

Нефтегазовая гидрогеология

Лекция 9. Гидрогеологические изыскания и исследования

Щербакова Наталья Сергеевна,

Доцент кафедры динамической геологии и гидрогеологии

1

e-mail: natalya.sher.2020@gmail.com

План занятий по курсу

№	Тема лекции	Контроль
---	-------------	----------

1 Введение в дисциплину (история возникновения науки, ученые; приведение примера по практической значимости науки).
Условия нахождения и виды вод в горных породах, условия залегания вод в земной коре

К.т. 1

2 Основы гидрохимии

~~3 Элементы гидрогеомеханики. Формирование водных растворов в литосфере~~

4 Формирование водных растворов в литосфере – продолжение

5 Органическое вещество и микроэлементы в водах НГ бассейнов

6 Гидрогеологические условия миграции, аккумуляции, консервации и деструкции нефти и газа

К.т. 2

7 Резервуары подземных вод

8 Основы гидрогеотермии. Полезные воды и техногенез в недрах

9 **Гидрогеологические изыскания и исследования**

10 Палеогидрогеология

11 Нефтегазопромысловая гидрогеология

12 Нефтегазопромысловая гидрогеология

~~13 Гидрогеологические исследования при разработке нефтяных и газовых~~

К.т. 3

~~месторождений на примере ЗСМБ. Проблемы ППД и сохранения промышленных~~

Гидрогеологические изыскания и исследования:

- Гидрогеологические съемки
- Гидрогеологическое изучение разрезов скважин
- Опробование водоносных горизонтов
- Принципы оценки запасов вод в земной коре
- Понятие о режиме вод в недрах и гидрорежимных наблюдениях

Природные воды – полезное **ископаемое**

Природные воды – **источник информации** о геологической характеристике исследуемой территории (к примеру, индикатор наличия залежей различных полезных ископаемых)

Геологические и гидрогеологические съемки решают следующие **задачи**:

- поиски и разведка подземных вод
- выяснение вопросов наличия вод в недрах
- определение качества, условий залегания, движения, режима, запасов вод и т.д.

Гидрогеологические съемки

- Гидрогеологические исследования зачастую ведутся в ходе проведения геологосъемочных работ

Под **гидрогеологическими съемками** понимаются научно-производственные исследования, как полевые, так и камеральные, с целью **составления гидрогеологических карт**, представляющих собой отражение **естественных гидрогеологических структур** на исследуемой территории

В зависимости от масштаба составления карт различают съемки:

- **мелкомасштабную** (1:1 000 000 – 1:500 000) – обзорная; проводится в неизученных или слабо изученных районах с целью выяснения общих гидрогеологических условий и составления гидрогеологической карты того же масштаба
 - **среднемасштабную** (1:200 000 – 1:100 000) – является основной при гидрогеологическом изучении территории
 - **крупномасштабную** (1:50 000 – 1:25 000)
 - **детальную** (крупнее 1:25 000)
- Площадные и детальные, имеют специальное назначение (изыскания для водоснабжения, строительства и т.п.)

Гидрогеологические съемки

По степени гидрогеологической открытости выделяются районы **открытые**, **полузакрытые** и **закрытые**:

Открытые районы: тяготеющие к горным массивам, где эродирована значительная часть разреза и возможно прямое гидрогеологическое изучение водовмещающих и водоупорных горизонтов по их выходам на земную поверхность

Полузакрытые районы характеризуются эрозией покровных образований и частично подстилающих их пород. К ним относятся предгорья, лавовые нагорья, антеклизы, где прямое гидрогеологическое изучение по обнажениям и водопроявлениям весьма ограничено

В закрытых районах эродированы в основном покровные образования (предгорные и межгорные впадины, краевые прогибы, синеклизы). Здесь для съемки применяются главным образом геофизические методы и картировочное бурение

Гидрогеологические съемки

- В результате проведение гидрогеологической съемки составляется **гидрогеологическая карта**, дополненная гидрогеологическими разрезами, пояснительной запиской (физико-географический очерк района, климат, геоморфология, геология, описание подземных вод) и другой дополнительной графикой (фото, рисунки)
- Принято составлять гидрогеологические карты фактического материала, карты общей водоносности, карты водоносности отдельных горизонтов, карты гидроизогипс для грунтовых вод, карты гидроизопьез для напорных вод, различные гидрохимические карты и т.д.
- Гидрогеологические исследования, проводимые в процессе поисков, разведки и разработки залежей нефти, имеют свою специфику, четко подразделяются **нефтегазопоисковые** и **нефтегазопромысловые** исследования.
- При поисках нефти и газа на отдельных этапах поисковых работ могут применяться гидрогеохимические съемки и тематические работы по изучению имеющихся гидрогеологических материалов

