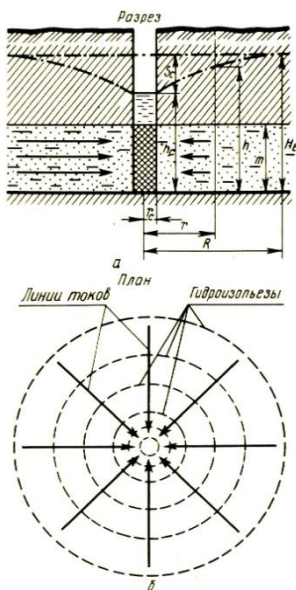


Рис.35 Схема движения воды к артезианской совершенной скважине: а – разрез; б – план:
 S_c – величина понижения в скважине; h_c – высота столба воды в скважине при откачке; m – мощность водоносного горизонта; r_c – радиус скважины; r – расстояние от оси скважины до сечения, где пьезометрический напор во время откачки равен H_e ; R – радиус влияния; H_e – пьезометрический напор до откачки в скважине.

Разделим переменные и подставим пределы интегрирования:

$$\int_{r_c}^R \frac{Q dr}{2\pi m k} * dr / r = \int_{h_c}^{H_e} dh$$

откуда

$$Q = 2\pi k m \frac{H_e - h_c}{\ln R - \ln r_c}$$

обозначим $H_e - h_c$ через S_c , и перейдем к десятичным логарифмам:

$$Q = 2.73 k m \frac{S_c}{\lg \frac{R}{r_c}} = 2.73 T \frac{S_c}{\lg \frac{R}{r_c}}$$

Это уравнение является расчетной формулой для определения дебита артезианской скважины.

Расчет водопритока к грунтовой скважине.

Приток воды к грунтовой скважине происходит так же как и к артезианской скважине, - через цилиндрическое сечение. Отличие заключается в том, что в артезианской скважине

поверхность цилиндра имеет постоянную высоту, равную мощности водоносного горизонта m , в грунтовых водах высота цилиндра h_2 меняется от H_e до $h_{\text{СКВ}}$. В данном случае площадь боковой поверхности цилиндра равна $F = 2\pi h r R$, а гидравлический градиент $I = \frac{QH}{Qr}$

Согласно линейному закону фильтрации дебит скважины выразится следующим образом:
 $Q = kFI$ или $Q = 2\pi h_r k (dh_r/dr)$

Разделив переменные и проинтегрировав r в пределах от r_c до R и h_r – от h_c до H_e , получим

$$\frac{Q}{2\pi k} \int_{r_c}^R \frac{dr}{r} = \int_{h_{\text{СКВ}}}^{H_e} h_r dh_r$$

откуда

$$Q = \pi k \frac{H_e^2 - h_{\text{СКВ}}^2}{\ln R - \ln r_c}$$

Заменяв $h_{\text{СКВ}}$ через $(H_e - S_c)$, получим

$$H_e^2 - h_{\text{СКВ}}^2 = (H_e + h_{\text{СКВ}})(H_e - h_{\text{СКВ}}) = (H_e + H_e - S_c) S_c = (2H_e - S_c) S_c$$

Окончательная формула притока воды в грунтовую скважину имеет вид

$$Q = \pi k \frac{(2H_e - S_c) S_c}{\ln R - \ln r_c} = 1.366k \frac{(2H_e - S_c) S_c}{\lg R - \lg r_c}$$

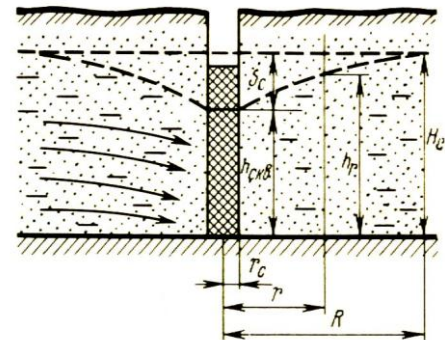


Рис.36 Схема движения воды к грунтовой совершенной скважине: S_c – величина понижения в скважине; h_c – высота столба воды в скважине при откачке; H_e – пьезометрический напор до откачки в скважине. r_c – радиус скважины; r – расстояние от оси скважины до сечения, где мощность горизонта во время откачки равен h_r ; R – радиус влияния

Полученные формулы называются формулами Дюпюи для вертикальных одиночных водозаборов.

2.9.2 Понятие о несовершенстве скважины.

В большинстве случаев скважина работает, как несовершенная, при этом различают: несовершенную скважину по степени вскрытия разреза, когда водопримная часть скважины вскрывает только часть водоносного горизонта. В этом случае, в зоне водопримной части скважины возникает турбулентное движение, которое приводит к образованию скачка уровня (ΔS). Величина ΔS , вносит ошибки в расчеты и трудно поддается вычислению. Кроме того, ΔS увеличивается при установке фильтра, который создает дополнительное гидравлическое сопротивление, что и определяет несовершенство скважины по водопримной части. Рассматривают два вида несовершенства:

- 1). По степени вскрытия водоносного горизонта.
- 2). По конструкции водопримной части скважины.

Несовершенство по степени вскрытия водоносного горизонта, определяется соотношением длины интервала вскрытого водоносного горизонта и его мощности.

В случае совершенства по этому признаку $I = m$; $I/m = 1$.

По первому признаку определяется соотношение мощности водоносного горизонта и длины фильтра, а по второму признаку учитывается конструкция и способ установки фильтра: по соотношению радиуса фильтра и мощность водоносного горизонта. Наиболее близко к совершенным скважинам по этому признаку работают безфильтровые скважины в скальных породах, которые вскрывают водоносный горизонт на всю мощность или на

достаточно большую мощность $I > \frac{m}{10}$.

Для них справедливы выведенные ранее формулы Дюпюи, которые запишем в следующем виде:

$$1. \text{ Напорные воды: } K_{\phi} = \frac{0,366Q * \lg \frac{R_{cp}}{r_{cp}}}{m * S}$$

$$2. \text{ Грунтовые воды: } K_{\phi} = \frac{0,73Q * \lg \frac{R_{cp}}{r_{cp}}}{(2H - S) * S}$$

Для несовершенных скважин существует поправка Веригина ξ которая определяется, например, по т.21, стр.120, (Н.Н. Биндеман «Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения». М.Недра, 1969г.) в зависимости от соотношения $\frac{l}{m}$ и $\frac{m}{r}$ формула Дюпюи с поправкой Веригина приобретает следующий вид:

$$K_{\phi} = \frac{0,366Q * (\lg \frac{R_{cp}}{r_{cp}} + 0,217\xi)}{m * S};$$

$$K_{\phi} = \frac{0,73Q * (\lg \frac{R_{cp}}{r_{cp}} + 0,217\xi)}{(2H - S) * S}$$

[Q] – расход (м³/сут)

R – радиус влияния (м)

r_{сKB} – радиус фильтра (м)

H – мощность безнапорного гор. (м)

S – понижение (м)

K_ф – м/сут.

m – мощность напорного водоносного горизонта (м)

ξ - поправка Веригина на не совершенство скважины

Взаимодействие скважин работающих одновременно.

Рассмотрим 2 одновременно работающие скважины на примере грунтового водоносного горизонта. Анализ рисунка показывает, что при одновременной работе нескольких скважин депрессионные поверхности (воронки), налагаются друг на друга, увеличивая общее понижение, поэтому суммарное понижение в скв.2 будет:

$$S_{II} = S_2 + \Delta S_2 + \Delta Z_2$$

Где S₂ – собственное понижение в скв.2, определяемая дебитом Q₂;

ΔS_2 – срезка уровня в скв.2, вызванная воздействием на нее скв.1 и вызывающая дополнительно увеличение понижения S₂ на величину ΔS_2 .

ΔZ_2 – скачок уровня в скважине 2 вызванный гидравлическим сопротивлением фильтра этой скважины.

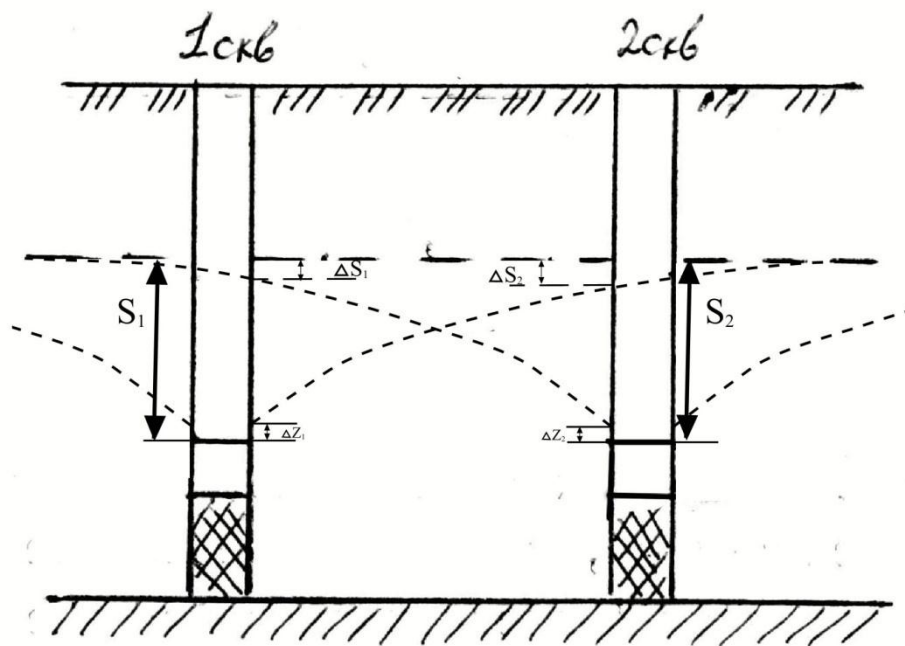


Рис.37 Схема взаимодействующих гидрогеологических скважин

Очевидно, что при взаимодействии нескольких скважин, дополнительная срезка уровня в любой точке определяется суммой срезов от каждой скважины в отдельности

$$\Delta S = \frac{n}{Z} \Delta S_i = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{2\pi km} * \ln \frac{R_i}{r_i} = \frac{Q_1}{2\pi km} \ln \frac{R_1}{r_1} + \frac{Q_2}{2\pi km} \ln \frac{R_2}{r_2} + \dots \frac{Q_n}{2\pi km} \ln \frac{R_n}{r_n}$$

Аналогично можно определить понижение в каждой отдельной скважине с учетом срезов уровней от других взаимодействующих скважин.

Понижение в скважине 2, определяется:

$$S_{II} = S_2 + \Delta S_i = \frac{Q_2}{2\pi km} \ln \frac{R_2}{r_{скв2}} + \frac{Q_1}{2\pi km} \ln \frac{R_1}{r_{1-2}} + \frac{Q_3}{2\pi km} \ln \frac{R_3}{r_{2-3}} + \frac{Q_4}{2\pi km} \ln \frac{R_4}{r_{4-2}} + \frac{Q_5}{2\pi km} \ln \frac{R_5}{r_{5-2}} + \dots$$

Где $Q, \dots, Q_5$ для скважин 1, 2, ... 5;

$r_{скв2}$ – это радиус скв.2; $r_{1-2}, \dots, r_{5-2}$ – расстояние от скв.2 до соответствующих скв.1... 5...;

R_{1-5} – радиусы влияния скважин.

Неустановившееся движение подземных вод к грунтовым и артезианским скважинам.

Движение подземных вод к водозаборам, считается неустановившимся, если не постоянной является одна из величин Q или S определяющих формулу Дюпюи.

На практике эти величины постоянными практически не бывают, поэтому чаще всего формула Дюпюи в чистом виде не применима, т.к. дает определенную погрешность.

На практике стараются искусственно поддерживать постоянной одну из величин, чаще всего дебит, оставляя другую произвольно изменяющейся.

При достаточно продолжительной откачке, когда депрессионная воронка достигает больших размеров и питание скважины охватывает значительную площадь, мелкие неоднородности водоносного пласта теряют свое значение и режим фильтрации приближается к установившемуся, в этот момент депрессионная поверхность изменяется параллельно самой себе, что говорит об установившемся режиме фильтрации. Такой режим получил название квазиустановившегося режима, достигается он при длительной откачке и в этом случае справедливы формулы логарифмической зависимости.

Для данного режима фильтрации, при совершенных скважинах, справедливы следующие формулы:

1). Напорный в/д горизонт

$$S = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2,25a * t}{r^2} = \frac{0,183Q}{km} \ln \frac{2,25a * t}{r^2}$$

2). Грунтовый в/д горизонт

$$S = H - \sqrt{H^2 - \frac{Q}{2\pi k} \ln \frac{2,25ay * t}{r^2}} = H - \sqrt{H^2 - \frac{0,366Q}{k} \ln \frac{2,25ay * t}{r^2}}.$$

Существует множество методов оценки взаимодействия скважин с учетом влияния граничных условий.

1. Рассмотрим «метод большого колодца».

Согласно этого метода общее понижение S в самой неблагоприятной точке определяется суммой понижений вызванной системой скважин и плюс понижение, полученное в данной скважине.

$$S = S_{\text{вн.}} + S_{\text{скв.}}$$

$$S_{\text{скв.}} = \frac{Q}{2\pi km} \left[\ln \frac{r_{\text{пр.}}}{r_{\text{скв.}}} + 0,5\xi \right]$$

$S_{\text{вн.}}$ – понижение вызванное влиянием всей системы скважин, определяется в зависимости от граничных условий месторождения, которые могут иметь следующий вид:

- неограниченный пласт – когда депрессионная воронка не доходит в процессе эксплуатации не до какой границы,
- полуограниченный пласт – когда в процессе откачки депрессионная воронка доходит до одной из границ ($H = \text{const}$; $Q = 0$).
- различная конфигурация в полуограниченных или ограниченных пластах с различными условиями $H = \text{const}$; $Q = 0$, (пласт-полоса, пласт-круг и т.д.). Здесь приведем её $S_{\text{вн.}}$ для неограниченного пласта.

$$S_{\text{вн.}} = \frac{Q_{\text{сум.}}}{2\pi km} \ln \frac{R_{\text{пр.}}}{R_0},$$

где $Q_{\text{сум.}}$ – суммарный дебит скважин; Q – дебит скважины; $R_{\text{пр.}}$ – приведенный радиус влияния; $r_{\text{скв.}}$ – радиус скважины; k – коэффициент фильтрации; R_0 – радиус большого колодца принимаемый для линейной схемы $R_0 = 0,2\ell$, где ℓ – длина ряда скважин, ξ – поправка Веригина на несовершенство скважины.

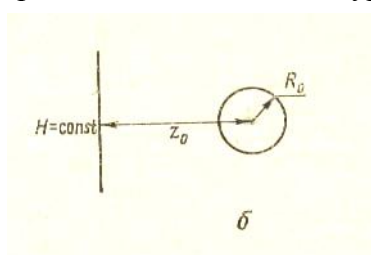
$r_{\text{пр.}}$ – приведенный радиус области питания скважины, для линейной системы определяется по формуле

$$r_{\text{пр.}} = \frac{\sigma}{2\pi}, \text{ где } \sigma - \text{расстояние между скважинами водозабора.}$$

Для ограниченных пластов вычисление $S_{\text{вн.}}$. Производится по отдельным формулам в зависимости от расстояния до границ z_1 и z_2 .

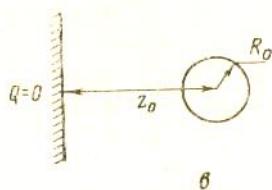
Рис. 37, а – Схемы расположения водозаборов в различных граничных условиях

а) Пласт, ограниченный одним контуром с постоянным напором:



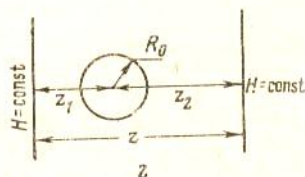
$$S_{\text{вн.}} = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{2z_0}{R_0}, \text{ где } z_0 - \text{расстояние от водозабора до контура}$$

б) Пласт, ограниченный одним непроницаемым контуром:



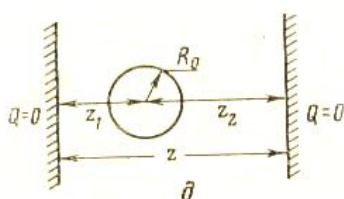
$$S_{\text{вн.}} = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{1,13at}{z_0 R_0}$$

в) Пласт, ограниченный двумя параллельными контурами с постоянным напором:



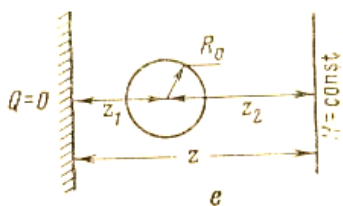
$$S_{\text{вн.}} = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{0,64z \sin \frac{\pi z_1}{z}}{R_0}$$

г) Пласт, ограниченный двумя параллельными непроницаемыми контурами:



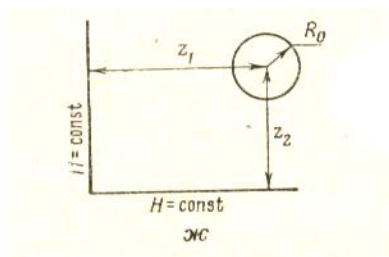
$$S_{\text{вн.}} = \frac{Q}{4\pi km} \ln \left(\frac{7,1\sqrt{at}}{z} + 2 \ln \frac{0,16z}{R_0 \sin \frac{\pi z_1}{z_2}} \right)$$

д) Пласт, ограниченный двумя параллельными контурами, один из которых - непроницаемый, а другой является контуром постоянного напора:



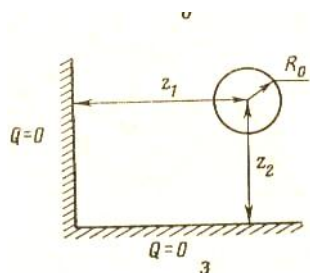
$$S_{\text{вн.}} = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{1,27z \operatorname{ctg} \frac{\pi z_1}{2z}}{R_0}$$

е) Пласт, ограниченный двумя взаимно пересекающимися контурами с постоянным напором:



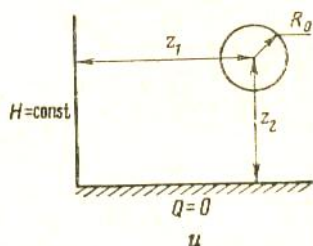
$$S_{\text{вн.}} = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{\rho_1 \rho_2}{R_0 \rho_3}$$

ж) Пласт, ограниченный двумя взаимно пересекающимися непроницаемыми контурами:



$$S_{\text{ен.}} = \frac{Q}{\pi km} \ln \frac{2,25at}{\sqrt{R_0 \rho_1 \rho_2 \rho_3}}$$

з) Пласт, ограниченный двумя взаимно пересекающимися контурами, один из которых – непроницаемый, а другой является контуром постоянного напора:



$$S_{\text{ен.}} = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{\rho_1 \rho_3}{R_0 \rho_2}$$

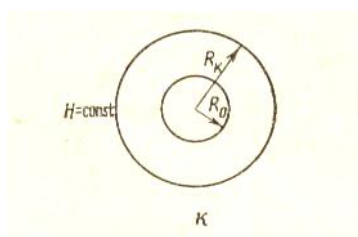
Величины

ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 определяются по следующим

зависимостям:

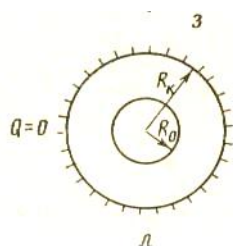
$$\rho_1 = 2z_1, \rho_2 = 2z_2, \rho_3 = \sqrt{(2z_1)^2 + (2z_2)^2}$$

и) Пласт, ограниченный круговым контуром питания:



$$S_{\text{ен.}} = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{R_k}{R_0}$$

к) Пласт, ограниченный круговым непроницаемым контуром:



$$S_{\text{ен.}} = \frac{Q}{2\pi km} \left(\ln \frac{R_k}{R_0} + \frac{2at}{R_k^2} - 0.75 \right)$$

В итоге рассчитывается $S = S_{\text{вн}} + S_{\text{скв}}$, данная величина должна быть больше либо равна допустимому понижению, а именно $S \geq S_{\text{доп}} = (0,5-0,7) \cdot H$; $(0,5-0,7)m + H$

2. Метод зеркальных отображений.

Метод основан на замене влияния границ водоносного горизонта в расчетных зависимостях условными скважинами расположенными симметрично реальным скважинам водозабора и работающим в режиме откачки (если граничные условия II р. - $Q = 0$) либо в режиме налива (граничные условия I р. $H = \text{const}$). Такая модель позволяет реально в формулах отразить влияние границ на эксплуатацию водоносного горизонта.

2.9.3 Основные типы дренажных сооружений и методы их расчета.

Дренажными сооружениями называют такие искусственные сооружения, которые предназначаются для перехвата потока подземных вод при защите объекта от подтопления, а также для снижения уровня подземных вод до заданной глубины.

В зависимости от целей и назначения дренажные сооружения подразделяют на горизонтальный, вертикальный и комбинированный типы дренажа. Горизонтальные дренажи (кротовые, траншейные и трубчатые дрены, лотки, канавы, галереи, штреки) могут быть открытыми и закрытыми. Обычно они используются при сравнительно небольшой глубине подземных вод. При необходимости снижения уровня на значительную глубину закладывают вертикальные дренажи (скважины). В слоистых толщах, а также при снижении уровня в нескольких водоносных горизонтах применяют комбинированные дренажи (например, штреки и вертикальные скважины). По степени вскрытия водоносных горизонтов все дренажные сооружения подразделяются на совершенные и несовершенные.

Дренажные сооружения, расположенные по одной линии, называются линейным дренажем. Линейные системы могут перехватывать поток со стороны водораздела – головные дренажи – или со стороны реки – береговые дренажи. Если дренажные сооружения расположены по контуру осушаемого участка, защищаемого от подтопления, дренаж называется кольцевым. Плановое расположенные дрены в пределах осушаемой площади называют систематическим дренажем.

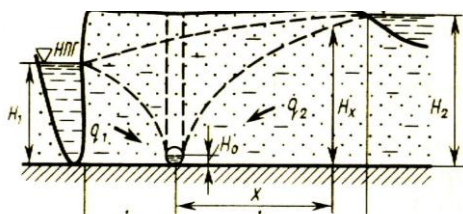
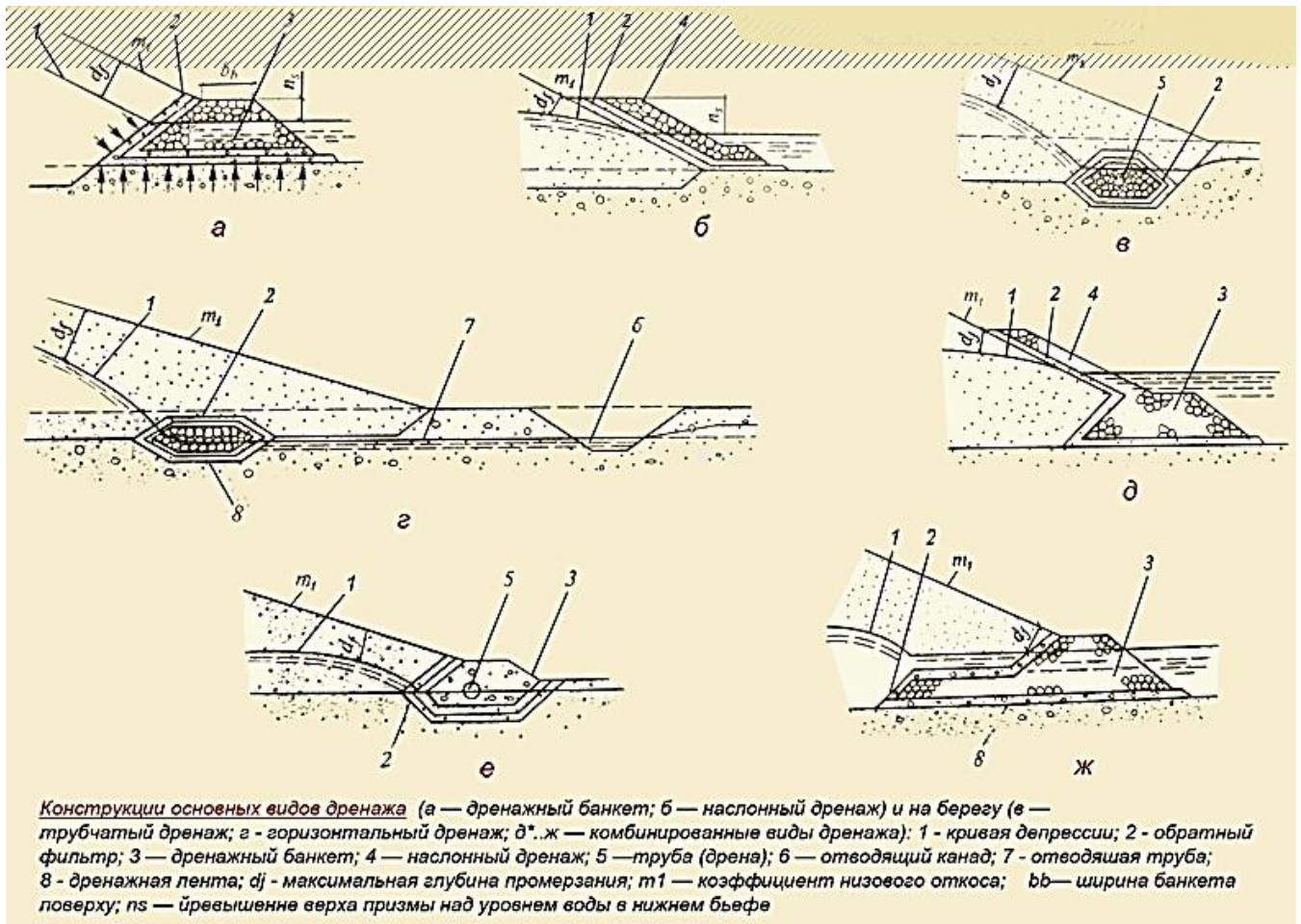


Рис.38 Схема однолинейного горизонтального дренажа

Однолинейный горизонтальный дренаж.

Расчет однолинейного горизонтального дренажа совершенного типа, заложенного в однородном пласте, аналогичен для берегового и головного дренажей.

Рассмотрим береговой дренаж. Дебит горизонтальной дрены (рис.38) складывается из притока в нее со стороны двух рек (q_1 и q_2), который

определяется по формуле Дюпюи:

$$q = q_1 + q_2 = k \frac{H_1^2 - H_0^2}{2l_1} + k \frac{H_2^2 - H_0^2}{2l_2}, \quad (1)$$

где q_1 и q_2 — единичные расходы притока воды в дрину слева и справа; H_1 , H_2 , H_0 — мощности водоносного горизонта соответственно у уреза реки слева, у уреза реки справа и в дрине;

Ординату депрессионной кривой определяют по формулам:

$$\text{влево от дрены } H_x = \sqrt{H_0^2 + (H_1^2 - H_0^2) \frac{x}{l_1}} \quad (2)$$

$$\text{вправо от дрены } H_x = \sqrt{H_0^2 + (H_2^2 - H_0^2) \frac{x}{l_2}} \quad (3)$$

где x — расстояние от дрены до сечения, в котором определяют H_x .

При значительном удалении границ потока от линейного дренажа последний следует рассматривать как головной дренаж. Единичный дебит головного дренажа определяется аналогично по формуле Дюпюи:

$$q = q_1 + q_2 = k \frac{H_e^2 - H_0^2}{2R} + k \frac{H_e^2 - H_0^2}{2R} = k \frac{H_e^2 - H_0^2}{R} \quad (4)$$

где H_e – мощность водоносного горизонта до работы дрены; H_0 – мощность водоносного горизонта в дрене; R – радиус влияния дрены.

Депрессионная кривая может быть построена по формуле

$$H_x = \sqrt{H_0^2 + (H_e^2 - H_0^2) \frac{x}{R}}, \quad (5)$$

где x – расстояние от дрены до сечения, в котором определяют H_x .

Единичный дебит (дебит 1 м длины дрены) для однолинейной горизонтальной дрены несовершенного типа может быть определен по формуле А.Н. Костякова:

$$q = 2\alpha k H_1 / (\ln R - \ln r), \quad (6)$$

где $\alpha = \pi/2 + H_1/K$; H_1 – расстояние от статического уровня до уровня воды в дрене; R – радиус влияния дрены; r – радиус дрены.

Систематический горизонтальный дренаж. Гидрогеологические расчеты систематического дренажа сводятся к определению дебита дрен, положения депрессионной кривой и расстояния между ними.

Дебит каждой дрены (рис.39) может быть определен по формуле

$$Q = 2aWL, \quad (7)$$

где $2a$ – расстояние между дренами; W – инфильтрация; L – длина дрены.

Для построения кривой депрессии воспользуемся уравнением Г.Н.Каменского:

$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L}x + \frac{W}{k}(L-x)x}.$$

Приняв в уравнении $h_1 = h_2 = h_0$ (h_0 – мощность воды в дренах) и $L = 2a$, получим новое

уравнение:
$$h_x = \sqrt{h_0^2 + \frac{W}{k}(2a-x)x}. \quad (8)$$

На водоразделе грунтовых вод между дренами $x = a$, а $h_x = h_{\max}$. Сделав замены,

получим
$$h_{\max} = \sqrt{h_0^2 + \frac{W}{k}a^2}. \quad (9)$$

Зная начальную мощность водоносного горизонта до работы дрен, можно определить минимальное понижение

$$\begin{aligned} S_{\min} &= H_e - h_{\max} = \\ &= H_e - \sqrt{h_0^2 + \frac{W}{k}a^2}. \end{aligned} \quad (10)$$

Решая уравнение относительно a , можно найти расстояние между дренами $2a$:

$$2a = 2\sqrt{\frac{k}{W}(h_{\max}^2 - h_0^2)}. \quad (11)$$

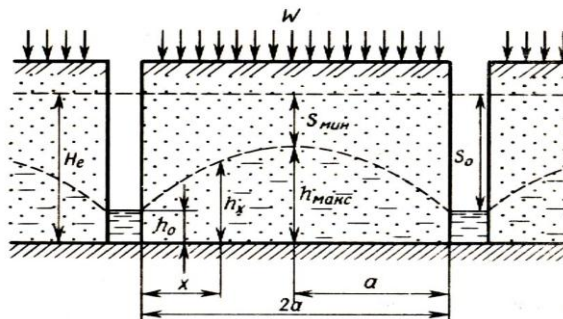


Рис.39 Схема систематического горизонтального дренажа

2.10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ.

Под гидрогеологическими параметрами понимаются численные характеристики водоносного горизонта, позволяющие определить эксплуатационные запасы водоносного горизонта к ним относятся: K_ϕ , $\mu(\mu^*)$, T , $ay(a^*)$, R_{np} , гидравлическое сопротивление фильтра (поправка Веригина) ξ , T -коэффициент водопроводимости. Определение данных параметров зависит от сложности гидрогеологической обстановки, вида движения подземных вод и типа водоносного горизонта.

2.10.1 Расчет параметров при установившемся движении подземных вод.

Наиболее простым способом, является применение формулы Дюпюи. Вычислим из нее коэффициент, тогда остальные параметры можно получить

$$a_y = \frac{\kappa_\phi h}{\mu}; \quad \mu = 0,117\sqrt{k_\phi}; \quad R_{np} = 1,5\sqrt{at}$$

$$a^* = \frac{\kappa_\phi m}{\mu^*} = \frac{\kappa_\phi}{\beta}; \quad \beta = \alpha\beta W + \beta S; \quad \mu^* = \beta m; \quad R_{np} = 1,5\sqrt{a^* t}$$

приведенные формулы используют коэффициент фильтрации выведенный из формулы Дарси (занятие 2.1), однако оно получено не точно, в результате неопределенного скачка уровня (разности уровня внутри и вне скважины). Для ликвидации этой ошибки используют кустовую откачку.

Откачка производится из одной центральной скважины, а замеры уровней ведутся по нескольким наблюдавшим скважинам, находящимся в зоне развития депрессионной поверхности. Здесь в наблюдательных скважинах регистрируется уровень воды который создается длительное время в процессе откачки и следовательно за счет очень малой скорости фильтрации гидравлическое сопротивление фильтра стремится к нулю.

Можно вывести формулу Дюпюи для центральной и наблюдательной скважин или для 2 наблюдательных скважин, при кустовой откачке.

где ξ_0, ξ_1, ξ_2 – поправка Веригина для центральной, 1 и 2 наблюдательной скважин.

	Напорный в/г	Грунтовый в/г
1. Для центр.скв.	$K_\phi = \frac{0,366Q * (\lg \frac{R}{r} + 0,217\xi)}{m * S}$	$K_\phi = \frac{0,73Q * (\lg \frac{R}{rc} + 0,217\xi_c)}{(2He - Sc) * Sc}$
2. Центр. и наблюдат. скважина	$K_\phi = \frac{0,366Q * [\lg \frac{r_1}{rc} + 0,217(\xi_c - \xi_1)]}{m * (Sc - S_1)}$	$K_\phi = \frac{0,73Q * [\lg \frac{r_1}{rc} + 0,217(\xi_0 - \xi_1)]}{(2He - Sc + S_1)(Sc - S_1)}$
3. Для 2-х наблюдат. скважин	$K_\phi = \frac{0,366Q * [\lg \frac{r_2}{rn-1} + 0,217(\xi_{n-1} - \xi_n)]}{m(S_{n-1} - S_n)}$	$K_\phi = \frac{0,73Q[\lg^* \frac{r_2}{r_1} + 0,217(\xi_1 - \xi_2)]}{(2He - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)}$

Соответственно S_0, S_1, S_2 , – понижения, r_1, r_2 - расстояние от центральной до 1 и 2 скважин, r - радиус центральной скважины, R - радиус влияния.

Остальные параметры определяются по формулам приведенным выше.

2.10.2 Определение гидрогеологических параметров для не установившегося режима фильтрации.

Квазиустановившийся режим фильтрации, дает погрешность в определении коэффициента, которое приемлемо на ранних стадиях исследований в простых условиях. В сложных гидрогеологических условиях, когда квазистационарный режим получить не удастся (дебит и понижение все время изменяются) для относительно точного определения

параметров используют графоаналитические методы, которые представляют из себя 3 способа графической обработки результатов кустовой откачки:

1. График временного прослеживания.
2. График площадного прослеживания.
3. График комбинированного прослеживания.

Во всех случаях по результатам откачки строятся графики, которые затем интерполируются прямыми линиями, которые дают для расчета угол наклона и величину отсекаемую на оси у.

1. Временное прослеживание заключается в прослеживании понижения (восстановления) уровня во времени и построение графика зависимости. $S=f(\lg t)$. Все графики здесь строятся в логарифмическом масштабе.
2. Способ площадного прослеживания заключается в обработке показателей в зависимости расстояния от наблюдательной скважины до центральной, т.е. учитывается площадное изменение фильтрационных свойств, строится график зависимости. $S=f(\lg r)$
3. Данный способ учитывает изменение коэффициента по площади и его времени.

Заключается в построении графика логарифмической зависимости. $S=f(\lg \frac{t}{r^2})$. Способ

временного прослеживания имеет простую методику отработки, достаточно 1-2 наблюдений скважин, но в отличие от него способ площадного и комбинированного прослеживания дает усредненное значение показателя по площади, хотя для этих способов нужны не менее 3-х наблюдательных скважин.

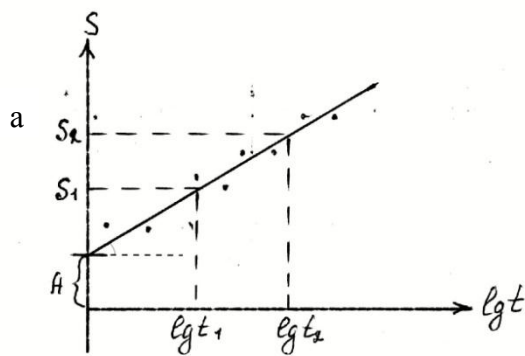
4. Указанные зависимости исследуются для напорных вод. Для грунтовых водоносных горизонтов проводится исследование зависимостей

$$(2H-S)S=f(\lg t)$$

$$(2H-S)S=f(\lg r)$$

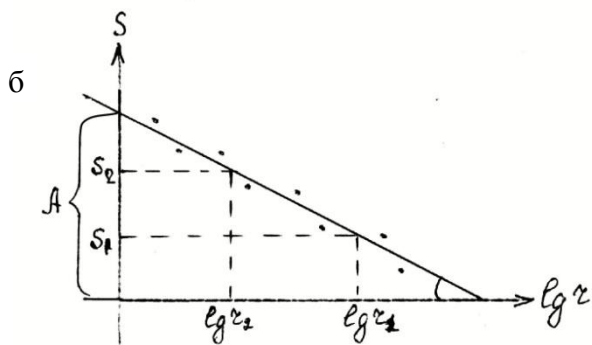
$$(2H-S)S=f(\lg \frac{r}{t^2})$$

5. Ниже приведены типовые графики, прослеживаются и формулы для определения гидродинамических параметров.



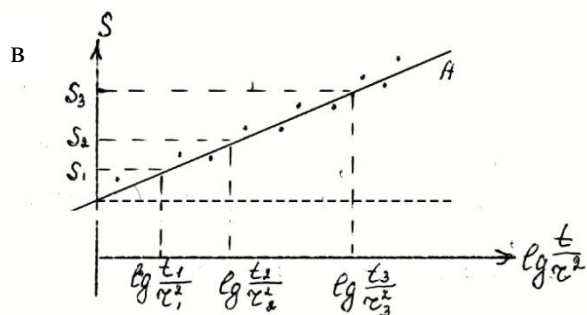
$$\beta = \frac{S_2 - S_1}{\lg t_2 - \lg t_1}$$

$$S = f(\lg t)$$



$$\beta = \frac{S_2 - S_1}{\lg r_2 - \lg r_1}$$

$$S = f(\lg r)$$



$$\beta = \frac{S_2 - S_1}{\lg t/(r_2)^2 - \lg t/(r_1)^2}$$

$$S = f\left(\lg \frac{t}{r^2}\right)$$

Рис.40 Графики временного (а), площадного (б) и комбинированного (в) прослеживания.

Если центральная скважина несовершенна, то все формулы остаются в силе только для а, (а) добавляется в формулу $0,434 \xi$ например:

$$\lg a = \frac{A}{B} - 0,35 - 0,434 \xi$$

где ξ – гидравлическое сопротивление водоприемной части скважины.

Ниже приведены формулы графической обработки результатов кустовой откачки для расчета гидрогеологических параметров.

А) Грунтовые воды

Временное прослеживание (1 наблюд.скважин) ≥ 1 наблюдательной скважины	Площадное прослеживан. 3 наблюден.скважин	Комбинирован.просл. 3 наблюден.скважин
$(2H - S) * S = f(\lg t)$	$(2H - S) * S = f(\lg r)$	$(2H - S) * S = f(\lg \frac{t}{r^2})$
$\beta = \frac{(2H - S_2) * S_2 - (2H - S_1)S_1}{\lg t_2 - \lg t_1}$	$\beta = \frac{(2H - S_1) * S_1 - (2H - S_2)S_2}{\lg r_2 - \lg r_1}$	$\beta = \frac{(2H - S_2) * S_2 - (2H - S_1)S_1}{\lg \frac{t_2}{r_2^2} - \lg \frac{t_1}{r_1^2}}$
$K_\phi = \frac{0,366Q}{\beta}$	$K_\phi = \frac{0,732Q}{\beta}$	$K_\phi = \frac{0,366Q}{\beta}$
$\lg a_y = 2 \lg r + \frac{A}{\beta} - 0,35$	$\lg a_y = \frac{2A}{\beta} - 0,35 - \lg t$	$\lg a_y = \frac{A}{\beta} - 0,35$
$\mu = \frac{KH}{a_y}$	$\mu = \frac{KH}{a_y}$	$\mu = \frac{KH}{a_y}$
$R_{np} = 1,5\sqrt{a_y * t}$	$R_{np} = 1,5\sqrt{a_y * t}$	$R_{np} = 1,5\sqrt{a_y * t}$

Б) Напорные воды.

Временное (1 скв.) ≥ 1 наблюдательной скважины	Площадное ≥ 3 наб.скв.	Комбинированное ≥ 3 наб.скв.
$S = f(\lg t)$	$S = f(\lg r)$	$S = f(\lg \frac{t}{r^2})$
$\beta = \frac{S_2 - S_1}{\lg t_2 - \lg t_1}$	$\beta = \frac{S_1 - S_2}{\lg r_2 - \lg r_1}$	$\beta = \frac{S_2 - S_1}{\lg \frac{t_2}{r_2^2} - \lg \frac{t_1}{r_1^2}}$
$T = km = 0,183 \frac{Q}{\beta}$	$T = km = \frac{0,366Q}{\beta}$	$T = km = \frac{0,183Q}{\beta}$
$K_\phi = \frac{T}{m} = 0,183 \frac{Q}{m * \beta}$	$K_\phi = \frac{T}{m} = \frac{0,366Q}{m * \beta}$	$K_\phi = \frac{T}{m} = \frac{0,183Q}{m * \beta}$
$\lg a = 2 \lg r + \frac{A}{\beta} - 0,35$	$\lg a = \frac{2A}{\beta} - 0,35 - \lg t$	$\lg a = \frac{A}{\beta} - 0,35$
$R_{эл} = 1,5\sqrt{a * t}$	$R_{эл} = 1,5\sqrt{a * t}$	$R_{эл} = 1,5\sqrt{a * t}$

где t – продолжительность откачки (100 000 суток),

r_1, r_2 – расстояние от центральной скважины до наблюдательной

Q – дебит скважин $\text{м}^3/\text{сут}$.

A, B – величины снятые с графиков прослеживания.

H (м) – мощность безнапорного (напорного) водоносного горизонта

S_1, S_2 – понижение в 1, 2 наблюдательной скважины

2.11 ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ МИГРАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Подземные воды всегда содержат растворенные вещества, состав и количество которых непрерывно меняются в результате физико-химических условий под влиянием фильтрации воды и других процессов, обусловленных изменением температуры, давления и концентрации вещества в воде и породе.

Под миграцией вод (по В.М. Шестакову) понимаются процессы перемещения компонентов подземных вод в порах и трещинах горных пород с учетом физико-химических изменений, происходящих при смешении подземных вод и их взаимодействии с горными породами. На понятиях о тепломассопереносе в подземных водах базируются гидродинамические основы миграции подземных вод.

