

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 18.06.2024 12:44:58  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

## Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине

### Подземная гидродинамика, 7 семестр

Код, направление подготовки	03.03.02
Направленность (профиль)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	Кафедра экспериментальной физики

Типовые задания для контрольной работы:

#### 1. Фильтрационно-емкостные параметры коллекторов

##### Задание 1

Для величины пористости  $m=30\%$  (для 1 варианта) и диаметра частиц  $d=0,20$  мм определить удельную поверхность  $S_{уд}$  фиктивного грунта, радиус пор идеального грунта  $R$ , проницаемость  $k$  идеального грунта, удельную поверхность и проницаемость реального грунта.

##### Задание 2

Куб с ребром 1м наполнили шарами диаметром 10 см каждый, а куб с ребром 1 см точно также уложили шарами диаметром 1 мм каждый. Пористость, какой засыпки больше? Ответ обоснуйте.

#### 2. Закон Дарси

##### Задание 1

Определить коэффициент фильтрации, проницаемость и скорость фильтрации, если известно, что площадь поперечного сечения горизонтально расположенного образца песчаника  $F=40\text{см}^2$ , длина образца  $L=20$  см, разность давлений на входе жидкости в образец и на выходе  $\Delta h=0,1\text{ат}$ , удельный вес жидкости  $\gamma = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, динамический коэффициент вязкости  $\mu=5$  спз и расход  $Q$  равен 10 см<sup>3</sup>/мин.

Примечание: необходимо учесть, что при стандартных условиях удельный вес жидкости  $\gamma_{рт} = 1360$  кг/м<sup>3</sup>.

##### Задание 2

Определить скорость фильтрации и среднюю скорость движения газа у стенки гидродинамически совершенной скважины, если известно, что приведенный к атмосферному давлению объемный расход газа  $Q_{ат}=0,8$  млрд м<sup>3</sup>/сут, радиус скважины  $r_c=0,12$  м, мощность пласта  $h=30$  м, его пористость  $m=20\%$ , абсолютное давление газа на забое  $p_c=50$  ат.

##### Задание 3

Через два однородных образца пористой среды, содержащих глинистые частицы, с целью определения коэффициента проницаемости и коэффициента фильтрации пропускали:

а) пресную воду при  $t=25^{\circ}\text{C}$  при перепаде давления  $\Delta h = 200$  мм рт. ст. с расходом  $Q=4$  см<sup>3</sup>/мин,

в) соленую воду с удельным весом  $\gamma=1103$  кг/м<sup>3</sup> и вязкостью  $\mu=2$  спз при той же разности давления, что и в первом случае и с расходом  $Q=0,2$  см<sup>3</sup>/с. Размеры образцов: длина  $L=10$  см, площадь поперечного сечения  $F=10$  см<sup>2</sup>.

Найти отношение коэффициентов проницаемости и фильтрации для случаев а и в. В каком из случаев полученные коэффициенты имеют меньшие значения и почему? Ответ обоснуйте.

Учесть, что при температуре  $t=25^{\circ}\text{C}$  для пресной воды  $\gamma=1100$  кг/м<sup>3</sup>,  $\mu=1$ спз, удельный вес жидкости при стандартных условиях

$\gamma_{\text{рт}} = 1360$  кг/м<sup>3</sup>.

#### Задание 4

Определить скорость фильтрации и среднюю скорость движения при плоско-радиальной фильтрации газа к скважине в точке на расстоянии  $r = 20$  м от центра скважины, если давление в этой точке равно  $p = 90$  ат, мощность пласта  $h = 15$  м, пористость его  $m = 30\%$ , а приведенный к атмосферному давлению дебит  $Q_{\text{ат}}=1,5$  млрд м<sup>3</sup>/сут.

### 3. Границы применимости закона Дарси

#### Задание 1

Определить значение числа Рейнольдса по выражениям Павловского, Щелкачева и Миллионщикова у стенки гидродинамически несовершенной по характеру вскрытия нефтяной скважины, если известно, что эксплуатационная колонна перфорирована, на каждом погонном метре колонны прострелено 10 отверстий диаметром  $d_0 = 20$  мм, мощность пласта  $h=10$ м, проницаемость пласта  $k=2$  д, пористость  $m = 20\%$ , коэффициент вязкости нефти  $\eta = 5$  спз, плотность нефти  $\rho = 870$  кг/м<sup>3</sup> и дебит скважины составляет 150 м<sup>3</sup>/сут. Сравнить полученные значения числа Рейнольдса с критическими значениями и сделать соответствующие выводы.