Гидрогеологические съемки

- **Нефтегазопроисковые** гидрогеологические исследования должны иметь обоснование в виде гидрогеологического районирования, т.е. выделения бассейнов подземных вод
- Определяя **перспективы нефтегазоносности** по гидрогеологическим показателям, следует брать эти показатели по всему гидрогеологическому бассейну с целью выявления нефтегазоносных пластов, зон сохранности УВ и оконтуривания залежей
- Применение гидрогеохимических съемок позволяет выявлять гидрогеохимические аномалии, т.е. **наличие ловушек УВ**
- При изучении **гидрогеологии нефтяных и газовых месторождений** обычно составляется ряд гидрогеологических карт для различных водоносных горизонтов и комплексов. При этом для каждого из указанных объектов составляются карты гидроизопьез и различные гидрогеохимические карты (минерализации, различных классификационных характеристик, распределения основных ионов, их соотношений, газонасыщенности, газового состава и т.д.): все

Гидрогеологическое изучение разрезов скважин

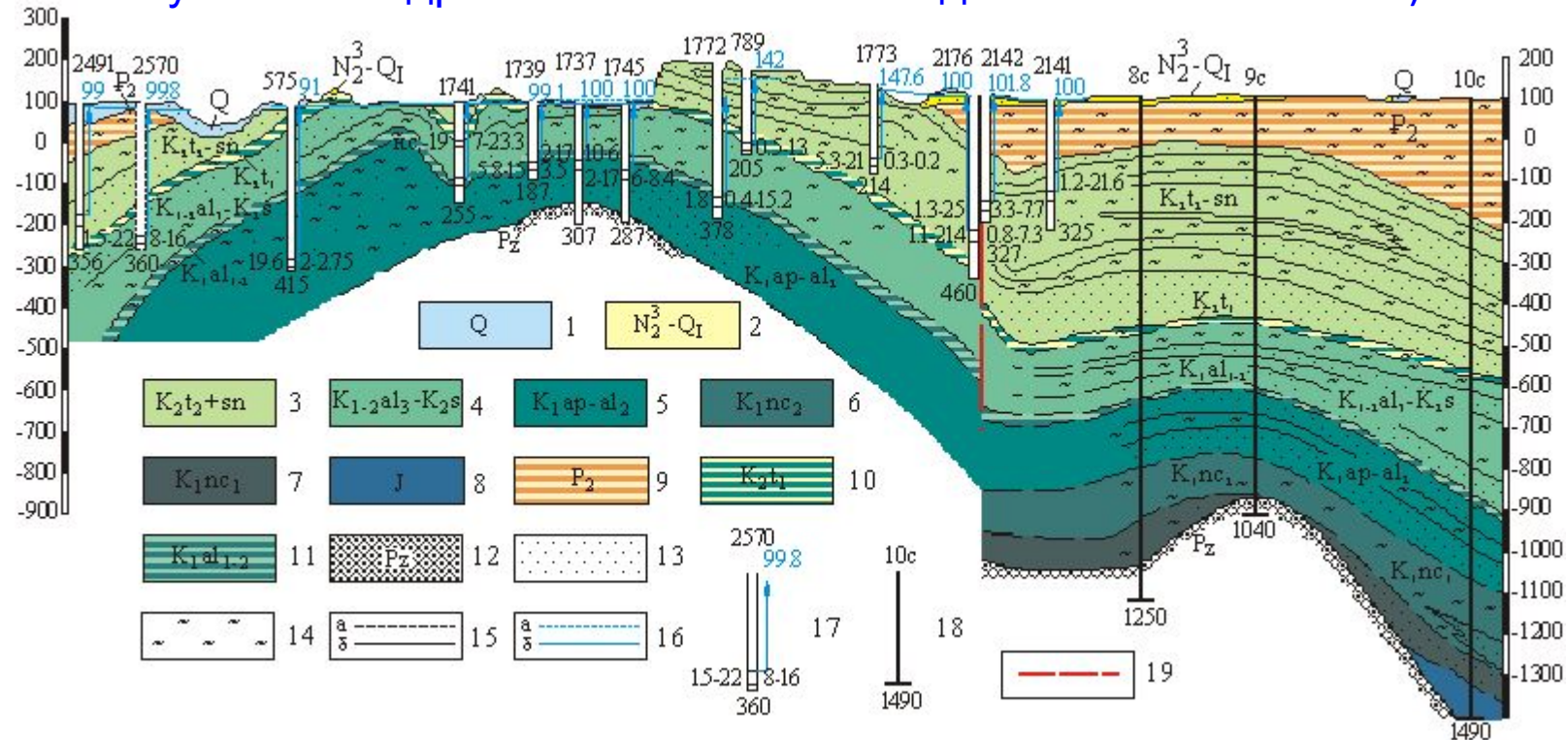
- **Бурение скважин** с последующим **опробованием водоносных горизонтов** является основным способом разведки. Пробуренные скважины служат для эксплуатации вод

- При разведочном бурении на грунтовые воды в скважинах проводят **замеры уровней**, по данным которых строятся карты гидроизогипс, отражающие рельеф уровенной поверхности грунтовых вод. Ведутся наблюдения за **направлением и скоростями грунтовых потоков** (с помощью индикаторов)