Необходимость изучения миграции подземных вод сводится к решению целого ряда гидрогеологических задач, из которых отметим следующие:

- 1) выяснение закономерностей переноса вещества в земной коре;
- 2) обоснование гидрогеохимических критериев поисков полезных ископаемых;
- 3) оценка эксплуатационных запасов минеральных вод и их искусственного пополнения;
- 4) прогнозирование распространения загрязнения подземных вод в зоне влияния водозабора;
- 5) подземное захоронение пром. стоков;
- 6) определение скорости фильтрации геотермическими и геохимическими методами.

Существует два механизма переноса: конвективный или фильтрационный, – перенос тепла и массы фильтрационным потокам воды и диффузионно-кондуктивный – перенос тепла и массы диффузивным (молекулярным) путем.

Конвективный перенос. При конвективном переносе миграция подземных вод в упрощенном виде может рассчитываться по схеме поршневого вытеснения. Принимается, что все частицы воды мигрируют с одинаковой действительной скоростью V . В этом случае для практических расчетов конвективного переноса общее уравнение скорости миграции по пути будет иметь вид

$$dl / dt = \frac{k}{n_a} J$$

где l и t – соответственно путь и время миграции;

k – коэффициент фильтрации;

n_a – активная пористость породы (часть пор, заполненных гравитационной водой и открытых для фильтрации);

J – градиент напора в расчетной точке траектории миграции.

Для расчета по уравнению предварительно строят траектории движения в потоке (при установившемся движении они совпадают с линиями тока), по которым определяют градиенты напора в каждой точке расчетной траектории. Подставляя полученные значения градиентов напора в уравнение, определяют скорость движения границы раздела. Однако такое решение уравнения не всегда возможно. Чаще всего для решения уравнения прибегают к численному интегрированию. Наиболее простой способ Эйлера-Коши, при котором градиент J_1 осредняется в пределах интервала времени Δt . Тогда уравнение заменяется следующим:

$$\Delta l = \frac{k}{n_a} J \Delta t$$

т.е. определяется путь миграции Δl за данный период времени Δt .

Диффузионно-кондуктивный перенос. Он может быть выражен законом Фика:

$$Qq = -D_m \omega \frac{dc}{dl}$$

где Qq – диффузионный поток вещества, моль/с; D_m – коэффициент молекулярной диффузии в породе, м²/с; ω – поперечное сечение диффузионного потока, м²; c – концентрация диффундируемого вещества (количества вещества в единице объема, моль/м³);

l – путь диффузии, м.

Коэффициент молярной диффузии для песчаных пород выражается формулой

$$D_m = \chi n D_m^0$$

где χ - параметр, представляющий извилистость путей фильтрации в пористой среде (безмерная величина); n – пористость породы (доли единицы);

D_m^0 – коэффициент молекулярной диффузии в свободной среде, имеющий порядок 10^{-4} м²/сут.

В ультрадисперсных глинистых породах установлен «фильтрационный эффект» или «просеивание солей»: при переносе солей породы пропускают через себя не все молекулы раствора, а только их часть: в результате чего падает концентрация раствора, т.е. происходит уменьшение его минерализации.

Диффузионно-кондуктивный перенос возрастает при больших скоростях фильтрации вследствие перемешивания частиц воды в порах пород. Этот процесс называется фильтрационной или гидравлической дисперсией (гидродисперсией). При определении суммарного коэффициента дисперсии D следует учитывать величину и направление скорости фильтрации:

$$D = D_m + S_1 V$$

где S_1 – коэффициент, зависящий от вида породы и направления фильтрационного потока; m ; V – скорость фильтрации, м/с.

К миграционным параметрам относятся: активная пористость (трещиноватость), коэффициенты молекулярной диффузии и механической дисперсии, параметры сорбции и др.

Активной пористостью называется отношение объема пор, участвующих в переносе вещества к объему всей породы.

Под молекулярной диффузией понимают перенос вещества под действием молекулярных сил при наличии градиента концентрации.

Сорбция – поглощение газов, паров и растворенных веществ твердыми телами и жидкостями. Сорбционными параметрами являются: сорбционная емкость N_0 , коэффициент распределения (k_r), константа скорости массообмена α и др.

2.12 МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

Под гидрогеологическим моделированием понимается воспроизведение на различных моделях (электрических и др). процессов фильтрации подземных вод и связанных с ними явлений. В гидрогеологических процессах применяются два вида моделирования: физическое и математическое.

Физическое моделирование применяют при изучении процессов, механизм которых еще не достаточно выяснен. Этот вид моделирования осуществляется на фильтрационных лотках, где создается фильтрационный поток, подобный потоку в натуре, но в уменьшенном масштабе.

Математическое моделирование используется при изучении процессов, которые имеют одинаковое математическое описание. Они описывают однотипными дифференциальными уравнениями, но по физической сущности различны.

При математическом моделировании исследования ведут на модели (например, электрической). Полученные результаты с помощью уравнений переносят на интересующее нас явление или процесс (например, фильтрацию воды в пористой среде). Для решения фильтрационных задач используется преимущественно гидравлическая и электрическая аналоги, модели делаются сплошными и сеточными.

Сплошная гидравлическая модель основана на аналогии между плоским и ламинарным потоками в щели между двумя стенками. Такая модель носит название щелевого гидроинтегратора или щелевого лотка.

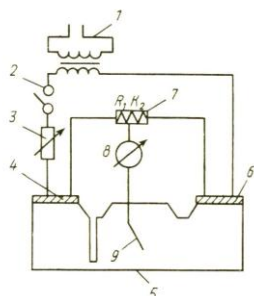


Рис. 41. 1 – источник питания;
2 – ключ; 3 – реостат; 4, 6 – шины;
5 – модель; 7 – агометр; 8 – гальванометр;
9 – игла.

Сплошная электрическая модель базируется на электрогидродинамической аналогии (сокращенно ЭГДА), т.е. аналогии между фильтрацией жидкости в пористой среде и потоком электричества.

Гидрогеологические задачи, решаемые методом моделирования, делятся на три типа: прямые, обратные и обобщенные.

При физическом и математическом моделировании фильтрации подземных вод используются: фильтрационные щелевые лотки, сплошные модели ЭГДА, сеточные гидравлические и электрические модели (интеграторы) и комбинированные электрические модели.

Фильтрационные лотки. Фильтрационный лоток применяется при физическом моделировании. Это модель водоносной толщи, в которой осуществляется фильтрация воды. В зависимости от задач и целей исследования лотки могут быть прямоугольные, квадратные, цилиндрические, секторные и трубчатые.

Решение задач на фильтрационных лотках сводится к построению гидродинамической сетки и определению фильтрационного расхода.

Щелевые лотки. Модели щелевых лотков или, как их еще называют, гидроинтеграторов щелевого типа весьма разнообразны. В щелевом лотке, так же как и в фильтрационном, вводятся масштабы подобия. Щелевые гидроинтеграторы широкого распространения не получили. Они применяются только для качественной характеристики и наглядности сложных фильтрационных процессов.

Сплошные модели ЭГДА. Установок и приборов ЭГДА очень много. В установку входят собственно прибор ЭГДА или электроинтегратор и модель исследуемой области. Все существующие приборы ЭГДА работают по принципу мостовой или компенсационной схемы. При мостовой схеме на модели получают сетку движения, состоящую из семейства эквипотенциальных линий и ортогонального к ним семейства линий токов. При компенсационной схеме определяют силу тока J , протекающую к отдельным шинам модели, и напряженность электрического поля $\mathcal{E}$.

Из приборов ЭГДА у нас в стране распространены интеграторы ЭГДА-9/60. Электрические модели изготавливаются из различных материалов: станиоля, электролита, дисперсной массы (мраморной муки, графитового порошка), желеобразных масс (желатин, агар-агар), электропроводной краски (наносят кисточкой на стекло), электропроводной бумаги. В практике из указанных материалов наиболее распространена электропроводная бумага. На интеграторах ЭГДА-9/60 моделируется установившаяся фильтрация.

Для моделирования неустановившегося движения подземных вод применяют сплошные модели с распределенными сопротивлением и ёмкостью. К таким приборам относятся электроинтегратор неустановившихся процессов ЭИНП – 3/66, сконструированный А.Г.Тарапоном.

В настоящее время широко применяется компьютерное моделирование фильтрации подземных вод.

РАЗДЕЛ 3 МЕТОДИКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 ОСНОВНЫЕ ВИДЫ, СТРУКТУРА И СТАДИЙНОСТЬ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ.

Методика гидрогеологических исследований изучает – гидрогеологические условия, способы проведения полевых исследований, лабораторных опытных работ и т.д., обработку всей полученной информации, применение технических средств для решения задач водоснабжения и других водохозяйственных вопросов (дренаж, осушение, водоснабжение и т.д.).

Под месторождением подземных вод понимается часть водонасыщенного слоя (системы, толщи), где под действием искусственных или естественных факторов создаются благоприятные условия для отбора проб в нужном количестве и с качеством, достаточным для практического применения.

Часть месторождения, где непосредственно производится отбор воды называется **водозабором**.

Месторождение принято считать промышленного типа, если их запасы превышают $> 5-8$ тысяч $\text{м}^3/\text{сут.}$, все остальные водозаборы хозяйственные.

В основу изучения месторождений положены следующие принципы:

1. Принцип гидрогеологической обоснованности и экономической целесообразности постановки на каждом объекте поисково-разведочных гидрогеологических работ.
2. Принцип стадийности, или последовательных приближений, изучения месторождений подземных вод.
3. Принцип полноты исследований объекта.
4. Принцип охраны окружающей среды при эксплуатации подземных вод, а также защиты их от истощения и загрязнения.
5. Принцип минимальных затрат труда, времени и средств при разведке месторождений.

Для изучения любых месторождений подземных вод существует стандартный набор видов работ:

а) сбор, обобщение и обработка материалов предыдущих исследований (фондовых материалов);

б) рекогносцировочные исследования площади с целью уточнения границ участка, геоморфологии, дорожной сети и т.д.;

в) гидрогеологическая съемка – это комплекс полевых работ с целью картирования гидрогеологических условий территории с построением гидрогеологических разрезов и характеристикой первого от поверхности горизонта;

г) разведочные работы заключаются в проходке буровых скважин и иногда горных выработок, предназначенных для вскрытия разреза для опробования и изучения водных горизонтов;

д) опытно-фильтрационные работы – это откачка, налив и нагнетания, проводимые с целью изучения гидрогеологических параметров, вод, горизонтов и зоны аэрации;

е) режимные наблюдения, посвященные изучению естественного и возмущенного режима подземных вод с целью изучения запасов, ресурсов подземных вод, гидрогеологических параметров и т.д. Режимные наблюдения проводятся по специально оборудованной сети скважин и на гидрометрических постах на реках;

ж) опробование и лабораторные работы предназначены для изучения водно-физических свойств грунтов и химических свойств подземных вод для оценки их качества;

з) камеральные работы;

и) топографические работы.

Стадии гидрогеологических исследований

Для эффективного изучения подземных вод гидрогеологические исследования проводятся стадийно, т.е. по мере поступления данных, площадь исследований сокращается, а точность результатов – повышается.

Выделяют следующие основные стадии:

1. Гидрогеологическая съемка масштаба 1:200000.
2. Гидрогеологические поиски.
3. Предварительная разведка.
4. Детальная разведка.
5. Эксплуатационная разведка.

Обычно стадии проводятся в указанной нормальной последовательности. Однако, в очень простых условиях, при малых потребностях в воде, отдельные стадии могут выпадать или объединяться с другими.

Каждой стадии проектирования должен соответствовать свой рациональный комплекс работ, часть которых описана выше.

1. Гидрогеологическая съемка имеет назначение выяснить общие закономерности распространения и формирования всех подземных вод на данной территории, дать общую оценку водоносности изучаемой территории и перспективу использования подземных вод.

На основе этой съемки проводятся гидрогеологическое районирование, т.е. выделение на данной территории не перспективных, малоперспективных и непосредственных районов для водоснабжения на данной территории.

Данная съемка является обязательной на всей территории СНГ.

2. Гидрогеологические поиски проводятся с целью выявления перспективных участков для водоснабжения для постановки на них дальнейших исследований. Стадии поисков делятся на две подстадии:

- а) общие поиски;
- б) детальные поиски.

На практике две подстадии часто совмещаются.

а) общие поиски. Цель изучение крупных регионов, а в них водоносных горизонтов перспективных на предмет водоснабжения. На данной подстадии проводится изучение распространения условий залегания водоносных горизонтов, сравнение и характеристика, путем изучения в основном фондового материала и ранее пробуренных скважин;

б) детальные поиски с целью изучение водоносного горизонта или горизонтов с благоприятными условиями, путем их полевого обследования. Основными видами работ здесь является полевая гидрогеологическая съемка масштаба 1:50000 и крупнее, с полным набором указанных выше работ.

3. Предварительная разведка необходима для изучения месторождения (участка работ), который был найден в процессе поисков.

Задачи предварительной разведки являются:

1. Выбор перспективного водного горизонта в пределах участка.
2. Оценка источников формирования эксплуатационных запасов подземных вод.
3. Выбор и обоснование схемы водозабора.
4. Определение качества подземных вод.

Предварительная разведка проводится по профилям с использованием буровых, геофизических, опытных работ, опробования, режимных наблюдений, лабораторных работ.

Конечной целью предварительной разведки, является обоснование схемы водозабора, оценка ресурсов, запасов подземных вод, изучение элементов режима подземных вод, граничных условий месторождения, т.е. все, что нужно для предварительной оценки эксплуатационных запасов подземных вод.

4. Детальная стадия.

Детальная разведка проводится на участке будущего водозабора для обоснования его строительства. Гидрогеологической целью здесь является оценка эксплуатационных запасов подземных вод по промышленным категориям В. Детальная разведка проводится путем бурения разведочно-эксплуатационных и наблюдательных скважин проведения опытных откачек, режимных наблюдений и т.д.

5. Эксплуатационная разведка проводится в процессе строительства и эксплуатации водозабора, для выявления соответствия между прогнозами и реальными условиями работы.

10.Содержание проектов, отчетов по району работ, методика их составления.	10.1 Подготовительные работы.	10.1.1 Осуществить подбор проектов различной тематики в фондах организации 10.1.2.Указать в отчете темы выбранных проектов
	10.2 Проведение опыта.	10.2.1. Описать в отчете содержательную часть каждого проекта с указанием их отличий 10.2.2. Из множества изученных материалов, выбрать подходящий для написания дипломного проекта в колледже
	10.3 Обработка результатов работ.	10.3.1. Осуществить, сохранение подобранных материалов, для написания дипломного проекта на различного рода носителях (бумажный вариант, флеш-карта, диск)
	10.4 Вывод	10.4.1. Собрать материал, соответствующий с выданным в колледже заданием
11.Составление отчета по гидрогеологическим исследованиям.	11.1 Подготовительные работы.	11.1.1. Получить производственное (геологическое, гидрогеологическое) задание у руководителя практики от производства; 11.1.2. Разобрать порядок осуществления сбора, систематизации результатов ранее проведенных (проектных) работ (выкопировки, ксерокопирование, сканирование графических и текстовых материалов с соответствующим оформлением; систематизация материалов по различным признакам); 11.1.3.Осуществить вынос на карту фактического материала ранее пройденных (проектных) скважин с результатами гидрогеологического опробования; 11.1.4. Подобрать (получить) рабочие топографические и геологические карты;
	11.2 Проведение опыта.	11.2.1. Самостоятельно составить отдельные абзацы (глав), осуществить их проверку у гидрогеолога; 11.2.2. Составить текстовые и графические приложения (схемы изученности района работ, листы гидрогеолого-технических разрезов скважин с отражением результатов всех работ, таблицы результатов различных анализов);
	11.3 Обработка результатов работ.	-подготовка: 11.3.1 Получить задание у руководителя практики от колледжа (учетная книжка); 11.3.2 Прибыть к месту проведения практики; 11.3.3 Ознакомиться с видами ГРР, проводимыми на предприятии; 11.3.4 Произвести анализ ряда материалов для ДП, предложенных руководителем практики от производства; 11.3.5 Проконсультироваться с руководителем практики от колледжа и самостоятельный выбор

		окончательного варианта материалов для ДП; -сбор материалов: 11.3.6 -Получить или подготовить графические материалы (копирование, распечатка карт района работ М 1:200 000 с геоморфологической, тектонической, обзорной схемами, карт участка работ М 1:25 000 либо 1:50 000); 11.3.7 -Проанализировать и подготовить (выписки, копии и электронный вариант) пояснительную записку к картам района работ; 11.3.8 -Обобщить и проанализировать результаты проведенных г/г и и/г работ с целью выбора темы ДП; 11.3.9 -Вынести на карту участка работ, необходимые для проектирования ранее пройденные скважины с результатами г/г опробования; 11.3.10 -Подготовить типичные г/г-технические разрезы скважин, результаты опытных работ и опробования на участке работ; 11.3.11 -Получить сметные нормы на производство видов ГРР, применяемые на предприятии; 11.3.12 -Оформить (дублировать) все графические и текстовые материалы в соответствии с требованиями стандартов ГРК.
	11.4 Вывод	-получение зачета: 11.4.1 -Представить материалы для ДП комиссии колледжа.

3.2 ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

3.2.1 Значение гидрогеологической съемки и ее виды

Гидрогеологическая съемка представляет собой комплекс полевых исследований, задачей которых является изучение гидрогеологических условий и картирование соответствующих их элементов.

К таким элементам относятся:

1. Распространение, залегание и основные параметры водоносных горизонтов и водоупоров.
2. Литология и фильтрационные свойства пород.
3. Химическая характеристика подземных вод.

Цель гидрогеологической съемки зависит от характера задания и этапа исследования.

В районах возведения гидротехнических сооружений устанавливаются:

а) рациональное использование водных ресурсов и охрану подземных вод от загрязнения;

б) возможность осушения болот в связи с определенными геолого-гидрогеологическими условиями;

в) влияние водохранилищ на изменение режима подземных вод. Дополнительные требования к гидрогеологической съемке могут быть также определены спецификой развития отдельных отраслей народного хозяйства в разных геолого-экономических районах.

В районе, где активно развивается химическая промышленность или ее развитие планируется на ближайшие годы, а также в районах предполагаемого строительства атомных электростанций при среднемасштабной гидрогеологической съемке, необходимо изучить

возможность захоронения пром. стоков, при которой бы полностью исключалась вероятность загрязнения эксплуатируемых или намечаемых к эксплуатации месторождений подземных вод.

В районах, где в ближайшие годы (10-15 лет) намечается гидромелиоративное строительство, среднемасштабная съемка проводится в комплексе с инженерно-геологической.

Определенная специфика требований к гидрогеологической съемке возникает в районах широкого распространения карбонатных закарстованных толщ. Здесь целесообразна детализация изучения степени закарстованности пород и мощности карстовой зоны, а также степени обводненности карстовых пустот, минимальная глубина распространения подземных вод, направления, скорости движения подземных вод и ориентированной величины карстового стока.

В районах, где активно протекают геодинамические процессы или же вследствие изменения гидрогеологических условий возможности их активизации, при гидрогеологической съемке необходимо прогнозировать вероятную активность геодинамических процессов под влиянием режима п.в.

Общим для всех масштабов съемки являются изучаемые объекты определяющие режим п-в. При этом область питания и разгрузки, строение границ бассейнов подземных вод, гидрогеохимическая и гидродинамическая зональности изучаются при средних и мелкомасштабных съемках.

1 Гидрогеологическая съемка масштаб 1:500000.

Является наиболее эффективной в неизученных или малоизученных районах. Она открывает перспективные для постановки более детальных исследований.

Нижняя граница изучения подземных вод в разрезе доходит до рассолов с их захватом при мощности осадочных толщ в границах платформ более 500 м.

Картированием следует охватывать пресные и соленые воды, а при неглубоком залегании рассолов (200-300м) и верхние горизонты последних.

Обосновывается глубина изучения, до которой при помощи бурения в отдельных точках или геофизическими методами должны быть получены данные о глубоких водоносных горизонтах, необходимые для составления программ и гидрогеологических прогнозов.

При среднемасштабной (1:200000) гидрогеологической съемке в случае нормальной зональности п.в. изучается гидрогеологический разрез пресноводной и солоновато водной зон с относительной оценкой качества воды и водообильности выделяемых толщ. В отдельных пунктах устанавливается глубина залегания и химический состав подземных рассолов, если это было сделано при мелкомасштабной съемке.

В каждом гидрогеолого-экономическом районе среднемасштабная гидрогеологическая съемка должна давать информацию на максимально возможную и рациональную в данных условиях глубину. Глубинность съемки определяется рядом факторов: расчлененности рельефа, глубиной залегания кровли практически безводных толщ кристаллического фундамента, условиями обводненности пород, изучаемой части геологического разреза, направленность развития народного хозяйства и потребленностью в подземных водах различных его отраслей.

В горно-складчатых областях, где скальные породы выходят на поверхность, глубинность гидрогеологической съемки может быть ограничена мощностью зоны открытой трещиноватости при допустимой большей глубинности крупных обводненных зон разломов. При широком распространении карбонатных толщ с мощностью карста до 500-700 м необходимо изучать гидрогеологические условия всей карстовой зоны. При большой мощности карста изучение п.в. необходимо до выше указанной глубины при общей оценке гидрогеологических условиях карстовых зон на максимально возможную в данных условиях глубину.

В платформенных и межгорных артезианских бассейнах при гидрогеологической съемке должны быть обобщены все известные сведения о подземных водах изученной части

геологического разреза. Более детальное изучение при съемке должно быть проведено на глубине не менее 1000 – 1200 м.

В случае относительно небольшой глубины залегания мощных (1000 и более метров) регионально выдержанных водоупорных толщ глубинность съемки может быть ограничена кровлей этих толщ.

В любых геолого-структурных условиях при относительно небольшой глубине залегания кристаллического фундамента (до 500-700 м) при съемке должны быть изучены гидрогеология осадочного чехла и зона открытой трещиноватости фундамента.

Во всех отмеченных случаях применяемая глубина исследований должна обеспечить необходимой информацией все отрасли народного хозяйства, связанные с использованием подземных вод. Полнота информации должна определить возможность их нормальной деятельности, а также перспективы дальнейшего развития на ближайшие 10-15 лет.

Выбор глубины и количество скважин должен определяться степенью изученности гидрогеологической структуры (артезианский бассейн, массив трещинных вод и т.д.), в границах которой находится изучаемый район.

Картирование в отличие от изученности обычно доводится до наиболее глубоких из установленных водоносных горизонтов, имеющих хозяйственно-питьевое, лечебное и промышленное значение.

В области многолетней мерзлоты изучение доводится до наиболее глубоких водоносных горизонтов, а картирование с охватом ближайших к дневной поверхности, перспективных для народно-хозяйственного использования.

Крупномасштабная съемка в настоящее время приобретает региональное значение. При этой съемке глубинность изучения обуславливается залеганием ближайших к поверхности земли достаточно водообильных горизонтов хозяйственно-питьевой, лечебных, промышленных вод. Более глубокие горизонты пресных, соленых, лечебных и термальных вод, а также подземных рассолов изучаются в тех случаях, когда они представляют собой интерес для народного хозяйства района.

Специализированные съемки преследуют цель изучить промышленно пригодный водоносный горизонт или выявить его перспективы. Поэтому здесь картируется та часть геологического разреза, где сосредоточены пригодные для использования подземных вод (пресные, солоноватые, лечебные, промышленные). Наряду с промышленно ценным водоносным горизонтом изучению подвергаются выше и ниже лежащие водоносные пласты, которые за счет гидравлической связи с основным горизонтом могут изменять его качество, особенно в процессе эксплуатации подземных вод.

Название работы	Этап выполнения	Описание алгоритма (технологические шаги)
1. Составление полевой документации при проведении гидрогеологических и инженерно-геологических съемок.	1.1 Подготовительные работы.	1.1.1 Найти и изучить материалы по исследуемому участку; 1.1.2 Подготовить топо основы для прохождения маршрута; 1.1.3 Нанести маршрут на топо основу; 1.1.4 Подготовить необходимое оборудование (горный компас, навигатор, мерную ленту или шагомер, лопату, пробоотборника, уровнемера) 1.1.5 Подготовка емкостей для отбора проб воды и грунта (мытьё, этикетирование); 1.1.6 Проверка работоспособности автотранспорта; 1.1.7 Выезд на первую точку маршрута.
	1.2 Проведение	1.2.1 Определить координаты исследуемой точки при помощи навигатора; 1.2.2 Вбить колышек (пикет); 1.2.3 Описать исследуемую точку наблюдения

		(литология, растительность, антропогенное воздействие, наличие водных проявлений- см. пункт 1.2.4); 1.2.4. В процессе съемки изучить: геологическое строение местности (стратиграфию, литологию, тектонику и пр.), геоморфологию, гидрогеологические условия (источники и другие водопоявления, дебит источников, УГВ), физико-геологические явления (оползневые, суффозионные, карстовые, просадочные и пр.), физико-механические свойства пород, состояние существующих сооружений и инженерно-геологические явления. 1.2.5 Занести описание в полевую книжку; 1.2.6 Нарисовать абрис; 1.2.7 Отобрать пробу грунта из закапушки и пробу воды при наличии водных объектов; 1.2.8 Перейти на следующую точку; 1.2.9 Повторить алгоритм описания;
	1.3 Обработка результатов работ.	1.3.1 Заполнение полевой книжки с описанием маршрута; 1.3.2 Подробное нанесение данных на топо основу; 1.3.3 Сдача отобранных образцов в лабораторию. 1.3.4. Указать протяженность маршрута, полученные результаты по опробованию.
	1.4 Вывод	1.4.1 Составление абриса маршрута, вывод по изменению во времени данных по ОГП, выделить в пределах изучаемого района благоприятные для предполагаемого вида строительства участки, а также условно благоприятные и неблагоприятные.

3.2.2 Типы гидрогеологических карт и их содержание

По результатам гидрологической съемки, обработки фондовых и литературных материалов составляются гидрогеологические карты.

Гидрогеологическое картирование – метод обобщения и графического выражения результатов гидрогеологических исследований.

В практике гидрогеологического картирования известны самые различные по направлению, содержанию, методам картографического изображения гидрогеологические карты.

Они различаются по масштабу:
 обзорные – масштаб мельче 1:1000000;
 мелкомасштабные – 1:1000000 – 1:500000;
 среднемасштабные – 1:200000 – 1:100000;
 крупномасштабные – 1:50000 – 1:25000;
 детальные – крупнее 1:10000.

По содержанию и назначению выделяются общие и специализированные гидрогеологические карты.

Общие карты с наибольшей полнотой отражают основные элементы гидрогеологических условий. На общих гидрогеологических картах отражаются:

1. Распространение, условие залегания и глубина различных в гидрогеологическом отношении конкретных толщ горных пород как водоносных, так и водоупорных.

2. Характер скважности, величина водопроницаемости и водопроводимости горных пород или их водообильность.

3. Характер и положение уровней подземных вод, направление скорости их движения и естественные расходы.

4. Степень минерализации (общая соленость) подземных вод, их химический и газовый состав и температура.

5. Естественные водопрооявления и искусственные вскрытия подземных вод.

Для районов со специфическими гидрогеологическими условиями (распространение многолетнемерзлых пород, проявление современного вулканизма) на гидрогеологических (общих) картах, дополнительно отражаются и другие элементы гидрогеологических условий или факторы, на них влияющие. К ним относятся: линзы пресных вод, солончаки, солонцы, такыры, болота, заболоченности, распространение и мощность многомерзлотных толщ пород, талики-наледы, гидролоkkalиты ископаемые льды, действующие и потухшие вулканы, обводненные погребные долины, проявления карста и др.

Специализированные карты отражают отдельные элементы или стороны гидрогеологических условий (гидрогеохимические, глубины залегания подземных вод, эксплуатационных ресурсов и т.д.). Они составляются для решения определенных практических задач (водоснабжение, мелиорация земель и т.д.).

Специализированные карты подразделяются на три группы:

- а) карты отдельных гидрогеологических элементов;
- б) типичные специальности, отражающие какую-то одну сторону гидрогеологических условий;
- в) карты ярусов, этажей, срезов, толщ.

К первой группе относятся карты: гидроизогипс, гидроизопьез, глубин залегания подземных вод, коэффициентов фильтрации пород, водопроводимости пластов, модулей подземного стока.

Ко второй группе относятся достаточно сложные по содержанию карты:

- а) динамики подземных вод;
- б) естественных ресурсов подземных вод;
- в) гидрогеохимические;
- г) режима подземных вод;
- д) минеральных вод;
- е) термальных вод.

К третьей группе относятся карты отдельных частей разреза. Это гидрогеологические карты четвертичных и до четвертичных отложений, карты грунтовых и артезианских вод, карты отдельных поверхностей среза, выбираемых на какой-либо глубине от поверхности земли.

Карты гидрогеологического районирования - это особый вид синтетических карт, которые могут быть общими и специализированными.

Для карт общего гидрогеологического районирования характерно подразделение (окопирование) картируемой территории, на различные по совокупности гидрогеологических условий участка. Большинство авторов выделяют гидрогеологические районы высших порядков на основе геолого-структурного признака (поскольку различные типы геологической структуры определяют и принципиальные различия гидрогеологических условий).

Специальное гидрогеологическое районирование заключается в разделении территории на районы по какому-либо признаку различия: либо гидрогеологическим условиям какой-нибудь части гидрогеологического разреза, или какого-нибудь элемента гидрогеологических условий (по минерализации, глубинам залегания).

В последнее время составляются карты гидрогеологических конструкций (палогидрогеологические карты) и карты прогнозов. Основой для этих карт, как правило, служат расчеты, теоретические построения, либо даже просто расположение.

К наиболее распространенным типом общих гидрогеологических карт следует отнести обзорные, мелкомасштабные и среднемасштабные карты.

Примером обзорных гидрогеологических карт могут служить:

1. Гидрогеологическая карта СССР масштаб 1:2500000.
2. Карта минеральных вод 1:7500000.
3. Карта эксплуатационных запасов подземных вод и модулей подземного стока масштаб 1:7500000 и др.

Гидрогеологические карты составляются с учетом литологии и стратиграфии водовмещающих пород.

Стратиграфо-литологическая основа для гидрогеологических карт необходима по следующим соображениям:

а) она создает возможность легкого геолого-гидрогеологического чтения карт. Этот принцип позволяет отразить структурные взаимоотношения различных водоносных и водоупорных толщ;

б) она дает возможность отображения многоэтажности водоносных горизонтов;

в) она является международным средством чтения, сопоставления и сведения в единое целое различных гидрогеологических карт разных стран и континентов.

Таким образом, подземные воды картируются в неразрывной связи с геологической средой, в которой они существуют. Карта преимущественно составляется на одном листе.

На гидрогеологической карте показывается:

- 1) распространение площади горизонтов или комплексов с указанием возраста водовмещаемости пород цветом, принятым при составлении геологических карт;
- 2) общая минерализация подземных вод для первого водоносного горизонта, а для нижележащих – цифрами у водопунктов и на разрезах;
- 3) количественная характеристика водоносных горизонтов производится у водопунктов;
- 4) на разрезе отражаются литология, фациальные изменения, напор, химический состав, минерализация и параметры обводненности.

Основной обобщающий фактический материал по геологическому строению и гидрогеологическим условиям отражается в условиях обозначения к карте.

3.9.1 Понятие о ресурсах, запасах подземных вод и методы их оценки.

Под запасами понимается определенное количество гравитационной воды, которая находится в водоносном пласте, и может быть получена в результате гравитационного стекания с данного объема.

Естественные запасы – определяются коэффициентом водоотдачи пласта μ и измеряется в м^3 .

Естественными ресурсами – называются количество воды, которое поступает в водоносный горизонт из различных источников питания и измеряется в ($\text{м}^3/\text{сут.}$).

Все запасы делятся на следующие виды:

- а) **естественные запасы** $Q_{\text{е.з.}}$ – это объем гравитационной воды, сосредоточенной в пласте в настоящее время;
- б) **упругие запасы** $Q_{\text{упр.}}$ – это запасы, которые проявляются без осушения пласта, а только за счет снижения пластового давления;
- в) **искусственные запасы** $Q_{\text{и.}}$ – накапливаются под влиянием инженерной деятельности человека (например, при орошении, при гидротехническом строительстве);
- г) **эксплуатационные запасы** – это количество подземных вод, которое может быть получено рациональным в техническом отношении способом, при заданном режиме эксплуатации и с качеством, удовлетворяющем потребителя.

Естественные запасы.

Естественные запасы, определяются расчетом и равны количеству воды, содержащейся в водоносном горизонте.

$$Q_{\text{е.з.}} = \alpha \mu V \quad (1)$$

где – V – объем обводненных пород водного горизонта.

В плане он определяется площадью распространения депрессионной поверхности или ограничивается контурами $Q = 0$ и $H = \text{const}$ т.е. в случае наличия этих границ, площадь распространения депрессионной поверхности определяется как часть полного развития депрессионной поверхности, определяемой $S = \pi R_{\text{вл.}}^2$. Например в случае «пласт полосы», площадь развития депрессионной воронки представляется в виде прямоугольника со сторонами $2R_{\text{вл.}}$ и ℓ ; ℓ - расстояние между границами

В разрезе объем представляется средней мощностью водоносного горизонта.

Таким образом: $V = S \cdot H_{\text{ср.}}$

μ - в формуле (1) – это коэффициент водоотдачи;

α – определяет коэффициент извлечения запасов $\alpha \approx (0,5 - 0,6) H$, т.к. именно на такую часть мощности водоносного горизонта можно его осушить.

Упругие запасы

Их расчет отличается тем, что сначала срабатывается напор, а затем, как обычно статистические запасы. Поэтому в возможном варианте расчета вместо мощности водоносного горизонта m , принимается $m + H$, где H – высота напора.

Второй способ расчета упругих запасов – это использование вместо μ , μ^* - упругую водоотдачу, которая учитывает сработку напора в момент откачки.

Искусственные запасы

Искусственные запасы рассчитываются как потребность восполнения естественных запасов, и здесь основным параметром будет определение скорости инфильтрации их в водоносном горизонте.

Естественные ресурсы (динамические запасы)

Это количество воды, проходящей через поперечное сечение участка в единицу времени. Определяется по формуле Дарси, при этом основная задача в выборе створа, через который проходит поток и направление потока.

ФОРМУЛА ДАРСИ: $Q_e = K_f \cdot F \cdot I \cdot \cos \alpha$

где K_f – применяется средний по участку работ.

F – площадь живого сечения потока $F = H_{\text{ср.}} \cdot L$, где

L – расстояние между скважинами, по которым определяются естественные ресурсы;

I – гидравлический градиент, определяется по методу аналогии с использованием данных по данному или соседнему участку, либо с использованием ближайших к профилю гидроизогипс (гидроизопьез);

α – угол между направлением потока и перпендикуляром к данному профилю.

Считается, что ресурсы могут покрывать потребность, если они много больше потребности. Обычно разведочные работы проводятся в случае, когда естественные ресурсы и запасы сравнимы с потребностью.

Эксплуатационные запасы.

Категоризация запасов.

Под категоризацией запасов следует понимать степень достоверности эксплуатационных запасов, которая основана на изученности участка и обоснованности прогноза.

Согласно классификации эксплуатации запасов подземных вод месторождения (участки) подземных вод по степени их изученности подразделяются на:

- освоенные;
- разведанные;
- оцененные (выявленные).

К освоенным относятся месторождения (участки) подземных вод, находящиеся в постоянной или периодической эксплуатации, эксплуатационные запасы которых, их количество и качество, а также условия водоотбора установлены по данным режимных

наблюдений, санитарно-гигиенических, водоохраных и экологических обследований (эксплуатационная разведка). Запасы подземных вод освоенных месторождений (участков) должны быть оценены по категории А и в отдельных случаях - категории В.

К разведанным относятся месторождения (участки), изученные в степени, достаточной для обоснования решения о порядке и условиях их вовлечения в промышленное освоение. Запасы подземных вод разведанных месторождений (участков) должны быть оценены по категории В.

К оцененным (выявленным) относятся месторождения (участки), изученные в степени, позволяющей на основании существующей потребности или укрупненных технико-экономических расчетов обосновать их промышленное значение и целесообразность дальнейшей разведки. Запасы подземных вод таких месторождений должны быть подсчитаны по категориям C_1 и C_2 .

Запасы категории А подсчитываются на освоенных (разрабатываемых) месторождениях (участках) применительно к существующей схеме водозабора по фактической его производительности (продолжительность наблюдений за водоотбором определяется степенью сложности месторождения):

- на месторождениях 1-ой и 2-ой групп при подтверждении возможности сохранения допустимого водоотбора и требуемого качества воды;

- на месторождениях 3-ей группы при установившихся в процессе водоотбора гидродинамических и гидрохимических режимах.

Отрицательное воздействие на окружающую природную среду в обоих случаях отсутствует и не ожидается на последующий расчетный срок эксплуатации или надежно прогнозируется.

При подсчете запасов подземных вод категории А в расчетной схеме учитываются только те источники формирования эксплуатационных запасов, которые достоверно установлены и оценены количественно по опыту эксплуатации.

Запасы категории В подсчитываются на разведанных месторождениях (участках) применительно к намеченной схеме водозабора:

- по расчетной производительности намечаемого водозабора на месторождениях 1-й и 2-й групп при подтверждении возможности сохранения требуемого количества воды на расчетный срок эксплуатации;

- по фактическому дебиту выработок, опробованных опытными и (или) опытно-эксплуатационными откачками, на месторождениях 3-й группы при подтверждении возможности получения достигнутого дебита и требуемого качества воды на расчетный срок эксплуатации;

- по среднесуточному дебиту родников вероятностью превышения 95%, если эксплуатация предусматривается путем прямого каптирования родников, либо по среднегодовому дебиту этих же родников вероятностью превышения 95%, если предусматривается режим водоотбора, соответствующий режиму родникового стока по сезонам года, при этом расчетные дебиты родников должны быть обоснованы результатами многолетних наблюдений;

При подсчете запасов подземных вод категории В в расчетной схеме учитываются только те источники формирования эксплуатационных запасов, которым дана общая количественная оценка по данным разведочных гидрогеологических работ.

В отдельных случаях запасы категории В оцениваются на освоенных месторождениях в сложных гидрогеологических условиях по фактическому отбору при невозможности количественной оценки источников формирования эксплуатационных запасов, отрицательное воздействие на окружающую среду при этом отсутствует.

Запасы категории C_1 подсчитываются:

- по расчетной производительности проектных водозаборов на месторождениях 1-й и 2-й групп на основании фактического опробования отдельных разведочных выработок;

- по фактическому дебиту выработок, опробованных опытными и (или) опытно-эксплуатационными откачками в пределах приближенно установленной величины обеспеченности эксплуатационных запасов на месторождениях 3-й группы.

-по минимальному суточному дебиту родников, установленному по данным периодических замеров в меженьный период и приведенному к 95% вероятности превышения по данным наблюдений за режимом родников-аналогов или изменением различных метеорологических факторов.

Запасы категории C_2 подсчитываются:

- по расчетной производительности условных обобщенных водозаборов в пределах общего баланса подземных вод;
- по аналогии гидрогеологических условий с более полно изученными площадями;
- по экстраполяции к запасам более высоких категорий в пределах общей величины обеспеченности эксплуатационных запасов подземных вод.

Категоризация запасов по более высоким категориям проводится в процессе детализации исследований и проведения определенных видов работ на каждой стадии.

В основу категоризации запасов положена «Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод», согласно которой все месторождения делятся на три группы.

К 1-ой группе относятся месторождения с простыми гидрогеологическими и гидрохимическими условиями, со спокойным залеганием водоносных горизонтов, выдержанных по мощности, строению и фильтрационным свойствам водовмещающих пород - месторождения артезианских бассейнов, конусов выноса предгорных шлейфов и межгорных впадин, а также расположенные в речных долинах, при условии обеспеченного восполнения эксплуатационных запасов за счет поверхностных вод, прогнозируемом количественном ущербе окружающей природной среде под влиянием отбора подземных вод.

Ко 2-ой группе относятся месторождения:

- со сложными гидрогеологическими условиями вследствие невыдержанности мощности, строения или фильтрационных свойств водовмещающих пород при простых гидрохимических условиях (в артезианских бассейнах, а также связанные с водоносными горизонтами трещиноватых пород);
- со сложными гидрохимическими условиями, характерными для многих месторождений в песчаных массивах пустынь, полупустынь и артезианских бассейнах.

К этой же группе относятся месторождения в речных долинах, в ограниченных по площади структурах или массивах трещинных и трещинно-карстовых пород, эксплуатационные запасы подземных вод которые периодически восполняются за счет поверхностных, а также месторождения с простыми гидрогеологическими и гидрохимическими условиями. Влияние отбора подземных вод на окружающую природную среду незначительное и оценивается приближенно по результатам разведочных работ.

К 3-ей группе относятся месторождения:

- с очень сложными гидрогеологическими условиями вследствие высокой изменчивости мощности и строения водоносных горизонтов и фильтрационных свойств водовмещающих пород - месторождения в краевых частях артезианских бассейнов платформенного типа с неявно выраженными источниками формирования эксплуатационных запасов подземных вод;
- с ограниченным распространением водоносных горизонтов - месторождения трещинно-карстовых и трещинно-жильных вод, не связанные с поверхностными водами;
- с очень сложными гидрохимическими условиями.

К этой группе относятся месторождения питьевых и технических вод, эффективная разработка которых возможна только при искусственном подпитывании водозаборов или применении сложных систем водозаборов, и месторождения, по которым прогноз последствий водоотбора на окружающую природную среду основан на анализе общей геоэкологической обстановке.

Отнесение месторождения или участка к той или иной группе требует обоснования в каждом конкретном случае.

После такой типизации месторождений, инструкция предлагает относить запасы к категории по следующим признакам:

К категории C_2 по результатам баланса подземных вод, аналогии с другими месторождениями и экстраполяции к утвержденным запасам более высокой категории.

К категории C_1 запасы считают по расчетному дебиту разновременно опробованных скважин с учетом их взаимодействия на месторождения III-ей группы, или без учета их взаимодействия на месторождениях I и II-ой групп.

3.9.2 Методы определения эксплуатационных запасов подземных вод.

Для оценки эксплуатационных запасов можно привести следующие методы:

1. Гидродинамические.
2. Гидравлические.
3. Балансовые.
4. Математического моделирования.
5. Гидрогеологической аналогии.

При гидродинамическом методе оценка запасов проводится путем доказательства возможности эксплуатации водоносного горизонта, с заданной потребностью и качеством в течении амортизационного срока. Реально, это может сводиться к определению понижения для скважины водозабора, работающей в наихудших условиях, по различным формулам динамики подземных вод. Предварительно составляется схема граничных условий, схема водозабора, определяется группа месторождений, в частности для месторождений 1 и 2 групп данный способ наиболее применим, для этого случая предполагается следующий порядок оценки эксплуатационных запасов.