#### Задание 2

Определить радиус призабойной зоны  $r_{\text{кр}}$ , в которой нарушен закон Дарси, при установившейся плоско-радиальной фильтрации идеального газа, если известно, что приведенный к атмосферному давлению дебит скважины  $Q_{\text{ат}}=2$ млрд м<sup>3</sup>/сут, мощность пласта  $h = 20$  м, проницаемость  $k = 1,2$  д, пористость пласта  $m=25\%$ , динамический коэффициент вязкости газа в пластовых условиях  $\eta =0,02$  спз, плотность газа при атмосферном давлении и пластовой температуре  $\rho_{\text{ат}} = 0,7$  кг/м<sup>3</sup>

Примечание. В решении использовать число Рейнольдса по формуле М. Д.

Миллионщикова  $Re_{\text{кр}} = \frac{u_{\text{кр}} \rho \sqrt{k}}{m^{1,5} \mu}$  и за  $Re_{\text{кр}}$  взять нижнее значение  $Re_{\text{кр}} = 0,022$ .

#### Задание 3

Дебит газовой скважины, приведенный к атмосферному давлению при пластовой температуре  $Q_{\text{ат}}=2 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>/сут, абсолютное давление на забое  $p_c=100$ ат, мощность пласта  $h= 20$  м, коэффициент пористости пласта  $m= 25\%$ , коэффициент проницаемости  $k=1,6$  д, средний молекулярный вес газа  $M=18$ , динамический коэффициент вязкости в пластовых условиях  $\eta = 2,5$  спз, температура пласта  $45^{\circ}\text{C}$ .

Определить, имеет ли место фильтрация по закону Дарси в призабойной зоне совершенной скважины радиусом  $r_c= 10$ см. Молекулярный объем газа составляет 22,4 моль/л.

### 4. Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация

### Задание 1

Определить давление на расстоянии 20 и 200 м от скважины при плоскорадиальном установившемся движении несжимаемой жидкости по линейному закону фильтрации. Будем считать, что проницаемость пласта  $k=1,5$  д, мощность пласта  $h=20$  м, давление на забое скважины  $p_c=80$  ат, радиус скважины  $r_c=12,4$  см, коэффициент вязкости нефти  $\mu=6$  спз, плотность нефти  $\rho=0,870$  т/м<sup>3</sup> и весовой дебит скважины  $G=180$  т/сут.

### Задание 2

Определить время  $t$ , за которое частица жидкости подойдет к стенке скважины с расстояния  $r_0=300$  м, проницаемость пласта  $k=1,5$  д, вязкость нефти  $\mu=5$  спз, депрессия во всем пласте радиусом  $R=1$  км составляет  $\Delta p=20$  ат, мощность пласта  $h=20$  м, пористость пласта  $m=25\%$ , радиус скважины  $r_c=10$  см.

### Задание 3

Как изменится дебит скважины  $Q$  при увеличении радиуса скважины втрое?

- 1) Движение происходит по линейному закону фильтрации.
- 2) Фильтрация происходит по закону Краснопольского.

Начальный радиус скважины  $r_c=0,1$  м. Расстояние до контура питания  $R_k=5$  км.

### Задание 4

Найти изменение перепада давления  $\Delta p$  при увеличении радиуса скважины вчетверо, при котором дебит остается прежним. Рассмотреть два случая, как в предыдущем задании. Начальный радиус скважины  $r_c=0,1$  м, расстояние до контура питания  $R_k=1$  км.

### Задание 5

Во сколько раз необходимо увеличить радиус скважины, чтобы дебит ее при прочих равных условиях утроился?

- 1) Движение жидкости происходит по закону Дарси.
- 2) Жидкость фильтруется по закону Краснопольского.

Начальный радиус скважины  $r_c=0,1$  м. Расстояние до контура питания  $R_k=1$  км.

## 5. Движение жидкости в пласте с неоднородной проницаемостью

### Задание 1

Определить дебит дренажной галереи при установившейся фильтрации жидкости по закону Дарси в неоднородном по проницаемости пласте, если известно, что проницаемость пласта на длине  $l_1=2$  км постоянна и равна  $k_1=800$  мд, а на длине  $l_2=500$  м в призабойной части пласта уменьшается линейно от значения  $k_1$  до значения  $k_2=80$  мд. Давление на контуре питания  $p_k=100$  ат, давление на забое галереи  $p_r=75$  ат, динамический коэффициент вязкости  $\mu=5$  спз, мощность пласта  $h=15$  м, ширина фильтрационного потока  $B=600$  м.