- Весьма важное значение имеют **геофизические измерения** в скважинах (электрометрия – опр. наличие горизонтов с водой разной минерализации; нейтронный

Гидрогеологический разрез по линии скважин

с нанесением минерализации, температуры вод; дебита, направления напора, пьезометрического уровня (по результатам изучений в гидрогеологических наблюдательных скважинах)

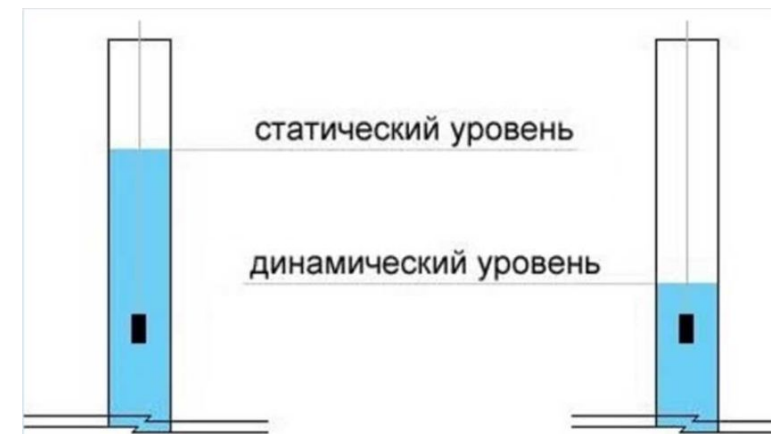


По данным **бурения** создается представление о гидрогеологическом разрезе, определяются **водоносные комплексы и горизонты**, **глубина их залегания и мощность**, **литологический состав**

Опробование водоносных горизонтов

Опробование водоносных горизонтов заключается в

- определении статических уровней и пластовых давлений дебитов,
 - определении производительности водоносного горизонта,
 - взятии проб на определение ионно-солевого и газового составов,
 - температурных замерах для определения необходимых гидродинамических параметров пласта
- Данные наблюдения предпочтительнее делать в **пьезометрических скважинах**, которые должны обладать **постоянством состава воды** и **хорошей сообщаемостью с пластом**
- Либо исследования проводят **в длительно простаивающих скважинах**, начиная с определения уровня и отбора пробы воды из приуровненного слоя
- С помощью **глубинного пробоотборника** в 4-5 точках ствола скважины, расположенных на равном расстоянии друг от друга, производится отбор воды и с помощью ареометра или лучше пикнометра

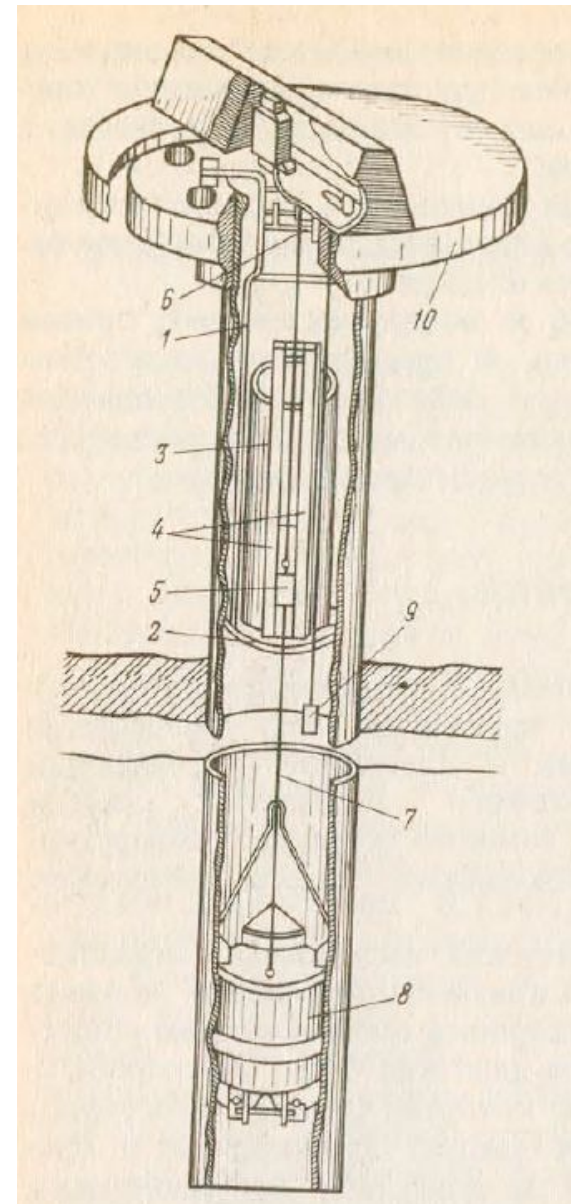


Опробование водоносных горизонтов

- Комплекс перечисленных операций и задач называется **исследованием скважин** и осуществляется различными аппаратами, как правило, спускаемыми в скважину
- Для постоянной записи колебаний уровня воды в скважинах применяются пьезографы и лимниграфы
- Широко распространенный **пьезограф В.П. Яковлева**; закрепляется в устьевой части скважины; автоматически записывает колебания уровня с большой точностью