1. Определяется категория сложности месторождения и схема водозабора, а также проектная нагрузка на скважины водозабора.

2. Учитывая заявленную потребность и расчетный дебит скважин водозабора, определяется количество скважин в составе водозабора.

3. Учитывая количество скважин и граничные условия, выбирается рациональная схема расположения водозабора. При этом надо помнить, что водозабор надо располагать ближе к контуру I рода $H=\text{const}$, дальше от контура $Q = 0$ и перпендикулярно к потоку подземных вод.

4. Затем, выбирается расчетная схема определения эксплуатационного понижения – (метод большого колодца метод зеркальных отражений), по которым определяется эксплуатационное понижение. Запасы считаются обеспеченными, если эксплуатационное понижение меньше или равно допустимого:

$$S_{э} \leq S_{\text{доп.}} = (0,7-0,6) H_{\text{вод.гор.}}$$

При этом, следует помнить, что под мощностью водоносного горизонта напорных вод понимается $H_{\text{вод.гор.}} = m + H$, где H – напор.

5. В случае невыполнения указанного условия, меняется либо нагрузка на скважину, либо увеличивается расстояние между ними.

В случае невыполнения условий при этих изменениях, делается вывод о невозможности получить заявленную потребность без искусственного восполнения.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ МЕТОД – заключается в использовании опытных данных после проведения групповых или опытно-эксплуатационных откачек из всех или части скважин водозабора.

Метод используется в сложных условиях месторождений III группы, где турбулентный характер движения воды не поддается математическому описанию. Здесь очень трудно оценить влияние естественных ресурсов и привлекаемых запасов. Рекомендуется следующий порядок:

1. Применительно к схеме водозабора разбурить не менее 50% разведочных скважин, в особых случаях – 100%.

2. Из всех разведочных скважин провести групповую откачку при различных понижениях (не менее трех).

3. Определить графически зависимость дебита от понижения.

4. По практическим замерам, определить срезки уровня в скважинах водозабора и экстраполировать их на основании данных групповых откачек на конец эксплуатации водозабора.

5. Для каждой скважины водозабора составить полное понижение, состоящее из понижения самой скважины, срезов уровня и затрубных скачков уровня, которые должны быть меньше допустимого.

БАЛАНСОВЫЙ МЕТОД – основан на составлении водного баланса участка, обычно используется формула:

$$Q_3 = Q_{e.з.} + \frac{\alpha Q_e}{t}$$

где $Q_{e.з.}$ – естественные ресурсы, α – коэффициент извлечения запасов, t – время работы водозабора.

Из этого видно, что если $Q_{e.з.} > Q_3$, то запасы обеспечены на неопределенно долгий срок, однако данный метод не позволяет оценить понижение в скважине водозабора, а сработка запасов относится ко всему району работ.

Основным параметром при оценке запасов балансовым способом является коэффициент μ - водоотдачи, причем он определяется в различных местах участка и желательно различными методами. В лаборатории, по результатам режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод и по результатам кустовой откачки.

МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ – основан на применении специальных устройств – гидроинтеграторов, которые с помощью электрического тока на специальной бумаге моделируют поток подземных вод, или компьютерное моделирование.

Метод используется как вспомогательный при очень сложных гидрогеологических условиях.

МЕТОД АНАЛОГИИ – основан на том, что эксплуатационные запасы определены какими-то способами на другом участке и могут быть отнесены к изучаемому, если будет доказана торжественность основных гидрогеологических параметров и геологических условий.

Оценка эксплуатационных запасов подземных вод гидродинамическими методами

Особую сложность здесь представляет учет влияния границ водоносного горизонта, гидрогеологическая неоднородность в плане и разрезе, а также учет взаимного влияния друг на друга скважин водозабора.

1. Метод большого «колодца» (Бочевера).
2. Метод зеркальных отображений (Бинденмана).

МЕТОД БОЛЬШОГО «КОЛОДЦА» – основан на определении уровня в скважине, находящейся в центре большого колодца, под которым понимается различная по схеме расположения группа скважин водозабора.

Понижение в центре колодца определяется по формуле:

$$S = S_{вн.} + S_{скв.} \quad (1)$$

где $S_{вн.}$ - понижение, вызванное системой скважин в центре «колодца».

$S_{скв.}$ – дополнительная срезка уровня в центре большого «колодца» вызванная каждой скважиной в отдельности, поэтому для вычисления здесь берется нагрузка на каждую скважину. [см.формулу (3)]

$$S_{ви} = \frac{Q_{сум}}{2\pi km} \cdot \ell n \frac{R_{np}}{R_o} \quad (2)$$

где $Q_{сум.}$ – проектный дебет водозабора,

K – коэффициент фильтрации,

m – мощность водного горизонта,

$R_{пр.}$ – приведенный радиус влияет.

R_o – радиус большого «колодца», применяется: $= 0,2\ell$ для линейного ряда скважин $= 0,1R$ для площадной системы, $R_o = R$ для радиальной системы расположения скважин.

ℓ - длина водозабора,

P – периметр, R – радиус.

Понижение, вызванное каждой скважиной отдельно в центре большого колодца равно:

$$S_c = \frac{Q}{2\pi km} (\ln \frac{r_n}{r_c} + 0.5\xi) \quad (3)$$

где Q – дебет каждой скважины,

r_n – приведенный радиус влияния каждой скважины,

r_c – радиус скважины,

ξ – поправка Веригина.

Приведенный радиус r_n может быть определен по формуле:

$r_n = \frac{\delta}{2\pi}$ для линейной и кольцевой системы, где δ – расстояние между скважинами.

Для площадной системы $r_n = 0.47 \sqrt{\frac{F_o}{\pi}}$, где F_o – площадь области, проходящей по середине участка (ограниченной линиями, проведенными по середине между крайними скважинами).

МЕТОД ЗЕРКАЛЬНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ

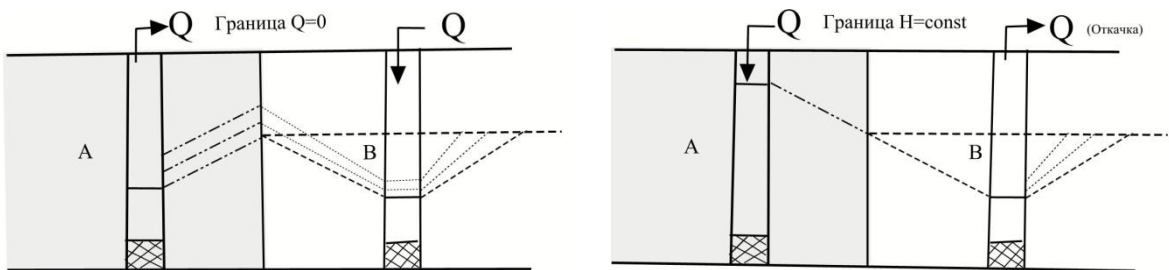


Рис. 46. Схемы метода “зеркальных отображений” для различных граничных условий. В – реально работающая скважина, А – ее зеркальное отображение относительно границы.

Сущность метода: как показывает рисунок, границы можно условно заменить работающими скважинами с таким дебитом и отстоящими на такое же расстояние от границы, т.е. зеркально отображенными относительно нее, только для границы II рода эта откачка из зеркальной скважины, для границы I рода – это налив в нее.

Таким образом, определяется эксплуатационное понижение в скважине, находящейся в наихудших условиях. Обычно она находится в середине водозабора и для нее подсчитываются срезки уровней, как от соседних скважин, так и от их зеркальных отображений.

Для вычисления полного понижения в скважине для напорного водного горизонта полуограниченного пласта: $Q = 0$, определяется по формуле:

$$S = \frac{1}{2\pi km} [2Q \ln R_n - (Q_o \ln 2r_o \ell + Q_1 \ln r_1 S_1 + Q_2 \ln r_2 S_2 + \dots + Q_n \ln r_n S_n)] \quad (4)$$

для безнапорных вод:

$$S = H - \sqrt{H^2 - \frac{1}{\pi k} [2Q \ln R_n - Q_o \ln R_o \ell + Q_1 \ln R_1 S_1 + \dots + Q_n \ln R_n S_n]} \quad (5)$$

где Q – суммарный дебет водозабора,

Q_o – дебет скважины, в которой определяется понижение,

r_o – расстояние скважин до зеркального отображения.

граница $H = \text{const}$.

Для напорного водоносного горизонта, общее понижение в скважине выражается:

$$S = \frac{1}{2\pi km} (Q_o \ln \frac{2\ell}{r_o} + Q_1 \ln \frac{S_1}{r_1} + \dots + Q_n \ln \frac{S_n}{r_n}) \quad (6)$$

Для безнапорного водоносного горизонта:

$$S = H - \sqrt{H^2 - \frac{1}{\pi k} (Q_o \ln \frac{2\ell}{r_o} + Q_1 \ln \frac{S_1}{r_1} + \dots + Q_n \ln \frac{S_n}{r_n})} \quad (7)$$

Определенное таким образом понижение должно быть меньше допустимого. В случае «пласт-полосы» формула приобретает более сложный вид.

3.3 РАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

3.3.1 Виды и назначения бурения скважин

Бурение является одним из основных видов работ в гидрогеологии и предназначено для вскрытия водных горизонтов с целью их изучения и эксплуатации.

Гидрогеологические скважины по назначению делятся на следующие типы:

1. **Поисково-картировочные скважины** (поисковые) проходятся при поисково-съемочных работах для общего геолого-гидрогеологического изучения разреза, предварительного, качественного и количественного опробования водоносных горизонтов. Скважины имеют временный характер (простую конструкцию, малый диаметр, наиболее рациональный способ проходки).

2. **Разведочные скважины** используются на предварительных и детальном стадиях, для проведения комплекса исследований на перспективный водоносный горизонт, их диаметр уже определяется диаметром водоподъемного оборудования, а способ бурения и конструкция скважин – необходимостью качественного вскрытия водного горизонта и проведения опытных работ.

3. **Разведочно-эксплуатационные скважины** проводятся на детальной стадии разведки, т.е. скважины имеют первоначально разведочное назначение, но их диаметр и конструкция подбираются таким образом, чтобы они в последствии сразу передавались в эксплуатацию.

4. **Эксплуатационные скважины** бурятся для оборудования их водоподъемниками для постоянной эксплуатации.

5. **Наблюдательные скважины** предназначены для проведения в них наблюдений за естественным и искусственным режимами водоносного горизонта. Они отличаются простой конструкцией, небольшим диаметром, практически в их качестве могут быть использованы любые другие типы скважин.

Понятие конструкции скважины и требования к ней

Под конструкцией скважины понимаются следующие характеристики

1. Количество, длина, диаметр колоны обсадных труб, тип и диаметр породоразрушающего инструмента
2. Интервалы и характер тампонажа.
3. Тип, диаметр, длина фильтра, способ его установки.

Конструкция скважины зависит от ее типа и назначения. Глубины и способа бурения, типы водоприемной части и оборудования в ней работающего.

Конструкция любого типа скважины должна соответствовать следующим требованиям:

1. Возможность сооружения скважины наиболее дешевым способом.
2. Возможность наиболее полной документации разреза и подземных вод, вскрываемых скважиной.
3. Надежность изоляции водоносных горизонтов друг от друга.
4. Качественное вскрытие и определение водоносного горизонта.
5. Возможность расположения в скважине необходимого оборудования.

Таким образом, применяемость способов бурения определяется выше перечисленными требованиями.

Следует помнить, что бурение с глинистым раствором снижает качество вскрытия водоносного горизонта.

При необходимости иметь большой диаметр скважины (по размеру оборудования), предпочтительней ударный способ.

Напротив, вращательный способ имеет большую производительность и более простую конструкцию скважины, поэтому при глубоких скважинах, особенно на ранних стадиях исследований, рациональней применение вращательного способа бурения.

3.3.2 Основные рекомендации для составления конструкции скважины

1. При бурении ударным способом максимальный выход колонны обсадных труб одного диаметра 35-40 метров (пески) и 20-30 метров (гравийно-галечник).

2. При смене колоны обсадных труб их диаметр должен отличаться на 50-100мм.

3. Породоразрушающий инструмент (долото) следует подбирать по диаметру обсадочных труб: при вращательном бурении на 50-100 мм больше, при ударно-канатном на 50-100 мм меньше диаметра обсадных труб.

4. При вращательном способе бурения с промывкой глинистым раствором, эта разность должна быть тем больше, чем больше выход колонны обсадных труб.

5. При ударно-канатном способе тампонаж не проводится, смену диаметров рекомендуется проводить в глинистых или в слабопроницаемых породах. Кроме того, между колоннами при смене диаметра рекомендуется проводить тампонаж с помощью резиновых разжимных сальников, деревянных, либо другими способами (паркерами), которые предусмотрены для ликвидации подтока воды с верхних частей разреза.

6. При вращательном способе бурения проводится обязательный тампонаж с помощью цементного раствора в верхней части колонны минимум 10 метров, для предотвращения размыва устья скважины промывочной жидкостью.

Размеры колонн при вращательном бурении практически не ограничены и определяются глубиной залегания водоносного горизонта диаметр же обсадки должен быть на 50-100 мм меньше диаметра скважины, а та в свою очередь, на 50-100 мм больше диаметра оборудования, используемого в ней.

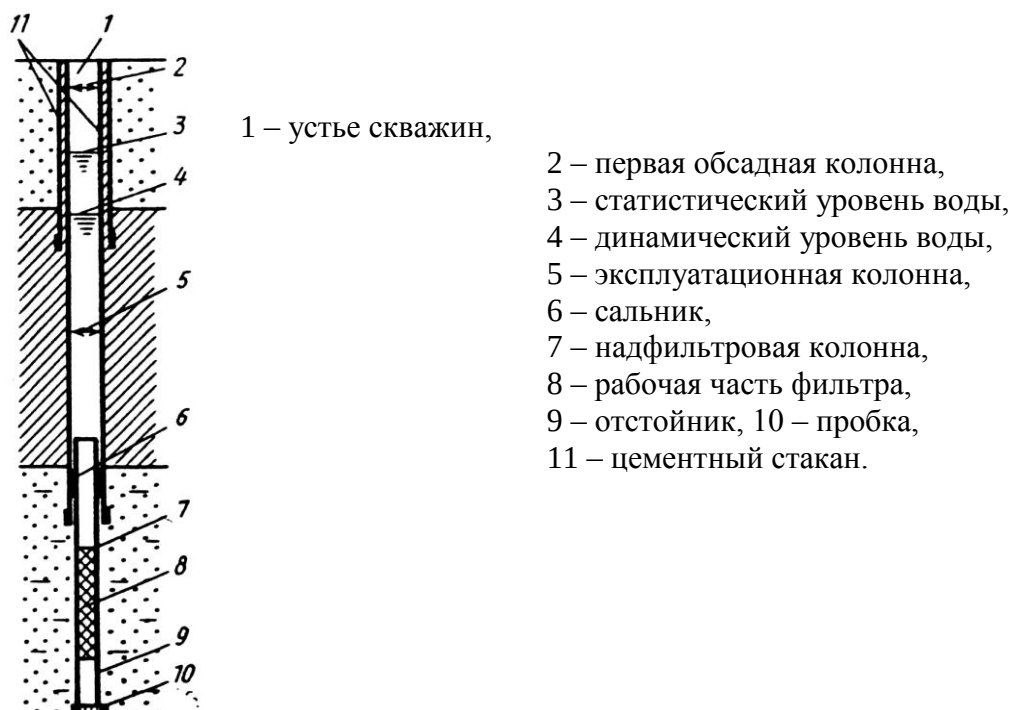


Рис.42 Основные элементы конструкции скважины

Характеристика способов бурения

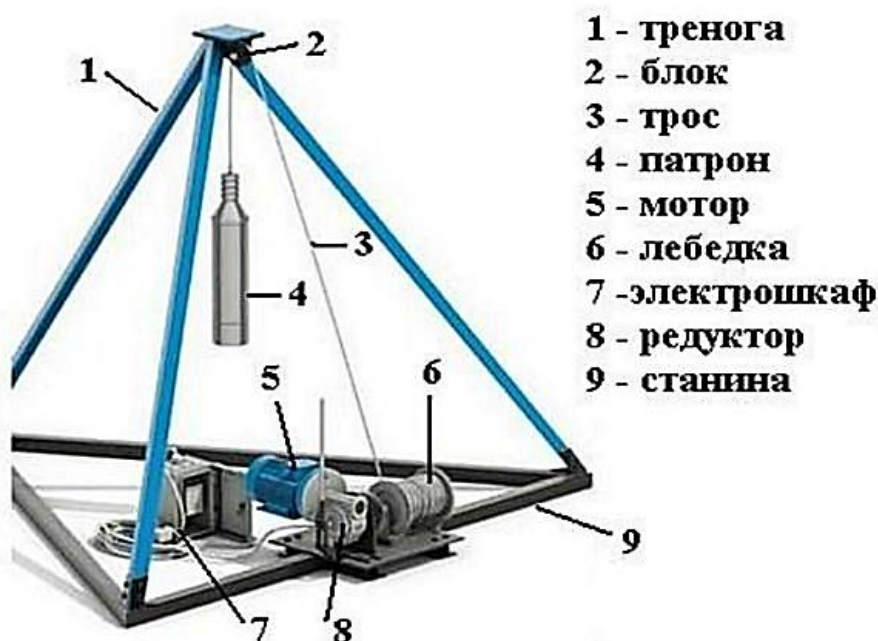
Из всех способов бурения, применяемых в геологии, в гидрогеологии получили наиболее широкое распространение следующие:

1. Ударно-механическое (ударно-канатное);
2. Вращательное:
 - а) сплошным забоем;
 - б) медленно-вращательное;
 - в) шнековое;
3. Пневмоударное (гидроударное).

Ударно-канатный способ бурения – является наиболее удобным для вскрытия водоносного горизонта. В этом случае водоотдача пласта остается естественной, не требуется разглинизации. Кроме того, ударно-канатный способ позволяет пройти скважины большого диаметра, чем другие способы, но существенным недостатком этого способа является сложная конструкция скважины. Поэтому ударно-канатный способ применяется для бурения не глубоких, до 100 м скважин в рыхлых породах на вод. горизонты небольшой мощности.

Способ не требует затрубной цементации и промывки. Бурение проходит с опережающей (в песках и глинах) и одновременной (гравийно-галечниках) обсадкой. Выход одной колонны обсадных труб 20-40 м.

Недостатки данного вида бурения заключается в сравнительно небольшой скорости проходки скважины, что определяется сложностью технологий (большим количеством операций), кроме того, большие расходы материалов и сложная конструкция скважины увеличивает себестоимость бурения. Поэтому рекомендуется ударно-канатный способ бурения применять для бурения не глубоких скважин в рыхлых породах (до 50 м) и разведочно-эксплуатационных скважин большого диаметра.

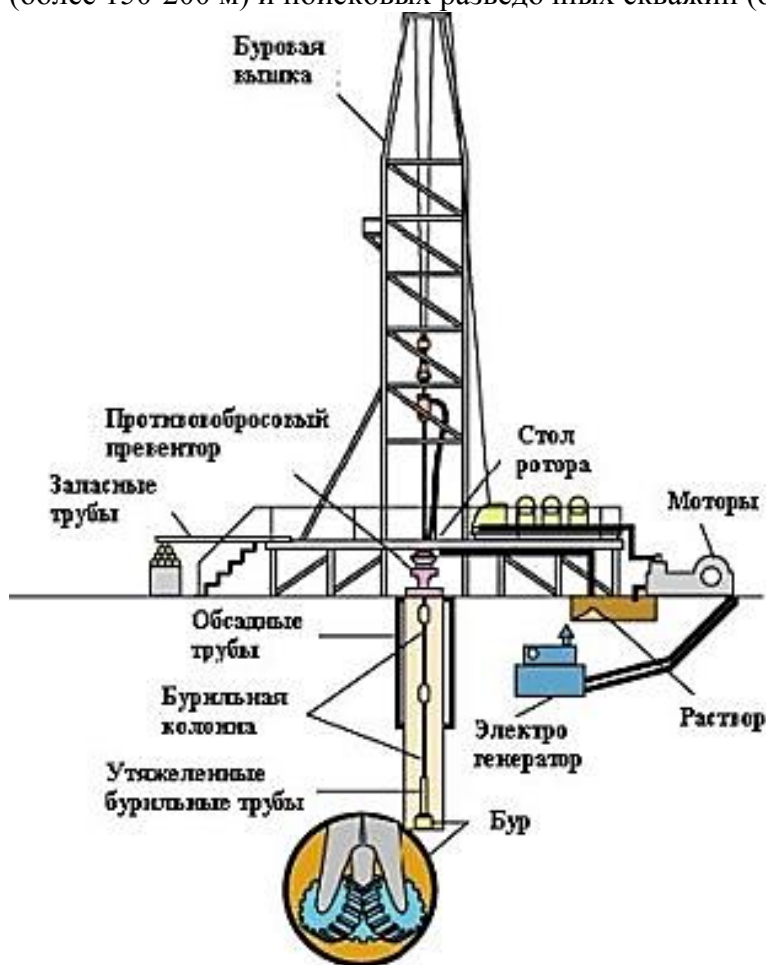


- 1 - тренога
- 2 - блок
- 3 - трос
- 4 - патрон
- 5 - мотор
- 6 - лебедка
- 7 - электрощит
- 8 - редуктор
- 9 - станина

Вращательный способ бурения – наиболее перспективный в гидрогеологии. Наиболее перспективным является бурение сплошным забоем, которое предполагает применение шарошечных долот и промывочной жидкости (глинистый раствор), что является крупнейшим недостатком этого способа, т.к. он затрудняет опробование вод. горизонта и их эксплуатацию, т.к. требует разглинизации (деглинизации). Кроме того, способ требует затрубной цементации (тампонаж) верхней колонны – кондуктора и зачастую нижних колонн для изоляции водного горизонта.

К недостаткам этого способа следует отнести малый диаметр и относительно сложную документацию разреза.

Положительные стороны: высокая скорость бурения, низкая себестоимость, простота конструкции. Поэтому способ рекомендуется для бурения всех типов глубоких скважин (более 150-200 м) и поисковых разведочных скважин (более 50 м).



Изоляция водоносных горизонтов

В ряде случаев при бурении встречаются водоносные горизонты с плохими свойствами, поэтому для предотвращения перетекания воды в перспективный водоносный горизонт, предохранения труб от коррозии, данный водоносный горизонт изолируют, чаще всего методом цементирования. Различают следующие виды цементирования: одноступенчатое, двухступенчатое и манжетное. В гидрогеологии чаще всего применяют одноступенчатое цементирование, с одной или двумя разделительными пробками. Сущность цементирования с двумя разделительными пробками в следующем: в затрубное пространство отпускается первая пробка и на нее цементный раствор, затем, верхняя пробка, на которую с помощью глинистого раствора создается давление. За счет этого цементный раствор вдавливаются в затрубное пространство в нужном месте. Возможен тампонаж глиной.

Для изоляции отдельных участков скважин, а также при смене диаметров, применяется установка пакеров, которые представляют и из себя манжет, либо цементационную оболочку.

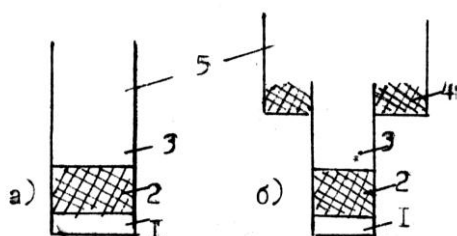
3.3.3 Выбор, установка и расчет фильтров

Фильтр представляет из себя конструкцию, предназначенную для очистки воды от примесей и предохранения нижней части скважины от обрушения.

Фильтр состоит из отстойника, водоприемной части и надфильтровой части.

В зависимости от назначения фильтр устанавливается:

- а) установка на колонне труб;
- б) установка «в потай».



1 – отстойник;

- 2 – фильтрующая часть;
- 3 – надфильтровая часть;
- 4 – сальник;
- 5 – водоподъемная колонна.

Конструкция песчаной скважины



Конструкция артезианской скважины



Установка фильтра «впотай» более предпочтительна на разведочно-эксплуатационных или эксплуатационных скважинах с тампонажем, т.к. существует простой способ извлечения его с целью ремонта, очистки или замены. Установка на колонне труб предпочтительней для поисковых и разведочных скважин, работающих кратковременно.

По конструкции различают следующие виды фильтров:

1. Каркасный.
2. Сетчатый.
3. Насыпной.

Каркасные бывают дырчатые, щелевые, стержневые, корзинчатые. Данные фильтры устанавливаются на большой глубине, где каркас предохраняет их от раздавливания.

Сетчатые фильтры применяются на любых глубинах и зависят от гранулометрического состава пород водоносного горизонта. Они представляют собой медную или пластмассовую сетку, которая оборачивается вокруг перечисленных выше каркасов.

Насыпные фильтры также могут устанавливаться на любой глубине и предназначены для замены сеток естественными материалами (гравием различного диаметра).

В последнее время вместо сеток, используются различные синтетические материалы, керамика, пластмассы и т.д.

Длина рабочей части фильтра зависит от дебита скважины, ее конструкции и определяется по формуле:

$$\ell = \frac{\alpha \cdot Q}{D}$$

где α – коэффициент, характеризующий фильтрационные свойства,

Q – проектный дебит ($\text{м}^3/\text{час}$),

D – диаметр фильтра (мм).

Длина рабочей части выбирается не более $(0,5 - 0,8) \cdot m$, где m – мощность вскрытого водоносного горизонта, при этом она не должна превышать 30 м. После установки фильтра производится освоение водного горизонта, т.е. восстановление его естественной водоотдачи.

Освоение водного горизонта

Освоением водоносного горизонта называется восстановление естественной водоотдачи пласта и проводится после установки фильтра.

В комплект работ входит:

1. Деглиннизация водоносного горизонта проводится после вращательного бурения с глинистым раствором.

Методика проведения:

В скважину опускается эрлифт (воздушный водоподъемник) и создаются резкие перепады подачи воздуха от минимального до максимального и обратно, что создает в призабойной зоне турбулентное движение, разрушающее глинистую корку.

Кроме описанного способа, существуют химические, динамические, импульсные, гидравлические и другие способы разглиннизации.

2. Второй этап – прокачка.

Цель: очистить воду от примесей и создание вокруг фильтра (естественного фильтра) из частичек песка и других частиц.

Прокачка осуществляется временным водоподъемником (эрлифт, желонка и т.д.).

Наблюдение в процессе бурения

В процессе бурения необходимо проводить систематические наблюдения, отраженные в буровом журнале.

1. За проходимыми породами (документация разреза по шламу).

2. За газопроявлениями.

3. За появившимися и установившимися уровням и уровнями водоносного горизонта.

4. За температурой.

5. За объемом и состоянием промывочной жидкости.

6. За физическими свойствами горных пород и химическим составом поверхностных вод.

2. Документация горных выработок и гидрогеологические наблюдения при их проходке	2.1 Подготовительные работы.	2.1.1 Найти и изучить материалы по исследуемому участку; 2.1.2 Подготовить необходимое оборудование (компас, навигатор, шансовый инструмент, мерная лента, кайло, шурфобур, проботорник); 2.1.3. Проверить работоспособность используемого оборудования (мерная лента, горный компас или навигатор, лопата или шурфобур); 2.1.4. Выезд на точку заложения горной выработки.
	2.2 Проведение опыта.	2.2.1 Определить координаты точки заложения горной выработки при помощи навигатора; 2.2.2 Произвести подготовку площадки, убрать ПРС; 2.2.3. Произвести монтаж бурового оборудования или начать проходку в ручную; 2.2.4. Пройти горную выработку с соблюдением ТБ; 2.2.5. Осуществить прямую и обратную привязку горной выработки; 2.2.6. Произвести зачистку сторон горной выработки; 2.2.7. Вырезать ступеньку для удобства при спуске; 2.2.8. Разбить стенки горной выработки на слои с разной литологией и влажностью; 2.2.9. Произвести послойное описание стенок горной выработки с учетом существующей схемы:- • название грунта, его мощность, • влажность • цвет • консистенция

		• зернистость • ослабленные зоны
	2.3 Обработка результатов работ.	2.3.1.Зарисовать абрис привязки горной выработки в плане; 2.3.2.Составить развертку шурфа;
	2.4 Вывод	2.4.1Подвести итог по описанной выработки, провести типизацию грунтов, указать их мощность.
3.Документация гидрогеологических скважин, наблюдения при проходке скважин.	3.1 Подготовительные работы.	3.1.1.Найти и изучить материалы по исследуемому участку; 3.1.2.Изучить предварительно составленный ГТН скважины; 3.1.3.Проверить работоспособность используемого оборудования (мерная лента, уровнемер, солимер, емкость для определения дебита, горный компас или навигатор, пробоотборник); 3.1.4.Выяснить работоспособность и готовность к выезду бурового оборудования; 3.1.5.Подготовка емкостей для отбора проб воды и грунта (мытьё, этикетирование); 3.1.6.Проверка работоспособности автотранспорта; 3.1.7.Выезд на точку заложения скважины.
	3.2 Проведение опыта.	3.2.1.Определить координаты точки заложения скважины при помощи навигатора; 3.2.2.Заносить описание каждого метра пробуренной породы в полевой журнал; 3.2.3.Составлять схематический разрез пройденных пород; 3.2.4.Оценить водоносность пород; Бурение проводить рейсами, величина которого определяется характеристиками породы и режимом бурения. В связи с этим определить % выхода керна. Керн укладывать в ящик поинтервально сверху-вниз, с лево – на право. Каждый рейс сопровождать этикеткой, где указывается: номер скважины, глубина бурения, выход керна, смена, исполнители. Зарисовать керн в масштабе 1:20, 1:50, показать контакты различных пород, интрузивные включения, элементы залегания пластов, наличие пустот. Каждый интервал описать по следующей схеме: 1 – название породы а) цвет, структура б) текстура, мин. состав 2-Описать отдельные части керна, где наблюдаются отдельные детали слоистости (прожилки с зарисовкой и с сохранением естественной ориентации) 3-Описать характер границ слоев (четкая, не четкая, размытая, с постепенным переходом, с резким переходом). 4– Выделить и описать инородные тела (линзы, вкрапления) 5– Измерить углы залегания каждого слоя по отношению к оси керна. 6– Определить мощность данного слоя вдоль оси керна 7 – Дать характеристику трещиноватости (размеры, выдержанность, открытость, наличие наполнителя) 8–Указать наличие полезных ископаемых и элементов водоносности.

		-При проходке скважин составить документы: а) акты на заполнение и ликвидацию скважин б) получение керна в) журналы полевой документации гидрогеологических скважин, паспорт скважин, куда входит журнал полевой документации керна (см табл. 1) и все вышеперечисленные акты. Таблица 1. Журнал документации керна <table><tr><th rowspan="2">Дата смены</th><th colspan="2">Глубина интервала</th><th rowspan="2">Мощность слоя</th><th rowspan="2">Геологический индекс. Описание пород. D керна</th><th colspan="2">Выход керна</th><th rowspan="2">Качество бурения</th><th rowspan="2">№ образца</th><th rowspan="2">Прочие характеристики</th></tr><tr><th>от</th><th>до</th><th>м</th><th>%</th></tr></table>	Дата смены	Глубина интервала		Мощность слоя	Геологический индекс. Описание пород. D керна	Выход керна		Качество бурения	№ образца	Прочие характеристики	от	до	м	%
Дата смены	Глубина интервала			Мощность слоя	Геологический индекс. Описание пород. D керна			Выход керна					Качество бурения	№ образца	Прочие характеристики	
	от	до	м			%										
		3.2.9.Составить конструкцию скважины; 3.2.10.Отобрать пробу грунта из шлама; 3.2.11.Произвести геофизическое исследование в пробуренной скважине; 3.2.12.Произвести обсадку скважины; 3.2.13.Оснастить скважину фильтром; 3.2.14.Произвести монтаж водоподъемного оборудования; 3.2.15.Произвести прокачку скважины; 3.2.16.В конце прокачки отобрать пробу воды;														
3.3 Обработка результатов работ.		3.3.1.Заполнить полевой журнал бурения скважины; 3.3.2.Составить ГТН с учетом геофизических работ; 3.3.3.Сдать отобранные образцы воды и грунта в лабораторию.														
3.4 Вывод		3.4.1.Составить сводный отчет с указанием глубины проходки, диаметров бурения, результатов опробования.														

3.4 ПОЛЕВЫЕ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ РАБОТЫ

3.4.1 Опытно-фильтрационные работы (ОФР)

ОФР предназначены для получения качественных и количественных характеристик водоносного горизонта.

К задачам ОФР относятся: получение химических, бактериологических и других свойств, характеризующих качество подземных вод, кроме того, определение параметров водоносного горизонта в зоне аэрации и в зоне насыщения. Поэтому по назначению ОФР подразделяются на: а) откачки, б) наливов, в) нагнетания.

Откачками называют искусственное возмущение водоносного горизонта путем отбора воды с помощью водоподъемников. По своему назначению откачки бывают:

- а) пробные;
- б) опытно-одиночные;
- в) опытно-кустовые;
- г) опытно-групповые, эксплуатационные.

1. Пробные откачки проводятся на ранних стадиях исследований (при поисках) для опробования водоносного горизонта на химический состав и первоначально на производительность. Производятся при максимальном понижении, 1-2 суток, временным водоподъемником, иногда их необходимо проводить послойно в водоносном горизонте для

получения сравнительной характеристики отдельных слоев, в этом случае они называются поинтервальными или зональными пробными откачками.

Поэтому пробные откачки кратковременны – до 1 суток (3-х бригадосмен) и основное назначение их – опробование качества и количества воды в изучаемых водоносных горизонтах.

2. Опытные откачки являются более продолжительными по времени, позволяющими получить квазиустановившийся режим фильтрации (близкий к установившемуся), позволяющий применять расчетные формулы для получения параметров.

Задачей опытных откачек является: тщательное изучение качества подземных вод по полной схеме всех видов анализов, а также изучения динамических свойств водоносного горизонта, позволяющих оценить эксплуатационные запасы подземных вод.

Откачки проводятся на предварительной или детальной стадии в зависимости от назначения подразделяются на: опытно-одиночные, опытно-кустовые, опытно-групповые.

- Опытные-одиночные откачки предназначены для:

- а) определения зависимости дебита от понижения;
- б) оценки гидрогеологических параметров водоносного горизонта;
- в) изучения качества подземных вод.

Для решения первой задачи, откачка проводится на 3 и более понижения, время проведения – более 3-5 суток, в зависимости от особенности водоносного горизонта и цели исследований.

- Опытные-кустовые откачки проводятся для решения следующих задач:

- а) для оценки граничных условий в плане и разрезе;
- б) для получения расчетных гидрогеологических параметров более точным способом, исключая скачек уровня;
- в) изучения качества подземных вод.

Продолжительность 6-15 суток.

Откачка ведется из центральной скважины куста, а наблюдения ведутся по наблюдательным скважинам куста.

- Опытные-групповые откачки осуществляются одновременно из двух или более скважин при одном максимальном понижении, их задачи такие же, как у кустовых откачек.

Проводятся в сильно обильных водоносных горизонтах для обеспечения нужного понижения.

- Опытные-эксплуатационные откачки проводятся из одной или нескольких скважин, обычно разведочно-эксплуатационных скважин, входящих в состав водозабора.

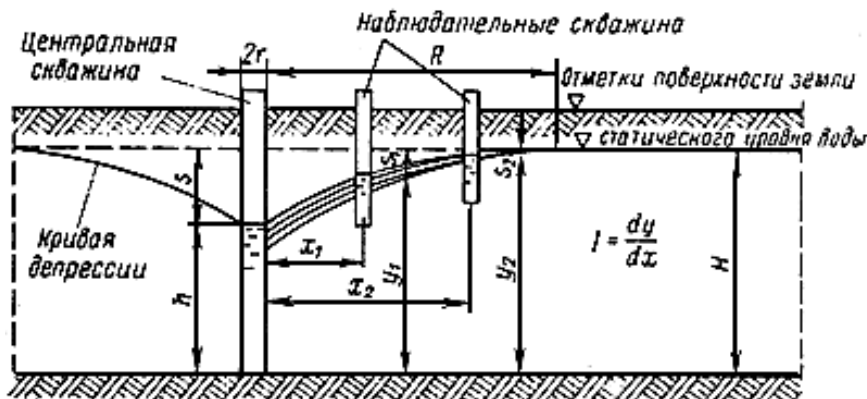
Проводятся в очень сложных гидрогеологических условиях для оценки эксплуатационных запасов гидравлическим способом.

Откачки проводятся при максимальном дебите 1-4 месяца.

3.4.2 Проектирование кустовых откачек.

Под схемой опытного куста скважин понимается количество скважин и характер их расположения в плане и разрезе.

При этом имеется в виду, что одна из скважин называется центральной и является возмущающей (из нее производится откачка). Остальные скважины называются наблюдательными и по ним проводится замер понижения.



Необходимо соблюдение следующих условий при проектировании куста:

а) схема должна обеспечивать распространение депрессионной воронки до всех наблюдательных скважин, при этом в самой удаленной наблюдательной скважине понижения должно быть $S \geq 0,2 - 0,4\text{м}$ а в возмущающейся скважине $S_0 > 3 - 4\text{м}$;

б) выбор места расположения наблюдательных скважин определяется задачами откачки и гидрогеологическими условиями;

В однородных пластах допускается минимум 2 – 3 наблюдательные скважины, в неоднородных 3 – 4. При этом кусты могут быть: однолучевые, двухлучевые, реже трех и четырех лучевые.

Лучом называется расположение наблюдательных скважин на одной прямой с центральной скважиной. Лучи располагаются перпендикулярно относительно друг друга.

в) на детальных стадиях, кусты намечают применительно к будущему водозабору, в остальных случаях к наиболее водообильным скважинам;

г) в однородных пластах (сравнительно редко) используют однолучевую схему, при этом луч направлен вдоль потока подземных вод. В случае наличия границ двухлучевая схема, причем один луч направлен вдоль границы, другой в крест;

д) лучи наблюдательных скважин, кроме того, можно расположить по направлению возможных изменений фильтрационных свойств;

при значительной глубине залегания $> 100\text{м.}$, расстояние от центральной до первой наблюдательной скважины $r_1 = (1,5 - 2) M$.

M – мощность водоносного горизонта

Причем расстояние до наиболее удаленной скважины не должно превышать 150 м для грунтовых вод и 1500 м для напорных вод.

Расстояние для других наблюдательных скважин определяется по формуле:

$$r_n = r_1 * L^{n-1}$$

где n – это номер скважины,

L – коэффициент, равен 1,5 грунтовых вод

равен 2,5 напорных вод.

Методика проведения ОФР

В организацию ОФР входят:

Подготовка скважин (установка водоподъемника, прокачка, бланки документации проведения откачки).

Для правильного проведения работ необходимо выполнять следующие требования:

1. Откачка должна быть непрерывной во времени и достаточно продолжительной, чтобы получить квазиустановившийся режим фильтрации.

2. Максимально допустимое понижение должно быть не более:

а) $(0,5-0,7) H$ мощности водного горизонта для безнапорных вод;

б) $(0,3-0,5) H$ мощности напорного водного горизонта. При этом, при значительном напоре величина максимального понижения может достигать $H_e + [(0,3-0,5) H \text{ мощности}]$.

3. При пробных откачках, понижение должно быть максимальным, при одиночных (опытных) не менее 3-х, при кустовых одно-максимальное, при групповых - расчетное.

4. Водоподъемник устанавливается на проектную глубину, ниже максимально возможного динамического уровня (но выше фильтра) и должен обеспечивать постоянный во времени расход.

5. Откачка с несколькими понижениями начинается с максимального из них.

6. В процессе откачки до достижения проектного уровня, понижение замеряется через одну, пять, десять, двадцать, тридцать минут. После установления постоянного дебета, через 0,5, 1 и далее через 2,3 часа до окончания откачки.

7. После проведения откачки, проводятся аналогичные наблюдения за восстановлением уровня, которые также используются для расчета параметров.

8. Дебиты замеряют одновременно с понижениями. Температуру один - два раза в сутки (смену). Пробы на анализ обычно в конце откачки.

9. Откачиваемая вода должна быть отведена за пределы развития депрессионной воронки, либо в поверхностный водоем.

Оборудование, применяемое при откачке

К нему относятся:

а) водоподъемники;

б) приборы, для замеров уровней, температуры, дебитов и минерализации.

Водоподъемники различают: постоянные и временные.

К постоянным относятся водоподъемники, которые устанавливают в разведочно-эксплуатационных или разведочных скважинах. Среди них центробежные насосы, которые могут быть погружные и поверхностные.

Постоянный водоподъемник выбирается исходя из производительности (проектная нагрузка на скважину) и напора H (высота от места установки до уровня излива).

Исходя из габаритов выбранного насоса, определяется диаметр обсадной трубы в месте установки насоса и далее вся конструкция скважины указанным выше способом.

Временный водоподъемник – желонка, эрлифт – предназначены для откачки загрязненной и мутной воды кратковременно.

Эрлифт состоит из компрессора, подающего сжатый воздух, воздухопроводной трубы, смесителя и водоподъемной трубы.

В смесителе происходит смешивание воздуха и воды, полученная водно-воздушная эмульсия «всплывает» до уровня излива.

Основным требованием в организации эрлифта, является необходимое заглубление смесителя под динамический уровень, $H=Kh$, K – эмпирический коэффициент, равный 2 – 2,5.

Приборы для замера уровня: рулетки, хлопушки, измерительные стержни, электроуровнемеры.

Приборы для замера дебита: дебитомеры (счетчики), объемный метод.

Приборы для замера минерализации: солемер.

При избыточных напорах подземных вод (например, при изысканиях для гидротехнического строительства и захоронение пром. стоков) определение гидрогеологических параметрах проводятся путем нагнетания скважину или налив.

Под нагнетанием понимается принудительная закачка воды в скважину под напором с помощью специального оборудования (например, УКН-1М) которая состоит из тампонов, распределительного устройства и напорного рукава. В процессе опыта ведутся наблюдения за расходом воды, величиной напора. Удельное водопоглощение $q=Q/l_0H_0$ где Q/l_0 это приведенный расход на величину испытываемого интервала l_0 . K_ϕ определяется по формуле Бабаушкина В.Д.

$$K_\phi = 0.525qlg(\alpha l_0/r_c),$$

где $\alpha=0,66-1,32$ в зависимости от положения опробуемого интервала относительно водоупора r_c – это радиус скважины.

