

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Косенок Сергей Михайлович
Должность: ректор
Дата подписания: 20.06.2025 06:17:01
Уникальный программный идентификатор:
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

**Оценочные материалы для текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине**

«Термодинамические основы процессов разделения фаз»

6 семестр

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.

6 семестр

Варианты контрольной работы по дисциплине «Газодинамические основы процессов разделения фаз»:

Вариант 1.

1. **Гидродинамическое сопротивление.** Рассчитайте гидродинамическое сопротивление для сферы радиусом $R=0,03$ м, движущейся в жидкости с плотностью $\rho=900$ кг/м³ при скорости $U=0,8$ м/с. Используйте уравнение Стокса.
2. **Число Рейнольдса.** Определите число Рейнольдса для сферы радиусом $R=0,01$ м, движущейся в воде при скорости $U=0,1$ м/с и вязкости $\mu=0,001$ Па.
3. **Влияние вязкости.** Объясните, как изменение вязкости жидкости влияет на гидродинамическое сопротивление. Приведите примеры.
4. **Пограничный слой.** Опишите, что такое пограничный слой и как он влияет на сопротивление движущейся сферы.
5. **Скорость потока.** Рассчитайте, как изменится сила сопротивления при увеличении скорости потока в два раза при прочих равных условиях.
6. **Гидродинамическое сопротивление для цилиндра.** Используя аналогичные принципы, рассчитайте гидродинамическое сопротивление для цилиндра длиной $L=0,1$ м и диаметром $D=0,02$ м при скорости $U=0,5$ м/с.
7. **Сравнение форм.** Сравните гидродинамическое сопротивление сферы и цилиндра при одинаковых условиях. Какой объект имеет меньшее сопротивление и почему?
8. **Эффект температуры.** Как изменение температуры жидкости влияет на динамическую вязкость и, соответственно, на гидродинамическое сопротивление?
9. **Методы уменьшения сопротивления.** Перечислите и опишите методы, которые могут быть использованы для уменьшения гидродинамического сопротивления объектов, движущихся в жидкости.
10. **Гидродинамическое сопротивление в реальных условиях.** Обсудите, как реальные условия (например, наличие примесей в жидкости) могут повлиять на расчет гидродинамического сопротивления.

Вариант 2.

1. **Гидродинамическое сопротивление.** Рассчитайте гидродинамическое сопротивление для сферы радиусом $R=0,025$ м, движущейся в жидкости с плотностью $\rho=950$ кг/м³ при скорости $U=0,4$ м/с.
2. **Число Рейнольдса.** Определите число Рейнольдса для сферы радиусом $R=0,015$ м, движущейся в воде при скорости $U=0,3$ м/с и вязкости $\mu=0,001$ Па.
3. **Влияние радиуса.** Как изменение радиуса сферы влияет на силу сопротивления? Обоснуйте ответ.
4. **Пограничный слой.** Какова роль пограничного слоя в гидродинамике? Приведите примеры его влияния на движение объектов в жидкости.

5. **Скорость потока.** Рассчитайте, как изменится сила сопротивления при увеличении скорости потока на 50%.
6. **Гидродинамическое сопротивление для плоской пластины.** Рассчитайте гидродинамическое сопротивление для плоской пластины длиной $L=0,2$ м и шириной $W=0,01$ м при скорости $U=1,0$ м/с.
7. **Сравнение форм.** Какое из объектов (сфера или плоская пластина) будет иметь меньшее гидродинамическое сопротивление при одинаковых условиях?
8. **Эффект температуры.** Как изменение температуры жидкости может повлиять на гидродинамическое сопротивление? Приведите примеры.
9. **Методы уменьшения сопротивления.** Охарактеризуйте методы, которые могут быть использованы для уменьшения гидродинамического сопротивления.
10. **Гидродинамическое сопротивление в реальных условиях.** Обсудите, как различные факторы (например, загрязнение жидкости) могут повлиять на расчет гидродинамического сопротивления.

Вариант 3.