Пьезограф В.П. Яковлева, установленный на устье скважины:

- 1 — подвесная рама; 2 — основание;
- 3 — барабан; 4 — стойки;
- 5 — перо; 6 — шкиф;
- 7 - проволока; 8 — поплавок;
- 9 — контргруз; 10 - устьевая крышка



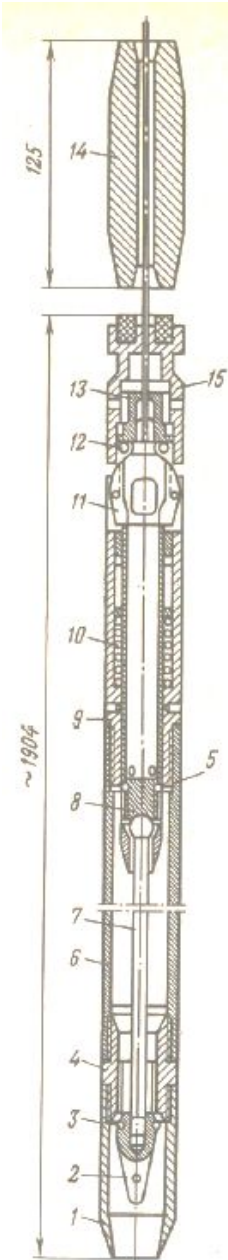
Опробование водоносных горизонтов

- Лимниграф Б.П. Остроумова схож с описанным пьезографом В.П. Яковлева
- В нефтяной гидрогеологии используются и погружные пьезографы ППИ-2 И.М. Иванова
- Наибольшую точность замера колебаний уровня (0,02-0,5 мм) дает прецизионный электроуровнемер П.И. Косолапова. В нем движение поплавка на уровне передается к перу не механически, а электрически
- Для отбора проб из скважины в простейшем случае используется желонка. Глубинные пробы воды с сохранением пластового давления отбирают при помощи глубинных пробоотборников

Опробование водоносных горизонтов

Пробоотборник ПРИЗ-2, предложенный Б.А. Роговым и И.К. Зерчаниновым, представляет собой цилиндр длиной 1,8 м с наружным диаметром 35 мм и рабочим объемом 1000 см³. ПРИЗ-2 не имеет часового механизма и герметизация пробы осуществляется путем спуска по тросу груза, который, ударяя по стакану запорного механизма, отсекает пробу в рабочей камере

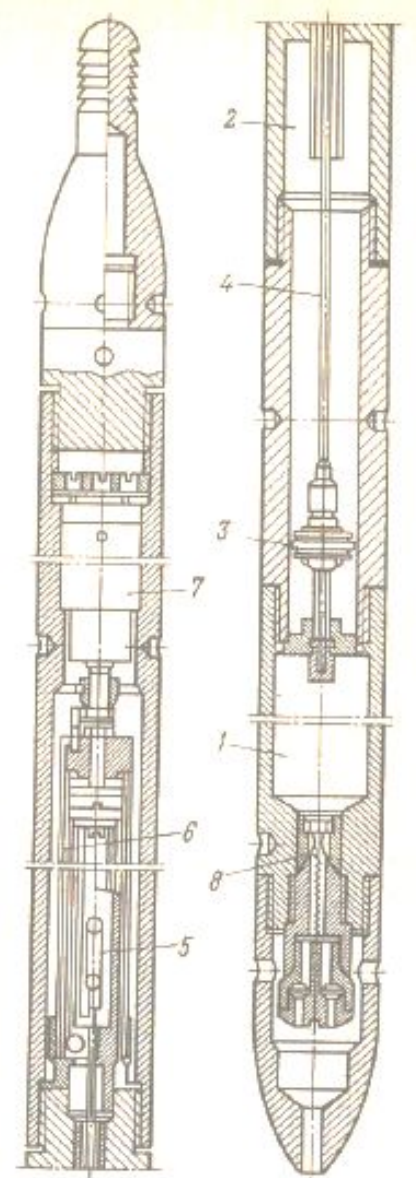
Пробоотборник ПРИЗ-2 Б.А. Рогова и И.К. Зерчанинова:
1 — насадка; 2 — нижний клапан; 3, 5 — резиновые кольца;
4, 9 — посадочные цилиндры; 6 — корпус; 7 — шток; 8 — верхний клапан;
10 — рабочая пружина; 11 — защелка; 12 — пружина;
13 — корпус запорного механизма; 14 — груз; 15 — стакан



Опробование водоносных горизонтов

- Пластовое давление в водяных скважинах определяется расчетным путем по положению статического уровня и плотности воды
- Прямое определение пластовых давлений производится глубинными манометрами
- Для снятия кривых восстановления забойного давления после остановки скважины при изучении взаимодействия скважин применяют глубинный самопишущий дифференциальный манометр (ДГМ-4 И.М. Иванова)