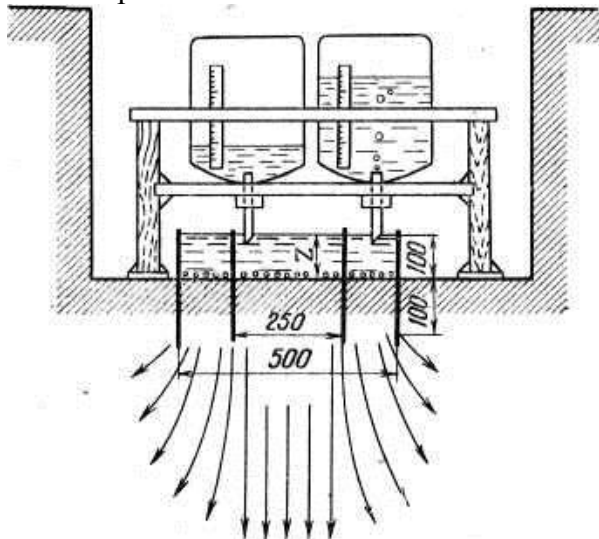
Наливы это опытные работы, применяемые для определения фильтрационных свойств, в основном, в зоне аэрации. Наливы могут проводится как в скважинах, так и в

шурфах. Опытные наливыв в шурфах проводятся путем наблюдений за фильтрацией потока из шурфа и определением на основании этого коэффициента фильтрации.

$$K_f = Q_{уст.}/\omega$$

где ω площадь поперечного сечения потока, а $Q_{уст.}$ установившийся расход.

Для получения установившегося расхода используют специальные бачки Мариотта. При изучение пород зоны аэрации широкое применение получили методы Болдырева А.К., Нестерова Н.С. и др. Метод Нестерова Н.С. используется для более точного определения коэффициента фильтрации, так как учитывает боковое растекание потока, влияние капиллярной каймы.



Кроме указанных способов, гидрогеологические параметры определяют по результатам режимных наблюдений используя уравнение Каменского (см.заяние 2.5)

5. Опытнo-фильтрационные работы в зоне насыщения (ОКО)	5.1 Подготовительные работы.	5.1.1 Произвести замер расстояний между центральной и наблюдательными скважинами, замер оголовков скважин; 5.1.2. Подготовить водоотводящего шланга для отвода воды за пределы депрессионной воронки; 5.1.3. Произвести тарировку приборов и оборудования (уровнемер «хлопушка», мерный штырь, электро-уровнемер, солемер, мерная емкость для определения дебита); 5.1.4. Подготовить емкость для отбора проб воды (мытьё, этикетирование); 5.1.5. Подготовить откачное оборудование (погружение труб водоподъемника в скважину, проверка работоспособности компрессора, электродвигателя, помпы); 5.1.6. Измерить статический уровень во всех скважинах куста;
	5.2 Проведение опыта.	5.2.1. Запустить откачку (включение насоса); 5.2.2. Провести одновременно замеры уровня во всех скважинах куста в процессе откачки (понижение замеряется через одну, пять, десять, двадцать, тридцать минут. После установления постоянного дебета, через 0,5, 1 и далее через 2,3 часа до окончания откачки); 5.2.3. Определить дебит с помощью мерной емкости; 5.2.4. Отобрать пробы воды на определение минерализации, pH, химического состава (СХА);

		5.2.5. Провести замеры уровня до момента его стабилизации (3-5 одинаковых замеров); 5.2.6. Отключить насос (окончание откачки); 5.2.7. Замерить восстановление уровня до момента возвращения его к статическому значению;
	5.3 Обработка результатов работ.	5.3.1. Заполнить полевой журнал откачки; 5.3.2. Построить графики временного, площадного и комбинированного прослеживания (по откачке и по восстановлению); 5.3.3. Рассчитать гидрогеологические параметров K_f, a, μ, $R_{пр}$
	5.4 Вывод	5.4.1. Обосновать среднее значение параметров и проанализировать их величины в соответствии с геолого-гидрогеологическими условиями.
6. Опытно-фильтрационные работы в зоне аэрации.	6.1 Подготовительные работы.	6.1.1. Проверить бачек (бочки) Бойля Мариотта на работоспособность (открутить крышку бочка, наполнить бачек водой, зажать пальцем воздушную трубку и открыть кран на водной трубке, при отсутствии течи прибор исправен); 6.1.2. Подготовить секундомер, лопату, ведра с водой, мелкий гравий, большое и малое кольца; 6.1.3. Зачистить дно шурфа в месте установки кольца (колец); 6.1.4. Установить кольцо (кольца) и засыпать дно гравием; 6.1.5. Установить на кольцо эстакаду, проверить ее горизонтальность с помощью отвеса; 6.1.6. Установить бачек (бочки) на эстакаду; 6.1.7. Отрегулировать длину воздушной трубки 6.1.8. Налить воды в кольцо (кольца)
	6.2 Проведение опыта.	6.2.1. Запустить налив (открыть кран); 6.2.2. Снимать отчет с бочка, первые 5 минут-ежеминутно, далее каждые 5 минут; 6.2.3. Заносить данные в журнал налива; 6.2.4. Отображать в журнале налива смену бочка с водой; 6.2.5. Производить налив до момента стабилизации расхода (одинаковые значения объема расхода воды не менее 5 раз); 6.2.6. Замерить глубину просачивания воды;
	6.3 Обработка результатов работ.	6.3.1. Заполнить полевой журнал налива; 6.3.2. Построить график зависимости дебита от времени; 6.3.3. Снять с графика значение установившегося дебита; 6.3.4. Рассчитать K_f 6.3.5. Произвести рекультивацию шурфа.
	6.4 Вывод	6.4.1. Сравнить полученное значение K_f с визуальным определением литологии грунта с учетом его классификации.

3.5 ИЗУЧЕНИЕ РЕЖИМА И БАЛАНСА ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

Понятие о режиме.

Под режимом подземных вод понимается процесс изменения в пространстве и времени основных параметров подземных потоков под действием различных факторов.

Основными параметрами считают:

1. Гидродинамические (уровень, расход, скорость потока).
2. Гидрогеохимические (минерализация, органические вещества хим.состав и др.).
3. Геотермические (температура).

Задачи режимных наблюдений.

1. Выяснение закономерностей режима в плане и разрезе.
2. Определение гидрогеологических параметров по данным режимных наблюдений.
3. Определение элементов баланса подземных вод.
4. Прогноз изменения параметров режима на длительный срок.
5. Контроль за изменением параметров режима за счет техногенных факторов (загрязнение подземных вод) с целью их предотвращения загрязнения.
6. Управление режимом и балансом подземных вод в желаемом для человека направлении.

В зависимости от действия различных факторов режим может быть естественным и нарушенным. Естественный режим формируется под действием гидрогеологических, климатических, гидрологических и других факторов. Нарушенный режим подземных вод формируется под влиянием инженерно-хозяйственной деятельности человека.

В настоящее время существует более 20000 контрольных скважин на территории Казахстана – это наблюдательная сеть по назначению может быть:

- а) контрольная – существует на каждом водохозяйственном объекте – водозаборе, для контроля за качеством и другими параметрами вод;
- б) специализированная или временная – создается на период проведения каких-либо работ (по проекту), после чего она либо ликвидируется, либо передается другими организациями;
- в) опорная ключевая сеть – организуется на отдельных водно-хозяйственных объектах для контрольно-охранных целей (при крупных заводах);
- г) опорная региональная сеть – создается для изучения влияния водопотребления на формирование естественных ресурсов и запасов подземных вод;

Под режимом подземных вод следует понимать изменение их уровня, температуры, химического состава и расхода во времени и в пространстве под влиянием естественных и искусственных факторов.

Под естественными факторами, влияющими на режим подземных вод, понимают изменение условий питания и разгрузки подземных вод в зависимости от режима поверхностных вод, а также от количества атмосферных осадков, температуры и давления воздуха. Ряд исследователей связывают изменения в режиме подземных вод с деятельностью солнца.

Искусственные факторы, влияющие на режим подземных вод, связаны с практической деятельностью человека. К ним относятся откачки, подъем горизонта воды в водохранилищах, орошение, осушение и др.

Следует различать суточные, сезонные, годовые и многолетние изменения элементов режима подземных вод.

Суточные колебания уровня изучены наиболее полно; они зависят от дефицита влажности в зоне аэрации и составляют величину порядка 0,7—3,2.

Сезонные колебания в основном зависят от осадков и температуры грунтов; отчетливо влияние этих факторов фиксируется весной и осенью.

Годовые колебания уровня подземных вод зависят от величины осадков, их интенсивности, дефицита влаги и температуры грунтов. Годовые амплитуды колебаний составляют 0,78—3,05 м. По данным 60-летних наблюдений фиксируется ряд максимумов и

минимумов, повторяющихся через 10—13 лет. Минимальные уровни воды совпадают с засушливыми годами, максимальные — с влажными.

Принято различать два типа режима подземных вод: прибрежный и водораздельный.

На водораздельных пространствах режим подземных вод зависит в основном только от климатических факторов; колебания уровня поверхностных вод сказываются слабо.

Режим подземных вод в прибрежных речных, морских районах или вблизи водохранилищ находится в прямой связи с режимом поверхностных вод; влияние их сказывается на расстояниях, достигающих 5—11 км. Амплитуда колебаний уровня подземных вод в скважине, расположенной в 1 км от реки достигает 6,5 м.

На режим подземных вод оказывают влияние приливо-отливные течения, распространяющиеся до 15 км от берега.

В районах с увлажненным климатом амплитуда колебаний уровня подземных вод вдали от рек обычно не превышает 1 — 1,5 м и редко достигает 2—2,5 м. Наибольшая амплитуда наблюдается весной в период снеготаяния, наименьшая — зимой. Производительность водоносных пластов, а также химический состав и температура подземных вод в течение года изменяются мало.

В горных районах колебания уровня подземных вод и изменение производительности водоносных пластов в течение года проявляются весьма резко.

В засушливых областях, как и в увлажненных, режим подземных вод находится в зависимости от метеорологических факторов. Различие в режиме этих областей заключается в том, что в засушливых областях годовая амплитуда колебаний уровня подземных вод достигает 6—8 м при значительном снижении производительности водоносного пласта.

Под влиянием искусственных факторов режим подземных вод может резко изменяться. Наиболее отчетливо это проявляется в районах водозаборов, разработки полезных ископаемых, где снижение уровней подземных вод в год не менее 1,5—2 м.

Изменение режима подземных вод, в частности колебания их уровня, имеет большое практическое значение: при подъеме уровня может произойти подтопление зданий или заболачивание территорий, а в засушливых районах, где подземные воды залегают на небольшой глубине — 1,5 м, подъем уровня может вызвать испарение с поверхности подземных вод и накопление солей в почве с образованием солонцов или солончаков.

Методика изучения режима подземных вод

Она зависит от природных условий, целей и особенностей водного горизонта. Исследования проводятся по специальным пунктам к которым относятся: наблюдательные режимные скважины, гидропосты на реках, колодцы и т.д.

Все наблюдательные пункты должны соответствовать следующим требованиям:

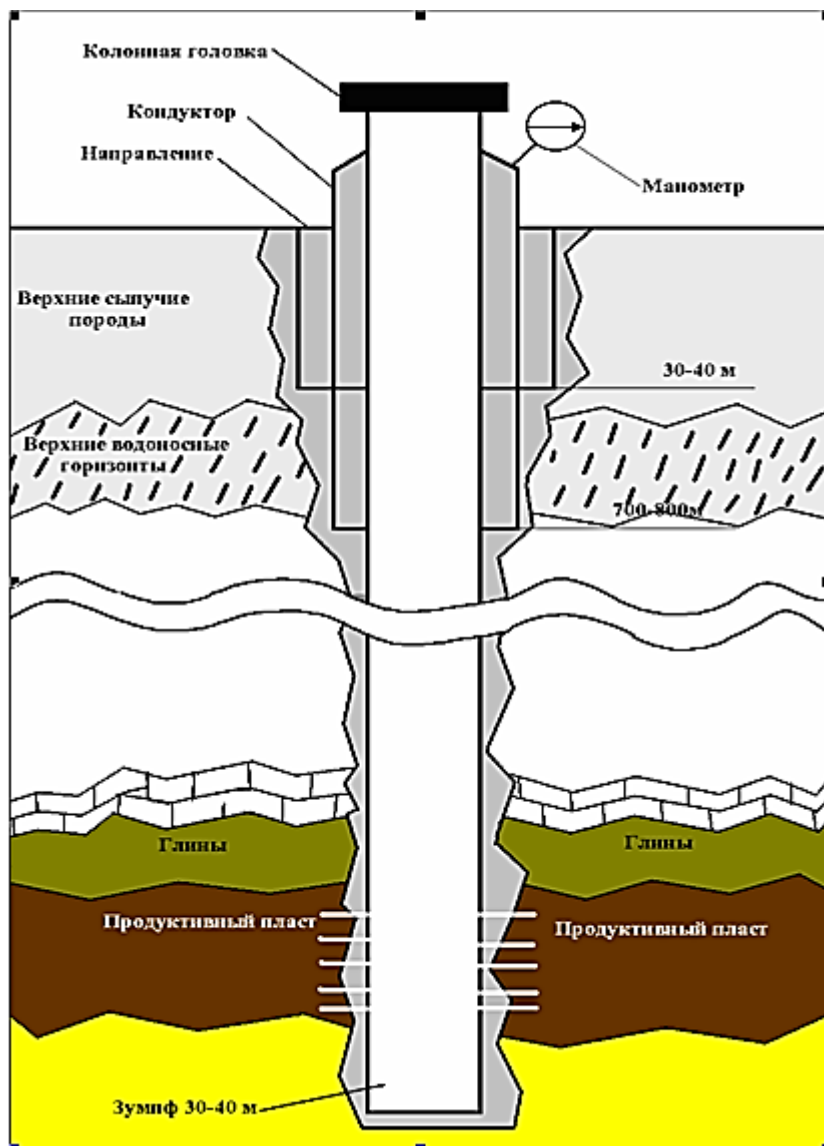
а) иметь рациональную и экономически целесообразную конструкцию и давать возможность быстро и качественно производить замеры;

б) должна быть исключена возможность загрязнения водоносного горизонта и влияния на него внешних факторов;

Скважины сети лучше располагать вдоль направления потока, их должно быть не менее трех, кроме того, необходимо располагать скважины на флангах месторождения, на границах с другими водоносными горизонтами для изучения взаимодействия с ними;

г) наблюдательная скважина должна быть оборудована специальным образом, в некоторых случаях для изучения прослоек или нескольких водоносных горизонтов оборудуется кустовая скважина с ярусным строением;

д) наблюдение на пунктах и отбор проб на химический анализ проводится с учетом внешних факторов (климат, осадки) и типов водоносного горизонта. Например: на артезианских водоносных горизонтах применяют равномерный цикл наблюдений, для грунтовых водоносных горизонтов тем более связанных с рекой, в паводковый период, наблюдения проводятся чаще, чем в межень, в связи с большим изменением параметров в это время.



Понятие о водно-солевом балансе.

Баланс – это равенство (соотношение) различных компонентов в природной обстановке. Различают приходную и расходную часть баланса. При изменении одного из них нарушается равновесие между приходной и расходной частями баланса на какое-то время, после чего он обязательно должен установиться на новом уровне.

Водный баланс – это соотношение количественных данных по гидрогеологическим условиям какого-то участка, выраженных в доходных и расходных статьях.

Условно водный баланс можно записать в виде уравнения:

$$\sum Q \text{ дох.} = \sum Q \text{ расх.}$$

где, $\sum Q \text{ дох.} = I + II + III + IV + A$.

где I – инфильтрация из реки,

II – естественные ресурсы,

III – инфильтрация из озера,

IV – атмосферные осадки,

A – неучтенные источники питания (приток из других водоносных горизонтов), конденсация паров воды в зоне аэрации и др.

$$\sum Q \text{ расх.} = 1 + 2 + 3 + 4 + B$$

где 1 – естественные ресурсы,

2 – разгрузка в виде ключей,

3 – инфильтрация в реку или озеро,

4 – испарения через капилляры,

В – неучтенные потери водоносного горизонта (пр: транспирация растениями, переток в другие водоносные горизонты и др.).

В случае равенства этих частей уровень подземных вод будет постоянный, при колебании уровня справедливо уравненные: **(1)**

$$\mu \Delta H = \frac{(\sum Q_{дох.} - \sum Q_{расх.})}{F} \quad \mu - \text{ водоотдача}$$

F – площадь участка,

ΔH – изменения уровня.

Аналогично, можно рассмотреть солевой баланс между поступлением и расходом солей на данном участке.

Поступление солей можно определить следующим образом:

1. Начальный запас солей в горных породах и подземных водах.
2. Поступление солей с атмосферными осадками.
3. Поступление с поливными водами.
4. Поступление (потоком) естественными ресурсами.

A – неучтенные поступления (пр.: принесенные ветром и др.).

$$\sum Q_{сол.доходн.} = 1+2+3+4+A$$

Расходная часть баланса – вынос солей, можно представить в виде:

1. При оттоке подземных вод (естественных ресурсов).
2. При инфильтрации атмосферных осадков в подземные воды.
3. Выщелачивание солей за счет инфильтрации подземных вод.

B – трудноучтываемые пути выноса солей (животными, растениями и др.)

$$\sum Q_{сол.расх.} = 1+2+3+B$$

При равенстве этих статей ситуация устойчива в климатическом отношении и не является причиной изменения химического состава подземных вод. Та же ситуация проявляется при временном смещении равновесия в сторону выноса солей.

При обратном нарушении равновесия, когда поступление солей больше в зону аэрации, чем их вынос, наступают необратимые процессы заселения зоны аэрации, что выводит массив из поля хозяйственной деятельности человека.

14. Обследование эксплуатационных скважин и водозаборов.	14.1 Подготовительные работы.	14.1.1. Произвести сбор и обобщение данных о геологическом строении, г/г условиях и истории работы водозабора. Выяснить современную потребность в воде потребителя. 14.1.2. Подготовить приборы для определения УГВ (электро уровнемер,), емкости для отбора проб воды. 14.1.3. Выехать на место работы.
	14.2 Проведение опыта.	14.2.1. Описать водо-пункт (назначение, характеристика, глубина, диаметр, конструкция) 14.2.2. Произвести замер уровня, температура, минерализация 14.2.3. Отобрать пробы на хим. анализ. 14.2.4. Провести наблюдения за изменением уровней, химическим составом и дебитом водозаборных скважин. 14.2.5. Уточнить расчетные параметры при наблюдении восстановления уровня при остановке откачки из эксплуатационных скважин. 14.2.6. В сложных условиях, для уточнения параметров провести эксплуатационную откачку (1-3 месяца)

		14.2.7.Определить расчетами предельно допустимое понижение в новых условиях 14.2.8.Если в задачу исследований входит переоценка запасов, то провести опытные и кустовые откачки из всех скважин водозабора (смотри пункт 5)
	14.3 Обработка результатов работ.	14.3.1. Заполнить полевой журнал восстановления (откачки); 14.3.2. Построить графики временного, площадного и комбинированного прослеживания (по откачке и по восстановлению); 14.3.3. Рассчитать гидрогеологические параметры K_f, a_u, μ, $R_{пр}$ 14.3.4.Сдать отобранные пробы в лабораторию для хим. анализа 14.3.5.Сделать прогноз о возможности увеличения дебита действующего водозабора или необходимости сокращения современного дебита.
	14.4 Вывод	14.4.1.Обобщить информацию по полученному эксплуатационному понижению. 14.4.2.Сделать прогноз о дальнейшей эксплуатации водозабора или о необходимости поиска нового источника водоснабжения.

8.Проведение режимных наблюдений.	8.1 Подготовительные работы.	8.1.1. Подготовить оборудование для проведения режимных наблюдений (уровнемер, ленивый термометр, водоподъемное оборудование, навигатор, пробоотборник); 8.1.2. Подготовить тару для отбора проб воды; 8.1.3. Подготовить полевой журнал замеров; 8.1.4. Подготовить топооснову с вынесенными на нее скважинами и их координатами.
	8.2 Проведение опыта.	8.2.1. Прибыть на место нахождения скважины; 8.2.2. Проверить состояние скважины и ограждение; 8.2.3. При необходимости, произвести ремонт ограждения и покраску оголовка скважины; 8.2.4. Открутить оголовок; 8.2.5. Произвести замер статического уровня; 8.2.6. Произвести монтаж откачного оборудования и прокачку скважины; 8.2.7. Произвести замер температуры воды в скважине или в струе воды; 8.2.8. Отобрать пробу воды из струи или с помощью пробоотборника; 8.2.9. Сдать пробы воды в хим лабораторию для анализа.
	8.3 Обработка результатов работ.	8.3.1 Заполнить полевой журнал; 8.3.2. Сопоставить данные замеров уровня, температуры и хим состава с замерами произведенными ранее; 8.3.3. Построить графики колебаний уровня, температуры, хим состава за несколько последних лет; 8.3.4. Произвести анализ изменений параметров по графикам.

	8.4 Вывод	8.4.1. Проанализировать колебания параметров режима во времени и сделать вывод об их причинах
--	-----------	---

3.6 ОПРОБОВАНИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

Опробование горных пород в гидрогеологии проводится в процесс документации скважин по средствам анализа шлама, отбираемого через 0,5-2 м переходки по средством желонки при ударно-канатном способе или лотка ловушки при вращательном способе.

Описание проводится визуальным методом с минимальным применением приборов. Горные породы могут отбираться в виде монолитов, в основном, для определения K_f или проб нарушенной структуры.

Пробы воды берутся из открытых источников, водоемов и скважин.

Из скважин с помощью желонки или специальным пробоотборником, предусматривающим отбор проб в заданных интервалах глубин.

Пробы газа отбираются в специальные сосуды с помощью газоотделителей.

При отборе проб воды должны выполняться следующие требования:

1. Посуда должна быть чисто вымыта и не менее трех раз ополоснута исследуемой водой.
2. Для проб, должны быть использованы стеклянные или полиэтиленовые бутылки, емкостью 0,5 литра со стеклянными или полиэтиленовыми пробками.
3. При отборе проб на бактериальный анализ бутылки необходимо получать в СЭС, после прохождения специальной обработки.
4. Проба отбирается как можно быстрее, чтобы вода долго не контактировала с воздухом, при этом должно оставаться расстояние между водой и пробкой не менее 2 см.
5. При отборе проб на микрокомпоненты, воду подкисляют соляной кислотой, а при определении агрессивности добавляют CaCO_3 .
6. При транспортировке на далекие расстояния бутылки опечатывают сургучом или мастикой, снабжают двумя этикетками (одну приклеивают, другую привязывают к горлышку).
7. При отборе проб на азотосодержащие вещества, к ней добавляется 1-2 мл хлороформа.
8. Для транспортировки используются специальные ящики с ячейками, при этом должна быть гарантирована теплоизоляция: предохраняющая пробы от перегрева и размораживания.

Правильный отбор проб воды является необходимым условием надежности получаемых результатов. Основные принципы при отборе проб, обеспечивающих их надежность, следующие:

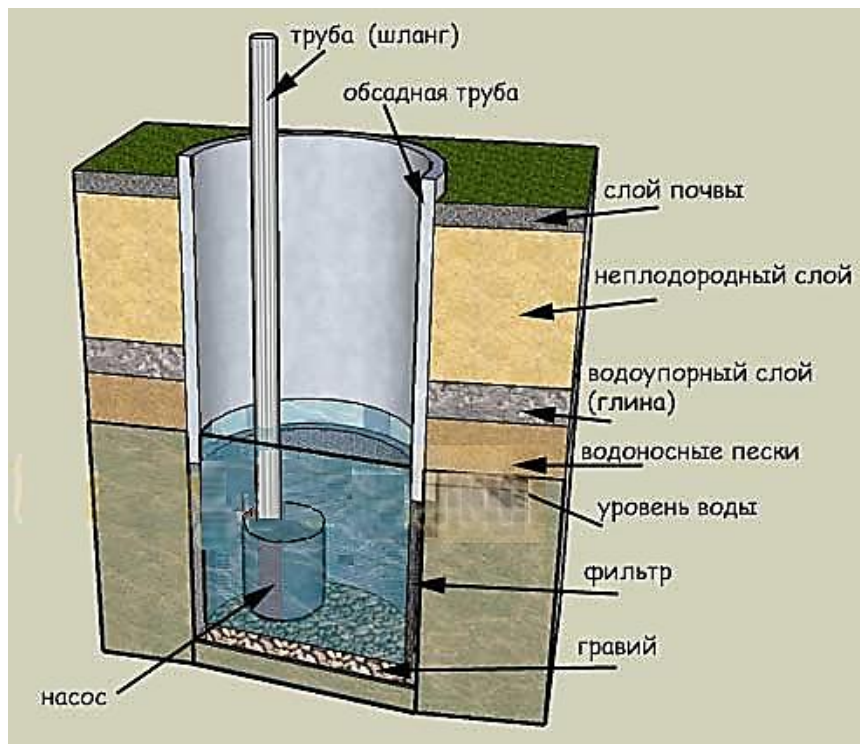
1. Проба воды должна отражать условия места ее взятия.
2. Отбор пробы, ее транспортировка и обращение с ней должны производиться так, чтобы не произошли изменения в содержании определяемых компонентов или свойствах воды.

3. Объем пробы должен быть достаточным и должен соответствовать применяемой методике анализа.

Посуду тщательно моют с мылом, порошком, тщательно споласкивают и затем промывают дистиллированной водой.

Прежде чем взять пробу, посуду следует ополоснуть несколько раз отбираемой водой.

Для отбора проб воды на бак. анализ используют стерильно чистую посуду.



Взятие проб из рек и ручьев.

Пробу следует отбирать в фарватере течения (20-30 см. от поверхности) с обязательным измерением дебита потока. Иногда пробы отбирают с различных глубин водотока.

Из водоемов пробы отбирают в различных местах, избегая мест с густой растительностью.

Отбор проб из родников, колодцев, скважин и дренажей.

Пробу воды из источников и открытых водоемов при небольшой глубине взятия (0,5-1 м.) отбирают непосредственно в бутылку, без всяких приспособлений. Необходимо следить за тем, чтобы в отбираемую пробу не попадали механические примеси. Перед взятием проб из эксплуатирующихся колодцев, воду откачивают.

Отбор проб с поверхности и с глубин, не превосходящих 12-15 метров, можно произвести при помощи пробоотборника. Перед взятием проб из самоизливающихся скважин, оборудованных краном, необходимо спустить воду, находящуюся в трубе. Перед взятием проб из не самоизливающихся и неэксплуатируемых скважин следует откачать воду примерно в два объема водного столба скважины. Для взятия проб из глубоких скважин, предложено несколько типов специальных приборов.



4.Отбор образцов грунта из скважин, шурфов и естественных обнажений	4.1 Подготовительные работы.	4.1.1.Найти и изучить материалы по исследуемому участку; 4.1.2.Подготовить расходный материал для консервации монолитов(парафин, гудрон, марля) и пакеты для проб нарушенной структуры; 4.1.3.Проверить работоспособность используемого оборудования (мерная лента, горный компас или навигатор, лопата, ножовка); 4.1.4.Подготовить ящики для транспортировки проб; 4.1.5.Проверить работоспособность автотранспорта; 4.1.6.Выехать на точку опробования.
	4.2 Проведение опыта.	4.2.1.Определить координаты места заложения горной выработки при помощи навигатора; 4.2.2.Произвести зачистку сторон горной выработки; 4.2.3.Выбрать сторону с минимальным количеством трещин и включений биоматериала; 4.2.4.Вырезать ступеньку для удобства при спуске; 4.2.5.Зарисовать стенку с местом отбора монолита; 4.2.6.Заранее подготовить смесь для консервирования; 4.2.7. Произвести отбор монолита; 4.2.8. При отборе проб (монолитов) необходимо соблюдать следующие условия: 1. На участке выработки выбрать площадку с однородным по внешним признакам грунтом, не имеющая видимых и не видимых трещин, ослабленных зон, пустот, карманов. 2. В случае твердой консистенции грунтов, выбранный участок опилить со всех сторон до установленных размеров 20*20*20 или 25*25*25 3. При опиливании монолита до получения нужных размеров противоположную от монолита стенку окапать лопатой и поднять нижняя часть. Монолит осторожно на материале поднять на поверхность, подравнять и пропитать одним слоем расплавленного парафина. 4. По размерам монолита сделать выкройку из марли с учетом углов. 5. Заготовить 2 этикетки следующего содержания: место положения точки отбора в плане и разрезе, предположительное название грунта и его характеристика, дата отбора и фамилии участников. Ориентация монолита «верх-низ». Одну этикетку уложить под материал, одну на поверхность с северной стороны монолита. 4.2.9.Произвести консервирование монолита; 4.2.10. Произвести рекультивацию земли; 4.2.11. Собрать оборудование;

		4.2.12. Подготовить оборудования к сдаче на склад или перевозке на другую точку.
	4.3 Обработка результатов работ.	4.3.1.Зарисовать абрис стенки шурфа с местом опробования; 4.3.2.Сдать отобранные образцы грунта в лабораторию.
	4.4 Вывод	4.4.1 Обосновать представительность пробы литологии горной выработки.

Лабораторные гидрогеологические исследования.

Лабораторные исследования являются одним из видов гидрогеологических работ. Выполняются они в полевых условиях возле источников, на базе партии и в стационарных лабораториях.

Лабораторные работы включают определение водно-физических и фильтрационных свойств г.п., физические свойства, химического, газового и бактериологического состава подземных и поверхностных вод.

Задачи, виды и объемы лабораторных работ определяются проектом работ и зависят от целевого назначения, сложности природной обстановки.

Водно-физические и фильтрационные свойства горных пород подробно разбирают в курсе грунтоведения и поэтому мы не останавливаемся на этом разделе.

Задачи и методы изучения физических свойств, химического, газового, бактериологического состава подземных вод.

Эти исследования проводят на всех стадиях исследования. Основная цель этих исследований – изучение физического, химического, газового и бактериологического состава подземных вод.

Выбираемые виды лабораторных работ должны обеспечить успешное решение задач по выявлению и изучению закономерностей формирования и распространения подземных вод различного состава, всестороннюю оценку качества различных подземных вод и возможностей их использования в народном хозяйстве, оценку возможного воздействия подземных вод на инженерные сооружения и оборудование, на условия строительства и мелиоративное состояние земель, выявление и оценку перспектив освоение изучаемой территории на различные виды строительства и разработку полезных ископаемых.

Опробованию подлежат все водопрооявления во время съемочных работ, при пробных и других видах откачек, временных и стационарных режимах наблюдений. Кроме того, изучают почвенные вытяжки, поровые растворы, воды поверхностных водотоков и водоемов, атмосферные осадки.

Физические свойства воды.

В полевых условиях при отборе проб воды определяют физические свойства воды (температуру, прозрачность, мутность, осадок, цвет, запах, вкус и привкус, плотность). В случае необходимости определяют сжимаемости, вязкость и электропроводность воды.

Температуру – с помощью ленивого и родникового термометров, 7 остальных – с помощью стандартных шкал и на запах.

Сжимаемость - в приборах типа стабилметра (для расчета пьезопроводности).

Вязкость – в вискозиметрах.

Электропроводность – определяют с помощью электрокаротажа.

Химический и газовый состав.

В подземных водах в сложных комбинациях растворено 60 элементов (гидрогенические элементы), часть из них в незначительных количествах.

При анализах воды выделяют макрокомпоненты, встречаемых в повышенных концентрациях, и микрокомпоненты – содержание которых в воде незначительно.

Макрокомпоненты определяют минерализацию подземных вод, их плотность, физические свойства и химический состав. К ним относят Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , органические вещества – соединения азота (нитрат-ион NO_3^-) кремниевая кислота, Fe и Al.

Микрокомпоненты определяют при проведении полных химических анализов.

Важным показателем свойств воды является концентрация ионов водорода pH и окислительно-восстановительный потенциал Eh.

pH – определяют для всех анализов.

Eh – только при гидрогеохимических исследованиях для определения миграции микрокомпонентов.

В результате изучения химического и газового состава определяется минерализация (сухой остаток), жесткость, щелочность, агрессивность воды по отношению к бетону и металлу (углекислота, щелочная, кислородная, общекислотная) окисляемость, галоидопоглощение, содержание нефтяных кислот, фенолов, токсических элементов.

Виды анализов воды

В процессе проведения гидрогеологических исследований существуют следующие виды анализов воды:

Полевой анализ – проводят у водоисточника (0,5 л.) техником с помощью гидрохимических лабораторий (при съемке) типа ПЛАВ, КОМАР.

Сокращенный анализ (0,5 л.) – выполняют в стационарных лабораториях более точными методами (на стадии поисков и предварительной разведки) из всех водоносных горизонтов.

Полный анализ (1-2л.) – проводят для детальной характеристики подземных вод изучаемого объекта (на предварительной и детальной стадиях).

Специальные анализы воды – проводят для решения специальных задач (изучение минеральных вод, промышленных, (1-2л.) для водоснабжения).

Сумма металлов, фенолы, вредные компоненты, органические вещества, фтор, йод, бор, бром (галогены), растворы газов, спектральный анализ микрокомпонентов, токсические показатели (мышьяк, молибден, свинец, бериллий, нитраты, полиакриамиды и уран).

Результаты химанализов воды выражают в ионной (мг/л), мг-экв/л., % -экв/л для сравнения различных по составу вод.

Бактериологический анализ воды – проводят с целью санитарной оценки воды для водоснабжения и бактериальная разведка на нефть и газ, оценка биохимической активности воды.

Санитарное состояние воды, определяется ее фекальной загрязненностью, контролируется и оценивается по косвенным показателям.

1. Общее количество бактерий в 1мл неразбавленной воды – не более 100 (посев).
2. Коли-индекс – 3, количество кишечных палочек на 1л. воды.
3. Коли-титр – не менее 300мл, т.е. количество на одну кишечную палочку.

Согласно СанПиН

pH – 6,5 – 8,5 для питьевых вод.



9. Работы с полевыми лабораториями	9.1 Подготовительные работы.	9.1.1. Подготовить оборудование для проведения опыта (пробирки, хим реактивы, индикаторы, полевая лаборатория ПЛАВ, КОМАР.); 9.1.2. Подготовить пробу воды (при необходимости титровать необходимые растворы); 9.1.3. Подготовить, пользуясь имеющейся методикой необходимые реактивы для определения отдельного элемента (макрокомпонента);
	9.2 Проведение опыта.	9.2.1. По имеющейся методике, добавить необходимые реагенты в пробу воды; 9.2.2. Сверить полученный цвет со шкалой индикатора и определить концентрацию элемента; 9.2.3. По имеющийся методике, определить последующие компоненты входящие в состав воды; 9.2.4. Заполнить журнал испытания;
	9.3 Обработка результатов работ.	9.3.1. По полученным данным составить формулу Курлова и определить тип воды; 9.3.2. Сравнить данные анализа с требованиями СанПиН №209 «Вода питьевая».
	9.4 Вывод	9.4.1. Указать тип воды и ее пригодность для питьевого водоснабжения.
12. Лабораторные гидрогеологические и инженерно-геологические работы	12.1 Подготовительные работы.	12.1.1. Подготовить оборудование для проведения опыта (бюксы, разновесы, весы, др.); 12.1.2. Подготовить навеску грунта или монолит; 12.1.3. Подготовить журнал проведения испытания;
	12.2 Проведение опыта.	12.2.1. Выполнить, взвешивание навески и тары (выполнить опыт согласно методике, соответствующей действующему на данный момент ГОСТ 20522, ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик, ГОСТ 9378-93 Образцы

		шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия, <u>ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава</u>, ГОСТ 23161-78 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик просадочности, <u>ГОСТ 24143-80 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки</u>, <u>ГОСТ 30416-96 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения</u>, Санитарно-эпидемиологические правила и нормы "Санитарно-эпидемиологические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения" 3.02.002-04); 12.2.2. Заполнить журнал испытания грунта;
	12.3 Обработка результатов работ.	12.3.1. Выполнить вычисления по определению физико-механических свойств грунта;
	12.4 Вывод	12.4.1. Сравнить полученные значения показателей с нормативными для литологии грунта с учетом его классификации.
13. Работы с полевыми лабораториями	13.1 Подготовительные работы.	13.1.1. Подготовить оборудование для проведения опыта (бюксы, индикаторы, полевая лаборатория ПЛЛ.); 13.1.2. Подготовить пробу грунта (при необходимости увлажнить, уплотнить); 13.1.3. Подготовить, пользуясь имеющейся методикой необходимые оборудование для определения отдельного физико-механического свойства грунта;
	13.2 Проведение опыта.	13.2.1. По имеющейся методике, в соответствии с действующим на данный момент ГОСТом, произвести все необходимые измерения; 13.2.2. Сверить полученный результат показателя с имеющейся классификацией; 13.2.3. Заполнить журнал испытания;
	13.3 Обработка результатов работ.	13.3.1. По полученным данным определить тип грунта;
	13.4 Вывод	13.4.1. Указать тип грунта и сравнить его с полевым определением.

3.7 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Геофизические работы.

Геофизические работы предназначены для изучения разреза, геологических условий без вскрытия разреза или с минимальным объемом горно-буровых работ.

Все методы геофизики можно объединить в две группы: наземные и скважинные (каротажные).

Наземные методы в гидрогеологии прежде всего включают электроразведку и реже сейсморазведку. Среди методов электроразведки в гидрогеологии чаще находят применение:

- а) электроразведка по методу сопротивления;
- б) электроразведка методом вызванной поляризации ВП и естественного поля ЕП.

Геофизические исследования имеют высокую эффективность, особенно на ранних стадиях исследования, в процессе поисков, когда не нужна высокая точность, а требуется лишь оценка гидрогеологических условий. Гидрогеологические задачи решаемые электроразведкой – изучение УГВ, литологии, водопроницаемых и водоупорных пород, степени закарстованности пород. Электрический каротаж – выявления по разрезу горных пород с различной литологией, зон трещиноватости, водообильных слоев, степени минерализации подземных вод.

Гамма-каротаж – расчленение литологического разреза по скважине.

Термокаротаж – Изучение гидрогеологических условий в разрезе вскрытых скважиной пород.

Резистивометрия – Выделение в разрезе скважин зон с различной проницаемостью и определение их мощности (наиболее достоверные данные могут быть получены при изучении безнапорных подземных вод).

Расходометрия – Выделение наиболее проницаемых зон (благоприятным для применения метода условием является наличие в скважине устойчивых терригенных и карбонатных пород).

На детальных стадиях, напротив, возрастают требования к точности разреза, поэтому на смену наземным методам приходит скважинная геофизика.

Среди методов электроразведки наиболее применимо вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ).

В основе четырехэлектродная установка AMNB, где А, В – питающие электроды, создающие электрическое поле в земной коре; М, N – регистрирующие электроды, которые измеряют падение напряжения на участке MN, откуда вычисляется кажущееся

$$\text{сопротивление } \rho_k = K \frac{\Delta U}{I}$$

Имея стандартные значения для различных г.п. мы можем провести интерпретацию, т.е. получить геоэлектрический разрез по данным ρ_k с применением специальных полеток.

Электроды MN перемещаются по определенной системе внутри промежутка А, В, получая геоэлектрическую картину этого участка. Проведенные работы характеризуют одну физическую точку, далее установка перемещается по профилю с обязательными перекрытиями, чтобы не допустить появления «белого пятна».

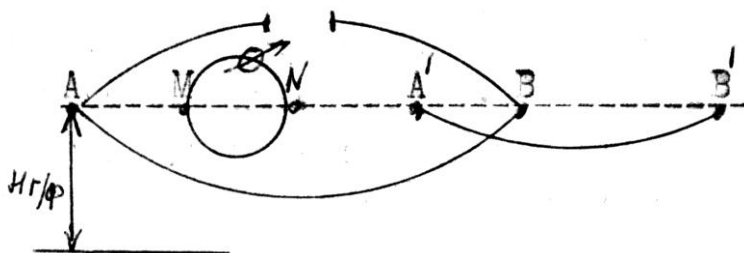


Рис.44 Схема ВЭЗ.

А, В – питающие электроды;
М, N – регистрирующие электроды;

$H_{г/ф}$ — максимальная глубина изучения разреза.
 A, A' — ход установки.

Из практического опыта принимается $H_{г/ф} = (10-15)\%$ от $AB/2$ причем она должна быть на 2-5 м больше глубины скважины:

$$H_{г/ф} = H_{скв.} + (2-5) \text{ м.}$$

Перекрытие A/B составляет также 10% от AB , тогда величина AA' называется ходом установки, а общее количество физических точек n определяется следующим образом:

$$n = \frac{L}{AA'}$$

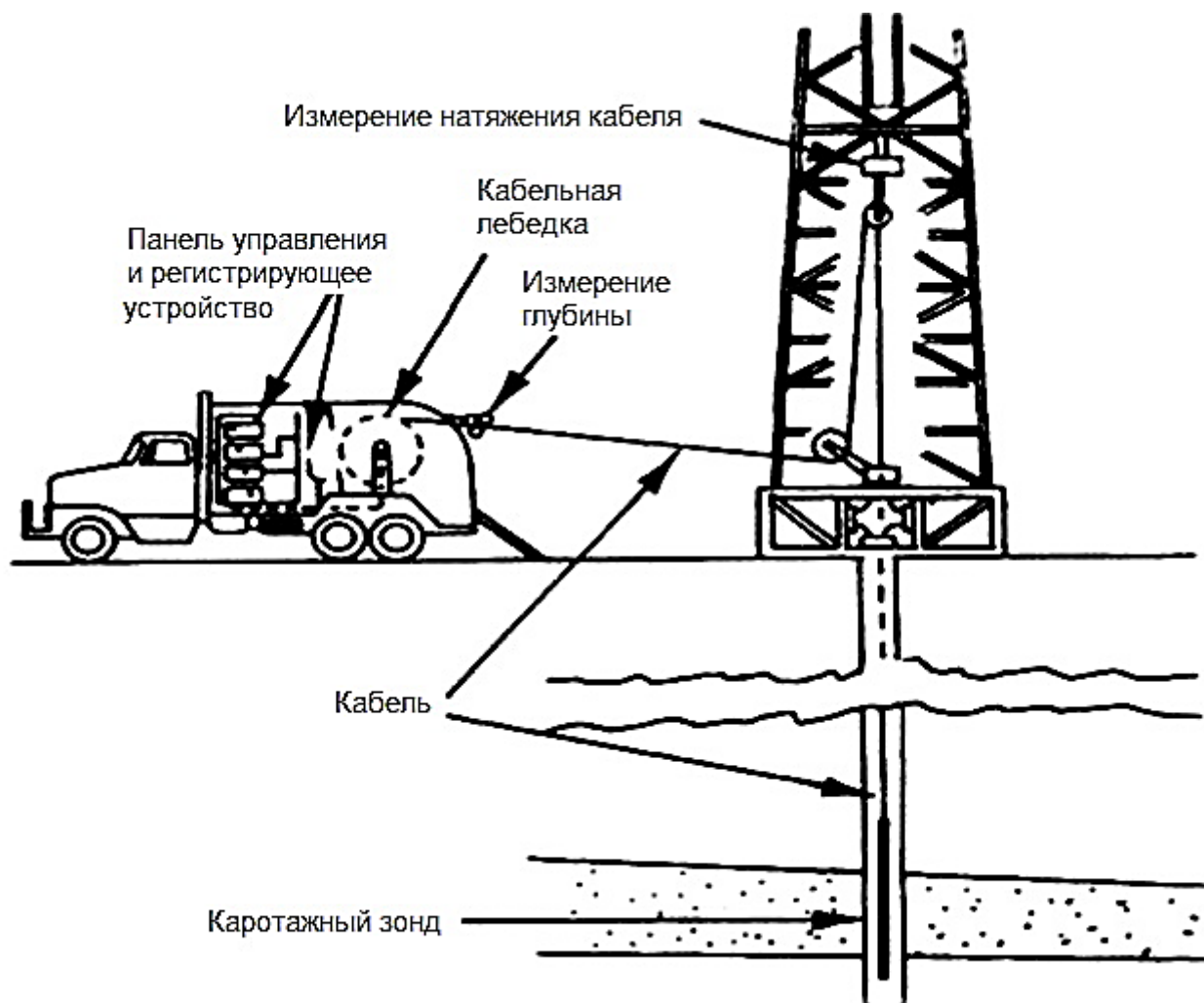
где L — сумма изучаемых профилей, м.



