

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Косенок Сергей Михайлович
Должность: ректор
Дата подписания: 11.06.2026 09:22:15
Уникальный программный ключ:
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

Специальные вопросы механики жидкости и газа

7 семестр, 4 курс, бакалавриат

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

Типовые задания для контрольной работы

Перед проведением зачёта проводится контрольная работа с целью контроля усвоения студентами знаний лекционного курса, оценки знаний и навыков, приобретенных в ходе практических занятий, развивающие профессиональные способности в соответствии с требованиями квалификационной характеристики специалиста.

Контрольная работа проводится в виде заданий по расписанию в часы учебных занятий в объеме, предусмотренном рабочей программой по дисциплине и учебной нагрузкой преподавателя. Контрольная работа представляет собой основной вид самостоятельной работы обучающегося в межсессионный период. Выполнение контрольной работы направлено на систематическое изучение и достаточно полное изложение соответствующей темы учебной дисциплины.

Цели проведения контрольной работы:

- проверка и оценка знаний обучающихся,
- получение информации о характере их познавательной деятельности, уровне самостоятельности и активности, об эффективности форм и методов учебной деятельности.

Проверку (рецензирование) контрольных работ осуществляет преподаватель данной дисциплины. При проверке контрольной работы рукописного варианта допускаются замечания на полях контрольной работы и исправления в тексте. Исправления в тексте и замечания пишутся разборчивым почерком и ручкой с красными чернилами.

Результаты выполнения домашней контрольной работы оцениваются отметками «зачтено» или «не зачтено». Отметка, дата и подпись преподавателя выставляется на титульном листе контрольной работы.

7 семестр, 4 курс, бакалавриат

Варианты контрольной работы

Вариант 1.

1. Запишите уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости в дифференциальной форме и объясните физический смысл.
2. Запишите уравнение Навье-Стокса для одномерного стационарного течения вязкой жидкости.
3. Определите расход воды в трубе диаметром 50 мм при скорости течения 2 м/с.
4. Выведите выражение для распределения скорости при ламинарном течении жидкости между двумя параллельными плоскостями (течение Куэтта).
5. Рассчитайте число Рейнольдса для течения нефти ($\nu = 0,00001 \text{ м}^2/\text{с}$) в трубе диаметром 100 мм со скоростью 0,5 м/с. Определите режим течения.
6. Почему при турбулентном течении гидравлические потери значительно выше, чем при ламинарном?
7. Запишите закон Дарси для линейной фильтрации нефти в пористой среде и укажите единицы измерения всех параметров.
8. Определите перепад давления при фильтрации воды через песчаную среду длиной 2 м с коэффициентом проницаемости 10^{-12} м^2 , если скорость фильтрации 0,001 м/с, а динамическая вязкость 0,001 Па·с.
9. Рассчитайте потери давления на трение при перекачке нефти по трубе длиной 500 м, диаметром 200 мм при расходе 0,1 м³/с (коэффициент трения $\lambda = 0,02$).
10. Определите напор, который должен создавать насос для перекачки нефти с расходом 0,05 м³/с по трубе длиной 1000 м и диаметром 150 мм (потери на трение 15 м).

Вариант 2.

1. Выведите уравнение неразрывности для сжимаемого газа в одномерном случае.
2. Запишите уравнение Навье-Стокса для плоского течения вязкой жидкости.
3. Определите скорость истечения идеальной жидкости из отверстия в бока под действием силы тяжести (формула Торричелли).
4. Получите выражение для распределения давления установившись вдоль трубы при установившемся ламинарном течении.
5. Рассчитайте критическую скорость течения воды ($\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) в трубе диаметром 50 мм, при которой режим меняется на турбулентный.
6. Какие факторы влияют на переход от ламинарного течения к турбулентному?
7. Запишите обобщенный закон Дарси для анизотропного пласта.
8. Определите коэффициент проницаемости песчаника, если при градиенте давления 0,1 МПа/м приводит к скорости фильтрации 10^{-5} м/с (вязкость нефти 0,002 Па·с).
9. Рассчитайте мощность насоса, перекачки нефти ($\eta = 0,8$) с напором 50 м и расходом 0,2 м³/с.
10. Почему в нефтепроводах используют промежуточные насосные станции?

Вариант 3.