Самопишущий глубинный дифференциальный манометр ДГМ-4 конструкции И.М. Иванова:
1,2 — воздушные камеры; 3 — поршень; 4 — штанга;
5 — регистрирующее устройство; 6 — барабан;
7 — часовой механизм; 8 — клапан

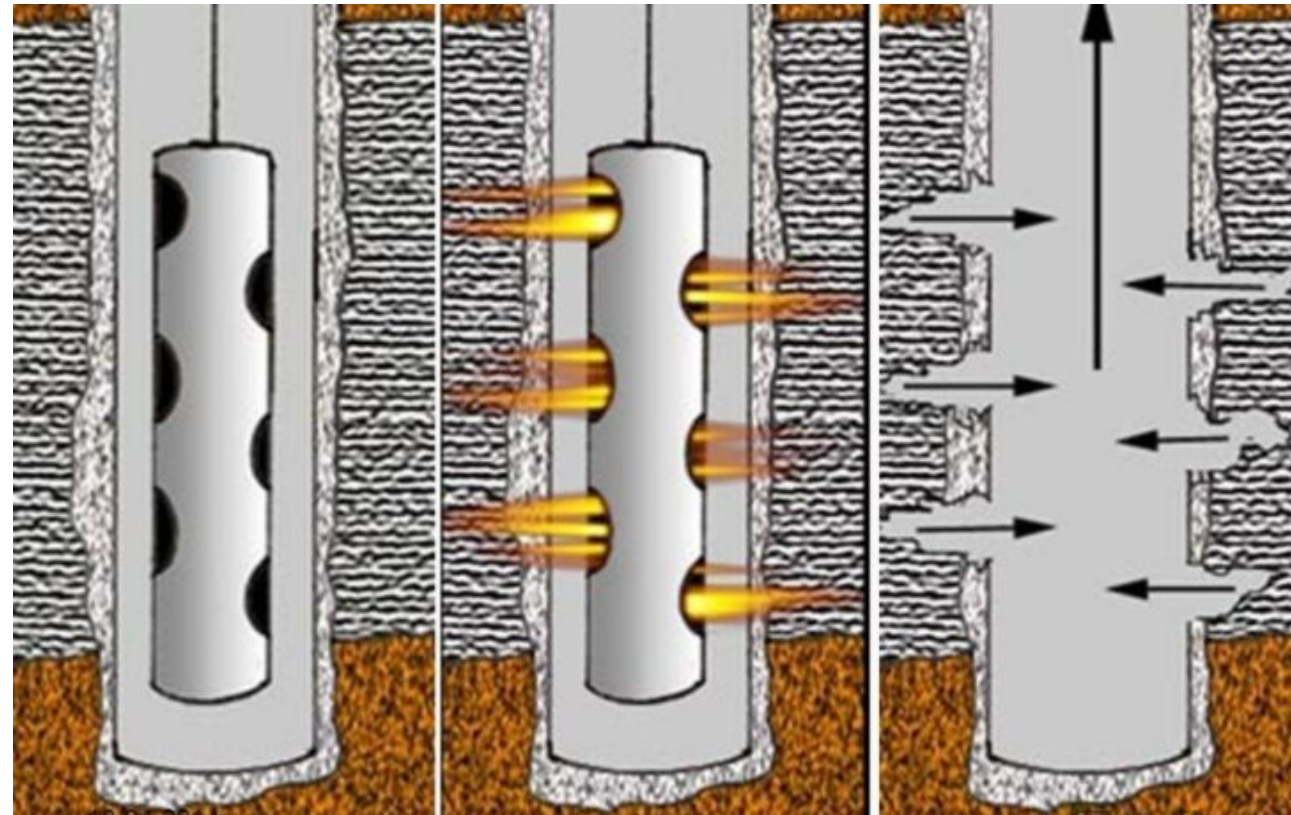


Опробование водоносных горизонтов

- **Температура** в скважине измеряется максимальными термометрами: их действие основано на изменении объема ртути, заключенной в камере, под влиянием температуры. Для спуска термометра в скважину применяются специальные изолирующие гильзы
- При отборе проб растворенного газа для определения температуры воздуха и барометрического давления применяются термометры и барометры-анероиды. Изменения атмосферного давления регистрируются барографами-самописцами
- Опробование пластов, вскрытых при бурении, производится в необсаженных и обсаженных скважинах
- Наиболее полные сведения получают в результате исследований **обсаженных скважин**

Опробование водоносных горизонтов

- В обсаженных скважинах опробуются пласты, перекрытые цементом при затрубной цементации обсадной колонны
- Обсадную колонну и цементное кольцо простреживают с помощью **перфораторов**. Очистка ствола скважины от глинистого раствора производится **промывкой** скважины водой через колонну бурильных или насосно-компрессорных труб