Среди скважинных методов наиболее применимы следующие:

- 1) гамма-каротаж (для литологического расчленения разреза по плотности);
- 2) электрический каротаж (для выделения зон трещиноватости и литологических разностей), оценивание степени минерализации подземных вод, выявление наиболее водообильных зон песчано-глинистых отложений.
- 3) комплекс, связанный с изучением свойств бурового раствора при вращательном бурении с промывкой — разистометрия и расходометрия.

Для получения лучших результатов целесообразно комплексировать перечисленные методы, так как они, взаимно дополняя друг друга, как правило, повышают качество интерпритации.



Геохимические методы

Сущность гидрогеохимического метода поисков заключается в изучении распределения химических элементов в подземных и поверхностных водах путем их систематического опробования. Этот метод предпочтительнее применять в районах с большим количеством водоисточников, т.е. в области избыточного увлажнения и более влажной части области неустойчивого увлажнения. В аридных областях, поиски гидрогеохимическим методом затруднены. Наиболее эффективное применение гидрогеохимического метода для поисков месторождений, руды которых легко окисляются с образованием соединений, растворимых в воде. К числу их относятся в первую очередь месторождения сульфидных руд. Вместе с тем доказана возможность применения этого метода для выявления несulfидных месторождений (бора, бериллия, лития и др.). Применение гидрохимического метода для поисков некоторых типов месторождений ограничено в настоящее время отсутствием достаточно чувствительных, надежных и простых методов анализа природных вод на ряд химических элементов. Природные методы анализа разработаны на Cu, Zn, Mn, Co, Mo, As, Ce, U, Sr, Li, Sn, Pb, Ca, Ag, Zr, Ti, Cr. На F, Nb, V, B, Be, Hg, Sb, W и некоторые другие элементы существующие методы еще не достаточно чувствительны.

Гидрогеохимические исследования делят на три типа: рекогносцировочные, поисковые и детальные, задачи и методы ведения которых различны.

1. Рекогносцировочные гидрогеохимические исследования производят в регионах, геологическая изученность которых соответствует масштабам: 1:1000000 – 1:200000. Задачей этих работ является общая оценка перспектив региона на наличие месторождений полезных ископаемых и выделение перспективных территорий. Гидрогеохимические исследования на этом этапе проводят путем выборочного опробования существующих водопроявлений, характеризующих важнейшие комплексы пород, контакты, зоны тектонических нарушений.

Пробы подвергаются химическому и спектральному анализу на максимальное число микроэлементов, исходя из общих металлогенических особенностей региона.

2. Поисковые гидрогеологические исследования в масштабе 1:50000 проводят в пределах рудных районов на площадях, перспективность которых на наличие полезных ископаемых установлена ранее проведенными, в том числе и рекогносцировочными гидрохимическими работами. Задача этого этапа работ – обнаружение гидрогеохимических ореолов и потоков рассеяния месторождений и выделение локальных площадей для детальных работ. Поисковые гидрогеохимические исследования следует вести в комплексе с другими видами геохимических поисков (преимущественно литогеохимическими поисками по потокам рассеяния), гидрогеологической съемкой или геолого-съёмочными работами.

Опробованию подвергают источники подземных вод, приуроченные к понижениям эрозионного или тектонического происхождения, осуществляющих дренаж значительных площадей.

На наиболее перспективных участках при неглубоком залегании грунтовых вод (2-3 м.) производят их искусственное вскрытие.

Если выходов подземных вод мало или отсутствуют, опробуют поверхностные водотоки и водоемы. Пробы подвергают полному и спектральному анализу.

3. Детальные гидрохимические исследования в масштабе 1:10000 и крупнее производят на участках, несущих проявление рудной минерализации, а также на площадях наиболее перспективных гидрогеохимических аномалий.

Цель: оконтуривание рудных полей, рудных тел (в том числе не выходящих на поверхность земли), а также интерпретация природы наиболее перспективных гидрогеохимических аномалий.

Опробованию подлежат все источники подземных вод, все водоносные горизонты, вскрытые горными выработками и буровыми скважинами.

Пробы анализируют только на те компоненты, которые являются поисковыми признаками искомого типа месторождения. Гидрохимические поиски скрытых рудных тел на этой стадии проводят в комплексе с геологоразведочными и гидрогеологическими того же масштаба, особенно в закрытых районах с мощным покровом рыхлых экранирующих отложений, затрудняющих проведение литогеохимических и биогеохимических поисков.

Количество точек отбора проб на 1 км² в зависимости от типа гидрогеохимических съемок и сложности геологического строения определяется по таблице:

Тип съемки	масштаб	Кол-во проб на 1 км ² при геологическом строении		
		простом	средней	сложном
Рекогносцировочная	1:1000000	0,01	0,02	0,03
	1:500000	0,04	0,05	0,08
	1:200000	0,1	0,015	0,25
Поисковая	1:50000	0,7	1,0	1,6
Летальная	1:10000 и более	Опробуют все возможные для отбора проб водопроявления причем расстояния между пунктами отбора проб не должно превышать 1 см на карте.		

Расположение точек отбора проб воды должен равномерно покрывать площадь исследований. Сгущение точек наблюдения производят на перспективных площадях.

3.8 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

3.8.1 Характеристика типов месторождений подземных вод для питьевого водоснабжения.

Выбор направления поисково-разведочных работ обычно определяется (естественными) объективными факторами – типом месторождения, строением водного горизонта, их изменчивостью и гидрохимической обстановкой. Инструкция ГКЗ подразделяет месторождения на следующие типы:

1. Месторождения речных долин.
2. Месторождения артезианских бассейнов.
3. Месторождения конусов выноса.
4. Месторождения трещенно-карстовых вод.
5. Месторождения трещинных вод изверженных пород (магматических).
6. Месторождения линз пресных вод пустынь и полупустынь.
7. Месторождения таликовых зон многолетнемерзлых пород.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕЧНЫХ ДОЛИН. Подземные воды аллювиальных отложений современных и древних (погребенных) речных долин являются одним из основных источников водоснабжения.

Долины можно подразделить на равнинные и горные.

Кроме этого, долины могут иметь постоянный или временный сток: пересыхая в меженный период. Обобщая все: речные долины условно разделяются на 4 типа (по гидрогеологическому признаку).

1. Современные речные долины имеющие гидравлическую связь с рекой в течение всего года (I тип).

2. Долины второго типа имеют постоянное или временное отсутствие взаимосвязи поверхностных или подземных вод, поэтому возможен неустановившийся режим фильтрации в процессе эксплуатации.

3. Речные долины с заиленным руслом (отсутствие гидравлической связи) здесь в меженный период происходит отрыв депрессионной поверхности от реки и питания водного горизонта происходит методом дождевания (III тип).

4. Четвертым типом речной долины следует выделить погребенные (древние) долины, которые подразделяются:

а) древние долины совпадают с современными, при этом образуется единая гидравлическая система, связанная с поверхностными водами. Методика оценки аналогична вышеприведенным типам речных долин.

б) древние долины не связаны с современными, чаще всего они разъединены водоупорами и поэтому рассматриваются изолированно от современной долины по общей схематизации (пласт-полоса). Питание осуществляется через «окна» в водоупоре.

Кроме того, месторождения речных долин делится по ширине долин:

- а) широкие; б) узкие; в) погребенные.

Широкие речные долины имеют ширину до 15 км и более, толща аллювия достигает 400 м, очень близкое залегание уровня грунтовых вод – 3-20 м.

В таких реках наблюдается активная гидравлическая связь с водоносным горизонтом и огромные запасы подземных вод в толщах аллювия.

Месторождения узких речных долин (до 3 км.) имеют мощность до 60 м. аллювия, хорошо промытые отложения, имеющие связь с поверхностными водами, обладают сравнительно малыми запасами.

Характерные основные черты аллювиального водоносного горизонта.

1. Водовмещающими породами являются обломочные породы с наличием поровой воды. В долинах равнинных рек гравийно-галечники с песчаным и глинистым заполнителем. В горных реках крупнообломочный материал.

2. Мощность аллювиальных отложений равнинных рек обычно 20-25 м. В горных же реках мощность аллювия изменяется в очень широких пределах.

3. Большая длина области распространения водоносного горизонта по сравнению с шириной.

4. Наличие свободной поверхности в водоносных горизонтах и только в погребенных долинах наблюдаются напорные воды. В остальных типах долин напор проявляется как исключение.

5. Глубина залегания УГВ от поверхности – в пойме до 5м. и на террасах до 20м.

6. Режим грунтовых вод тесно связан с режимом реки, поэтому движение подземных вод аллювиальных отложений можно считать только во взаимосвязи с поверхностными водами и подземными водами коренных пород, т.е. аллювий является зоной транзита поверхностных вод в коренные породы.

7. В основном, это пресные воды, их режим, физический и химический состав определяется режимом и составом поверхностных вод, особенно для второго и третьего типа.

Стадии гидрогеологических исследований на месторождениях речных долин

Гидрогеологические исследования начинаются на стадии поисков, для обоснования которых проводится гидрогеологическая съемка масштаба 1:25000 – 1:50000. Съемкой покрывается вся площадь развития аллювиальных пород и примыкающие к ней районы коренных пород.

В процессе съемки должны быть изучены: строение, геологическая история долины, состав, история залегания аллювиальных отложений, должны быть собраны сведения о древних долинах и их морфологии. Особое место отводится изучению режима, в том числе режима реки и влияния его на режим подземных вод. В процессе съемки картируются все выходы родников, по которым потом может быть проведена оценка эксплуатационных запасов по категории C_2 .

Отдельным вопросом стоит изучение гидравлической связи поверхностных и подземных вод. В этом случае, участок оборудуется не менее чем двумя гидрометрическими постами, на которых определяются расходы, изменения уровня и химического состава, и влияние их на режим подземных вод.

Данные задачи поисков решаются с помощью полного набора съемочных работ: скважины бурятся по поперечникам на расстоянии 3-4 км. друг от друга в центральной части долины. 4-5 скважины на поперечнике и одиночные скважины на контакте с коренными породами. Скважины следует проходить с углублением в коренные породы, если мощность аллювия больше 100м., то до коренных пород бурится одна скважина, глубина остальных не должна превышать 60-70 метров, а рельеф коренных пород в этом случае определяется по результатам геофизических работ.

Характеристика фильтрационных свойств коренных пород необходима для оценки питания (разгрузки) водоносного горизонта и изучается по данным бурения с помощью пробных откачек на одно понижение.

10-40% всех скважин, опробуются опытными одиночными откачками с целью получения гидрогеологических параметров. Основу поисков должны составлять аэрофото материалы, особенно это важно для погребенных долин, т.к. контуры такой долины при наземных наблюдениях трудно определяются. Если долины врезаются в скальные породы, то строение их должно выявляться с помощью электроразведки. Особое значение это приобретает при большой мощности аллювия. Конечной целью поисков является выделение участков для предварительной разведки. Если же на месторождении есть уже действующие водозаборы, то запасы по категории C_2 на изучаемых участках определяются методом аналогии.

Предварительная разведка.

Предварительная разведка проводится методом крупномасштабной съемки с включением необходимых для нее видов работ.

Бурение скважин проводится по поперечникам, отстоящим друг от друга на расстоянии 1-3 км. на равнинных реках и до 1 км на горных. На каждом из них бурятся скважины на расстоянии 300-500 м. По всем этим поперечникам в последствии будут

концентрироваться все виды работ и строиться разрезы. Для увязки данных между ними проходятся отдельные скважины, кроме того, необходимо бурить скважины вблизи реки и в тыловых частях террас. Рекомендуется в большом объеме привлекать геофизику (ВЭЗ), особенно где породы высоких категорий по буримости.

Для более полной картины разреза, необходимо использовать разнообразные виды каротажей. Из скважин проводятся пробные и одиночные откачки на 2-3 понижения, для определения удельных дебитов.

Продолжительность откачек до 8 суток. В отдельных случаях, когда долина не широкая, можно проектировать кустовые и даже групповые откачки, по результатам которых делается вывод о схеме водозабора и постановки детальных работ.

Детальные исследования проектируются на основе выбранного в процессе предварительной разведки участка водозабора в условиях принятой схемы водозабора и проведенной предварительной категоризации и оценки запасов.

Рекомендуется в речных долинах инфильтрационный тип водозабора, расположенного параллельно реке, состоящего из линейного ряда скважин, удаленных от реки на расстоянии, превышающем площадь максимального затопления.

Кроме того, водозабор должен располагаться перпендикулярно потоку грунтовых вод.

Очень близко к руслу закладывать водозабор не следует, т.к. увеличение гидравлических напоров ведет к активной суффозии, подтягиванию илистых отложений и в конечном итоге к кольматации участка русла. С другой стороны, увеличение расстояния до уреза реки уменьшает процесс питания водозабора за счет гидравлической связи с ней, следовательно, уменьшает эксплуатационные запасы. Рациональным можно считать расположение водозабора не менее чем 100 м от русла и не более 500 м.

В широких долинах при больших потребностях имеет смысл конструкция водозабора площадного типа, состоящая из нескольких рядов скважин.

Детальные исследования заключаются в бурении разведочно-эксплуатационных и наблюдательных скважин, каротажных исследованиях скважин, одиночных и кустовых, групповых откачек, отбора проб на комплекс анализов и режимные наблюдения.

Исследования, проводимые для расширения водозабора.

Данные исследования необходимы тогда, когда заявленная потребность не удовлетворяется водоносным горизонтом, либо в связи с ухудшением гидрогеологической обстановки, либо с увеличением потребности.

В первом случае встает вопрос о привлечении дополнительных ресурсов, в том числе искусственных (сооружения искусственных бассейнов, канав и траншей), а также проектирование новых типов водозаборов (лучевые водозаборы). Во втором случае, возможно увеличение проектных нагрузок на скважину водозабора. В обоих случаях необходимо проведение детальных дополнительных исследований.

3.8.2 Месторождения артезианских бассейнов.

Особенности строения артезианских бассейнов.

К артезианским бассейнам следует относить месторождения, содержащие напорные воды на значительных по площади пространствах. Их следует отличать от напорных вод, имеющих напоры местного характера (на больших по площади пространствах).

Различают два типа артезианских месторождений:

I. В бассейнах платформенного типа.

II В межгорных впадинах горно-складчатых областей.

I. К особенностям I типа месторождений относятся:

1. Значительная площадь распространения водоносных пластов (более 10000 кв.км.).
2. Развитие водоносных комплексов, имеющих этажные строения – это водоносные горизонты, переслаивающиеся с водоупорными отложениями.
3. Мощность водоносного горизонта, как и глубина его залегания, увеличивается к центральной части. Причем, мощность водоносного горизонта в центральной части может достигать сотен метров.

4. Большое влияние на водопроводимость пластов оказывает гранулометрический состав отложений, который также уменьшается от краевых частей к центру.
5. Наличие гидрогеохимической зональности, минерализация увеличивается с глубиной в результате замедления водообмена.

II. Второй тип, имеет ширину 20-30 км.

Особенности:

1. Очень часто подземные воды приурочены к трещиноватым скальным либо крупнообломочным осадочным горным породам.
2. Большей по сравнению с платформенным типом максимальной мощности отложений. В целом же мощность водоносного горизонта значительно меньше, чем платформенные, поэтому запасы подземных вод значительно меньше.
3. Наличие больших гидравлических уклонов, что формирует значительные ресурсы.
4. Большое значение имеет близость питания (горы) и, следовательно, формируются подземные воды с хорошим качеством, образуются подземные воды: пресные и ультрапресные.
5. Наблюдается площадная химическая зональность, т.е. минерализация увеличивается от гор к равнине.
6. В вертикальной плоскости может наблюдаться в аридном климате обратный тип зональности, что объясняется испарением с поверхности водоносного горизонта.

Особенности методики поисков и разведки месторождений артезианских бассейнов платформенного типа

Здесь должна учитываться большая глубина залегания и этажное строение разреза, поэтому поисково-разведочные работы начинаются с площадных геофизических исследований.

Поисковая стадия – в основном анализ исследования фондовых материалов, обследование действующих водозаборов, кроме того, изучение существующих мелкомасштабных карт.

По данному району бурятся затем одиночные поисковые скважины, в которых планируется пробная откачка на одно максимальное понижение для определения водопроводимости и напорных характеристик.

Много внимания уделяется лабораторному определению водопроводимости подстилающих и перекрывающих отложений. В случае необходимости проводится съемка масштабов 1:100000 – 1:50000, с обязательным выявлением одного основного горизонта и его пьезометрической поверхности, кроме того мощности, глубины залегания и химического состава. Эти работы могут проводиться и помимо съемки с помощью отдельных скважин, когда глубина водного горизонта превышает 100 м.

Поисковые работы заканчиваются выбором участка предварительной разведки.

2.8.3 Особенности месторождения подземных вод на конусах выноса.

Конусы выноса (предгорные шлейфы) формируются в процессе селевых потоков из твердого материала, образующего пролювиальные отложения.

Особенностью развития селевого потока можно считать 2 периода:

- 1) активного выноса твердого материала;
- 2) пассивного, в результате которого поверхностный сток реки выносит аллювиальные отложения. При этом, формируется неоднородная переслаивающаяся толща хорошо промытого крупнообломочного материала, водопроницаемых пород и водоупорных отложений.



Рис. 45. Схема месторождений конусов выноса.

Месторождение можно представить в виде трех зон (см. рис.45):

Первая - в верхней части: скальные породы, в трещиноватых водоносных горизонтах формируется поток, здесь большая глубина залегания и больше скорости движения.

Наиболее предпочтительна для добычи подземных вод **вторая зона**, где крупнообломочные породы переслаиваются с водоупорными отложениями, здесь большие запасы за счет мощности водопроницаемых отложений, уровень близко к поверхности, иногда наблюдается самоизлив, водопроницаемость пород очень высокая за счет крупнообломочных пород.

Третья зона, расположена ниже зоны выклинивая, под которой понимаются участки выхода на поверхность (разгрузки воды) в виде родников. Это происходит в результате смены водопроницаемых пород во второй зоне, относительно водоупорными породами третьей зоны. Таким образом, в плане наблюдается химическая зональность по водопроницаемости и напору.

По химическим свойствам воды: 1-ая зона – ультрапресные (менее 0,1 г/л), во II-ой – пресные, в III-ей – солоноватые.

Обобщая все сказанное, делаем вывод, что наиболее перспективной зоной для эксплуатации является II-ая – зона, т.е. выше зоны выклинивания.

Данная зона представляет из себя ряд поясов в вертикальном разрезе. **Верхняя часть** формирует водопроницаемые породы за счет современных аллювиальных отложений, это грунтовый водоносный горизонт, источником питания которого является атмосферные осадки и поверхностный сок.

Во II-ом поясе, находится пролювиальный водоносный горизонт, который имеет этажное строение и состоит из нескольких напорных водоносных горизонтов, имеющих общий химический состав и общую область питания (в горах). Трудностью является поиск пласта с лучшими характеристиками.

III-ий пояс, характеризуется трещиноватыми водами скальных пород, слабой водопроницаемостью и может в большинстве случаев считаться относительным водоупором.

Задачи исследований:

1. Необходимо определить границы гидрогеологических зон конусов выноса в плане и разрезе, а также особенности строения во втором поясе II зоны.

2. Выяснить участки, на которых происходит питание пролювиальных отложений из различных источников и если есть возможность, установить наличие связи с поверхностными водами.
3. Изучить площади выхода крупнообломочного материала на поверхность, где возможно питание водоносного горизонта за счет атмосферных осадков.
4. Подсчитать родниковый сток в зоне выклинивания для оценки естественных ресурсов.
5. Изучить характер водоносности коренных отложений III-го пояса и их влияние на питание перспективных водоносных горизонтов.

На стадии поисков по осевой части конусов выноса, закладывается профиль из 3-4 буровых скважин, глубиной до 200 м. с целью выявления во II-ой зоне наиболее перспективного пояса, если при этой глубине водообильность пройденных горизонтов незначительна, то данные скважины проходят до скальных пород. Из всех пройденных скважин, проводятся пробные зональные откачки из каждого водопроницаемого пласта. Перпендикулярно профилю в наиболее благоприятных по данным откачек местах пробуривается створ из 3-4 разведочных скважин, с расстоянием от 500 м. до 2 км, при этом глубина скважин определяется результатом зональных откачек. По данным скважинам должна изучаться литология, водообильность пород, из них проводятся пробные откачки, а из наиболее водообильных, опытные одиночные для определения параметров. По всем намеченным поперечникам совмещаются профили электроразведочных работ. В пробуренных скважинах проектируются все виды каротажа.

Предварительная разведка

Выбранный участок работ изучается также разведочными профилями: один вдоль оси и несколько профилей перпендикулярно ему.

В задачи предварительной разведки входит определение места выбора водозабора, которое определяется:

1. Наиболее близким к поверхности установившимся уровнем.
2. Наиболее водообильным участком конуса выноса, имеющим большие запасы и ресурсы.
3. Кроме того, на выбор участка водозабора влияет химический состав подземных вод и качество. Для решения этих задач во всех скважинах проводятся опытные одиночные откачки на несколько понижений.

Здесь же проводится изучение режима подземных вод балансовым методом, причем режим изучается по всем пробуренным скважинам.

По материалам предварительной стадии должны быть оценены ресурсы и запасы подземных вод, а также эксплуатационные запасы по категории C_1+C_2 .

Детальные исследования.

Данные исследования производятся с целью оценки эксплуатационных запасов по категории $B+C_1+C_2$.

Для определения граничных условий и параметров более точно, проходится 2-3 куста, если естественные ресурсы меньше заявленной потребности, то эксплуатационные запасы обосновываются групповой откачкой (как на III-ей группе месторождений).

В основном же месторождения конусов подземных вод относятся к месторождениям II-ой группы, реже к I-ой группы сложности.

3.8.4 Характеристика месторождений трещинно-карстовых водоносных горизонтов.

Литологические данные водоносного горизонта представлены растворимыми горными породами.

Примесь содержания глинистых грунтов снижает водопроницаемость а следовательно растворимость, образуя водонепроницаемые зоны.

Можно выделить три типа месторождений:

1. платформенный тип месторождений;
2. краевых прогибов;
3. геосинклинальных областей.

1. Платформенный тип – характеризуется параллельным залеганием пород, слабыми проявлениями трещиноватости, более того, поверхность карстующихся пород перекрыта слабодопроницаемыми отложениями. Все это приводит к тому, что мощных потоков подземных вод здесь не наблюдается, но месторождения занимают большую площадь и поэтому может быть перспектива для водоснабжения. Наибольшая перспектива таких месторождений приурочена к речным долинам.

2. Тип краевых прогибов – отличается большим количеством слоистых толщ крупнообломочного материала и толщ не слоистых известняков. Такие месторождения характерны неоднородностью литологического состава и трещиноватостью, что создает неравномерность фильтрационных свойств месторождений.

3. Карбонатные породы геосинклинальных областей – отличаются большими мощностями, но имеют линейно-вытянутые формы развития трещиноватости не более 5 км. в ширину, сильно расчленены в том числе тектоническими трещинами, с большим количеством различного рода пликтивных и дизъюнктивных нарушений. Таким образом, данная формация является достаточной для формирования мощных, перспективных запасов подземных вод.

Следует отметить особенности трещинно-карстовых водоносных горизонтов:

1. Наиболее водообильной частью, является верхняя часть водоносного горизонта, граничащая с зоной аэрации, что объясняется условиями развития карста.

2. Интенсивность трещиноватости быстро затухает с глубиной, поэтому мощность водоносного горизонта невелика.

3. Условия питания, разгрузки водоносного горизонта носит случайный характер.

4. Подземные воды часто имеют повышенную минерализацию, режим подземных вод сильно зависит от внешних условий.

Для изучения месторождения следует изучить:

1. Состав, геологическую историю, расположение в плане и разрезе, характер карстующих пород и местоположения очагов карста.

2. Условия питания, разгрузки и общий водный баланс территории, гидродинамическую характеристику.

3. Режим водоносного горизонта, связь подземных вод с поверхностными и с другими водоносными горизонтами.

Для решения этих вопросов привлекаются буровые, геофизические работы, гидрометрия, геоботанические методы.

Поиски. Здесь с помощью гидрогеологической съемки масштаба 1:50000 должны быть выяснены общие гидрогеологические условия территории, в частности формы карстового рельефа, много места отводится аэрофотосъемке, работе с фондовыми материалами, после которой проводится систематизация вновь появившихся форм карста и определяется скорость развития карста. Большое значение имеют гидрометрические работы, в процессе которых изучается питание водоносных горизонтов и поверхностных вод.

Из геофизических площадных работ, рекомендуется электроразведка, которая должна картировать формы скрытого карста, глубину залегания карстующих пород, проследить зоны тектонических разломов и т.д.

Бурение проводится только картировочных скважин для опробования водоносного горизонта, желательно колонковым способом с исследованием керна.

Предварительная разведка проводится на участках с целью выбора лучшего участка для дальнейших исследований. Задачей является составление карты гидроизогипс с подробным описанием водоносного горизонта.

Разведка проводится путем бурения поперечников пересекающих различные понижения рельефа (овраги, речки и т.д.). Расстояние между ними 800-1000 м. Рекомендуются кустовые откачки по изучению параметров, кроме того, в состав полевых работ входят не менее 2-3 лет режимных наблюдений. Производство опытных откачек для определения параметров и качества воды, кустовых – для определения взаимосвязи с поверхностными водами и другими водоносными горизонтами.

Детальная разведка проводится по схеме водозабора, причем должны разбуриваться все разведочно-эксплуатационные скважины. Для подтверждения запасов производится опытно-эксплуатационная откачка из разведочно-эксплуатационных скважины с суммарным дебитом, близким к потребности. Водозабор следует располагать в зонах максимальной обводненности, например, в зоне развития тектонических трещин. Необходимо не менее 3 кустовых откачек для подтверждения граничных условий и определения параметров.

Линзы пресных вод – это сосредоточение пресных подземных вод $M < 1$, г/л среди минерализованных вод такие линзы могут формироваться за счет следующих причин

а) за счет атмосферных осадков называются подлиманные /подтакырные линзы

б) за счет поверхностных вод – подрусовые, подозерные и т.д.

в) формируются за счет стока с поверхности гор (Предгорные линзы)

г) Линзы формируются за счет конденсации атмосферной влаги.

д) Линзы созданные искусственно.

е) Линзы реликтового происхождения (захороненные пресные воды).

В плане линзы могут иметь вытянутую форму площадь от 1 до 100 км². Линзы могут двигаться в направлении смещения соленых вод поэтому имеют вытянутую форму. В результате диффузного растворения по периметру линзы, образуется зона смешивания мощностью до 30 м, где минерализация постепенно меняется от минерализации линзы до минерализации вмещающих подземных вод.

Линзы (по генезису) могут быть:

1. Образованные за счет современного питания.

2. Линзы реликтового типа (ископаемые)

В первой группе можно выделить на подтипы

а) за счет инфильтрации атмосферных осадков

б) за счет поверхностных вод.

При гидрогеологических исследованиях основные сложности возникают на поисковых стадиях. Поэтому при поисках в основу кладутся принципы геоморфологии: изучаются съемкой все пониженные участки рельефа, после выявления линз производится оконтуривание.

Задача: поисков оконтуривание линзы. Масштаб съемки 1: 100000 – 1: 50000. Наибольшее внимание уделяется перспективным участкам:

- с пониженным рельефом

- вблизи поверхностных водотоков

На них масштаб съемки более детальной, к таким местам так же следует отнести участки развития растительности (геоботанический метод).

Первоначально работы проводятся геофизическими методами (электроразведка), для оконтуривания линз по результатам электроразведки бурятся одиночные поисковые скважины внутри линзы и вне линзы.

Из скважин проводятся пробные откачки с целью оценки динамических характеристик и химического опробования.

Предварительная разведка

На малых линзах разведка проводится в одну стадию на больших сохраняются все стадии.

Задачи предварительной разведки.

1. Изучить площадь, глубину и площадь распространения пресных подземных вод, а также мощность переходного слоя.

2. Определить место расположения водозабора и условия питания водоносного горизонта.

На детальной стадии дополнительно определяется время подтягивания соленых вод при заданном режиме эксплуатации, оценка эксплуатационных запасов проводятся путем расчета срабатывания естественных запасов линзы.

Особо уделяется внимание на изучение мощности слоя водонепроницаемых пород, подстилающих пресные воды.

Для подрусловых линз изучается режим поверхностных вод и количество инфильтрации воды из реки.

3.10 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ.

Среди многолетнемерзлых пород наибольший интерес представляют подозерные, подрусловые талики.

Кроме них можно выделить следующие месторождения: подземные воды артезианских бассейнов платформенного типа, подземные воды трещинных пород (подмерзлотные). Здесь остановимся на месторождениях подозерных и подрусловых таликов.

Следует выделить полностью подмерзающие реки и озера и имеющие сток. На месторождениях с постоянным речным стоком наблюдаются деятельные подрусловые талики, которые позволяют осуществлять питание подземных вод. Ширина таликов обычно не превышает ширину русла в зимний период и в этом случае для качественного водоотбора применяют лучевые водозаборы.

На месторождениях с промерзающими реками аналогично формируются запасы подземных вод, но возобновляются они только в летний период и часто расчетную схему принимают как ограниченный пласт $Q = 0$. На стадии поисков ведутся обычно работы (изучение рельефа коренных пород, состава коренных пород и аллювиальных отложений). Изучаются и специфические вопросы: изучается мощность и область распространения многолетнемерзлых пород в долине, величина и скорость протаивания мерзлой зоны, площадь развития таликов, температурные исследования поверхностных и подземных вод и распространение родников и наледей в долине.

Задача реализуется гидрогеологической съемкой масштаба 1:25000 со стандартным набором работ. Данные, полученные в результате поисковых работ, должны выбрать участок предварительной разведки и провести оценку эксплуатационных запасов по C_2 .

Предварительная разведка.

Кроме общепринятых задач изучают поверхностный сток и наледообразование температурного режима поверхностных и подземных вод, глубину сезонного протаивания (деятельного слоя) и его изменение по участку, проводится снегомерная съемка для оценки питания.

Работы проводятся по поперечникам обычным способом, но дополнительно, мелкими скважинами уточняют границы распространения талика. 1-2 скважины бурятся в коренных породах. Часть скважин, расположенных по оси долины, дополняют наблюдениями и проводят кустовую откачку, причем дважды: при наличии стока в реке и без него в конце критического периода.

Продолжают гидрогеологические исследования также крупномасштабной съемкой наледей и изучением динамики их роста по времени.

Гидрогеологические работы проводятся спаренными скважинами на аллювий и трещиноватые водоносные горизонты.

При бурении скважин необходимо учитывать специфические природные условия: затрудненное водоснабжение буровых вышек, многообразие геолого-технических условий залегания подземных вод, наличие в разрезе мерзлых пород. Наиболее эффективным считается ударно-канатный способ, пневмоударный и колонковый. Необходимо так же учитывать возможность замерзания буровых растворов в скважине, связи с этим в раствор добавляют поваренную соль, применяют водно-гипановый раствор и т.д.

При проведении опытно-фильтрационных работ необходимо проводить мероприятия по сохранению жидкой воды (постоянный слив воды, подогрев воды в скважине, а также засоление ее методом «гирлянды») при стационарных наблюдениях все скважины оборудуются утепленными оголовками. Скважины вскрывающие напорные подмерзлотные воды оборудуются греющим кабелем. Для измерения температуры применяют гирлянды термометров и терморезисторов.

3.11 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОХРАНЫ И ПОПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

Под загрязнением подземных вод понимаются любое ухудшение их качества под влиянием деятельности человека. Различают следующие виды загрязнений:

- а) **химическое** – характерно попаданием в подземные воды тяжелых металлов, нефтепродуктов, углеводов, фенолов и т.д.;
- б) **биологическое** – связано с попаданием в воду разнообразных микроорганизмов (вирусов);
- в) **радиоактивное** – в результате попадания в воду урана, стронция, цезия или других элементов и изотопов;
- г) **тепловое** – вызывается тепловыми факторами, значительно повышающими температуру подземными вод.

Загрязнения могут носить локальный и региональный характер. Например: орошаемое земледелие может быть примером регионального химического загрязнения ядохимикатами.

Понятие о природоохранных мероприятиях по защите подземных вод

Под данными мероприятиями понимается государственная система мер, направленная на предотвращения и устранения последствий загрязнения и истощения подземных вод, на сохранение природного гидродинамического равновесия.

К профилактическим мероприятиям относятся:

1. Внедрение системы очистки подземных вод на промышленных предприятиях и создание системы замкнутого цикла водопользования.
2. Использование сточных вод для выращивания технических и зерновых культур.
3. Разработка конструкции производственных циклов, исключающих сброс загрязнителей.
4. Строгое нормирование воды и удобрений в сельском хозяйстве.

К специальным мероприятиям относятся:

1. Откачка из специальных скважин для ликвидации загрязнения водоносного горизонта и создание непроницаемых завес вокруг очага загрязнения.
2. Устройство защитных водозаборов для перехвата загрязненных подземных вод.
3. Развитие технологий сбора специальных видов загрязнителей (например: нефти и биологических загрязнителей).
4. Планирование в проектах природоохранных мероприятий (тщательная изоляция водоносных горизонтов, ликвидация отработавших скважин, гермитизация режимных скважин, сброс высокоминерализованных вод в специальное хранилище, недопущение сброса воды, которая приводит к размыву, заболачиванию и т.д.).

Гидрогеологические исследования по охране подземных вод

Во всех гидрогеологических проектах должен решаться вопрос об охране водозабора от попадания в них загрязнителей.

Для этой цели предусматривают зоны санитарной охраны (ЗСО) трех поясов:

I -ый пояс: - зона строгого режима. Включает в себя площадь, на которой расположены основные объекты водозабора, граница ее расположена не менее чем 50м. от крайней скважины водозабора для грунтовых вод и не менее чем 30 м. для напорных. Территория I-го пояса ограждается, благоустраивается и охраняется.

II -ой пояс: - зона ограничений, примыкает к первой и охватывает территорию, которая позволяет предотвратить возможность загрязнения той части водоносного пласта, которая обеспечивает водозабор в течении 25 лет, т.е. – эта зона развития депрессионной поверхности. Для определения границ II-го пояса, используют графоаналитический метод подтягивания границы к контуру водозабора. Во втором поясе проводятся запретительные мероприятия от потенциальных загрязнителей.

III-ий пояс: - если возможно подтягивание химически загрязненных вод к контуру водозабора, то создается 3 пояс, в который входят объекты, которые могут вызвать загрязнение и здесь же разрабатываются меры по локализации и ликвидации загрязнений.

3.12 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВОСПОЛНЕНИЕ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

Исследования проводятся в пять стадий:

1. *Прогнозная стадия.* Задача: оценка запасов подземных вод по категории C_2 и оценка возможных источников восполнения запасов. В основном изучаются материалы и опыт работы по восполнению запасов в аналогичных условиях.
2. *Поиски.* Задача: оценить условия искусственного восполнения с оценкой запасов по категории $C_1 + C_2$. Съёмочные работы с включением геофизических работ бурения, режимных наблюдений.
3. *Предварительная разведка.* Задача: оценка эксплуатационных запасов по категории C_1 с учетом искусственного восполнения. Бурятся разведочные скважины опытные полевые работы, режимные наблюдения, обосновывается целесообразность детальной стадии применительно к схеме искусственного восполнения запасов.
4. *Детальная стадия.* Задача: обосновать эксплуатационные запасы по категории $C_1 + B$. Рассчитываются и проходятся котлованы (бассейны), разведочные эксплуатационные скважины опытно-фильтрационные работы по инфильтрации воды из бассейнов и скважин в течение 2-12 месяцев. Должны быть даны рекомендации по технологии принятой схемы восполнения.
5. *Стадия наблюдения при эксплуатации.* Задача: уточнение эксплуатационных запасов по категории $B + A$. Проводятся режимные наблюдения, проверка принятой технологической схемы восполнения, создаются прогнозы по возможному расширению водозабора.

3.12.1 Гидрогеологические исследования в связи с подземным захоронением промышленных стоков.

Гидрогеологические исследования для установления условий сброса промышленных сточных вод в глубокозалегающие, поглощающие водоносные горизонты, выяснение благоприятных структур, методика поисков, рекомендации и наблюдения за эксплуатацией установок по сбросу пром стоков, это является одним из новых направлений в гидрогеологии, еще недостаточно разработано.

Проблема охраны рек и водоемов, а также пресных, бальнеологических и промышленных подземных вод от загрязнения и разубоживания имеет большое значение. Наиболее вредными ингредиентами являются – фенолы и их хлоропроизводные, органические кислоты, некоторые азотсодержащие соединения. Предприятия химической промышленности характеризуются загрязнением с большой биохимической активностью и ядовитостью (завод синтетического каучука, анилиноокрасочной и сульфатно-целлюлозной продукции).

По данным М.И. Львовича и др. жидкие отходы в мире составляют 435 млрд.м³ в год (промпредприятия – 172, энергетика – 224, канализация – 45, животноводство – 12).

Существующие методы очистки промышленных и сточных вод не справляются с такими объемами, и поэтому один из методов является сброс их в недра Земли, в глубокие надежно изолированные водоносные горизонты.

Требования, предъявляемые к выбору поглощающих горизонтов

Необходимые условия для достижения эффекта являются:

1. Наличие поглощающих водоносных горизонтов, содержащие подземные воды, не представляющие ценность в народном хозяйстве.
2. Большая проницаемость горных пород, подземных водоносных горизонтов, большая емкость.
3. Наличие водоупоров изолирующих выбранный горизонт, от продуктивных толщ.
4. Установление кольматации призабойной зоны за счет выпадения осадков из пром стоков.

В сухие проницаемые горизонты сбросы недопустимы, т.к. возможен выход их на поверхность Земли.

Наиболее благоприятными условиями обладают следующие территории:

1. Области платформ и пологой складчатости при развитии мощной толщи осадочных пород при глубине залегания несколько сотен м и более 1000 м.

2. Трещиноватые породы не пригодны из-за локальности распространения водоносного горизонта и недостаточной изоляции.

3. Наиболее перспективны песчаники, пески, карбонатные породы с наличием карстовых пустот (проницаемость песчаников 0,1 и 0,01 доли дарси, песков – 1-2> 2-3 дарси).

4. Большое значение для сброса могут иметь районы разведанных и эксплуатационных нефтяных и газовых месторождений из-за детального изучения глубоких горизонтов и для этой цели можно использовать разведочные скважины.

5. Подземный сброс небольших объемов вредных стоков может быть осуществлен в искусственно созданные подземные емкости (мощные соленосные отложения) например, Урало-Эмбинская область и соленосные районы Средней Азии. Через скважины методом выщелачивания созданы емкости 300-400 тыс.м³.

Виды гидрогеологических работ при сбросе промышленных стоков.

Основные задачи следующие:

1. Изучение геологического строения и гидрогеологических условий района для выявления поглощающих горизонтов и общей их оценки.

2. Исследование опытных скважин для установления их приемности и определение гидрогеологических параметров проницаемых пластов, намеченных для сброса.

3. Определение физических и водных свойств проницаемых пород и влияние на их свойства фильтрующихся сточных вод, определение физических свойств и проницаемости водоупорных пород, образующих почву и кровлю поглощающих горизонтов, взаимодействие поглощающих и пластовых вод, разработка методов борьбы с коррозией, отложением осадков в трубах.

Методика исследований следующая:

1. Изучаемая территория должна распространяться на десятки км, иногда на 100-300 км., от объекта. С этой целью обобщаются материалы геологических и гидрогеологических исследований, проведенных на указанной территории, в первую очередь результаты глубокого бурения. Дополняют бурением опорных скважин.

2. Для опытно-фильтрационных работ применяют ранее пробуренные глубокие скважины или специальные разведочно-эксплуатационные скважины (предусмотренные для сброса промстоков). Поглощающие горизонты выделяются по данным геофизики и при изучении керна.

3.12.2 Характеристика стадий гидрогеологических исследований.

Основные стадии имеют традиционные названия.

На внестадийном этапе проектирования определяется принципиальная возможность захоронения промстоков на основе изучения фондовых материалов.

Особенности исследования на разных стадиях.

1. Изучаемая территория распространяется обычно на десятки и иногда сотни км. Поэтому эта территория должна быть изучена в основном геофизическими методами и бурением глубоких опорных скважин (поиски). Основная задача поисков определения эффективных поглощающих водоносных горизонтов.

2. Для ОФР широко применяются ранее пробуренные скважины, а на поздних стадиях применяются эксплуатационные скважины (т.е. предназначенные для закачки промстоков). Поглощающие водоносные горизонты могут выделяться по данным геофизики и анализу керна. Вскрытие водоносных горизонтов производится путем перфорации и торпедирования. Для разглинизации глубоких скважин применяются интенсивные прокачки, которые заключается чередования откачки, нагнетания, перфорации, гидравлического удара и кислотной обработки.