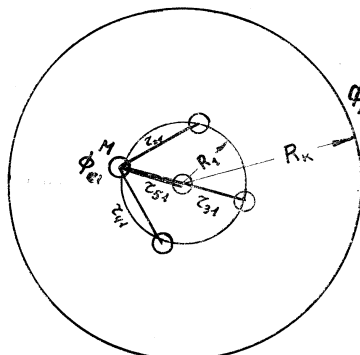
### Задание 2

По данным предыдущей задачи найти распределение давления в пласте.

## 6. Установившаяся плоская фильтрация жидкости. Интерференция скважин

### Задание 1

Определить дебит батареи из четырех скважин расположенных вдали от контура питания, и одной скважины, находящейся в центре (см. рисунок), если известно, что все скважины находятся в одинаковых условиях: радиус батареи  $R_1=200\text{м}$ , расстояние до контура питания  $R_k=10\text{км}$ ; радиус скважины  $r_c=0,1\text{м}$ ; мощность пласта  $h=10\text{ м}$ , потенциал на контуре питания  $\varphi_k=40\text{ см}^2/\text{сек}$ ; потенциал на скважине  $\varphi_c=30\text{ см}^2/\text{сек}$ .



#### Типовые вопросы к экзамену по дисциплине «Подземная гидродинамика»

1. Модели фильтрационного течения, флюидов и коллекторов
2. Основные характеристики пористой среды (пористость, проницаемость, просветность). Истинная средняя скорость и скорость фильтрации, связь между ними. Параметры трещинной среды.
3. Закон Дарси. Нижняя и верхняя границы применимости закона Дарси для пористой среды. Критерии применимости закона Дарси для пористой среды.
4. Потенциал поля скоростей и выражение для закона Дарси через потенциал. Основное уравнение потенциального фильтрационного течения.
5. Закон Дарси для трещинной среды. Критерии применимости закона Дарси для трещинной среды.
6. Характерные особенности трещинно-пористой среды. Система дифференциальных уравнений для трещинно-пористой среды.
7. Внешние и внутренние граничные условия для дифференциального уравнения относительно потенциала. Замыкающие соотношения.
8. Прямолинейно-параллельный поток. Плоскорадиальный поток. Радиально-сферический поток. Примеры.
9. Общее дифференциальное уравнение потенциального одномерного потока. Выражения для потенциала и дебита плоскорадиального, прямолинейно-параллельного и радиально-сферического течений.
10. Потенциал несжимаемой жидкости в недеформируемом (пористом) пласте.
11. Потенциал несжимаемой жидкости в деформируемом (трещинном) пласте.
12. Потенциал упругой жидкости в недеформируемом пласте.
13. Потенциал сжимаемой жидкости (газа) в недеформируемом (пористом) пласте.
14. Уравнение Дюпюи.
15. Коэффициент продуктивности. Размерность.
16. Депрессия и воронка депрессии.
17. Индикаторная зависимость и индикаторная диаграмма.
18. Нарисовать и объяснить графики давления, скорости фильтрации для несжимаемой жидкости в пористом и трещинном пластах.
19. Нарисовать и объяснить графики давления, скорости фильтрации для несжимаемой жидкости и газа в пористом пласте.

20. Нарисовать и объяснить индикаторные диаграммы для несжимаемой жидкости в пористом и трещинном пластах. В каких координатах надо строить диаграммы, чтобы получить прямолинейные зависимости.
21. Нарисовать и объяснить индикаторные диаграммы для несжимаемой жидкости и газа в пористом пласте. В каких координатах надо строить диаграммы, чтобы получить прямолинейные зависимости.
22. Соотношение дебитов реального и совершенного газов при одинаковых условиях.
23. Принципиальное отличие зависимости для дебита упругой жидкости от несжимаемой.
24. Виды несовершенств скважины. Совершенная скважина.
25. Приведенный радиус. Относительное вскрытие.
26. Радиус зоны влияния несовершенств по степени и характеру вскрытия.
27. Влияние радиуса скважины на её производительность при линейной фильтрации и различных типов одномерного течения.
28. Основные параметры теории упругого режима.
29. Коэффициент упругоёмкости пласта.
30. Коэффициентом пьезопроводности для упругой жидкости.
31. Коэффициентом пьезопроводности для газовых пластов.
32. Параметр Фурье.
33. Уравнение пьезопроводности упругой жидкости.
34. Приток к скважине в пласте неограниченных размеров (упругий режим).
35. Приток к скважине в пласте конечных размеров в условиях упруговодонапорного и замкнутоупругого режимов.
36. Периодически работающая скважина.
37. Определение коллекторских свойств пласта по данным исследования скважин нестационарными методами.
38. Неустановившаяся фильтрация газа в пористой среде. Уравнение Лейбензона.