Опробование водоносных горизонтов

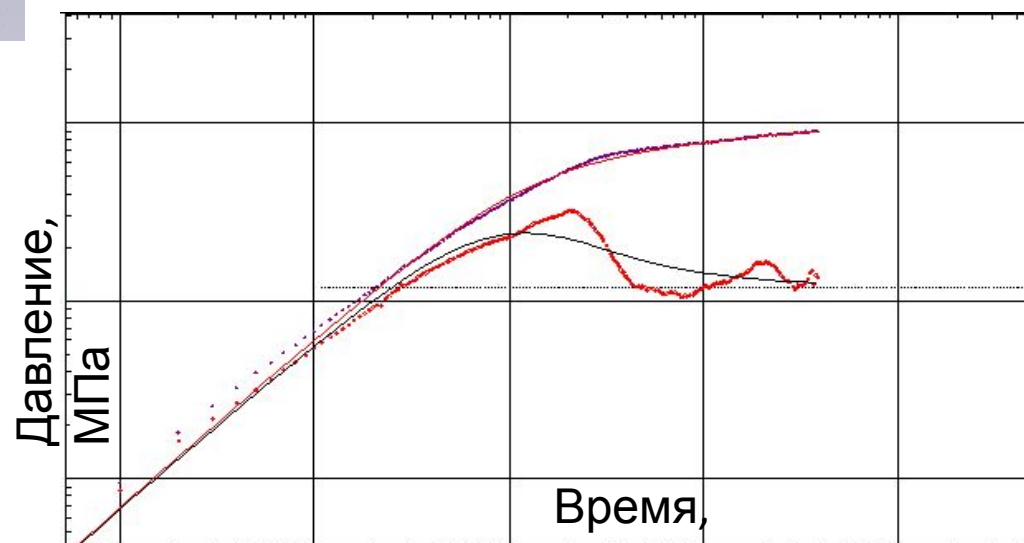
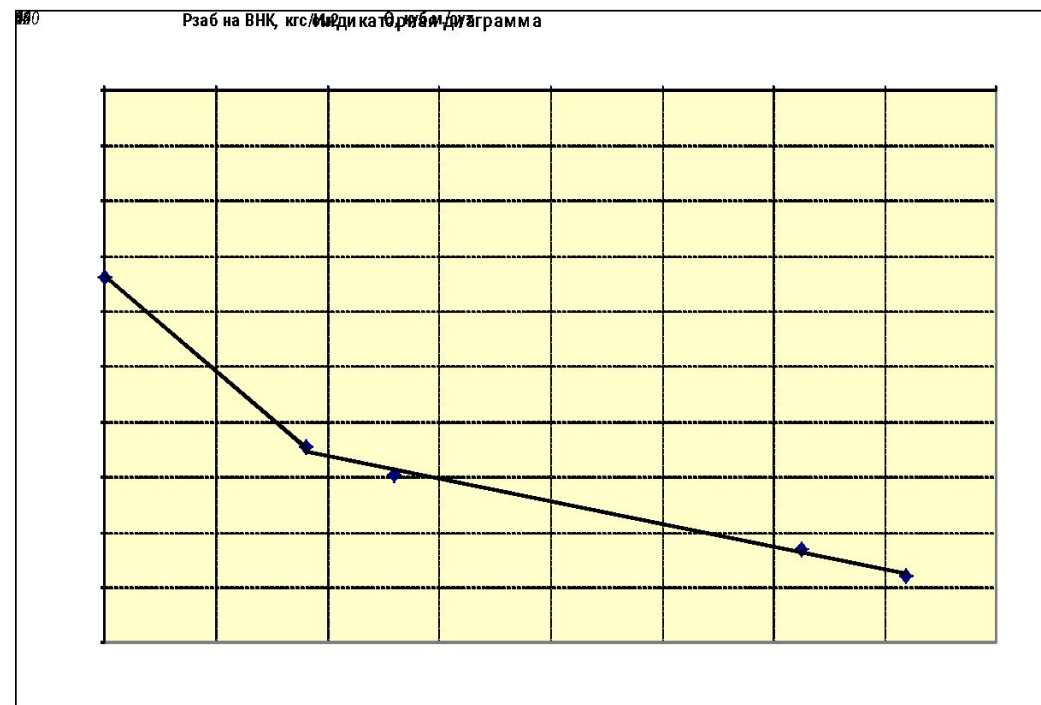
- Для возбуждения пласта с целью вызова притока пластовой жидкости давление столба жидкости в скважине уменьшают с таким расчетом, чтобы пластовое давление превышало противодавление
- Обычно уровень воды в скважине снижают **свабированием** или **компрессорным способом**
 - При **свабировании** используют поршень с обратным клапаном (сваб)
 - При **компрессорном** способе жидкость из скважины извлекается под действием сжатого воздуха. Для предотвращения дегазации пластовой воды в скважине оставляют столб воды, обеспечивающий большее противодавление по сравнению с давлением насыщения растворенных газов