3. Предварительная разведка. Проводится пробная откачка на 3 понижения с задачей оценки гидродинамических параметров. Отбираются пробы на хим/анализ. Затем проводится опытная закачка промстоков или воды (другого состава чем вода водоносного горизонта) при различных режимах непродолжительное время (10-20бр-см).

4. На детальной стадии проводится длительная закачка промстоков или других по составу вод в течении 2-3 месяцев в режиме эксплуатации. При этом необходимо иметь 2-3

наблюдательных скважины с удалением от центральной на 20-1000м для оценки параметров (K_f , A_y , μ).

3.13 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СВЯЗИ С ОРОШЕНИЕМ ЗЕМЕЛЬ

Под орошением понимается искусственное увлажнение почвы с целью повышения ее плодородия.

Важнейшей проблемой орошаемого земледелия – это борьба с засолением и осолонцеванием почв, связанной, главным образом, с неглубоким залеганием грунтовых вод.

Опыт показывает, что уровень грунтовых вод на орошаемых землях повышается со скоростью от 0,2 до 3,0 м/год. Поэтому уже при проектировании систем орошения необходимо думать об управлении режимом грунтовых вод, т.е. возможности использования дренажа.

Задачи, решаемые при гидрогеологических исследованиях для орошения:

1. Общая гидрогеолого-мелиоративная оценка территории для перспективного планирования оросительных мероприятий.

2. Выбор объектов для первоочередного сельскохозяйственного освоения.

3. Изучение гидрогеологических условий территории, как основу для обоснования систем орошения.

4. Изучение режима подземных вод и прогноз изменения режима для разработки оптимальной системы мероприятий на массиве орошения (в том числе и дренажа).

5. Изыскания и оценка возможных источников воды для орошения. Гидрогеологические исследования проводятся в соответствии с условиями территории и разработанной типизацией условий.

Под типом территорий понимается – определены критерии, показывающие формирование подземных вод в естественных условиях, ожидаемые влияния мелиорации на эти условия, а также необходимые мероприятия для создания благоприятных условий мелиорации, в связи с этим выделяются типы районов:

а) районы со сравнительно простыми условиями характеризуются пресными, грунтовыми водами с устойчивым залеганием уровня, с активной, естественной дренированностью (отток подземных вод компенсирует все статьи питания);

Искусственный дренаж здесь не требуется, районы эти весьма благоприятны для орошения. Грунты хорошо промыты, подземные воды пресные. Редко наблюдается в этих местах заболачиваемость в пониженных частях рельефа:

б) районы средней сложности – это естественно дренированные земли с напорным питанием, пресные воды. Возможно также слабое дренирование, естественная повышенная минерализация грунтовых вод.

В зоне аэрации возможно расположение верховодки, УГВ относительно стабилен. Данным территориям нужен искусственный дренаж.

в) Район со сложными условиями – относятся слабо дренированные массивы при пресных подземных водах, зона интенсивного выклинивания конусов выноса и практически бессточные участки земной коры.

Данные районы нуждаются в регулировании вод путем искусственного дренажа, особенно с достаточной минерализацией.

г) Район с весьма сложными гидрогеологическими условиями. Это слабодренированные водоносные горизонты, бессточные, водоупорные массивы, подпитываемые минерализованными грунтовыми водами.

Такие районы требуют весьма интенсивный дренаж круглый год и промышленные поливы специальными мелиорантами.

Особенности состава и методики проведения гидрогеологических исследований на различных стадиях

Так, как системы орошения решают и инженерно-геологические задачи - строительство сооружений, для исследований применима и/г стадийность:

I стадия – вне стадийное проектирование (региональные исследования).

Задачи: составление ТЭО (технико-экономическое обоснование) объекта. Для этого проводится комплексная г/г и и/г съемка в масштабе 1:200000, туда входят работы: буровые, опытные работы ориентированы как на зону аэрации (наливы) так и на зону насыщения (откачки, нагнетания).

В начале исследования проходят линии опорных геофизических профилей ВЭЗ-ВП расстояния между ними 8-15км (вкрест простирания основных геоморфологических структур). На каждом профиле проходятся:

- опорные скважины – до регионального водоупора;
- разведочные гидрогеологические.

Проводятся определения физико-химических свойств пород для типизации и определения прямых расчетных показателей, здесь же проводится режимное наблюдение за режимом грунтовых вод по створам в крест простирания основных структур вдоль направления движения подземных вод (от области питания к области разгрузки).

Конечной задачей является выбор перспективного участка для орошения.

II стадия – проект массива орошения.

Для обоснования проекта, проводится комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка масштаба 1:50000, которая проводится в 3 этапа.

На I этапе – проводится две рекогносцировочных геофизических профиля по направлению максимальной изменчивости гидрогеологических показателей и вкрест этому направлению ВЭЗ-ВП. По результатам этого этапа будут ориентированы разведочные геофизические профили.

2 этап – состоит в площадной съемке по результатам строятся карты, разрезы.

3 этап – исследование заключается в детализации гидрогеологических и инженерно-геологических условий, для чего проводится каротаж, опробование, камеральная обработка материалов, анализируется вопрос взаимодействия водоносных горизонтов. В частности, на третьем этапе должны быть изучены основной водоносный горизонт и все встречающиеся водоносные горизонты в разрезе до регионального водоупора как оказывающие возможное влияние на качество вод при эксплуатации водоносного горизонта.

III стадия – рабочая документация.

Проводится отдельно по инженерным объектам (каналы, насосные станции) с целью составления расчетных схем основания. Окончательно формируется заключение о потенциальном развитии инженерно-геологических процессов этого участка. Оцениваются эксплуатационные запасы подземных вод по категории В+С₁+С₂. В связи с этим, проводится обычный комплекс работ.

IV стадия – внестадийное проектирование (послепроектные работы).

Должно осуществляться в период строительства и эксплуатации системы, надзор и контроль за составленными прогнозами в процессе эксплуатации (уровень грунтовых вод, минерализация, засоление зоны аэрации), за системой орошения в целом и за работой отдельных элементов, за нормой полива.

3.14 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СВЯЗИ С ОСУШЕНИЕМ ЗЕМЕЛЬ.

Под осушительными мелиорациями понимают регулирование водного и воздушного режима почвы для обеспечения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Осушительные мелиорации проводят на переувлажненных и заболоченных землях.

Переувлажненными называют земли, содержание влаги в которых значительно превышает количество, необходимое для нормального развития растений. Заболоченными землями называют территории, характеризующиеся избыточной влажностью и наличием влаголюбивой растительности.

Задачи исследований.

Перед гидрогеологическими исследованиями для целей осушения ставятся задачи:

1. Получить материалы, необходимые для перспективного планирования осушительных мелиораций.
2. Выбрать объекты для первоначального мелиоративного освоения.
3. Дать гидрогеологическое обоснование запроектированных систем осушения.
4. Принять меры для создания рационального режима осушения.

5. Обосновать проектирование наиболее рациональных и эффективных систем осушения.

Основными характеристиками являются: фильтрационные и водно-физические (влагоемкость, пластические свойства, водоотдача).

Технически, осушение проводится путем создания дренажных систем. Поэтому проект работ сводится к выбору систем дренажа и разработки (расчет).

I стадия. Региональные исследования, включают ТЭО на основе результатов комплексной съемки в масштабе 1:200000. На основе проведения типизации территории на принципах, аналогичных типизации при орошении.

II стадия. Проект осушения. Проводится в одну или две стадии в зависимости от площади объекта.

На стадии проекта, проводится комплексная съемка масштаба 1:50000 (реже крупнее).

На основе ее должен быть разработан водно-солевой баланс подземных вод, должны быть даны расчеты дренажей, оседание поверхностей торфяника при осушении, а также выявляются условия работы осушительных сооружений.

На стадии рабочая документация задача: 1) установить связь между почвенными и подземными водами – проводятся режимные наблюдения по специальной сети. 2) наблюдение за изменением водносолевого баланса территории; 3) оценка зоны осушения (проверка расчетных зависимостей)

Исследования в период строительства и эксплуатации системы осушения аналогичны как и для систем орошения.

Работы могут проводиться на специальных ключевых участках с использованием аэрофотоматериалов для оценки взаимосвязи водного режима почвенного слоя и подземных вод.

3.15 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД.

Гидрогеологические исследования минеральных, промышленных вод проводят с целью выявления эксплуатационных запасов и рационального их использования.

Для термальных вод, как и для всех других вод, количество эксплуатационных запасов измеряется в м³/сут., для перегретых (паровоздушная смесь) измеряется в т/сут.

По существующим инструкциям, перечисленные типы подземных вод исследуются в 4 стадии. Однако, для каждого из перечисленных типов воды существуют отдельные инструкции по оценке запасов. Наиболее широкое распространение на территории Казахстана имеют минеральные воды. Поэтому в дальнейшем разговор будет о них.

Основная цель исследований – выявление месторождений минеральных вод по следующим принципам:

1. Геолого-гидрогеологические характеристики.
2. Гидрохимические характеристики.
3. Геотермальные характеристики.
4. Оценка качества и количества вод.

Поиски основаны на анализе геологических фондовых материалов, изучение тектоники, учитывая близость генезиса минеральных, промышленных и термальных вод, поиски ведутся одновременно на перечисленные типы.

Для получения данных, проводится съемка масштаба 1:200000, в состав которой входит кроме общего комплекса работ, следующие: геофизические методы, гидрогеохимические, гидрогеометрические методы, методы радиоизотопных исследований.

Задача: Выявить перспективные участки и водоносные горизонты в них. Эксплуатационные запасы минеральных вод оцениваются по категории C₁ + C₂. В случае получения положительных результатов на термальные и промышленные воды на предварительной разведке, изучается теплофизические свойства и отбираются пробы на содержание полезных компонентов.

Предварительная разведка. При сложных гидрогеологических условиях - масштаб 1:10000 – 1:5000, съемка проводится комплексно с изучением химического, газового, микрокомпонентного состава подземных вод, с целью оценки типа воды. Оценка эксплуатационных запасов B + C₁, задача поисков - выбор участка детальной разведки.

При разведке глубоко залегающих подземных вод особое значение имеют буровые работы и исследования, связанные с ними. Необходимо использовать для разведки нефтяные, газовые и другие глубокие скважины, а разведочные – для эксплуатации и режимных наблюдений.

Предварительная разведка дает материал для технико-экономического обоснования (ТЭО) – определения целесообразности постановки детальной разведки на выбранном участке.

Детальная разведка направлена на изучение геолого-гидрогеологических условий, а также специальных условий, чтобы определить эксплуатационные запасы вод по категориям В+С₁.

Если глубина скважины не более 500м., то возможен комплекс опытных работ, кустовые откачки для установления граничных условий, оценки эксплуатационных запасов.

3.16 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ, РАЗВЕДКЕ И РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.

Задачами гидрогеологии месторождений полезных ископаемых является не только изучение геолого-гидрогеологических условий месторождений полезных ископаемых, но и рекомендации условий их освоения и разработки.

Месторождения твердых полезных ископаемых встречаются в самых разнообразных геологических структурах, на разной глубине, с разнообразными видами подземных вод. Поэтому, здесь решаются вопросы осушения месторождений, расчет водопритоков в горных выработках, условие водоснабжения их, экология.

В связи с этим, можно привести классификацию месторождений полезных ископаемых по геолого-структурным и гидрогеологическим условиям:

1. Месторождения платформенных областей, приуроченные к массивам осадочных пород с порово-пластовыми водами.

2. Месторождения в метаморфических и магматических массивах, перекрытых осадочными породами с порово-пластовыми водами в покровных отложениях и трещинными водами в породах фундамента.

3. Месторождения в массивных метаморфических и магматических породах с трещинными и трещинно-жильными водами.

4. Месторождения в массивах вулканогенно-осадочных пород с трещинными, трещинно-пластовыми водами.

5. Месторождения в массивах ритмического чередования осадочных и метаморфических пород краевых прогибов и мульд с водоносными горизонтами трещинных и трещинно-пластовых вод.

6. Месторождения в массивах закарстованных карбонатных пород.

В зависимости от степени сложности гидрогеологических условий выделены подтипы:

- 1) С простыми условиями, когда коэффициент фильтрации изменяется не более чем в 3-5 раз.
- 2) Сложные условия, когда фильтрационные свойства изменяются в 10-15 раз.
- 3) Очень сложные, когда K_f изменяется в десятки, сотни раз.

Правильная классификация месторождения во многом определяет выбор видов, объемов, методики работ на предварительной и детальной стадиях гидрогеологических исследований.

Требования к гидрогеологической изученности месторождений.

Также, как и подземные воды, твердые полезные ископаемые имеют категории запасов.

Не вдаваясь в подробности оценки твердых полезных ископаемых, определим гидрогеологические требования к изучению МПИ при различных категориях оценки запасов твердых полезных ископаемых.

Категория А – гидрогеологические и другие природные условия должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных для составления проекта разработки.

Категория В – гидрогеологические и другие природные условия должны быть оценены с полнотой, позволяющей качественно и количественно охарактеризовать их основные показатели и влияние на вскрытие и разработку месторождения.

Категория С₁ – гидрогеологические и другие условия были изучены с полнотой позволяющей сделать предварительную оценку возможного водопонижения.

Категория С₂ – гидрогеологические и другие природные условия оцениваются методом аналогии по другим изученным месторождениям.

При любой сложности гидрогеологических и инженерно-геологических условий на каждой стадии исследований с соответствующей степенью достоверности должны быть изучены вопросы:

- 1) Распространение водоносных горизонтов, их состав, условия залегания, области питания и стока, режим.
- 2) Влияние будущей эксплуатации месторождения на естественный режим подземных и поверхностных вод.
- 3) Проектные водопритоки в горные выработки и методы борьбы с ними.
- 4) Условия водоснабжения горнорудного предприятия.
- 5) Инженерно-геологические условия разработки месторождения.

Стадии гидрогеологических исследований.

Гидрогеологические исследования на месторождениях твердых полезных ископаемых включают стадии: поиски, предварительную, детальную и эксплуатационную разведки.

Поиски – изучают фондовые материалы в сложных условиях и при плохом качестве материала, проводятся инженерно-геологическая и гидрогеологическая съемка в масштабе 1:200000 – 1:50000. В комплекс работ входит наблюдение за уровнем и расходом подземных вод, их химическим и качественным составом в сложных условиях для оценки типов водоносных горизонтов, проводятся единичные пробные откачки.

Предварительная стадия исследования – является одной из основных в данных исследованиях. Начинается она проведением съемки масштаба 1:50000-1:25000 на платформенных областях и 1:25000-1:10000 в горно-складчатых областях. Съемка может сопровождаться полевыми геофизическими методами.

Глубина гидрогеологических скважин должна быть на 30-50м больше глубины оценки запасов полезного ископаемого, а конструкция соответствовать возможности качественного опробования каждого водоносного горизонта.

Для сравнения однородности пород, каждый водоносный горизонт изучается одиночной откачкой, которая проводится зонально на каждый водоносный горизонт.

Для определения усредненных гидрогеологических параметров водоносных горизонтов, уточнения граничных условий проводят кустовые откачки в пределах основных геолого-структурных элементов (2-3 на месторождение), для изучения взаимосвязи между горизонтами, получения максимально возможного дебита – групповые откачки. В слабопроницаемых породах проводят наливов или нагнетания. Инженерно-геологические исследования грунтов проводят по керну, с отбором шламовых проб и с отбором проб на определение физических свойств.

Пробы воды отбирают на полные и сокращенные химические анализы, на определение агрессивности. Наблюдение за режимом подземных и поверхностных вод обычно ведут до одного года.

На стадии детальной разведки более подробно изучают и уточняют количественные и качественные показатели основных водоносных горизонтов, инженерно-геологические условия месторождения. Проводится крупномасштабная съемка 1:10000-1:5000, режим наблюдения не менее 1 года, уточняются параметры граничных условий.

Для некоторых месторождений полезных ископаемых с очень сложными гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями могут проводиться исследования специального характера: (бурение контрольных скважин на месте проходки стволов шахты и проведение в них необходимых исследований пород и воды, уточнение,

проверка размещения и конструкций дренажных устройств, обоснование мероприятий по борьбе с водопритоками и др.).

Эксплуатационная разведка – гидрогеологические работы включают в себя наблюдение за режимом подземных вод и за выполнением дренажных работ (выполнение прогнозов по дренажу). Отдельной задачей всех гидрогеологических исследований является изучение режима рудничных вод, на который оказывают влияние и искусственные факторы (система и способы разработки МПИ, способ осушения, виды дренажей, изменение глубины и толщи работ, интенсивность и длительность водоотлива).

При организации работ по изучению режима рудничных вод учитывается опыт таких наблюдений на действующих рудниках. При этом изучают все элементы режима рудничных и подземных вод:

- 1) Водопритоки в горные выработки.
- 2) Дебиты источников и самоизливающихся скважин.
- 3) Расход дрен, рек.
- 4) Уровни вод в районе действия воронки депрессии, созданной водоотливом из шахты, карьера, а также за их пределами.
- 5) Химический состав и температуру вод.

Водопритоки определяются по сумме расходов насосов или у места сброса шахтных вод на поверхность.

Режимные наблюдения проводятся в течение одного года в процессе соответствующей стадии исследования и в течении всего срока эксплуатации.

3.17 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ, РАЗВЕДКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

Гидрогеологические исследования в данном случае проводятся для изучения качества, контакта воды и нефти, а также для использования подземных вод в качестве минеральных, термальных и промышленных вод.

Гидрогеологические наблюдения и исследования в нефтегазовой области обычно проводится по глубоким скважинам, предназначенным для поисков, разведки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

Некоторые виды гидрогеологических исследований используются для поисков нефти и газа (нефтегазопроисковая гидрогеология), кроме того, подземные воды используются при рациональной разработке месторождений (нефтегазопромысловая гидрогеология).

Основные характеристики нефтяных и газовых месторождений

Пластовые воды на данных типах месторождений могут подразделяться:

- 1) Пластовые, залегающие в нефтяном пласте.
- 2) Пластовые (посторонние), не связанные с нефтяной залежью.
- 3) Тектонические.

Пластовые воды, залегающие в нефтяном пласте, подразделяются на контурные (краевые), верхние контурные (верхние краевые), межподошвенные и промежуточные.

Контурными или краевыми называют воды, залегающие в пониженных участках нефтяных пластов, они подпирают нефтяную или газовую залежь со стороны контура нефтеносности.

Верхними контурами или верхними краевыми называются воды, расположенные в верхней части нефтяного пласта, который выходит на поверхность в моноклиналях или при разрушении сводов антиклиналей.

Промежуточные – это небольшие участки пласта, насыщенные только водой.

Посторонние пластовые воды подразделяются на верхние и нижние, залегающие соответственно выше и ниже данного нефтяного пласта.

Тектоническими называют воды, залегающие и циркулирующие по тектоническим трещинам.

Кроме того, в нефтяных и газовых месторождениях воды могут поступать искусственно, путем заводнения нефтяных пластов по мере извлечения полезных компонентов.

В данных месторождениях формируются 4 типа подземных вод по химическому составу:

1. Сульфатно-натриевый тип распространен обычно в месторождениях, структуры которых гидрогеологически раскрыты и продуктивные отложения выведены на дневную поверхность.

2. Гидрокарбонатно-натриевый и хлоркальциевый типы вод широко распространены среди подземных вод нефтяных и газовых месторождений.

3. Хлормagneиный тип среди вод нефтяных и газовых месторождений встречается сравнительно редко.

Гидрогеологические исследования при разработке месторождений.

В процессе поисково-разведочных работ на нефть и газ гидрогеологические исследования проводят по глубоким скважинам.

Специальные стадии гидрогеологических исследований не планируются, в связи с очень большой глубиной залегания, а все гидрогеологические исследования проводят попутно с проходкой экспериментальных выработок.

При бурении скважин проводится:

1. Наблюдение за статистическим уровнем и пластовым давлением.
2. Отбор проб подземных вод, газа для химического анализа.
3. Оценка показателей водоносности всех пород (наблюдение за балансом и составом промышленной жидкости). Особый интерес представляют зоны полного поглощения промывочной жидкости.
4. Опробование пластов, слоев с помощью грунтоносов.
5. Исследование давления, напоров с помощью специальных пластоизмерителей, манометров.
6. Откачка для определения фильтрационных характеристик.
7. Измерение температуры.

В процессе разработки месторождений нефти и газа также проводятся режимные наблюдения с помощью геофизических методов и отбора проб.

В поисковых скважинах проводят каротажные работы для гидрогеологического расчленения разреза. Опробуют все водоносные горизонты, отбирают пробы воды. В результате выбирают один или несколько водоносных горизонтов и участков, перспективных для захоронения промстоков.

При эксплуатации месторождения проводится следующие гидрогеологические исследования:

- а) за изменением пластового давления, степенью обводненности нефтяной и газовой залежи;
- б) в пределах контура нефтегазоносности ведутся наблюдения за изменением пьезометрических уровни;
- в) проводится учет попутно добываемой воды.

3.18 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ.

При гидрогеологических исследованиях должны быть определены условия залегания и распространения, режим и химический состав подземных вод, гидрогеологические параметры водоносных горизонтов и характер взаимосвязи подземных вод с поверхностными. Изучение гидрогеологических условий района (участка) строительства должно проводиться в сфере взаимодействия проектируемых зданий и сооружений с окружающей средой.

При проектировании оснований зданий и сооружений необходимо учитывать возможность изменения гидрогеологических условий площадки в процессе строительства и эксплуатации сооружения, а именно: наличие или возможность образования верховодки, естественные сезонные и многолетние колебания уровня подземных вод, возможное техногенное изменение уровня, степени агрессивности подземных вод по отношению к материалам подземных конструкций СНиП 2.02.01.-83.

3.18.1 Гидрогеологические исследования для гидротехнического строительства.

Гидротехнические сооружения по хозяйственному назначению делятся на гидроэнергетические, водотранспортные, мелиоративные и водоснабженческие. К

основным сооружениям, используемым при эксплуатации объекта, относятся плотины, водохранилища, водосбросы, деривационные тоннели и каналы, напорные трубопроводы, здания ГЭС, шлюзы и т.п. Наиболее ответственные сооружения – плотины.

Основным видом работ, обеспечивающим решение этих вопросов, является комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка в масштабах 1:50000-1:100000 (на крупных реках). На створах гидроузлов первой очереди проводят опытные откачки, нагнетания, наливов и наблюдения за режимом подземных вод. На остальных створах гидрогеологические условия характеризуют на основании наблюдений при съемке и бурении. Опытные работы ведутся в весьма ограниченном объеме.

Изыскания на стадии проекта делятся на два этапа:

- 1) для выбора одного варианта из ряда конкурирующих;
- 2) по выбранному варианту для обоснования проекта сооружения.

Гидрогеологические исследования при выборе варианта гидроузла проводят в объеме, необходимом для сопоставления гидрогеологических условий конкурирующих вариантов. Для выбранного варианта объем исследований должен обеспечивать выполнение всех расчетов (определение фильтрационных потерь, расчет гидродинамического давления, суффозии, водоприток в котлованы и т.п.). Верхней границей исследований является отметка НПП, нижняя определяется глубиной зоны интенсивной фильтрации, которая может быть ограничена водоупорным пластом. Максимальная глубина исследований оснований напорных сооружений не должна превышать одного - двух действующих напоров. Лишь при сложных гидрогеологических условиях (наличии напорных вод, соленосных пород и др.) исследования могут производиться на большую глубину.

Водопроницаемость береговых примыканий изучается в полосе, ширина которой при слабой водопроницаемости пород равна мощности покровных отложений: при сильной водопроницаемости – до 10 напоров, а в карстовых районах – более 10 напоров.

Гидрологические исследования под каналы выполняют для оценки фильтрации из них, прогноз подтопления территории прилегающей к каналу, и установления условий проведения работ. На первом этапе исследований опытно-фильтрационные работы (откачки из скважин и наливов в шурфы и скважины) ведут в случае, если фильтрационные свойства могут существенно повлиять на выбор трассы. На втором этапе опытными работами определяют водопроницаемость пород, распространенных по трассе. Для прогноза подтопления, территории, прилегающей к каналу, проводят специальные исследования, аналогичные проводимым на водохранилищах.

Опытные работы организуют по выработкам – скважинам и шурфам, расположенным на намечаемой трассе и на поперечниках к трассе, охватывающим полосу шириной от 1 до 2 км вдоль трассы. Глубина выработок определяется глубиной выемки канала и должна быть больше последней на 3-5 м. Если возможны значительные фильтрационные потери из канала, выработки следует доводить до водурупора.

На участках водохранилища гидрогеологические исследования должны обеспечить получение всех необходимых данных, на основании которых могут быть оценены условия устройства водохранилища, сделан прогноз фильтрации из водохранилища и влияния его на прилегающие территории (подтопление, переработка берегов и др.), а также обоснован проект защитных мероприятий.

Для общей оценки территории водохранилища осуществляют инженерно-геологическую съемку масштаба от 1:50000 до 1:200000. Съемка должна покрывать всю чашу водохранилища и его берега в пределах полосы, которая может подвергаться переработке и подтоплению, а также те участки, на которых может быть фильтрация из водохранилища в борта долины.

Масштаб инженерно-геологической съемки на участках возможной фильтрации из водохранилища, а также на участках возможного подтопления определяется категорией сложности геологических условий района и может изменяться от 1:25000 до 1:50000.

Работы на стадии рабочей документации и в период строительства и эксплуатации сооружений необходимы для доработки и уточнения технических решений, внесения изменений в проект, разработки детальных конструктивных решений для отдельных сооружений и их элементов. На этой стадии могут осуществляться полный комплекс гидрогеологических работ и специальные исследования.

3.18.2 Гидрогеологические исследования для целей промышленного и гражданского строительства.

В процессе технико-экономического обоснования собирают, систематизируют и анализируют литературные и другие материалы. В небольшом объеме ведут рекогносцировочные исследования на всех отдельных горных выработках, глубина которых обычно не превышает 30 м. Выясняют положение уровня грунтовых вод, мощность грунтового потока, общее направление движения воды, ее химический состав и агрессивные свойства. В районах распространения многолетнемерзлых пород изучают мерзлотные физико-геологические процессы, участки развития наледей, глубины сезонного промерзания и оттаивания и др.

На стадии проекта гидрогеологические исследования на выбранной площадке должны обеспечить данные для составления генерального плана промышленного предприятия (комплекса зданий гражданского строительства) с учетом прогноза возможного изменения природных условий территории в связи со строительством и эксплуатацией сооружений (зданий).

Основной метод изучения гидрогеологических условий гидрогеологическая съемка масштаба 1:10000-1:5000, в процессе которой выполняют основной объем опытно-фильтрационных работ, режимные наблюдения, изучают химический состав и агрессивные свойства подземных вод. Опытно-фильтрационные работы ведут как в водонасыщенных породах, так и в грунтах зоны аэрации.

Режимные наблюдения – один из основных элементов гидрогеологических исследований. Задачи этих наблюдений: Установление амплитуды сезонного, годового и многолетнего колебания уровней подземных вод, оценка изменчивости качества подземных вод и их агрессивности во времени. По данным режимных наблюдений можно рассчитать гидрогеологические параметры.

На стадии рабочей документации гидрогеологические исследования проводят в небольших объемах для ответственных зданий и сооружений, чтобы уточнить глубину заложения фундамента, осуществить водопонижительные и противofильтрационные мероприятия, организовать режимную сеть.

3.18.3 Гидрогеологические исследования при линейном строительстве.

К линейному строительству относят автомобильные и железные дороги, воздушные линии электропередачи, трубопроводы различного назначения. Все эти сооружения имеют большую протяженность и прокладываются в различных по геолого-гидрогеологическим условиям территориях.

Основной материал по гидрогеологическим условиям получают на стадии проекта во время комплексной инженерно-геологической съемки масштаб 1:25000-1:50000 в полосе шириной 200-300м. и по обе стороны трассы сооружения. При гидрогеологических исследованиях изучают глубину залегания подземных вод, глубину вскрытия водоносных горизонтов, степень агрессивности подземных вод по отношению к бетонным и металлическим конструкциям.

При заложении котлована в обводненных породах проводят одиночные или кустовые откачки для определения коэффициента фильтрации, который используют для расчета дренажей и определения водопритоков в выемки. В состав гидрогеологических исследований входят режимные наблюдения за уровнем и температурой подземных вод.

На стадии рабочей документации продолжают режимные наблюдения, а при изменении на каком-либо участке планового расположения трассы намечают дополнительные гидрогеологические работы.

В районах многолетней мерзлоты проводят специальные мерзлотные исследования с целью установления глубины сезонного промерзания и протаивания грунтов, глубины залегания поверхности многолетней мерзлоты, термического режима деятельности слоя, наличия наледей термокарстовых понижений и т.д.

Контрольные вопросы:

- А) основные характеристики нефтяных и газоносных месторождений
- Б) гидрогеологические исследования при разработке месторождений

- Г) гидрогеологические исследования для целей промышленного и гражданского строительства
- Д) гидрогеологические исследования для гидротехнического строительства
- Е) гидрогеологические исследования при линейном строительстве

РАЗДЕЛ 4 ГИДРОГЕОЛОГИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.

Принципы гидрогеологического районирования территории Республики Казахстан.

При гидрогеологическом районировании выделяют территории, характеризующиеся общностью гидрогеологических условий, оно производится в разном масштабе, с учетом разных факторов и целей. В пределах СНГ, выделено 19 гидрогеологических областей, связанных с крупными геологическими структурами (платформами, плитами). В пределах этих областей выделяют различные этажи (по вертикали), а также районы I и II порядка (области и бассейны) в плане.

Рассмотрим гидрогеологические области, находящиеся в пределах Республики Казахстан.

4.1 ТУРАНСКАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ.

Туранская гидрогеологическая область включает равнины Средней Азии и Южного Казахстана. В структурном плане это плита со сложным складчатым палеозойским фундаментом. Границы области проходят вдоль гор Мугоджары, Уральских гор, западно-Сибирской равнины, Тянь-Шаня, Прикаспийской низменности. Рельеф области равнинный с возвышенностями (до 50м) и впадинами (Кызылкумская, Каракумская, Муюнкумская). Климат области резко континентальный, пустынный, осадков выпадает от 100 мм/год на юге до 250-300 мм/год на севере. По территории области протекают Амударья и Сырдарья, впадающие в Аральское море, а также реки Чу, Сарысу, Тургай, Заравшан, Теджен, Мургаб и др.

Верхний гидрогеологический этаж охватывает осадочные отложения четвертичного, неогенового и верхнего палеогенового возраста. В них развиты грунтовые и слабо напорные водоносные горизонты и комплексы, приуроченные к породам различного генезиса (морские, эоловые, аллювиальные). Особенно распространены водоносные горизонты аллювиальных отложений рек. Они отличаются разнообразием химического состава и дебита, мощности и глубины залегания. В междуречьях рек в песках развиты значительные по площади линзы пресных вод среди соленых. Так, площадь Черкезлинской линзы 400 км², мощность до 30м., глубина залегания до 13-90м., минерализация воды до 1г/л. Верхний этаж подстилается мощной толщей глин палеогена (100-400м и более).

Средний гидрогеологический этаж связан с породами палеогена, мела и юры. В них распространены межпластовые напорные воды различного химического состава.

Нижний гидрогеологический этаж представлен трещинными, трещинно-жильными и трещинно-карстовыми водами, различных по составу пород палеозоя. Воды нижнего этажа изучены на участках выходов или неглубокого залегания фундамента. В основном, это пресные воды. Родники, связанные с водами нижнего этажа имеют дебит до 1 л/с, в зонах разломов (групповые источники) до 8 л/с. В пределах Туранской области выделяют районы первого порядка: Амударьинский, Сырдарьинский, Устюртский, Чу-Сарысуйский, Тургайский, Северо-Аральский (бассейны пластовых вод) и Центрально-кызылкумский, Мангышлакский, Туаркырский (бассейны трещинных вод).

Все бассейны пластовых и трещинных вод образуют единую гидравлическую систему, подземный сток которой осуществляется в Аральское море и другие впадины.

Амударьинский бассейн пластовых вод находится на юге области в одноименной впадине и состоит из бассейнов второго порядка (Бухаро-Каршинского, Заунгузского, Центрально-кызылкумского, Бахыз-Карабийского, Предкопетдагского). Пресные воды в бассейнах приурочены к аллювиальным отложениям древних и современных долин рек (Амударья, Зеравшан и др.) и в меньшей степени к пескам неогена, где встречаются линзы пресных вод среди минерализованных. В остальных отложениях по площади и в разрезе распространены солоноватые и соленые воды, минерализация которых увеличивается с глубиной до 50 г/л.

Центрально-кызылкумская система бассейнов трещинных вод находится в центре области и характеризуется чередованием выступов фундамента с его прогибами. В прогибах, заполненных мезо-кайнозойскими отложениями мощностью до 900м, образовались артезианские бассейны второго порядка Карагатинский, Мынбулакский и др.

В южной части Туранской плиты имеются крепкие рассолы с йодом, бромом, бором, которые могут быть получены скважинами с глубин более 1000м. Имеются разнообразные лечебные воды с повышенной температурой, часть которых используется (курорт Байрамали).

4.2 ЗАПАДНОСИБИРСКАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ.

Западносибирская область расположена между Уралом, Саяно-Енисейской, казахской и Алтайской складчатыми областями и представляет собой сочетание низменности и возвышенности до 200м и высотой (низменная равнина). Равнина состоит из северной и южной впадин, разделенных сибирскими увалами, которые служат водоразделом для рек, текущих на север и юг. Поверхность равнины расчленена долинами рек Оби, Енисея, Иртыша, Тобола и их притоков, покрыта многочисленными озерами. Климат континентальный, суровый, сухой, количество осадков от 250 до 500 мм/год.

Западносибирская область – одна из наиболее крупных артезианских бассейнов земного шара. Это огромная впадина с двухъярусным строением. Складчатый фундамент бассейна, представленный палеозойскими осадками, метаморфическими и изверженными породами, перекрыт осадочными толщами мезокайнозоя мощностью до 5-6 км в центральной части. В палеозойском фундаменте выявлены впадины (Бийско-Барнаульская, Кулундинская, Омская, Приуральская) и поднятия (Кустанайское, Каменское и др.). Однако эти крупные структуры мало влияют на общие гидрогеологические условия, поэтому Западносибирский артезианский бассейн – это единая водонапорная система.

В пределах мезокайнозойских отложений выделяют два гидрогеологических этажа. Верхний включает антропоген-олигоценые водоносные отложения с пресными и солоноватыми водами, нижний – мезозойские отложения с водами повышенной минерализации. Разделены этажи мощной толщей глинистых пород по всей территории бассейна. Многолетняя мерзлота охватывает почти половину бассейна и распространяется на глубину до 500 м. на севере и до 300м. в центральной части. В северной части области развиты подзерные, подрусловые и межмерзлотные талики.

Верхний гидрогеологический этаж области.

В южную группу входят пять бассейнов: Тобольский, Среднеобский, Среднеенисейский, Иртышский и Верхнеобский. Они хорошо изучены.

В Тобольском бассейне, пресные основные водоносные горизонты связаны с олигоценовыми породами, мощность которых до 130м. и более. Из четвертичных отложений наиболее водообильные аллювиальные отложения долин рек мощностью до 50 м.

Для Иртышского и Верхнеобского бассейнов характерно широкое развитие разнообразных четвертичных отложений, содержащих значительные запасы пресных вод, дебиты скважин в них колеблются от долей до десятков литров в секунду. Неогеновые отложения распространены на юге, где мощность их достигает 140-150 м. (Кулундинская впадина, Барабинская низменность, Приобское плато и др.). Воды этих отложений имеют разнообразный химический состав и минерализацию от 1 до 10 г/л, с дебитом скважин от 0,3 до 2 л/с.

Нижний гидрогеологический этаж области.

Нижний этаж отделен от верхнего глинистой толщей кампан-коньяк-туронских отложений мощностью до 600 м. В нижнем этаже выделяются три комплекса мезозоя.

Комплекс сеноман-альб-аптских отложений мощностью до 700-800 метров, представлен песчано-глинистыми породами. Песчаность комплекса более 60%. Это обуславливает высокую водообильность пород. Дебиты самоизливающихся скважин несколько тысяч кубических метров в сутки. Минерализация вод возрастает к центру до 20 г/л, по периферии воды пресные. С глубиной и к центру бассейна возрастает содержание микрокомпонентов (йода, брома и др.) температура возрастает до 75⁰ у подошвы аптских отложений.

Комплекс баррем-готерив-валанжинских и частично верхнеюрских отложений представлен чередующимися песчано-глинистыми отложениями, мощность которых возрастает к центру и северу до 1000-2000м. С глубиной улучшаются коллекторские свойства песчаных пород, однако водообильность пород значительна. Водоносные горизонты мощностью до 20 м. дают дебет при самоизливе скважин в сотни кубических метров в сутки. Минерализация вод возрастает от окраин к центру бассейна и с глубиной, достигая 55 г/л. Подземные воды обогащены микрокомпонентами и газами на глубине, где температура до 90⁰С.

Комплекс верхнеюрских и средне-нижегорских отложений сложен преимущественно песчаными породами, мощность которых возрастает к центру и северу и составляет 800-1000м. Глубина залегания комплекса в центре 2,5-3 км., на севере 4-5 км. Водообильность пород увеличивается с запада на восток, дебиты скважин при самоизливе десятки, реже первые сотни кубических метров в сутки. Минерализация вод возрастает с запада на восток от 10-25 до 80 г/л, снижается к северу и югу до 1-10 г/л.

Западносибирский бассейн обладает большими запасами промышленных вод, из которых можно получить йод, бром, бор и др. компоненты при глубине скважин до 2000 м.

Многие водоносные горизонты могут дать лечебные воды (иодо-бромные, железистые, углекислые) и уже действуют водолечебницы в Тюмене, Тамизе, Туринске и др. Большие ресурсы термальных вод, особенно перспективны Ишимско-Омско-Татарский и Колпашевский районы, где одиночные скважины глубиной 1500-2000м. дают самоизливом до 1000 м²/сут. воды с t на изливе до 80⁰С.

Контрольные вопросы:

- А) географические условия Туранской области
- Б) деление Туранской гидрогеологической области на этажи
- В) геофизические условия Западносибирской области
- Г) деление Западносибирской гидрогеологической области на этажи

4.3 ТЯНЬШАНЬСКО-ДЖУНГАРО-ПАМИРСКАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ.

Область расположена на юге Казахстана. Это горный район с высотами от 300 до 7000 м. Хребты расположены субширотно и разделены продольными замкнутыми котловинами. Климат засушливый, континентальный, годовое количество осадков до 300 мм., характерна вертикальная зональность, на высоких горах имеются ледники. Реки горные (Пяндж, Вахш и др.), образуют мощные конусы выноса, в котловинах реки спокойные (Чу, Или и др.), имеются крупные озера (Иссык-Куль, Балхаш, Алаколь, Зайсан). В строении области принимают участие породы от архея до кайнозоя, различные по составу, метаморфизации и тектонической нарушенности. Геологическая история области сложная. До сих пор в ней проявляются тектонические движения, разломы земной коры, сопровождаемые землетрясениями различной силы. Горные хребты соответствуют антиклиналям, к синклиналям приурочены крупные прогибы, в которых отложились толщи осадочных пород мощностью до 10 км (Приташкенская, Ферганская, Илийская, Зайсанская, Иссык-Кульская, Нарынская и другие впадины).

В Тяньшанско-Джунгаро-Памирской области подземные воды приурочены к отложениям всех возрастов (архей-кайнозой). Они отличаются разнообразием форм скопления, химическими свойствами, динамикой, ресурсами и практическим значением.

В области выделяют три гидрогеологических этажа. Верхний этаж: включает водоносные комплексы кайнозоя, средний этаж объединяет водоносные комплексы мезозоя, нижний содержит водоносные комплексы метаморфизованных и дислоцированных пород до палеозойского и палеозойского возраста. На территории области выделяются три района первого порядка – системы складчато-глыбовых зон с бассейнами трещинных вод и артезианскими бассейнами впадин: Восточный Тянь-Шань и Джунгарский Алатау; Западный Тянь-Шань и Памир.

Районы Восточного Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау. Это район складчато-глыбовых зон и межгорных артезианских бассейнов (Илийский, Иссык-Кульский, Балхаш-Алакульский). В пределах складчато-глыбовых зон есть мелкие артезианские бассейны с аллювием мощностью до 50 м. Для них характерны пресные воды, дающие источники, связанные с водами поверхностных водотоков. Дебит источников от 2 до 10 л/с.

Во впадинах и грабенах глубиной до 2000 м, заполненных крупнообломочными материалами конусов выноса и речных долин, распространены мощные потоки грунтовых вод с несколько повышенной минерализацией. Во впадине, сложенных переслаиваем глин, гипсов, солей, конгломератов, песков палеогена, неогена и нижнечетвертичного возраста, воды местами напорные, минерализация от 0,3 до 60 г/л. Водообильность незначительная.

В складчато-глыбовых структурах зоны трещиноватости развиты трещинные грунтовые воды разной мощности, водообильности и состава в зависимости от литологии водовмещающих пород, от вертикальной зональности и других факторов. В наиболее высокогорных частях распространены ультрапресные воды, дающие малодобитные источники, иногда увлажняющие рыхлые отложения склонов. В более пониженных участках водообильность пород увеличивается и дебит источников достигает 1-3 л/с, редко 10 л/с. В среднегорной зоне наибольшей водообильностью обладают породы среднего палеозоя (1-10 л/с), в бассейне р. Нарын встречаются карстовые источники с дебитом 60-70 л/с. Интрузивные породы средней и повышенной водообильности, дебиты источников достигают 5-10 л/с. В низкогорье с полупустынным климатом и мощным делювиально-пролювиальным чехлом подземные воды зоны трещиноватости незначительны и сильно минерализованы.

Трещинно-жильные воды во всех зонах отличаются обильностью, разнообразным химическим составом и температурой. В карбонатных породах дебит источников в зонах разломов достигает 500 л/с., а в изверженных 80-90 л/с. Кроме пресных вод, встречаются минерализованные: углекислые холодные, азотные термальные и др.