1. Выведите уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). В каких случаях им можно пользоваться вместо уравнений Навье-Стокса?
2. Запишите уравнение неразрывности для трехмерного течения сжимаемого газа.
3. Определите потери давления при ламинарном течении масла ($\nu = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$) в трубе длиной 100 м, диаметром 40 мм и расходом $0,01 \text{ м}^3/\text{с}$.
4. Почему в нефтепроводах ламинарный режим встречается редко? Приведите расчет для нефти ($\nu = 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$) при скорости 1 м/с и диаметре трубы 0,3 м.
5. Запишите закон Дарси для радиальной фильтрации к скважине. Как зависит скорость фильтрации от радиуса?
6. Определите дебит нефтяной скважины, если проницаемость пласта 100 мД, толщина пласта 10 м, вязкость нефти 2 Па*с, перепад давления 5 атм., радиус контура питания 500 м, радиус скважины 0,1 м.
7. Рассчитайте коэффициент гидравлического трения для трубы (шероховатость $\Delta = 0,2 \text{ мм}$) диаметром 200 мм при $Re = 10^5$.
8. Определите мощность насоса для перекачки воды ($Q = 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$, $H = 30 \text{ м}$, КПД = 0,75).
9. Почему при течении нефти в трещиноватых коллекторах закон Дарси может нарушаться? В каких случаях применяют уравнение Форхгеймера?
10. Рассчитайте скорость фильтрации в трещиноватом пласте, если раскрытость трещины 0,1 мм, перепад давления 0,5 МПа/м, вязкость нефти 3 Па*с.

Вариант 4.

1. Получите выражение для распределения давления в вертикальной трубе при течении жидкости с учетом силы тяжести.
2. Запишите уравнение Навье-Стокса для цилиндрических координат (течение в трубе).
3. Рассчитайте критическую скорость перехода к турбулентности для воздуха ($\nu = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$) в трубе диаметром 50 мм.
4. Как изменится гидравлическое сопротивление трубопровода, если диаметр увеличить в 2 раза при том же расходе?
5. Выведите формулу для дебита скважины при упругой закон Дарси для газа (с учетом сжимаемости).
6. Определите проницаемость керна, если при перепаде давления 0,2 МПа создает скорость фильтрации 0,01 м/с (вязкость жидкости 1 мПа*с, длина образца 0,1 м).
7. Рассчитайте потери напора в трубопроводе длиной 1 км, диаметром 150 мм при расходе $0,07 \text{ м}^3/\text{с}$ ($\lambda = 0,025$).
8. Как влияет вязкость нефти на работу центробежного насоса?
9. Почему при фильтрации в низкопроницаемых коллекторах возникает нелинейный закон фильтрационный закон?
10. Рассчитайте расход воды через пористую перегородку площадью 2 м^2 , если коэффициент фильтрации 10^{-3} м/с , толщина слоя 0,5 м, перепад давления 10 кПа.

Типовые вопросы к зачёту

**

Задание для показателя оценивания дескрипторов: «Знает»	Вид задания
<ol style="list-style-type: none">1. Запишите уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости и объясните его физический смысл.2. Выведите уравнение Навье — Стокса для вязкой жидкости. Какие силы учитываются в этом уравнении?3. Какие допущения принимаются при выводе уравнений Эйлера и Навье — Стокса?4. В чем разница между уравнениями Эйлера и Навье — Стокса?5. Как выглядит уравнение неразрывности для сжимаемого газа?6. Какие граничные условия используются при решении уравнений Навье — Стокса?7. Как упрощаются уравнения Навье — Стокса для ламинарного течения между параллельными пластинами?8. Объясните, как решается задача о течении Пуазейля в круглой трубе.9. Какие методы применяются для линеаризации уравнений гидродинамики?10. Как получить профиль скорости для течения Куэтта?11. Как определить расход жидкости в трубе по заданному перепаду давления?12. Как изменяется давление в трубе переменного сечения?13. В чем заключается метод Буссинеска для расчета течения вязкой жидкости?14. Какие упрощения применяются для анализа установившегося течения?15. Как связаны перепад давления и скорость течения в трубе?16. Дайте определение ламинарного и турбулентного течения.17. Как рассчитывается число Рейнольдса? Каков его физический смысл?18. При каких значениях Re течение становится турбулентным?19. Как определяется критическое число Рейнольдса для течения в трубе?20. Какие факторы влияют на переход от ламинарного к турбулентному режиму?21. Чем отличается фильтрация в пористой среде от течения в трубах?22. Каковы основные допущения закона Дарси?	теоретический