Опробование водоносных горизонтов

- Исследование скважин методом установившихся отборов (на нескольких режимах, которые регулируются штуцерами на устье скважины)
- Определяется коэффициент продуктивности:

$$\sum \eta_2 = \frac{Q_2 - Q_1}{\Delta P_2 - \Delta P_1}$$

- По полученным замерам восстановления уровня (давления) во времени строится кривая восстановления уровня (давления) – КВД/КВУ



Опробование водоносных горизонтов

- После выравнивания уровня замеряется **газонасыщенность** пластовой воды и отбираются пробы воды с растворенным газом с помощью пробоотборников
- Геотермические условия наблюдаются в скважинах, находящихся в покое не менее 15 суток. **Замер температуры** производится термометрами через равные интервалы по всему стволу скважины.
- Определение общей **щелочности**. Определение сульфидов и сероводорода является надежным только при его проведении непосредственно на месте отбора пробы (определение ведется

В окислении иодом)
в зависимости от места отбора, состояния скважины и способа ее эксплуатации результаты анализа пластовых вод могут существенно различаться

Опробование водоносных горизонтов

- Для прямого определения **давления насыщенной** (упругости) $P_{нас}$ водорастворенных газов используется следующий метод
- Для этого в 4—5 точках ствола скважины с помощью глубинных пробоотборников определяется газонасыщенность воды
- По полученным данным строятся графики изменения газонасыщенности с глубиной. Графики могут быть двух типов:

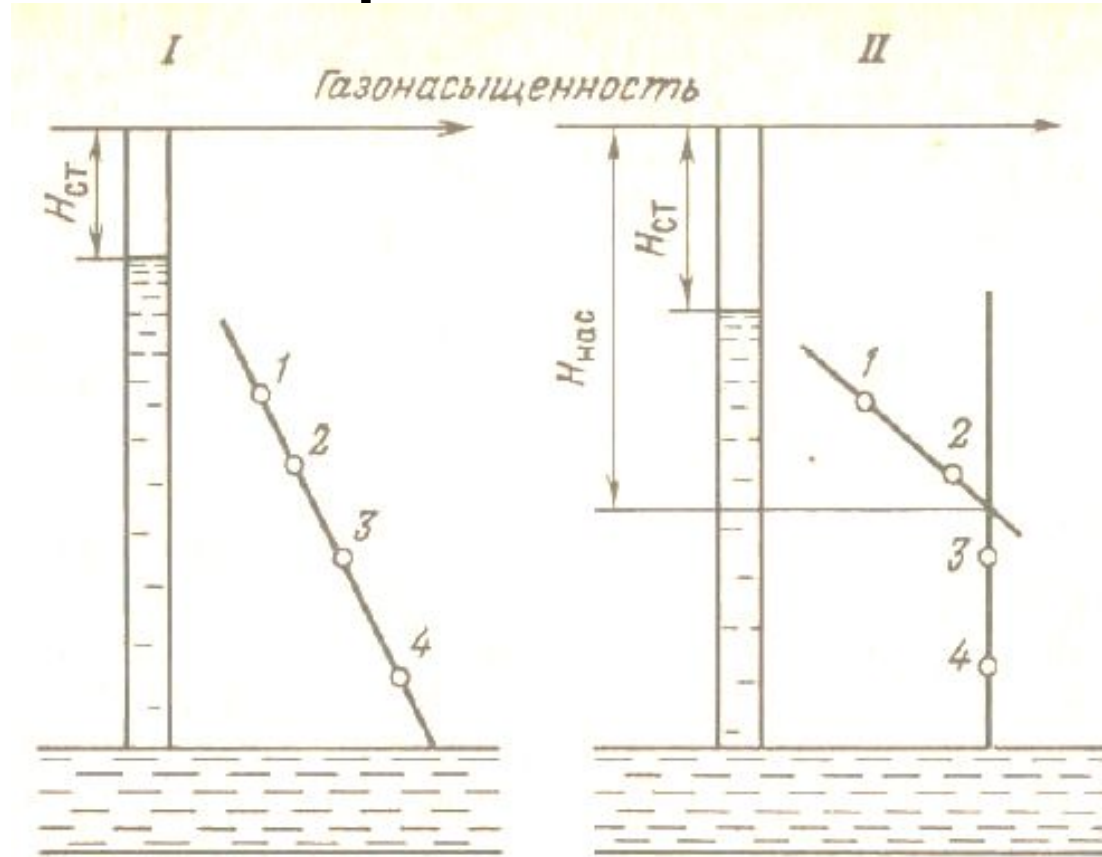


График изменения газонасыщенности воды по глубине скважины

Принципы оценки запасов вод в земной коре

- Воды в отличие от других полезных ископаемых (твердых, нефти и газа) имеют особенности, не позволяющие оценивать целесообразность их использования по величине запасов
- **Главной особенностью** запасов литосферных вод (преимущественно пресных) по сравнению с запасами других полезных ископаемых **является частичная возобновляемость**, обусловленная их **подвижностью**
- Эксплуатация пресных вод во многих случаях является фактором, вызывающим не только их расходование, но и **пополнение**, связанное с изменением условий водообмена
- **Дополнительное питание вод** земной коры возможно *в результате водохозяйственных мероприятий*