В крупных межгорных бассейнах различают два гидрогеологических этажа, из которых изучен хорошо лишь верхний. Он подразделяется на два подэтажа. К верхнему подэтажу относятся четвертичные отложения разного генезиса, но чаще аллювиальные, аллювиально-пролювиальные и озерные. В песчано-галечниковых прослоях этих отложений содержатся мощные горизонты пресных вод, глубина залегания которых уменьшается от предгорных шлейфов (100-150 м.) в сторону равнин (до 10 м.). Водоносных горизонтов может быть от 2 до 7. Наблюдается некоторое повышение минерализации воды по ходу потока к пониженным частям бассейнов (до 10 г/л). В нижнем подэтаже, сложенном валунно-галечниковыми отложениями плиоцен-нижнечетвертичного возраста, залегают пресные водоносные горизонты на глубинах от 30 до 1000 м. Дебиты скважин, вскрывших эти горизонты, колеблются от десятых до нескольких литров в секунду.

Водоносные комплексы в меловых, юрских и триасовых отложениях вскрыты лишь в Илийском бассейне на глубине более 2000-3000 м., где залегают малодобитные, но высоконапорные воды с пестрым химическим составом (азотные) с температурой от 50 до 100 °С.

В Илийском и Зайсанском бассейнах залегают трещинно-жильные и трещинные воды палеозоя с повышенной минерализацией и высокой температурой. Они относятся к нижнему гидрогеологическому этажу.

4.4 ЦЕНТРАЛЬНО-КАЗАХСТАНСКАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ.

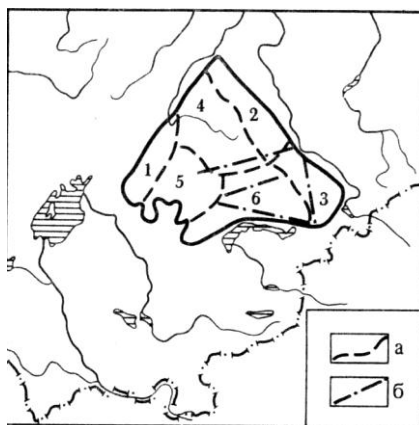


Рис.48.Центральнокзахстанская гидрогеологическая область:

а- границы и индексы гидрогеологических районов первого порядка; б- глубинные основные тектонические нарушения; гидрогеологические районы: 1- Улытауский, 2-Кокчетавско-Баянаульский, 3-Чингиз-Тарбагатайский, 4-Тениз-Кургальджинский, 5-Джезказганский, 6-Северо-Балхашский.

Область находится между Западносибирской низменностью, Тургайским плато и Алтаем. Это мелкосочник с долинами и котловинами. Высота отдельных гряд до 200-600м. Климат области континентальный с жарким летом.

В строении области участвуют породы докембрийского и палеозойского возрастов, выходящие на поверхность и лишь местами перекрытые породами мезозоя и кайнозоя. В пределах области поднятия перемежаются с впадинами, мульдами, в которых образовались артезианские бассейны.

Для Центрально-казахстанской области характерно распространение грунтовых трещинных, трещинно-пластовых вод в зоне экзогенной и эндогенной трещиноватости изверженных, эффузионных и метаморфических пород разного возраста. Подземные воды в осадочных породах встречается реже и приурочены к долинам рек, понижениям рельефа.

В пределах области выделяются гидрогеологические районы первого порядка: Улытауский, Кокчетавско-Аульский, Чингиз-Тарбагатайский, Тениз-Кургальджинский, Джезказганский и Северо-Балхашский бассейны трещинных и порово-трещинно-пластовых вод.

Сложность геологических условий предопределяет сложные гидродинамические условия в выступах и межгорных впадинах. Зона наиболее интенсивного водообмена и максимальная зона пресных вод находится в наиболее приподнятых структурах рельефа. Вертикальная гидродинамическая и гидрогеохимическая зональности более четко проявляются в крупных впадинах (Тениз-Кургальджинская и Джезказганская).

Тениз-Кургальджинский бассейн трещинных и порово-трещинно-пластовых подземных вод находится на юго-западе области и включает Карагандинскую и другие впадины с артезианскими бассейнами второго порядка. В бессточных котловинах, в мезо-кайнозойских отложениях подземные воды соленые, в котловинах в скальных породах воды пресные и связаны с водой озер. В Карагандинской впадине развит водоносный комплекс юры, в котором пресные основные водоносные горизонты приурочены к крупнообломочным сцементированным породам, удельные дебиты скважин, вскрывающих эти горизонты, достигают 5 л/с. Ниже залегают породы пермо-карбона мощностью от 80 до 400 м. в центральной части, где вскрыты высокоминерализованные воды (до 37 г/л). В периферийных частях воды пресные и слабосолоноватые. В мультообразных и антиклинальных структурах, сложенных известняком, мергелями, доломитами, конгломератами перми и карбона имеются значительные скопления пресных подземных вод, широко используемых для водоснабжения.

Джезказганский бассейн трещинных вод. Он находится на юге области в огромной одноименной впадине. Основание впадины сложено палеозойскими породами, перекрытыми местами осадочным чехлом кайнозоя. В карбонатных закарстованных породах девона и карбона залегают трещинно-карстовые воды на глубинах от нескольких метров до 30-50м. (на повышенных участках). Водообильность пород большая, дебиты скважин достигают до 10-50 л/с, воды пресные, к востоку сменяются солоноватыми. Водообильны трещиноватые песчаники визея, где дебиты скважин до 10-20 л/с. В долинах рек (Сарысу и др.) развит водоносный горизонт в аллювиальных отложениях мощностью до 30-50 м., дебиты скважин колеблются от десятых долей до 40-50 л/с, воды в них пресные до солоноватых.

Хозяйственное значение подземных вод. Казахстан с его развитым сельским хозяйством и промышленностью требует значительного объема хозяйственно-питьевой воды. Запасы подземных вод в области довольно значительны, но распространены неравномерно. Наиболее водообильные водоносные горизонты связаны с аллювиальными отложениями долин рек (древних и современных), с юрскими отложениями (Карагандинский бассейн), с трещинно-карстовыми карбонатными породами (Джезказган и др.). Для мелких населенных пунктов могут быть использованы трещинные воды зоны выветривания почти по всей территории области.

Широко распространены в Центрально-казахстанской области лечебные минеральные воды, в основном хлоридного состава. Встречены кислые железистые воды, рассолы с микрокомпонентами, мышьяковистые воды, радоновые и др.

Контрольные вопросы:

- А) геофизические условия Тяньшаньско-Джунгаро-Памирской области
 Б) деление Тяньшаньско-Джунгаро-Памирской гидрогеологической области на этажи
 В) геофизические условия Центрально-Казахстанской области
 Г) деление Центрально-Казахстанской гидрогеологической области на этажи

Список используемой литературы:

1. Климентов П.П. «Методика гидрогеологических исследований» В.Ш. ,1967 год
2. Гордеев В.В. и др. «Гидрогеология» В.Ш. 1990 год
3. Биндеман Н.Н. «Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения», Недра М. 1969 год

5. Контрольные вопросы и задания

№ п/п	Темы по рабочей программе	Контрольные вопросы и задания	Компетенции
1	Введение	1. Дайте определение гидрогеологии, перечислите ее разделы и раскройте их сущность. 2. Сформулируйте причины влияния гидрогеологии на экономику Казахстана. 3. Сформулируйте роль воды в жизни человека. 4. Сформулируйте основные направления гидрогеологии	БК 1,5
	Раздел 1. Общая гидрогеология		
2	Вода в природе	1. Нарисуйте схему круговорота воды в природе и раскройте его суть. 2. Проанализируйте, за счет чего формируются подземные воды. 3. Сформулируйте характеристики подземного и поверхностного стоков. 4. Проанализируйте отличия воды в газообразном, твердом, жидком и связанном состояниях.	БК 1,5
3	Физические и водные свойства горных пород	1. Нарисуйте схему к определению гидростатического напора и напишите его формулу. 2. Дайте название породе, если ее пористость равна 0,2 и 0,6 долей единиц 3. Проанализируйте разницу между гравитационной и упругой водоотдачей и напишите их формулы. 4. Проанализируйте разницу между линейным и не линейным законом фильтрации Дарси? 5. Определите название породы, если у нее высота поднятия капиллярной каймы равна - 5-120см., 120-650 см, 650-1200см.	БК 1,5
4	Основные сведения по гидрогеотермии	1. Проанализируйте разницу между кондуктивным и конвективным теплопереносом. 2. Напишите формулу и дайте ее расшифровку для геотермического градиента Γ и	БК 1,5

		геотермической ступени Q. 3. В подземной гидросфере выделяют три зоны по геотермическому режиму- укажите их по порядку, начиная от земной поверхности и раскройте их суть. 4. Для решения, каких практических задач используются гидротермические материалы?					
5	Физические свойства, химический и бактериальный составы подземных вод	1. Проанализируйте, какими физическими свойствами обладают подземные воды. 2. Нарисуйте схему электролиза поваренной соли и поясните принцип ее действия. 3. $Cl^{-}, SO_4^{-2}, HCO_3^{-}, Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+}, Fe^{+2}$. Определите, какие из перечисленных элементов относятся к катионам, а какие к анионам. Какой будет тип воды, если преобладающую роль имеют SO_4^{-2} и Mg^{+2} 4. Назовите характеристики основных ионов в природных водах (макрокомпонентов). 5. Определите тип воды, если ее минерализация равна $M < 0,2$ г/л; $M (0,2 - 1)$ г/л; $M (1 - 3)$ г/л; $M (3 - 10)$ г/л; $M (10 - 50)$ г/л; $M (50 - 100)$ г/л; $M < 100$ г/л. и дайте определение данного химического свойства. 6. Дайте определение pH и определите тип воды, если pH= меньше 5; PH 5-7; PH 7; PH 7-9; PH > 9 7. Дайте определение жесткости воды, какие бывают виды жесткости. Определите тип воды при ОЖ= меньше 1,5 ммоль/л; 1,5-3 ммоль/л; 3-6 ммоль/л; 6-9 ммоль/л; 9 ммоль/л. 8. Какие виды агрессивности п.в. вы знаете. Проанализируйте, при каких значениях вода будет агрессивна, а при каких нет. 9. Проанализируйте, какой химический анализ подойдет для полевых, стационарных, специальных условий. 10. По каким критериям оценивается бактериальный состав п.в. 11. Какой нормативный документ используется для нормирования качества п.в. 12. Проанализируйте пройденный материал темы и составьте характеристику питьевой воды (питьевая вода должна быть...) 13. Переведите в эквивалентную форму (мг-экв./л) результаты хим. анализов если... 14. Переведите результаты хим анализа из эквивалентной в %-эквивалентную формы если... <table><tr><td>Ионы</td><td>Мг/л</td></tr><tr><td>Na^{+}</td><td>150,215,110,70</td></tr></table>	Ионы	Мг/л	Na^{+}	150,215,110,70	БК 1,5 ПК 3.3.14
Ионы	Мг/л						
Na^{+}	150,215,110,70						

		<table><tr><td>K⁺</td><td>6,10,20,35</td></tr><tr><td>Mg²⁺</td><td>48,33,45,84</td></tr><tr><td>Ca²⁺</td><td>85,75,45,69</td></tr><tr><td>Fe²⁺</td><td>45,48,38,66</td></tr><tr><td>Итого:</td><td></td></tr><tr><td>Cl⁻</td><td>265,215,298,275</td></tr><tr><td>SO₄²⁻</td><td>300,280,234,267</td></tr><tr><td>HCO₃⁻</td><td>187,210,156,254</td></tr><tr><td>CO₃⁻</td><td>135,120,134,178</td></tr><tr><td>Итого:</td><td></td></tr></table> 15. Составьте по произвольным данным две формулы Курлова и определите по ним тип воды	K ⁺	6,10,20,35	Mg ²⁺	48,33,45,84	Ca ²⁺	85,75,45,69	Fe ²⁺	45,48,38,66	Итого:		Cl ⁻	265,215,298,275	SO ₄ ²⁻	300,280,234,267	HCO ₃ ⁻	187,210,156,254	CO ₃ ⁻	135,120,134,178	Итого:		
K ⁺	6,10,20,35																						
Mg ²⁺	48,33,45,84																						
Ca ²⁺	85,75,45,69																						
Fe ²⁺	45,48,38,66																						
Итого:																							
Cl ⁻	265,215,298,275																						
SO ₄ ²⁻	300,280,234,267																						
HCO ₃ ⁻	187,210,156,254																						
CO ₃ ⁻	135,120,134,178																						
Итого:																							
6	Происхождение и классификации подземных вод	1. Проанализируйте, к какому типу относится вода по классификации Алекина, если выполняются следующие условия: $(HCO_3^-)Ca^{2+} + Mg^{2+}$; $(HCO_3^-) < Ca^{2+} + Mg^{2+} < (HCO_3^- + SO_4^{2-})$; $(HCO_3^- + SO_4^{2-}) < (Ca^{2+} + Mg^{2+})$; $(HCO_3^- = 0)$.Напишите суть данной классификации. 2. Проанализируйте формулу Курлова и дайте название п.в. H2S 0,049 Br 0,100 M 4,3 $\frac{Cl66SO_4 29[HCO_3 5]}{Na79[Ca12Mg9]}$ T0C15pH7,6D120 3. Проанализируйте, как меняется название п.в. при условии их разного происхождения. 4. Нарисуйте таблицу и раскройте суть генетической классификации п.в. 5. Назовите на какие группы, отделы и типы делятся п.в. по общей классификации.	БК 1,5																				
7	Верховодка и грунтовые воды	1. Нарисуйте схему- «Характеристика грунтового водоносного горизонта» и раскройте ее суть. 2. Какие основные термины необходимо знать, что бы начать изучение водоносного горизонта? 3. Что такое верховодка, дайте ее характеристику и изобразите на схеме. 4. Нарисуйте схематично грунтовый и не грунтовый водоносный горизонт. 5. Нарисуйте схему откачки из грунтового водоносного горизонта и раскройте ее суть. 6. Проанализируйте особенности грунтового водоносного горизонта. 7. Нарисуйте схему построения гидроизогипс и	БК 1,2,5, ПК 3.3.2, 3.3.23																				

		поясните основные принципы ее построения. 8. Нарисуйте схему взаимодействия грунтовых и поверхностных вод. 9. Постройте схематическую карту гидроизогипс, при следующих значениях абсолютных отметок и расстояний между скважинами: $H_1=35(47,52,46)$, $H_2=40(40,58,38)$, $H_3=27(35,43,54)$, $L_{1-2}=10(12,15,13)$м, $L_{2-3}=7(9,6,8)$м, $L_{3-1}=5(7,9,10)$м, масштаб 1:100. По карте определите направления потока и рассчитайте величину гидравлического градиента.	
8	Артезианские воды	1. Проанализируйте разницу между грунтовыми и артезианскими водами. 2. Нарисуйте схему артезианского бассейна. 3. Нарисуйте схему артезианского склона. 4. Назовите основные особенности артезианских вод.	БК 1,2,5, ПК 3.3.2, 3.3.23
9	Подземные воды в трещиноватых и закарстованных породах	1. Проанализируйте типы трещин по генезису. 2. Назовите особенности трещиноватых вод и проанализируйте их пригодность для хоз. питьевого водоснабжения. 3. Проанализируйте разницу между трещинными и карстовыми водами. 4. Назовите особенности карстовых вод и проанализируйте их пригодность для хоз. Питьевого водоснабжения.	БК 1,2,5
10	Подземные воды в области развития многолетнемерзлых пород	1. Нарисуйте схему зоны вечной мерзлоты с пояснением ее послойного строения. 2. Проанализируйте основные особенности многолетнемерзлых вод. 3. Схематично изобразите бугру пучения и поясните это явление. 4. Схематично изобразите подземные наледи и поясните это явление. 5. Схематично изобразите наземные наледи, термокарст и поясните эти явления.	БК 1,2,5
11	Минеральные, промышленные и термальные воды	1. Проанализируйте связь между минеральными, промышленными и термальными водами. 2. Проанализируйте разницу между минеральными, промышленными и термальными водами. 3. На какие бальнеологические группы подразделяются минеральные воды? 4. Где по вашему мнению могут использоваться термальные воды?	БК 1,2,5
	Раздел 2 Динамика подземных вод		
12	Виды движения воды в породах и основные законы фильтрации	1. Нарисуйте схему для расчета гидравлического градиента и напишите его формулу. 2. Проанализируйте разницу между турбулентным и ламинарным типами	БК 1,5, ПК 2.1.16, 3.3.12

		движения воды. 3. Какую зависимость установил французский ученый Дарси? 4. Напишите и раскройте смысл линейного и не линейного закона Дарси. 5. При каких условиях режим в подземных водах будет установившимся, а при каких нет? 6. В каких случаях для расчета применяют гравитационную водоотдачу, а в каких упругую? Напишите формулы, дайте определение. 7. В каких случаях для расчета применяют коэффициент уровнепроводности, а в каких пьезопроводности? Напишите формулы, дайте определение. 8. Какие гидродинамические параметры вы знаете, напишите их формулы и дайте определения. 9. Нарисуйте радиальный и плоский поток, поясните смысл гидродинамических сеток.	
13	Гидродинамические особенности потоков подземных вод	1. Перечислите основные характеристики потока и покажите их на схематичном рисунке. 2. Какие различают водоносные горизонты по условию питания и разгрузки? 3. Какие граничные (краевые) условия в разрезе вы знаете? Отобразите это схемами. 4. Изобразите на схеме граничные условия первого рода и поясните их. 5. Изобразите на схеме граничные условия второго рода и поясните их. 6. Изобразите на схеме граничные условия третьего рода и поясните их. 7. Изобразите на схеме граничные условия четвертого рода и поясните их. 8. Проанализируйте и обоснуйте, какие из четырех граничных (краевых) условий наиболее благоприятны для водоснабжения.	БК 1,5, ПК 2.1.16, 3.3.12
14	Установившееся движение подземных вод в однородных пластах	1. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для движения грунтовых вод при горизонтальном водоупоре. 2. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для движения грунтовых вод при наклонном залегании водоупора. 3. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для движения напорных вод в пластах постоянной мощности. 4. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для движения напорных вод в пластах переменной мощности. 5. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для напорно-безнапорного движения подземных вод.	БК 1,5, ПК 2.1.16, 3.3.12

		6. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для движения грунтовых вод в междуречном массиве при наличии инфильтрационного питания. 7. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для радиального потока. 8. Реши задачу: Дано: $K_{\phi} = 13\text{м/сут}, (27\text{м/сут})$ $l_{1-2} = 300\text{м}, (500\text{м})$ $H_1 = 30\text{м}, (45\text{м})$ $H_2 = 26\text{м}, (40\text{м})$ $Z_1 = 20\text{м}, (19\text{м})$ $Z_2 = 21\text{м}, (22\text{м})$ $x = 100\text{м}; 200\text{м} (200, 400\text{м})$ Найти: q, h_x-? 9. Реши задачу $K_{\phi} = 13\text{м/сут}$ $l_{1-2} = 400\text{м} (300\text{м})$ $h_1 = 30\text{м} (50\text{м})$ $h_2 = 26\text{м} (43\text{м})$ $x = 100, 200, 300\text{м} (100, 200\text{м})$ Найти: q, h_x-?	
15	Установившееся движение подземных вод в неоднородных пластах	1. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для движения подземных вод по напластованию (параллельно слоям). 2. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для движения подземных вод нормально к напластованию. 3. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для движения подземных в пластах с постепенным изменением водопроницаемости. 4. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для движения подземных вод при резкой смене водопроницаемости в горизонтальном направлении. 5. Нарисуйте схему, напишите формулы расхода и построения кривой депрессии для движения подземных вод в двухслойном пласте. 6. Реши задачу: Дано: $B = 100\text{м}. (150, 135\text{м})$	БК 1,5, ПК 2.1.16, 3.3.12

		$K_1 = 3,2 \text{ м/сут.}(3,8;4,5)$ $K_2 = 19,2 \text{ м/сут.}(25,21)$ $Z = 20,35\text{м}(19,17)$ $H_1 = 29,5\text{м}(25,30)$ $H_2 = 24,4\text{м}(21,25)$ $L = 200\text{м}$ Найти: $Q - ?$ 7. Реши задачу: Дано: $m_1 = 11,5\text{м}(10,15)$ $m_2 = 8,76\text{м}(7,9)$ $H_1 = 26,19\text{м}(30,25)$ $H_2 = 24,64\text{м}(27,21)$ $K_{ф1} = 55\text{м/сут}(33,44)$ $l_{1-2} = 325\text{м}(398,286)$ Найти: $q-?$	
16	Неустановившееся движение подземных вод	1. Проанализируйте, в каких случаях движение п.в. становится неустановившимся. 2. Нарисуйте схему неустановившегося потока 3. Напишите формулу инфильтрационного питания при неустановившемся движении подземных вод и раскройте ее суть. 4. Напишите уравнение баланса всех потоков при неустановившемся движении подземных вод и раскройте его суть. 5. По какой формуле определить изменение объема за время Δt при неустановившемся движении подземных вод. 6. По какой формуле определяется средний коэффициент фильтрации при движении подземных вод нормально к напластованию. 7. По какой формуле определяется инфильтрационное питание при неустановившемся движении подземных вод 8. Напишите и проанализируйте расчетные формулы в упрощенном виде: для потока с наклонным залеганием водоупора и для потока с горизонтальным водоупором	БК 1,5, ПК 2.1.16, 3.3.12
17	Подпор грунтовых вод	1. Что называется подпором подземных вод? 2. Нарисуйте схему подпора в междуречном массиве 3. Напишите формулу для построения депрессионной кривой в междуречном массиве при подпоре на обеих границах и раскройте ее значение 4. Напишите формулу для построения депрессионной кривой в междуречном массиве при подпоре в одной реке и раскройте ее	БК 1,5, ПК 2.1.16, 3.3.12

		значение 5. Напишите формулу для построения депрессионной кривой в междуречном массиве при подпоре ,если протяженность намного больше зоны подпора и раскройте ее значение 6. Реши задачу Дано: $h_x=15\text{м}(20)$ $y_1=30\text{м}(40)$ $h_1=27\text{м}(32)$ $L_{1-2}=150\text{м}(200)$ $X=50\text{м}(70)$ Найти :величину подпора u_x 7. Реши задачу Дано: $h_x=20\text{м}(38)$ $y_1=35\text{м}(47)$ $h_1=21\text{м}(24)$ Найти :величину подпора u_x	
18	Движение подземных вод в районах гидротехнических сооружений и водохранилищ	1. Нарисуй схему подземных вод под плотиной и перечисли, что относится к гидротехническим сооружениям 2. Какие гидрогеологические процессы рассматривают при проектировании гидротехнических сооружений, раскройте их смысл. 3. Нарисуйте схему и напишите формулу фильтрационных потерь в случае когда уровень воды до подпора в реке Б выше, чем в реке А ($h_2 > h_1$). 4. Нарисуйте схему и напишите формулу фильтрационных потерь в случае когда уровни воды в реке А до и после подпора выше, чем в реке Б ($h_1 > h_2$; $y_1 > y_2$) 5. Нарисуйте схему и напишите формулу фильтрационных потерь в случае когда в реках А и Б уровни до подпора равны $h_1 = h_2$ 6. Определи фильтрационные потери если $K_{\phi}=15\text{м/сут}$, $L=150\text{м}$, $y_1=25\text{м}$, $h_1=18\text{м}$ 7. Определи фильтрационные потери если $K_{\phi}=25\text{м/сут}$, $L=200\text{м}$, $y_1=20\text{м}$, $h_1=12\text{м}$ 8. Определи фильтрационные потери если $K_{\phi}=36\text{м/сут}$, $L=148\text{м}$, $y_1=67\text{м}$, $h_1=59\text{м}$	БК 1,5, ПК 2.1.16, 3.3.12
19	Движение подземных вод в районах орошения и осушения земель	1. Нарисуйте схему фильтрации воды из канала и перечислите стадии фильтрации 2. Раскройте суть первой стадии фильтрации воды из канала 3. Раскройте суть второй стадии фильтрации воды из канала 4. Раскройте суть третьей стадии фильтрации воды из канала	БК 1,5

20	Движение подземных вод к водозаборным и дренажным сооружениям	1. На какие три группы подразделяют водозаборы по конструктивным особенностям? 2. Нарисуйте схему движения воды к артезианской скважине и укажите формулу водопритока к ней 3. Нарисуйте схему движения воды к грунтовой скважине и укажите формулу водопритока к ней 4. Какие виды несовершенства скважин выделяют в гидрогеологии? Раскройте их смысл. 5. Что вы понимаете под скачком уровня и как он возникает? 6. Что такое поправка Веригина и зачем она применяется? 7. Напишите формулы расчета коэффициента фильтрации для несовершенных скважин и раскройте их смысл 8. Нарисуйте схему и раскройте алгоритм расчета взаимодействующих скважин работающих одновременно 9. Оценка запасов методом «большого колодца» 10. Оценка запасов методом «зеркальных отображений» 11. Какие виды дренажных сооружений вы знаете? 12. Произведите подбор формул для расчета однолинейного горизонтального дренажа 13. Произведите подбор формул для расчета систематического горизонтального дренажа 14. Реши задачу Дано: $H_B = 54\text{м};$ $H_0 = 37\text{м};$ $R = 100 \text{ м};$ $K_f = 20\text{м/сут};$ Найти: q-(Единичный дебит головного дренажа) 15. Реши задачу Дано: $H_B = 54\text{м};$ $H_0 = 37\text{м};$ $R = 100 \text{ м};$ $X=20,40,60,80\text{м};$ Найти: H_x-(построить кривую депрессии для головного дренажа) 16. Реши задачу Дано:	БК 1,5 ПК 2.1.16, 3.3.12
----	---	--	---

		$S=0,5\text{м}$ $Q = 120\text{л/час}$ $q = 1,2\text{м};$ $H = 5\text{м}$ $r = 0,1\text{м};$ $R = 100 \text{ м};$ Найти: K_{ϕ}-? (при условии, что скважина совершенная) 17. Реши задачу Дано: $S=0,5\text{м}$ $Q = 120\text{л/час}$ $q = 1,2\text{м};$ $H = 5\text{м}$ $r = 0,1\text{м};$ $R = 100 \text{ м};$ Найти: K_{ϕ}-? (при условии, что скважина не совершенная) 18. Определите поправку Веригина при $l_{\phi}=25\text{м}(17,21)$ $r_c=163\text{мм}(148,114)$ $R=300\text{м}(456,379)$ $m=35\text{м}(32,40)$	
21	Определение гидрогеологических параметров	1. Расчет параметров при установившемся режиме подземных вод 2. Определение гидрогеологических параметров для не установившегося режима фильтрации 3. Реши задачу Дано: $K_{\phi} - 10\text{м/сут}$ $T = 10000$ $h = 15\text{м}$ Найти: a_y-?; μ-? 4. Реши задачу Дано: $K_{\phi} - 15\text{м/сут}$ $T = 10000$ $h = 35\text{м}$ Найти: a_y-?; μ-? 5. Реши задачу Дано:	БК 1,5 ПК 2.1.16, 3.3.12

$K_f = 15 \text{ м/сут}$

$T = 10000$

$h = 25 \text{ м}$

Найти: a_v -?; μ -?

6. Реши задачу

Дано:

$Q = 2 \text{ л/сек}$

$S = 1,2 \text{ м}$

Найти: q - ?

7. Реши задачу

Дано:

$Q = 10 \text{ л/сек}$

$S = 1,8 \text{ м}$

Найти: q - ?

8. Реши задачу

Дано:

$Q = 7 \text{ л/сек}$

$S = 3,2 \text{ м}$

Найти: q - ?

9. Определить коэф. водоотдачи, если коэф. фильтрации $22,3 \text{ м/сут}$.

10. Определить гидродинамические параметры потока, если известно: коэф. фильтрации $22,3 \text{ м/сут}$, мощность 30 м .

11. Определить коэф. водоотдачи, если коэф. фильтрации $19,6 \text{ м/сут}$.

12. Определить гидродинамические параметры потока, если известно: коэф. фильтрации 15 м/сут , мощность 35 м .

13. Определить гидродинамические параметры потока, если известно: коэф. фильтрации 35 м/сут , мощность 25 м .

14. Построй график временного прослеживания, если

№ п/п	t (час)	lgt	S1(м)
1	5	0,7	0,29
2	10	1	0,39
3	16	1,2	0,43
4	20	1,3	0,45
5	24	1,38	0,48
6	30	1,47	0,5
7	36	1,55	0,59
8	40	1,6	0,54
9	45	1,65	0,56
10	50	1,7	0,57

22	Гидродинамические основы теории миграции подземных вод	1. Что такое диффузионно-кондуктивный перенос. И каким законом он может быть выражен? 2. Что такое конвективный перенос. И каким законом он может быть выражен?	БК 1,5
23	Моделирование фильтрации подземных вод	1. Какие виды гидрогеологического моделирования вы знаете, раскройте их суть. 2. Нарисуйте схему модели ЭГДА	БК 1,5
24	Раздел 3. Методика гидрогеологических исследований		
25	Основные виды, структура и стадийность гидрогеологических исследований. Общие принципы их проведения	1. Какие принципы лежат в основе изучения месторождений подземных вод? 2. Назовите стандартный набор видов работ существующий для изучения любых месторождений подземных вод 3. Охарактеризуйте работы выполняемые при гидрогеологической съемке масштаба 1:200000. 4. Охарактеризуйте работы выполняемые при гидрогеологических поисках. 5. Охарактеризуйте работы выполняемые на предварительной стадии разведки. 6. Охарактеризуйте работы выполняемые на детальной стадии разведка. 7. Охарактеризуйте работы выполняемые на эксплуатационной стадии разведки. 8. Назовите классификацию месторождений по сложности гидрогеологических условий.	БК 1,5,8, ПК 2.1.4, 3.3.18
26	Гидрогеологическая съемка и картографирование	1. Проанализируйте и запишите основные направления, изучаемые при гидрогеологической съемке в районах с различными условиями. 2. Проанализируйте работы проводимые при г/г съемке масштаба 1:500000	БК 1,5, ПК 2.1.4, 3.3.18
27	Виды запасов и ресурсов подземных вод и методы их оценки	1. Виды запасов 2. Расчетное определение естественных запасов 3. Расчетное определение естественных ресурсов 4. Проанализируйте разницу между категориями запасов А,В,С₁,С₂ 5. Проанализируйте три группы месторождений по сложности г/г условий 6. Перечислите и кратко охарактеризуйте методы оценки эксплуатационных запасов 7. Раскройте суть метода «большого колодца» 8. Раскройте суть метода «зеркальных отображений» 9. Рассчитайте естественные ресурсы, если $K_f=25\text{м/сут}$, $L=2950\text{м}$, $H_{cp}=42\text{м}$, $J=0,003$, $\alpha=45^\circ$ 10. Рассчитайте естественные ресурсы, если $K_f=15\text{м/сут}$, $L=2300\text{м}$, $H_{cp}=12\text{м}$, $J=0,003$, $\alpha=74^\circ$	БК 1,5, ПК 3.3.18, 3.3.22

		11. Рассчитайте естественные ресурсы, если $K_{\phi}=18\text{м/сут}$, $L=3300\text{м}$, $H_{\text{ср}}=32\text{м}$, $J=0,003$, $\alpha=56^0$ 12. Рассчитать естественные запасы, если $\mu=0,2$; $H_{\text{ср}}=19\text{м}$; $S=15\text{м}$; $R=1200\text{м}$; граничные условия- неограниченный пласт. 13. Рассчитать естественные запасы, если $\mu=0,15$; $H_{\text{ср}}=24\text{м}$; $S=14\text{м}$; $R=1758\text{м}$; граничные условия- неограниченный пласт. 14. Рассчитать естественные запасы, если $\mu=0,2$; $H_{\text{ср}}=45\text{м}$; $S=25\text{м}$; $R=2142\text{м}$; граничные условия- неограниченный пласт. 15. Рассчитать естественные запасы, если $\mu=0,12$; $H_{\text{ср}}=19\text{м}$; $S=15\text{м}$; $R=1200\text{м}$; граничные условия- полу ограниченный пласт. 16. Рассчитать естественные запасы, если $\mu=0,17$; $H_{\text{ср}}=27\text{м}$; $S=19\text{м}$; $R=1460\text{м}$; граничные условия- полу ограниченный пласт. 17. Рассчитать естественные запасы, если $\mu=0,16$; $H_{\text{ср}}=30\text{м}$; $S=25\text{м}$; $R=2200\text{м}$; граничные условия- полу ограниченный пласт. 18. Рассчитать естественные запасы, если $\mu=0,2$; $H_{\text{ср}}=19\text{м}$; $S=15\text{м}$; $R=1200\text{м}$; $L=1200\text{м}$; граничные условия- пласт полоса. 19. Рассчитать естественные запасы, если $\mu=0,12$; $H_{\text{ср}}=39\text{м}$; $S=25\text{м}$; $R=1465\text{м}$; $L=2200\text{м}$; граничные условия- пласт полоса. 20. Рассчитать естественные запасы, если $\mu=0,18$; $H_{\text{ср}}=46\text{м}$; $S=23\text{м}$; $R=1435\text{м}$; $L=1900\text{м}$; граничные условия- пласт полоса. 21. Рассчитать общий приток воды (балансовым методом) в горную выработку, если водоприток за счет сработки статических запасов=24500м^3, а динамические притоки =$25875\text{ м}^3/\text{сут}$ 22. Рассчитать общий приток воды (балансовым методом) в горную выработку, если водоприток за счет сработки статических запасов=45658м^3, а динамические притоки =$12445\text{ м}^3/\text{сут}$ 23. Рассчитать общий приток воды (балансовым методом) в горную выработку, если водоприток за счет сработки статических запасов=23465м^3, а динамические притоки =$24555\text{ м}^3/\text{сут}$ 24. Рассчитать динамические притоки в водоносный горизонт, если площадь подземного водозбора $F=24556\text{м}$, а модуль подземного стока $M_0=12\text{л/сек}\cdot\text{км}^2$ 25. Рассчитать динамические притоки в водоносный горизонт, если площадь подземного водозбора $F=124567\text{м}$, а модуль подземного стока $M_0=10\text{л/сек}\cdot\text{км}^2$ 26. Рассчитать динамические притоки в	
--	--	---	--

		водоносный горизонт, если площадь подземного водозбора $F=225455\text{м}$, а модуль подземного стока $M_0=14\text{л/сек}\cdot\text{км}^2$ 27. Рассчитать динамические притоки в водоносный горизонт, если площадь подземного водозбора $F=45765\text{м}$, а модуль подземного стока $M_0=13\text{л/сек}\cdot\text{км}^2$	
28	Разведочные работы	1. Проанализируйте, какие типы буровых скважин вы знаете их раскройте их назначение. 2. Что входит в понятие конструкции скважины, и какие к ней требования. 3. Какие основные рекомендации существуют при составлении конструкции скважины. 4. Зарисуйте схему конструкции скважины и подпишите ее элементы. 5. Охарактеризуйте ударно-канатное бурение. 6. Охарактеризуйте вращательное бурение. 7. Какие типы и способы установки фильтров вы знаете. 8. Как протекает процесс освоения водоносного горизонта? 9. Какие наблюдения проводят в процессе бурения. 10. Составьте конструкцию скважины глубиной 40м, пройденной ударно-канатным способом. Грунт: песок. УГВ 15м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 10м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 11. Составьте конструкцию скважины глубиной 30м, пройденной ударно-канатным способом. Грунт: гравийно-галечник. УГВ 6м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 7м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 12. Составьте конструкцию скважины глубиной 35м, пройденной ударно-канатным способом. Грунт: супесь. УГВ 7м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 8м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 13. Составьте конструкцию скважины глубиной 100м, пройденной вращательным способом. Грунт: от 0 до 10м супесь, от 10 до 100м	БК 1,5, ПК 2.1.4, 3.3.9, 3.3.16, 3.3.19, 3.3.20

		трещиноватый песчаник. УГВ 15м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 18м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 14. Составьте конструкцию скважины глубиной 200м, пройденной вращательным способом. Грунт: от 0 до 20м супесь, от 20 до 200м трещиноватый гранит. УГВ 23м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 30м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 15. Составьте конструкцию скважины глубиной 250м, пройденной вращательным способом. Грунт: от 0 до 30м суглинок, от 30 до 250м трещиноватые гранодиориты. УГВ 25м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 25м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 16. Составьте конструкцию скважины глубиной 60м, пройденной ударно-канатным способом. Грунт: песок с включением гравийно-галечника. УГВ 15м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 10м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 17. Составьте конструкцию скважины глубиной 70м, пройденной ударно-канатным способом. Грунт: песок с включением гравия. УГВ 12м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 13м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 18. Составьте конструкцию скважины глубиной 65м, пройденной ударно-канатным способом. Грунт: песок с редким включением валунов. УГВ 9м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 12м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии).	
--	--	---	--

		19. Составьте конструкцию скважины глубиной 200м, пройденной вращательным способом. Грунт: от 0 до 20м суглинок, от 20 до 100м глина, от 100 до 200м трещиноватый гранит. УНВ 25м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 30м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки –предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 20. Составьте конструкцию скважины глубиной 300м, пройденной вращательным способом. Грунт: от 0 до 50м тяжелый суглинок, от 50 до 300м трещиноватый гранит. УНВ 20м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 30м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 21. Составьте конструкцию скважины глубиной 400м, пройденной вращательным способом. Грунт: от 0 до 80м супесь с прослоями глин, от 80 до 300м трещиноватый гранит. УГВ 20м. Фильтр на колонне обсадных труб. Длина фильтра 30м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – предварительная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 22. Составьте конструкцию скважины глубиной 90м, пройденной ударно-канатным способом. Грунт :от 0 до 20м песок, от 20 до 40м суглинок, от 40 до 90м песок с гравием. УГВ 27м. Фильтр установлен «в потай», длина фильтра 15м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки – детальная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 23. Составьте конструкцию скважины глубиной 90м, пройденной ударно-канатным способом. Грунт: от 0 до 30м супесь, от 30 до 50м глина, от 50 до 90м гравийно-галечник. УНВ 19м. Фильтр установлен «в потай», длина фильтра 20м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия разведки –детальная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии). 24. Составьте конструкцию скважины глубиной 90м, пройденной ударно-канатным способом. Грунт: от 0 до 40м гравийно-галечник с валунами, от 40 до 90м трещиноватый песчаник. УГВ 18м. Фильтр установлен «в потай», длина фильтра 20м. Диаметры бурения и обсадки подберите самостоятельно. Стадия	
--	--	--	--

		разведки –детальная. Определите тип фильтра и тип ПРИ (для данной литологии).	
29	Полевые опытно-фильтрационные работы	1. Назовите виды откачек и их назначение. 2. Проектирование кустовой откачки. 3. Методика проведения ОФР. 4. Какое оборудование применяется при откачках? 5. Рассчитайте расстояния до 1-й и 2-й наблюдательных скважин, если мощность водоносного горизонта равна 25м. Постройте схему куста. 6. Рассчитайте расстояния до 1-й и 2-й наблюдательных скважин, если мощность водоносного горизонта равна 28м. Постройте схему куста. 7. Рассчитайте расстояния до 1-й и 2-й наблюдательных скважин, если мощность водоносного горизонта равна 45м. Постройте схему куста. 8. Нарисуйте схемы одно, двух, трех и четырех лучевого куста (при наличии 4-х наблюдательных скважин) 9. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: Кф=50м/сут; удельный дебит 7л/сек; породы гравийно-галечники; водоносный горизонт – напорный. 10. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: Кф=30м/сут; удельный дебит 5л/сек; породы гравийно-галечники; водоносный горизонт – напорный. 11. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: Кф=50м/сут; удельный дебит 7л/сек; породы гравийно-галечники; водоносный горизонт – без напорный. 12. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: Кф=33м/сут; удельный дебит 7л/сек; породы гравийно-галечники; водоносный горизонт – без напорный. 13. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: Кф=47м/сут; удельный дебит 9л/сек; породы скальные трещиноватые; водоносный горизонт – без напорный. 14. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: Кф=38м/сут; удельный дебит 1л/сек; породы мел; водоносный горизонт –напорный. 15. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: Кф=20м/сут; удельный дебит 0,2л/сек; породы	БК 1,5, ПК 3.3.9, 3.3.16, 3.3.19, 3.3.20

		доломит; водоносный горизонт –напорный. 16. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: $K_f=15\text{м/сут}$; удельный дебит $0,4\text{л/сек}$; породы мел и разнотернистые пески; водоносный горизонт – напорный. 17. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: $K_f=7\text{м/сут}$; удельный дебит 1л/сек; породы мергели; водоносный горизонт –без напорный. 18. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: $K_f=12\text{м/сут}$; удельный дебит $0,8\text{л/сек}$; породы сланцы; водоносный горизонт –без напорный. 19. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: $K_f=4\text{м/сут}$; удельный дебит $0,03\text{л/сек}$; породы мелкозернистые неоднородные пески; водоносный горизонт –напорный. 20. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: $K_f=2\text{м/сут}$; удельный дебит $0,5\text{л/сек}$; породы мелкозернистые неоднородные пески; водоносный горизонт –напорный. 21. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: $K_f=3\text{м/сут}$; удельный дебит $0,3\text{л/сек}$; породы мелкозернистые неоднородные пески; водоносный горизонт –без напорный. 22. Определите продолжительность одиночной и кустовой откачки для следующих условий: $K_f=2,7\text{м/сут}$; удельный дебит $0,4\text{ л/сек}$; породы мелкозернистые неоднородные пески; водоносный горизонт –без напорный.	
30	Изучение режима и баланса подземных вод	1. Что понимают под режимом подземных вод и его основными параметрами. 2. Перечислите и раскройте суть задач выполняемых режимными наблюдениями. 3. Методика изучения режима подземных вод. 4. Понятие о водном балансе. 5. Понятие о солевом балансе.	БК 1,5, ПК 3.3.9, 3.3.16, 3.3.19, 3.3.20
31	Опробование и лабораторные исследования подземных вод	1. Назовите требования применяемые при отборе проб воды. 2. Задачи и методы изучения физических свойств, химического, газового, бактериологического состава подземных вод. 3. Назовите виды анализов воды. 4. Проанализируйте отбор проб воды из рек, ручьев, колодцев, скважин.	БК 1,5, ПК 3.3.9, 3.3.19, 3.3.20, 3.3.16, 3.3.14
32	Геофизические и гидрогеохимические методы исследований	1. Перечислите основные методы геофизики при гидрогеологических работах. 2. Раскройте суть метода ВЭЗ. 3. Проанализируйте геохимические методы. 4. Обоснуйте подбор методов геофизики при	БК 1,5, ПК 3.3.9, 3.3.19, 3.3.20, 3.3.16