23. Что такое проницаемость пористой среды? Какие единицы измерения используются?
24. Как влияет вязкость жидкости на скорость фильтрации?
25. Какие поправки вносятся в закон Дарси для высокоскоростной фильтрации?
26. Как рассчитываются потери напора по длине трубы?
27. Что такое коэффициент гидравлического трения? Как он зависит от числа Рейнольдса?
28. В чем разница между потерями на трение и местными сопротивлениями?
29. Как определяется гидравлический уклон в трубопроводе?
30. Какие формулы используются для расчета потерь давления в турбулентном режиме?
31. Запишите закон Дарси и объясните все входящие в него величины.
32. Как изменяется закон Дарси при фильтрации газа?
33. Какие ограничения имеет закон Дарси?
34. Как учитывается анизотропия пласта в обобщенном законе Дарси?
35. Какие поправки вводятся для учета нелинейных эффектов?
36. Как определить скорость фильтрации, если известны перепад давления и проницаемость?
37. Как рассчитать дебит скважины при радиальной фильтрации?
38. Какие методы применяются для расчета фильтрации в трещиноватых коллекторах?
39. Как учитывается двухфазная фильтрация (нефть + вода)?
40. Какие граничные условия используются при решении задач фильтрации?
41. Как определяется мощность насоса для перекачки нефти?
42. Какие параметры влияют на КПД насосной станции?
43. Как рассчитывается оптимальный диаметр трубопровода?
44. Какие существуют методы регулирования давления в трубопроводе?
45. Как влияет вязкость нефти на выбор насоса?
46. Какие существуют модели описания двухфазных течений?
47. Как определяется режим течения газожидкостной смеси в трубе?
48. Какие параметры влияют на потери давления в двухфазных потоках?
49. Как рассчитывается газовый фактор при течении нефти с газом?
50. Какие методы применяются для снижения гидравлических сопротивлений в газожидкостных смесях?

**

Задание для показателя оценивания дескрипторов: «Умеет»	Вид задания
<p>1. Уравнение неразрывности: Поток воды движется в трубе диаметром 0,1 м со скоростью 2 м/с. Найдите расход жидкости.</p> <p>2. Уравнение Навье — Стокса: Решите уравнение для ламинарного течения между двумя неподвижными пластинами.</p> <p>3. Течение Пуазейля: Рассчитайте перепад давления в трубе длиной 50 м и диаметром 0,05 м при расходе 10 л/с (вязкость жидкости $\mu = 0,001$ Па·с).</p> <p>4. Число Рейнольдса: Определите режим течения нефти ($\rho = 850$ кг/м³, $\mu = 0,01$ Па·с) в трубе диаметром 0,2 м при скорости 1 м/с.</p> <p>5. Потери давления: Рассчитайте потери напора на длине 100 м в трубе диаметром 0,15 м при турбулентном течении воды ($\lambda = 0,03$).</p> <p>6. Фильтрация по Дарси: Определите скорость фильтрации воды в песке ($k = 10^{-12}$ м²), если градиент давления составляет 0,1 МПа/м ($\mu = 0,001$ Па·с).</p> <p>7. Проницаемость: Найдите проницаемость пласта, если при перепаде давления 2 МПа дебит скважины составляет 50 м³/сут (длина пласта 10 м, вязкость 0,005 Па·с).</p> <p>8. Радиальная фильтрация: Выведите формулу дебита скважины при радиальном притоке жидкости применяя закон Дарси.</p> <p>9. Трещиноватый коллектор: Как изменится дебит, если проницаемость трещин увеличится в 2 раза?</p> <p>10. Двухфазная фильтрация: Оцените долю воды в потоке нефти при обводнённости 30%.</p> <p>11. Гидравлический расчет насоса: Определите мощность насоса для перекачки нефти ($Q = 100$ м³/ч, $\Delta P = 1$ МПа, $\eta = 0,8$).</p> <p>12. Оптимальный диаметр трубы: Найдите экономически выгодный диаметр трубы для транспорта нефти ($Q = 200$ м³/ч, допустимые потери 0,5 МПа на 10 км).</p> <p>13. Режим течения газожидкостной смеси: Определите тип течения (струйное, пробковое) при скорости газа 5 м/с и жидкости 1 м/с.</p> <p>14. Потери давления в двухфазном потоке: Рассчитайте ΔP при течении нефти и газа (объемная доля газа 20%, $\lambda = 0,04$).</p> <p>15. Расчет коллектора: Определите дебит скважины в анизотропном пласте ($k_x = k_y/2$).</p> <p>16. Фильтрация с учетом инерции: Рассчитайте поправку Форхгеймера, если $\beta = 10^9$ м⁻¹.</p>	теоретический / практический

- | | |
|---|--|
| <p>17. Тепловые эффекты: Как изменится вязкость нефти при нагреве от 20°C до 60°C?</p> <p>18. Кавитация в насосах: При каких условиях возникает кавитация в центробежном насосе?</p> <p>19. Расчет КПД трубопровода: Определите КПД нефтепровода длиной 50 км при заданных потерях.</p> <p>20. Гидроразрыв пласта: Как изменится проницаемость после гидроразрыва?</p> <p>21. Истечение жидкости из отверстия: Найдите скорость истечения нефти из бака с высотой столба 5 м.</p> <p>22. Вязкое течение в кольцевом зазоре: Рассчитайте расход жидкости между двумя цилиндрами.</p> <p>23. Определение вязкости: Как найти динамическую вязкость по данным капиллярного вискозиметра?</p> <p>24. Расчет времени заполнения резервуара: Сколько времени потребуется для заполнения цистерны объемом 100 м³ при подаче 20 л/с?</p> <p>25. Анализ размерностей: Получите критерии подобия для течения вязкой жидкости.</p> | |
|---|--|