Принципы оценки запасов вод в земной коре

- Другой особенностью вод как полезного ископаемого является **непрерывность их потребления**, что вызывает необходимость постоянного отбора воды из недр в заданном количестве. Отбор воды из недр может осуществляться водозаборными сооружениями (в основном скважинами), производительность которых определяется фильтрационными свойствами пород, глубиной уровня, а также техническими условиями эксплуатации

Принципы оценки запасов вод в земной коре

Запасы и ресурсы вод в недрах подразделяются на:

- 1) Естественные
- 2) Искусственные
- 3) Привлекаемые
- 4) Эксплуатационные

Принципы оценки запасов вод в земной коре

Под **естественными** (емкостными) запасами понимается объем гравитационной воды, заключенной в порах и трещинах водовмещающих пород. Для напорных вод к естественным запасам относятся также упругие запасы: объем воды, который может быть извлечен из пластов при снижении уровня вод за счет упругих свойств воды и горных пород

Естественные ресурсы — это количество вод, поступающих в водоносный горизонт в естественных условиях путем инфильтрации атмосферных осадков, фильтрации из рек, перетекания из выше- и нижерасположенных водоносных горизонтов, притока со смежных территорий

Принципы оценки запасов вод в земной коре

Искусственные запасы — это объем вод в пласте, сформировавшийся в результате орошения, фильтрации из водохранилищ, искусственного пополнения вод

Искусственные ресурсы — это расход воды, поступающей в водоносный горизонт при фильтрации из каналов и водохранилищ, на орошаемых площадях

Принципы оценки запасов вод в земной коре

Привлекаемые ресурсы — это расход воды, поступающей в водоносный пласт при усилении его питания, вызванном эксплуатацией водозаборных сооружений (возникновение или усиление фильтрации из рек, озер, перетекание из смежных, обычно расположенных выше водоносных горизонтов, и т.п.).

Принципы оценки запасов вод в земной коре

Понятия "**эксплуатационные запасы**" и "*эксплуатационные ресурсы*" вод являются в сущности синонимами

Под ними понимается то количество вод, которое может быть получено рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями при заданном режиме эксплуатации и при качестве воды, удовлетворяющем требованиям в течение всего расчетного срока водопотребления

Принципы оценки запасов вод в земной коре

Для понимания **структуры эксплуатационных запасов** литосферных вод используется **балансовое уравнение**:

$$Q_3 = a_1 Q_e + a_2 (V_e/t) + a_3 Q_{и} + a_4 (V_{и}/t) + Q_{пр}$$

Q_3 — эксплуатационные запасы (ресурсы)

$Q_e, Q_{и}$ — соответственно естественные и искусственные ресурсы

$V_e, V_{и}$ — соответственно естественные и искусственные запасы

$Q_{пр}$ — привлекаемые ресурсы

t — время, на которое рассчитываются эксплуатационные запасы подземных вод

α — коэффициенты использования соответственно естественных ресурсов, естественных запасов, искусственных ресурсов и искусственных запасов

- Эксплуатационные запасы вод могут быть обеспечены источниками формирования или на определенный период эксплуатации, или на неограниченное время
- Структура эксплуатационных запасов определяется **гидрогеологической и гидрологической обстановкой**, характерной для каждого типа месторождений вод в земной коре

Принципы оценки запасов вод в земной коре

При оценке эксплуатационных запасов вод в недрах решаются следующие основные задачи:

1. Определение возможной **производительности** водозабора при заданном понижении уровня и заданном режиме эксплуатации
2. Выбор наиболее **рациональных схемы, типа водозабора** (количество водозаборных сооружений — в основном скважин, система их размещения, расстояния между ними, расходы отдельных сооружений, максимальная глубина динамического уровня)
3. **Обоснование** того, что в процессе эксплуатации **качество** вод будет **отвечать установленным требованиям**

Понятие о режиме вод в недрах и гидрорежимных наблюдениях

Под **режимом вод** обычно понимают изменчивость во времени их химического состава, температуры, уровней, напоров

Факторы, определяющие режим вод, могут быть

- экзогенными (метеорологические, гидрологические)
- эндогенными (геодинамические)
- техногенными (или антропогенными)

Данные режимообразующие факторы сказываются в первую очередь на гидродинамическом (а также температурном) режиме вод в недрах

Однако происходящие при этом изменения условий водообмена могут вызывать перетоки вод из одних горизонтов в другие и т.п., что влечет за собой и изменения химического состава водных растворов

Гидрорежимные наблюдения необходимы для уточнения проектов и рационализации водозаборов, уточнения запасов вод и рассолов, обоснования мер по охране вод, геологической и окружающей среды

The image shows a field of oil pumpjacks (jack-o'-lanterns) silhouetted against a bright, hazy sky at sunset or sunrise. The sun is positioned behind one of the pumpjacks, creating a lens flare effect. The ground is a flat, open field with some distant structures and trees visible on the horizon.

Спасибо за внимание!