		ударно-канатном бурении и раскройте их суть.																																																																																																																	
33	Гидрогеологическое исследование для целей водоснабжения	1. Охарактеризуйте основные особенности месторождений речных долин. 2. Стадии гидрогеологических исследований на месторождениях речных долин. 3. Охарактеризуйте основные особенности месторождений артезианских бассейнов. 4. Стадии гидрогеологических исследований на месторождениях артезианских бассейнов. 5. Охарактеризуйте основные особенности месторождений на конусах выноса. 6. Охарактеризуйте основные особенности месторождений трещинно-карстовых водоносных горизонтов. 7. Охарактеризуйте основные особенности месторождений линз пресных вод. 8. Рассчитать основные гидрогеологические параметры, если диаметр фильтра 114мм, длина фильтра 20м <table><tr><td>№</td><td>Q, л/с</td><td>S, м</td><td>H_у, м</td><td>H, м</td><td>M, г/л</td><td>q=Q/S</td></tr><tr><td>1</td><td>5</td><td>12</td><td>5</td><td>50</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>6</td><td>14</td><td>2</td><td>50</td><td>0,5</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>10</td><td>3</td><td>50</td><td>0,3</td><td></td></tr></table> 9. Рассчитать основные гидрогеологические параметры, если диаметр фильтра 148мм, длина фильтра 15м <table><tr><td>№</td><td>Q, л/с</td><td>S, м</td><td>H_у, м</td><td>H, м</td><td>M, г/л</td><td>q=Q/S</td></tr><tr><td>1</td><td>15</td><td>14</td><td>6</td><td>42</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>9</td><td>10</td><td>7</td><td>42</td><td>0,5</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>7</td><td>19</td><td>5</td><td>42</td><td>0,3</td><td></td></tr></table> 10. Рассчитать основные гидрогеологические параметры, если диаметр фильтра 114мм, длина фильтра 12м <table><tr><td>№</td><td>Q, л/с</td><td>S, м</td><td>H_у, м</td><td>H, м</td><td>M, г/л</td><td>q=Q/S</td></tr><tr><td>1</td><td>4,8</td><td>16</td><td>6</td><td>38</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>6,4</td><td>10</td><td>3</td><td>38</td><td>0,5</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>4,9</td><td>17</td><td>5</td><td>38</td><td>0,3</td><td></td></tr></table> 11. Рассчитать основные гидрогеологические параметры, если диаметр фильтра 168мм, длина фильтра 19м <table><tr><td>№</td><td>Q, л/с</td><td>S, м</td><td>H_у, м</td><td>H, м</td><td>M, г/л</td><td>q=Q/S</td></tr><tr><td>1</td><td>5,9</td><td>16</td><td>5</td><td>60</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>6,4</td><td>19</td><td>9</td><td>60</td><td>0,5</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>4,7</td><td>15</td><td>7</td><td>60</td><td>0,3</td><td></td></tr></table> 12. Рассчитать основные гидрогеологические параметры, если диаметр фильтра 114мм, длина фильтра 15м	№	Q, л/с	S, м	H _у , м	H, м	M, г/л	q=Q/S	1	5	12	5	50	0,6		2	6	14	2	50	0,5		3	4	10	3	50	0,3		№	Q, л/с	S, м	H _у , м	H, м	M, г/л	q=Q/S	1	15	14	6	42	0,6		2	9	10	7	42	0,5		3	7	19	5	42	0,3		№	Q, л/с	S, м	H _у , м	H, м	M, г/л	q=Q/S	1	4,8	16	6	38	0,6		2	6,4	10	3	38	0,5		3	4,9	17	5	38	0,3		№	Q, л/с	S, м	H _у , м	H, м	M, г/л	q=Q/S	1	5,9	16	5	60	0,6		2	6,4	19	9	60	0,5		3	4,7	15	7	60	0,3		БК 1, ПК 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20
№	Q, л/с	S, м	H _у , м	H, м	M, г/л	q=Q/S																																																																																																													
1	5	12	5	50	0,6																																																																																																														
2	6	14	2	50	0,5																																																																																																														
3	4	10	3	50	0,3																																																																																																														
№	Q, л/с	S, м	H _у , м	H, м	M, г/л	q=Q/S																																																																																																													
1	15	14	6	42	0,6																																																																																																														
2	9	10	7	42	0,5																																																																																																														
3	7	19	5	42	0,3																																																																																																														
№	Q, л/с	S, м	H _у , м	H, м	M, г/л	q=Q/S																																																																																																													
1	4,8	16	6	38	0,6																																																																																																														
2	6,4	10	3	38	0,5																																																																																																														
3	4,9	17	5	38	0,3																																																																																																														
№	Q, л/с	S, м	H _у , м	H, м	M, г/л	q=Q/S																																																																																																													
1	5,9	16	5	60	0,6																																																																																																														
2	6,4	19	9	60	0,5																																																																																																														
3	4,7	15	7	60	0,3																																																																																																														

		<table><tr><th>№</th><th>Q,л/с</th><th>S,м</th><th>Hу,м</th><th>H,м</th><th>M,г/л</th><th>q=Q/S</th></tr><tr><td>1</td><td>10</td><td>12</td><td>4</td><td>53</td><td>0,6</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>12</td><td>14</td><td>6</td><td>53</td><td>0,5</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>7</td><td>10</td><td>4</td><td>53</td><td>0,3</td><td></td></tr></table> 13. Обосновать схему водозабора, если проектная нагрузка на скважину =10л/сек, потребность в воде 100л/сек, категория месторождения – вторая. 14. Обосновать схему водозабора, если проектная нагрузка на скважину =7л/сек, потребность в воде 79л/сек, категория месторождения – вторая. 15. Обосновать схему водозабора, если проектная нагрузка на скважину =10л/сек, потребность в воде 100л/сек, категория месторождения –первая. 16. Обосновать схему водозабора, если проектная нагрузка на скважину =20л/сек, потребность в воде 100л/сек, категория месторождения – первая. 17. Обосновать схему водозабора, если проектная нагрузка на скважину =19л/сек, потребность в воде 324л/сек, категория месторождения – третья. 18. Обосновать схему водозабора, если проектная нагрузка на скважину =21л/сек, потребность в воде 245л/сек, категория месторождения – третья.	№	Q,л/с	S,м	Hу,м	H,м	M,г/л	q=Q/S	1	10	12	4	53	0,6		2	12	14	6	53	0,5		3	7	10	4	53	0,3		
№	Q,л/с	S,м	Hу,м	H,м	M,г/л	q=Q/S																									
1	10	12	4	53	0,6																										
2	12	14	6	53	0,5																										
3	7	10	4	53	0,3																										
34	Гидрогеологическое исследование в области распространения многолетней мерзлоты	1. Охарактеризуйте основные особенности месторождений зоны вечной мерзлоты (нарисуйте схему). 2. Стадии гидрогеологических исследований на месторождениях вечной мерзлоты.	БК 1 ПК 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20																												
35	Гидрогеологическое исследование для целей охраны и пополнения запасов подземных вод	1. Назовите виды загрязнений подземных вод. 2. Какие природоохранные мероприятия по защите подземных вод вы знаете? 3. Охарактеризуйте зоны санитарной охраны. 4. Нарисуйте и поясните схему искусственного восполнения подземных вод. 5. Проанализируйте работы по восполнению запасов п.в. с учетом стадийности исследований. 6. Рассчитайте ЗСО (1 и 2), если подземные воды грунтовые, расход водозаборной скважины Q=300м³/сут, время для 2-го пояса=400сут, мощность водоносного горизонта =15м, активная пористость=0,3 7. Рассчитайте ЗСО (1 и 2), если подземные воды грунтовые, расход водозаборной скважины	БК 1 ПК 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20, 3.3.26																												

		$Q=600\text{м}^3/\text{сут}$, время для 2-го пояса=$400\text{сут}$, мощность водоносного горизонта =25м, активная пористость=$0,24$ 8. Рассчитайте ЗСО (1 и 2), если подземные воды напорные, расход водозаборной скважины $Q=273\text{м}^3/\text{сут}$, время для 2-го пояса=$400\text{сут}$, мощность водоносного горизонта =35м, активная пористость=$0,047$	
36	Гидрогеологические исследования в связи с подземным захоронением промышленных стоков	1. Перечислите требования, предъявляемые к выбору поглощающих горизонтов. 2. Перечислите виды гидрогеологических работ при сбросе пром. стоков. 3. Характеристика стадий гидрогеологических исследований при захоронении пром. стоков.	БК 1 ПК 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20
37	Гидрогеологические исследования в связи с орошением земель	1. Задачи, решаемые при гидрогеологических исследованиях для орошения. 2. Охарактеризуйте типы районов мелиорации. 3. Поясните особенности состава и методики проведения исследований на различных стадиях в районах орошения. 4. Нарисуйте схему фильтрации воды из канала и перечислите три ее стадии.	БК 1 ПК 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20
38	Гидрогеологические исследования в связи с осушением земель	1. Задачи, решаемые при гидрогеологических исследованиях для осушения. 2. Поясните особенности состава и методики проведения исследований на различных стадиях в районах осушения.	БК 1 ПК 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20
39	Гидрогеологические исследования минеральных вод	1. Охарактеризуйте месторождения мин. вод. 2. Характеристика стадий гидрогеологических исследований при исследовании месторождений мин. вод.	БК 1 ПК 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20
40	Гидрогеологические исследования при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых	1. Приведите классификацию МПИ по геологическим и гидрогеологическим условиям. 2. Требования к гидрогеологической изученности месторождений. 3. Стадии гидрогеологических исследований МПИ.	БК 1 ПК 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20
41	Гидрогеологические исследования при поисках, разведке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений	1. Укажите основные характеристики нефтяных и газоносных месторождений. 2. Гидрогеологические исследования при разработке нефтяных и газоносных месторождений.	БК 1 ПК 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20
42	Гидрогеологические исследования для целей строительства гидротехнических и других инженерных сооружений	1. Охарактеризуйте гидрогеологические исследования для гидротехнического строительства. 2. Охарактеризуйте гидрогеологические исследования для целей промышленного и гражданского строительства. 3. Охарактеризуйте гидрогеологические исследования при линейном строительстве.	БК 1 ПК 3.3.18, 3.3.19, 3.3.20

	Итого по разделу:		
	Раздел 4 Гидрогеология РК		
43	Принципы гидрогеологического районирования территории	1. Перечислите гидрогеологические области находящиеся на территории республики Казахстан.	БК 1
44	Туранская гидрогеологическая область	1. Охарактеризуйте Туранскую гидрогеологическую область 2. Амударьинский бассейн пластовых вод.	БК 1
45	Западно-Сибирская гидрогеологическая область	1. Охарактеризуйте Западно-Сибирскую гидрогеологическую область 2. Верхний гидрогеологический этаж области. 3. Нижний гидрогеологический этаж области.	БК 1
46	Тянь-Шанско-Джунгаро-Памирская гидрогеологическая складчатая область	1. Охарактеризуйте Тянь-Шанско-Джунгаро-Памирскую гидрогеологическую область 2. Разделение на этажи в крупных межгорных бассейнах.	БК 1
47	Центрально-Казахстанская, Саяно-Алтайско-Енисейская гидрогеологическая складчатая область	1. Охарактеризуйте Центрально-Казахстанскую, Саяно-Алтайско-Енисейскую гидрогеологическую область 2. Тениз-Кургальджинский бассейн. 3. Джесказганский бассейн трещинных вод.	БК 1
	Итого по разделу:		

В. ТЕСТЫ

1. Пористостью называется:

- А. Отношение объема пор к объему всей г.п. вместе с порами;
- Б. Отношение объема воды к объему т.п.;
- В. Отношение объема г.п. к объему воды в т.п.;
- Г. Сумма объема пор и объема воды в порах;
- Д. Сумма объема пор и объема г.п.

2. Влагоемкостью называется:

- А. Способность г.п. удерживать воду;
- Б. Способность г.п. фильтровать воду;
- В. Способность г.п. поглощать воду;
- Г. Способность г.п. поглощать и удерживать воду;
- Д. Способность г.п. накапливать воду.

3. Водоотдачей называется способность водо-насыщенных пород

- А. Отдавать воду при снижении уровня;
- Б. Отдавать гравитационную воду при снижении уровня или давления;
- В. Отдавать гравитационную воду при повышении уровня или давления;
- Г. Отдавать молекулярную воду при повышении или снижении уровня и давления;
- Д. Отдавать воду при снижении давления.

4. Водопроницаемостью называется способность горных пород

- А. Пропускать через себя свободную воду при наличии градиента напора;
- Б. Пропускать через себя кристаллизационную воду при наличии градиента напора;

- В. Пропускать через себя воду;
- Г. Накапливать в себе воду;
- Д. Пропускать через себя свободную воду.

5. Единицы измерения КФ

- А. м /сек;
- Б. м²/сут;
- В. л/сек;
- Г. м³/сек;
- Д. м/сут.

6. К макрокомпонентам относятся:

- А. Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- ; Ca; Mg; Na;
- Б. Cl^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- ; Ca; Mg; Na;
- В. CO_3^{2-} , Cl^- ; HCO_3^- ; Ca; Fe; K;
- Г. CO_3^{2-} , Cl^- ; HCO_3^- ; Fe; K; Mg;
- Д. CO_3^{2-} , Cl^- ; HCO_3^- ; Fe; Ca; Mg

7. С увеличением температуры плотность воды

- А. Увеличивается;
- Б. Уменьшается;
- В. Не изменяется;
- Г. Возрастает скачком при достижении критической отметки;
- Д. Уменьшается скачком при достижении критической отметки.

8. Воды с минерализацией 12 г/л относятся к:

- А. Слабосоленым;
- Б. Солоноватым;
- В. Соленым;
- Г. Слабые рассолы;
- Д. Крепкие рассолы.

9. Воды $\text{pH}=5,5$ относятся к:

- А. Очень кислым;
- Б. Кислым;
- В. Нейтральным;
- Г. Щелочным;
- Д. Высоко щелочным.

10. Воды с $\text{ОЖ}=6,6$ относятся к:

- А. Очень мягким;
- Б. Мягким;
- В. Умеренно жестким;
- Г. Жестким;
- Д. Очень жестким.

11. Агрессивность выщелачивания определяется:

- А. По величине pH ;
- Б. По величине M ;
- В. По величине EH ;
- Г. По величине ОЖ ;
- Д. По величине УЖ .

12. Агрессивность обще кислотная определяется:

- А. По величине pH ;
- Б. По величине M ;
- В. По величине EH ;
- Г. По величине ОЖ ;
- Д. По величине УЖ .

13. Подземные воды по Алекину делятся на классы:

- А. Кальциевые, магниевые, натриевые;
- Б. Гидрокарбонатные, сульфитные, хлоридные;
- В. Гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные;
- Г. Кальциевые, магниевые, калиевые;
- Д. Кислые, щелочные, минерализованные.

14. Количество кишечных палочек в 1л. воды называется:

- А. Коли-индекс;
- Б. Коли-тест;
- В. Коли-титр;
- Г. Коли-бак;
- Д. Коли-форма.

15. Вода пригодна для питьевых целей по ГОСТ, если M :

- А. меньше 0,1 г/л;
- Б. больше 5 мг/л;
- В. меньше 1 г/л;
- Г. $10\text{гм}>5$ г/л;
- Д. при любой M .

16. Грунтовые воды это:
- А. Первый от поверхности водоносный горизонт;
 - Б. Первый от поверхности в/д. горизонт, имеющий контакт с зоной аэрации;
 - В. Залегающий на водоупоре первый от поверхности водоносный горизонт;
 - Г. Водоносящий горизонт безнапорного характера;
 - Д. Водоносный горизонт напорного характера.
17. Что называется верховодкой?
- А. Верхний водоносный горизонт;
 - Б. Безнапорный в/д. горизонт;
 - В. Напорный в/д. горизонт;
 - Г. Водоносный горизонт в зоне аэрации;
 - Д. Подземные воды ограниченного распространения в водопроницаемых г. п. зоны аэрации.
18. Гидроизогипсы это:
- А. Линии с одинаковыми отметками мощности грунтового потока;
 - Б. Линии с одинаковыми абсолютными отметками мощности грунтового потока;
 - В. Линии с одинаковыми абсолютными отметками уровня грунтовых вод;
 - Г. Линии с одинаковыми отметками напоров;
 - Д. Линии с одинаковыми абсолютными отметками напоров.
19. Динамика подземных вод занимается изучением:
- А. Химического состава подземных вод;
 - Б. Физических составов подземных вод;
 - В. Круговорота воды в природе;
 - Г. Закономерностей движения подземных вод в горных породах; Д. Всех перечисленных вопросов.
20. Изменение параметров режима в.г. во времени называется:
- А. зональностью; Б. режимом; В. изменчивостью;
 - Г. закономерностью; Д. зависимостью.
21. Гидроизогипсы обладают свойствами:
- А. Они не пересекаются; Б. Они не соприкасаются;
 - В. Они не перерываются; Г. Они замыкаются;
 - Д. Всеми перечисленными свойствами.
22. Изменение параметров режима в пространстве называется:
- А. Зоналенностью; Б. Режимом;
 - В. Изменчивостью; Г. Закономерностью;
 - В. Изменчивостью;
 - Д. Зависимостью.
23. Особенностью артезианских вод является:
- А. Это межпластовые воды;
 - Б. Область распространения удалена от области питания;
 - В. Появившийся и установившийся уровни не совпадают;
 - Г. Варианты А и Б;
 - Д. Варианты А, Б, В.
24. В чем разница между гидроизопьезами и пьезоизогипсами:
- А. Характеризуют разные типы безнапорных в/д. горизонтов;
 - Б. Характеризуют разные типы напорных водоносных горизонтов;

- В. Характеризуют области питания и транзита напорных вод;
- Г. Характеризуют области транзита и разгрузки напорных вод;
- Д. Нет никакой разницы.

25. Какие признаки относятся к в/г трещинных г. п.

- А. Неоднородность в плане и разрезе;
- Б. Низкая водообильность;
- В. Низкая минерализация;
- Г. Варианты А и Б;
- Д. Варианты А, Б, В.

26. В в.г. вечномерзлых пород имеют практический интерес:

- А. Надмерзлотные воды;
- Б. Межмерзлотные воды;
- В. Подмерзлотные воды;
- Г. Варианты Б и В;
- Д. Варианты А, Б, В.

27. К минеральным водам относятся:

- А. Воды с повышенной минерализацией;
- Б. Воды с повышенной минерализацией, радиоактивностью и температурой;
- В. Воды с повышенной минерализацией, радиоактивностью, температурой оказывающие благоприятное физиологическое воздействие на организм человека;
- Г. Воды, оказывающие благотворное физиологическое воздействие на организм человека;
- Д. Рассолы.

28. В потоках напорных вод давление:

- А. Всегда равно атмосферному;
- Б. Всегда больше атмосферного;
- В. И больше и меньше атмосферного;
- Г. Всегда меньше атмосферного;
- Д. В зависимости от геологических условий.

29. При расположении в плоском потоке прямолинейных токов, параллельно одна другой, поток называется:

- А. Радиальным;
- Б. Линейным;
- В. Двух мерным;
- Г. Вихревым;
- Д. Трехмерным.

30. Закон Дарси применяется при:

- А. Линейной фильтрации;
- Б. В слабо проницаемых породах;
- В. При больших скоростях фильтрации;
- Г. При малых и больших скоростях фильтрации;
- Д. При любых скоростях фильтрации.

31. Движение называется установившимся, если неизменны во времени следующие параметры:

- А. Расход и скорость п.в.;
- Б. Уклон и направление движения н.в.;
- В. Мощность и фильтрационные свойства в.г.;
- Г. Варианты А, Б;
- Д. Варианты А, Б, В.

32. Коэффициент уровнепроводности измеряется в:

- А. л/с;
- Б. м³/сут.;
- В. м²/сут.;

Г. м/с; Д. м/сут.

33. Характеристика потока - неглубокое залегание, свободная поверхность, непосредственная связь с атмосферой - относится к:

- А. Напорным водам;
- Б. Грунтовыми водами;
- В. Самоизливающимися на дневную поверхность в.г.;
- Г. Гидравлически связанным в.г.;
- Д. Варианты А, Б.

34. Напорно-безнапорными потоками называются потоки, в которых пьезометрический уровень находится:

- А. Выше дневной поверхности;
- Б. Ниже дневной поверхности;
- В. Ниже кровли в/д. пласта;
- Г. Выше кровли в/д. пласта;
- Д. На уровне кровли в/д. пласта.

35. Формула $g = K \frac{H_1^2 - H_2^2}{2l_{1-2}}$ — определяет единичный расход для:

- А. Грунтовый поток с наклонным водоупором;
- Б. Грунтовый поток с горизонтальным водоупором;
- В. Грунтовый поток переменной мощности;
- Г. Напорный поток при горизонтальном водоупоре;
- Д. Напорный поток при наклонном водоупоре.

36. Уравнение $H_x = H_1 - \frac{H_1 - H_2}{l_{1-2}} x$ определяет уровень:

- А. Для грунтового потока с горизонтальным водоупором;
- Б. Для напорного потока с горизонтальным водоупором;
- В. Для грунтового потока с наклонным водоупором;
- Г. Для напорного потока с наклонным водоупором;
- Д. Для грунтового потока переменной мощности.

37. Мощность потока измеряется в сечении:

- А. Перпендикулярно направлению потока;
- Б. Параллельно направлению потока;
- В. В самом широком месте потока;
- Г. В сечении под заданным углом к потоку;
- Д. В любом сечении.

38. Формула $K_x = K_1 + \frac{K_1 - K_2}{l_{1-2}} x$ применяется для определения водопроницаемости:

- А. При движении потока параллельного слоям;
- Б. При движении потока перпендикулярно слоям;
- В. При резком изменении водопроницаемости в направлении движения потока;
- Г. При постепенном изменении водопроницаемости в направлении движения потока;
- Д. Во всех перечисленных случаях.

39. Под подпором н.в. понимается:

- А. Повышение их уровня под влиянием естественных факторов;
- Б. Повышение расхода под влиянием естественных факторов;
- В. Повышение уровня под влиянием искусственных факторов;
- Г. Повышение уровня под влиянием естественных или искусственных факторов;
- Д. Повышение расхода под влиянием естественных или искусственных факторов

40. Давление на поверхность напорного потока больше атмосферного:
 А. Всегда; Б. Только в паводок; В. Только в межень;
 Г. Только при пониженном атмосферном давлении;
 Д. Варианты Б и В.
41. Фильтрационные потери из водохранилища есть:
 А. Временный фильтрационный расход в период заполнения;
 Б. Постоянный расход после стабилизации уровня;
 В. Разность между питанием реки до и после строительства плотины;
 Г. Дополнительный расход под плотиной;
 Д. Дополнительный расход через плотину.
42. Водозаборы подразделяются на:
 А. Вертикальные; Б. Горизонтальные; В. Смешанные;
 Г. Варианты А, Б; Д. Варианты А, Б, В.
43. Формула $Q-2,73 \frac{S}{R \lg \frac{R}{2}}$ предназначена для определения расхода в:
 А. Грунтовой совершенной скважине;
 Б. Грунтовой совершенной колодезь;
 В. Артезианской совершенной скважине;
 Г. Артезианской не совершенной скважине;
 Д. Грунтовой не совершенной скважине.
44. Несовершенство скважины обусловлено тем:
 А. Что водопримная часть охватывает часть в/д. горизонта;
 Б. Что при скважинной зоне, в результате конструкции фильтра наблюдаются отклонения от линейного закона фильтрации;
 В. Что насосное оборудование не обеспечивает постоянный дебит;
 Г. Варианты А, В;
 Д. Варианты В, Б;
 Е. Варианты А, Б.
45. Скачок уровня в скважине определяется:
 А. Гидравлическим сопротивлением фильтра;
 Б. Гидравлическим сопротивлением пород вблизи фильтра;
 В. Величиной дебита; Г. Величиной понижения;
 Д. Всеми перечисленными причинами.
46. Срезка уровня депрессионных скважин водозабора определяется:
 А. Наложением депрессионных воронок от других скважин водозабора;
 Б. Конструкцией данной скважины;
 В. Конструкцией других скважин водозабора;
 Г. Дебитом данной скважины;
 Д. Всеми перечисленными причинами.
47. Дренажные сооружения предназначены для:
 А. Перехвата потока н.в. при защите объекта от подтопления;
 Б. Снижение уровня н.в. до заданной глубины;
 В. Отвода потока н.в. от определенного объекта;
 Г. Варианты А, Б;
 Д. Варианты Б, В;

Е. Варианты А, В.

48. Коэффициент водопроницаемости измеряется в:

А. м/сут; Б. м²/сут; В. л/с; Г. м³/сут; Д. м².

49. Коэффициент уводнепроницаемости определяет:

А. Скорость развития депрессионной воронки
Б. Радиус развития депрессионной воронки;
В. Глубину развития депрессионной воронки;
Г. Постоянство дебита скважины;
Д. Постоянство понижения при откачке.

50. При проведении откачки необходимо соблюдать следующие условия:

А. Расход должен быть постоянным;
Б. Откачка должна быть непрерывной;
В. Откачка должна быть продолжительной;
Г. Вода должна отводиться за пределы воронки депрессии;
Д. Все указанные условия.

51. Гидрогеологические параметры определяют:

А. Емкостные свойства водовмещающих сред;
Б. Фильтрационные свойства водовмещающих сред;
В. Цитологические свойства водовмещающих сред;
Г. Вариант А и Б; Д. Вариант Б и В; Е. Вариант А и В.

52. Для определения Кф в зоне аэрации используют:

А. Откачки; Б. Наливы; В. Нагнетания;
Г. Варианты А и Б; Д. Варианты Б и В; Е. Вариант А и В.

53. Для определения Кф в зоне насыщения используют:

А. Откачки; Б. Наливы; В. Нагнетания;
Г. Варианты А и Б; Д. Варианты Б и В; В. Е. Варианты А и В.

54. Механизмы переноса тепла и массы в в/д. горизонтах:

А. Конвективный; Б. Диффузионный; В. Кондуктивный;
Г. Диффузионно-кондуктивный; Д. Варианты А и В;
Е. Варианты А и Г.

55. К промышленному списку месторождения н.в. относятся месторождения с запасами свыше:

А. 20 тыс. м³/сут; Б. 10 тыс м³/сут; В. 5 тыс м³/сут;
Г. 1 тыс м³/сут; Д. 200 м³/сут.

56. При неустановившейся фильтрации линия тока дает информацию:

А. О направлении движения различных частиц потока в данный момент;
Б. Мгновенную характеристику одной частицы потока;
В. Среднюю характеристику многих частиц потока;
Г. Среднюю характеристику одной частицы потока;
Д. Зависит от внимания опыта исследования.

57. Задачей поиска является:

А. Изучение водоносных горизонтов;
Б. Оценка эксплуатационных запасов по кат В;
В. Изучение качества н.в.;
Г. Выявление в/д. горизонтов для постановки дальнейших исследований;

Д. Изучение взаимосвязи с другими водоносными горизонтами.

58. Оценка эксплуатационных запасов по категории В проводится:

- А. При г/г съемке;
- Б. При поисках;
- В. При эксплуатационной разведке;
- Г. При детальной разведке;
- Д. При предварительной разведке.

59. К мелкомасштабным съемкам относится:

- А. 1:200000;
- Б. 1:5000000;
- В. 1:500000;
- Г. 1:100000;
- Д. 1:50000.

60. К детальным г/г съемкам относится:

- А. 1:50000;
- Б. 1:25000;
- В. 1:10000;
- Г. 1:100000;
- Д. Вариант Б и В.

61. Оценка эксплуатационных запасов по категории С₂ проводится:

- А. При г/г съемке;
- Б. При г/г поисках;
- В. При детальной разведке;
- Г. При предварительной разведке; Д. При эксплуатационной разведке.

62. Оценка эксплуатационных запасов по категории С₁ проводится:

- А. При г/г съемке 1:200000;
- Б. При г/г поисках;
- В. При предварительной разведке;
- Г. При детальной разведке;
- Д. При эксплуатационной разведке.

63. Эксплуатационные скважины проходятся:

- А. После проведения поисков;
- Б. При проведении предварительной разведки;
- В. При любых исследованиях;
- Г. После проведения детальной разведки;
- Д. После проведения предварительной разведки.

64. Составление конструкции г/г скважины начинается с:

- А. Выбора водоподъемника;
- Б. Выбора фильтра;
- В. Выбор и расчет тампонажа;
- Г. Выбор объекта водоподъемных труб; Д. Выбор диаметров труб.

65. Выбор типа фильтра зависит от:

- А. Расчетного дебита скважин;
- Б. Минерализации воды;
- В. Глубины установки фильтра;
- Г. Литологии пород;
- Д. Вариант А и Б;
- Е. Вариант В и Г.

66. Ударно-механический способ бурения г/г скважин применяется при бурении:

- А. Неглубоких скважин;
 - Б. Скважин в песках;
 - В. Скважин в глинистых грунтах;
 - Г. В скальных грунтах;
 - Д. Вариант А и Б;
 - Е. Вариант В и Г.
67. Глинизация стенок г/г скважин необходима для:
- А. Закрепления стенок скважины;
 - Б. Увеличении коммерческой скорости бурения;
 - В. Увеличения продуктивности скважины;
 - Г. Снижение затрат на бурения;
 - Д. Улучшение качества воды.
68. Безфильтровые скважины устраиваются в:
- А. Гравийно-галечниках;
 - Б. Песках;
 - В. Глинах;
 - Г. Трещиноватых грунтах;
 - Д. В любых грунтах.
69. При составлении конструкции г/г скважин смена диаметров предполагает их уменьшение на:
- А. 10-20 мм;
 - Б. 20-30 мм;
 - В. 30-70 мм;
 - Г. 50-100 мм;
 - Д. 70-120 мм.
70. Разглинизация г/г скважин необходима:
- А. Для восстановления водоотдачи пласта;
 - Б. Для увеличения срока службы скважины;
 - В. Для улучшения качества воды;
 - Г. Для повышения скважности фильтра; Д. Для повышения дебита скважины.
71. Продолжительность пробных откачек:
- А. 1-2 сут;
 - Б. 5-10 сут;
 - В. 10-15 сут;
 - Г. Не ограничено;
 - Д. В зависимости от задач проекта.
72. Продолжительность опытных одиночных откачек:
- А. 1-2 сут;
 - Б. 5-10 сут;
 - В. 6-15 сут;
 - Г. Не ограничивается;
 - Д. В зависимости от задач проекта.
73. Продолжительность опытных кустовых откачек:
- А. 1-2 сут;
 - Б. 5-10 сут;
 - В. 6-15 сут;
 - Г. 1-4 мес.;
 - Д. В зависимости от задач проекта.
74. Продолжительность опытно-эксплуатационной откачки составляет:
- А. 1-2 сут;
 - Б. 5-10 сут;
 - В. 6-15 сут;
 - Г. 1-4 мес.;
 - Д. В зависимости от задач проекта.
75. Тип водоподъемника выбирают исходя из:
- А. Максимального ожидаемого дебита;
 - Б. Максимального динамического уровня;
 - В. Продолжительности откачки;
 - Г. Наличия электроэнергии;

- Д. Всех перечисленных условий.
76. Производительность эрлифта зависит от:
- А. Глубины погружения форсунки;
 - Б. Минерализации воды;
 - В. Литологии водоносного горизонта;
 - Г. Конструкции скважины;
 - Д. Всех перечисленных причин.
77. Дебит скважины можно замерить:
- А. Объемным методом;
 - Б. Водосливом;
 - В. Дебитомером;
 - Г. Водосчетчиком;
 - Д. Всеми перечисленными методами.
78. Для определения K_f для гравийно-галечников зоны аэрации применим:
- А. Наливы методом Нестерова;
 - Б. Наливы методом Болдырева;
 - В. Наливы методом Гиринского;
 - Г. Наливы методом Биндемана;
 - Д. Откачки.
79. Опережающее опробование позволяет:
- А. Повысить точность при опробовании;
 - Б. Детально изучить разрез;
 - В. Своевременно выявить водоносные горизонты;
 - Г. Уменьшить стоимость опробования;
 - Д. Получить дополнительную информацию при опробовании.
80. Основными показателями режима п.в. являются:
- А. Гидродинамические;
 - Б. Гидрогеохимические;
 - В. Геотермические;
 - Г. Вариант А и В;
 - Д. Все перечисленные показатели.
81. В состав государственной режимной сети входит:
- А. Контрольная сеть;
 - Б. Специализированная сеть;
 - В. Опорная ключевая сеть;
 - Г. Опорная региональная сеть; Д. Вариант А, В;
 - Е. Вариант В, Г. к
82. Наблюдательные пункты сети должны удовлетворять требованию:
- А. Иметь рациональную и экономически целесообразную конструкцию;
 - Б. Должны быть изолированы от влияния вредных факторов;
 - В. Давать возможность быстро и качественно выполнять наблюдения;
 - Г. Вариант А, В;
 - Д. Все указанные требования.
83. Водный баланс района это:
- А. Разница между поступлением и отгоком н.в. в ед. времени;
 - Б. Количественное соотношение элементов, определяющих питание и расход подземных вод за определенный отрезок времени;

- В. Равенство приходной и расходной части потока на участки;
- Г. Качество воды оставшееся на участке за какой-то промежуток времени;
- Д. Равенство приходных и расходных элементов.

84. Какие требования не выполняются при отборе проб воды из ниже перечисленных:

- А. Перед отбором проб бутылки и пробки не менее 3-х раз ополаскивают отбираемой водой;
- Б. Между водой и пробкой оставляют воздушное пространство не менее 2 см;
- В. Пробы отбирают в стеклянную или полиэтиленовую посуду со стеклянными, резиновыми или пробковыми пробками;
- Г. В пробу добавляются 1-2 мл концентрированной серной кислоты;
- Д. Бутылки снабжаются 2мл паспортами пробы.

85. Для расчленения литологического разреза скважин используют:

- А. Термокаротаж;
- Б. Резистивометрию;
- В. Расходомерию;
- Г. Кавернометрию;
- Д. Гамма-каротаж.

86. Единицы измерения естественных запасов н.в.

- | | | |
|----------------------------|-----------|------------------------------|
| А. м^3 ; | Б. л/с; | В. $\text{м}^3/\text{сут}$; |
| Г. $\text{м}^2/\text{с}$; | Д. м/сут. | |

87. Гидродинамический метод оценки эксплуатационных запасов н.в. применяется:

- А. Для сравнительно простых г/г условий;
- Б. Для месторождений I и II гр.;
- В. Для месторождений III гр.;
- Г. Для любых месторождений;
- Д. Вариант Б, В.

88. Гидравлический метод оценки эксплуатационных запасов н.в. применяется:

- А. Для сравнительно простых г/г условий;
- Б. На месторождениях I и II гр.;
- В. На месторождениях III гр.;
- Г. Для любых месторождений;
- Д. Вариант Б, В.

89. Какой из перечисленных методов оценки эксплуатационных запасов п.в. указан не верно:

- А. Гидродинамический;
- Б. Гидравлический;
- В. Балансовый;
- Г. Статистический;
- Д. Метод математического моделирования.

90. Какой из признаков не является характерным для месторождения речных долин?

- А. Мощная толща песчано-галечника;
- Б. Близкое залегание УГВ от поверхности;
- В. Неоднородность фильтрационных свойств;
- Г. Активная связь с поверхностными водами;
- Д. Широкий фронт естественного потока н.в.

91. Запасы по категории C_2 оцениваются по результатам:

- А. Поисков;

- Б. Съёмки на 1:200000;
- В. Предварительной разведки;
- Г. Детальной разведки;
- Д. Эксплуатационной разведки.

92. Запасы по категории C_1 оцениваются по результатам:

- А. Поисков;
- Б. Съёмки на 1:200000;
- В. Предварительной разведки;
- Г. Детальной разведки;
- Д. Эксплуатационной разведки.

93. Единица измерения естественных ресурсов:

- А. m^3 ;
- Б. m^2 ;
- В. $m^2/сут.$
- Г. $m^3/с$;
- Д. $m/сут.$

94. Недопустимо содержание в питьевой воде:

- А. F;
- Б. Br;
- В. NO_2 ;
- Г. Hg;
- Д. Fe.

95. Запасы по категории А+В оцениваются по результатам:

- А. Поисков;
- Б. Съёмки на 1:200000;
- В. Предварительной разведки;
- Г. Детальной разведки;
- Д. Вариант В и Г.

96. Более точно г/г параметры получают при:

- А. Лабораторных исследований;
- Б. Исп. Расчетных зависимостей;
- В. Опытных одиночных откачках;
- Г. Пробных откачках;
- Д. Опытных кусковых откачках.

97. Метод оценки эксплуатационных запасов (математическое моделирование) используется для:

- А. Проверки расчетных зависимостей;
- Б. В случаях когда г/г не укладываются в расчетные схемы;
- В. Снижение себестоимости работ;
- Г. В простых г/г условиях;
- Д. По усмотрению проектировщиков

98. Балансовый метод оценки эксплуатационных запасов используется:

- А. На ограниченных по площади структурах;
- Б. В случае большой водопроницаемости пород;
- В. При глубоком залегании в/д горизонтов;
- Г. Вариант Б и В;
- Д. Вариант А и Б.

99. К сложным гидрогеохимическим условиям относятся месторождения которые имеют:

- А. 1-2 градации минерализации при глубоком залегании УГВ;
- Б. 1-2 градации минерализации при неглубоком залегании УГВ;
- В. >5 градации минерализации при глубоком замечании УГВ;
- Г. >5 градации минерализации при неглубоком замечании УГВ;
- Д. Во всех указанных случаях.

100. К сложным в г/г отношении условиям относится месторождение:

- А. Речных долин;
- Б. Конуса выноса;
- В. линза пресных вод;
- Г. Трещенно-карстовые воды;
- Д. Воды в озерных отложениях.

Ключи к вопросам

№	А	Б	В	Г	Д	№	А	Б	В	Г	Д	Е	№	А	Б	В	Г	Д	Е
1.	0					34.					0		68.				0		
2.				0		35.		0					69.				0		
3.		0				36.		0					70.	0					
4.	0					37.	0						71.	0					
5.					0	38.				0			72.		0				
6.	0					39.				0			73.			0			
7.		0				40.	0						74.				0		
8.			0			41.			0				75.					0	
9.		0				42.					0		76.	0					
10.				0		43.			0				77.					0	
11.					0	44.						0	78.		0				
12.	0					45.	0						79.				0		
13.			0			46.	0						80.					0	
14.	0					47.				0			81.						0
15.			0			48.		0					82.					0	
16.		0				49.	0						83.		0				
17.					0	50.					0		84.				0		
18.			0			51.				0			85.					0	
19.				0		52.		0					86.	0					
20.		0				53.						0	87.		0				
21.					0	54.				0			88.			0			
22.	0					55.		0					89.				0		
23.					0	56.		0					90.			0			
24.					0	57.				0			91.	0					
25.				0		58.				0			92.			0			
26.			0			59.			0				93.				0		
27.			0			60.			0				94.				0		
28.		0				61.		0					95.				0		
29.		0				62.			0				96.					0	
30.	0					63.				0			97.		0				
31.					0	64.	0						98.					0	
32.			0			65.						0	99.				0		
33.		0				66.					0		100.				0		
						67.	0												

Рекомендуемая литература

1. А.И.Арцев «Инженерно-геологические и гидрогеологические исследования для водоснабжения и водоотведения». Изд. «Недра». Москва, 1979г.
2. ред.Альтовский М.Е. «Справочник гидрогеолога». М.Недра, 1962г.
3. А.С.Белицкий, В.В.Дубровский. «Проектирование разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения». Изд. «Недра». Москва, 1974г.
4. Под ред. Биндеман Н.Н. «Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения» М. «Недра», 1969г.
5. Биндеман Н.Н. «Оценка эксплуатационных запасов подземных вод». М.Геолтехиздат, 1963г.
6. ред.Башкирова Б.Н. «Справочник по бурению скважин на воду». М.Недра, 1979г.
7. Волков А.С. «Машинист буровой устатновки». М «ВИЭМС». 2003г.
8. Волков С.А., Волков А.С. «Справочник по разведочному бурению». М.1963г.
9. Гавич И. К., Лучшеева А. А., Семенова-Ерофеева С. М. «Сборник задач по общей гидрогеологии». М.: Недра, 1985.
10. Гордеев П.В. В.А. Шемелина, О.К. Шулякова «Гидрогеология» М. «Высшая школа», 1990г.
11. Гордеев П.В. В.А. Шемелина, О.К. Шулякова «Руководство к практическим занятиям по гидрогеологии». М. «Высшая школа», 1981г.
12. Егоров Н.Г. «Бурение скважин в сложных геологических условиях». Тула. 2006г.
13. Завалей В.А. «Поиски и разведка подземных вод». Алма-Ата. 2002г.
14. «Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод», Алма-Ата 1997г.
15. П.П.Климентов. «Методика гидрогеологических исследований», «Гостеолтехиздат». М.1961г.
16. П.П.Климентов. «Методика гидрогеологических исследований». Изд. «Высшая школа». М.1978г.
17. Климентов П. П. «Общая гидрогеология». М.: Высшая школа, 1980.
18. Климентов О. П., Кононов В. М. «Динамика подземных вод». М.: Высшая школа, 1986
19. ред.Максимов В.М. «Справочная руководство гидрогеолога». Том 1,2. Л.Недра, 1967г.
20. ред.Максимова В.М. «Справочник руководство гидрогеолога». Том1. Л.1979г.
21. ред.Максимова В.М. «Справочник руководство гидрогеолога». Том2. Л.1979г.
22. «Методические указания по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод месторождения питьевых и технических вод», Алма-Ата, 1997г.
23. «Методические указания по содержанию, оформлению и порядку представления в ГКЗ РК и ТКЗ материалов по подсчету эксплуатационных запасов подземных вод», Алма-Ата 1997г.
24. «Методическое руководство по гидрохимическим поискам рудных месторождений». Изд. «Недра». М.1973г.
25. Ред. Соловьев Н.В. «Бурение разведочных скважин». М. «Высшая школа» 2007г.
26. «Справочное руководство гидрогеолога». Ленинград. Изд. «Недра». т.І, ІІ. 1979г.
27. «Методические указания по геохимической оценке и картированию подземных вод». Изд. «ВестТенГео». Москва, 1977г.
28. «Методические рекомендации по гидрогеологическому методу поисков в условиях горных районов Востока СССР». Изд. «Недра». М.1975г.
29. Скабалланович И.А. «Гидрогеологические расчеты по динамике подземных вод». М. 1960г.
30. А.Г.Тесля. «Гидрогеологические наблюдения при бурении и опробований скважин на воду». Изд. «Недра». Москва, 1970г.