1. **Гидродинамическое сопротивление.** Рассчитайте гидродинамическое сопротивление для сферы радиусом $R=0,02$ м, движущейся в жидкости с плотностью $\rho=1000$ кг/м³ при скорости $U=0,5$ м/с.
2. **Число Рейнольдса.** Определите число Рейнольдса для сферы радиусом $R=0,02$ м, движущейся в воде при скорости $U=0,5$ м/с и вязкости $\mu=0,001$ Па.
3. **Влияние вязкости.** Как изменение вязкости жидкости влияет на гидродинамическое сопротивление?
4. **Пограничный слой.** Объясните, что такое пограничный слой и как он влияет на движение сферы в жидкости.
5. **Скорость потока.** Рассчитайте, как изменится сила сопротивления при увеличении скорости потока на 100 %.
6. **Гидродинамическое сопротивление для шара.** Рассчитайте гидродинамическое сопротивление для шара радиусом $R=0,03$ м при скорости $U=0,6$ м/с.
7. **Сравнение форм.** Какое из объектов (сфера или шар) будет иметь меньшее гидродинамическое сопротивление при одинаковых условиях?
8. **Эффект температуры.** Как изменение температуры жидкости может повлиять на динамическую вязкость и, соответственно, на гидродинамическое сопротивление?
9. **Методы уменьшения сопротивления.** Перечислите и опишите методы, которые могут быть использованы для уменьшения гидродинамического сопротивления.
10. **Гидродинамическое сопротивление в реальных условиях.** Обсудите, как реальные условия (например, наличие примесей в жидкости) могут повлиять на расчет гидродинамического сопротивления.

Вариант 4.

- 1. Гидродинамическое сопротивление.** Рассчитайте гидродинамическое сопротивление для сферы радиусом $R=0,04$ м, движущейся в жидкости с плотностью $\rho=1200$ кг/м³ при скорости $U=0,7$ м/с.
- 2. Число Рейнольдса.** Определите число Рейнольдса для сферы радиусом $R=0,025$ м, движущейся в воде при скорости $U=0,4$ м/с и вязкости $\mu=0,001$ Па.
- 3. Влияние радиуса.** Как изменение радиуса сферы влияет на силу сопротивления? Обоснуйте ответ.
- 4. Пограничный слой.** Какова роль пограничного слоя в гидродинамике? Приведите примеры его влияния на движение объектов в жидкости.
- 5. Скорость потока.** Рассчитайте, как изменится сила сопротивления при увеличении скорости потока на 30%.
- 6. Гидродинамическое сопротивление для трубки.** Рассчитайте гидродинамическое сопротивление для трубки длиной $L=0,15$ м и диаметром $D=0,01$ м при скорости $U=0,5$ м/с.
- 7. Сравнение форм.** Какое из объектов (сфера или трубка) будет иметь меньшее гидродинамическое сопротивление при одинаковых условиях?
- 8. Эффект температуры.** Как изменение температуры жидкости может повлиять на гидродинамическое сопротивление? Приведите примеры.
- 9. Методы уменьшения сопротивления.** Охарактеризуйте методы, которые могут быть использованы для уменьшения гидродинамического сопротивления.
- 10. Гидродинамическое сопротивление в реальных условиях.** Обсудите, как различные факторы могут повлиять на расчет гидродинамического сопротивления.

Типовые вопросы к зачёту (6 семестр) по дисциплине «Газодинамические основы процессов разделения фаз»:

<i>Задание для показателя оценивания дескрипторов: «Знает»</i>	<i>Вид задания</i>
<ol style="list-style-type: none">1. Классификация процессов разделения фаз и их применение в различных отраслях науки и техники.2. Основные уравнения сохранения массы, импульса и энергии в физической газодинамике и их значение.3. Уравнения Навье–Стокса: принципы, применение и особенности в ламинарных и турбулентных течениях.4. Причины возникновения турбулентности в потоках и их влияние на процессы разделения фаз.5. Формирование пограничных слоев: определение, математическое описание и его значение в газодинамике.6. Гидро- и аэродинамическое сопротивление: законы сопротивления и устойчивость частиц в потоках.	теоретический

7. Механизмы образования капель и пузырьков в газах и жидкостях и их динамика.
8. Типы фазовых переходов и их влияние на процессы разделения веществ в различных системах.
9. Свойства многокомпонентных смесей и влияние массопереноса на процессы разделения фаз.
10. Принцип действия и параметры циклонирования для эффективной сепарации частиц в потоках.
11. Электродинамика: влияние электрического поля на движение частиц в газах и жидкостях.
12. Принципы работы мембранной фильтрации и выбор материалов для эффективных мембран.
13. Влияние температуры на процессы теплообмена и конвективные механизмы в газодинамике.
14. Цифровые модели и программные пакеты для численного моделирования газодинамических процессов.
15. Экологические аспекты процессов разделения фаз и технологии охраны окружающей среды.
16. Инновационные технологии в газодинамике: достижения и перспективные направления исследований.
17. Роль градиентов температуры и концентрации в динамике капель и пузырьков в средах.
18. Методы анализа и прогнозирования поведения многокомпонентных систем в условиях разделения фаз.
19. Анализ устойчивости частиц в аэродинамических потоках и его значение для процессов разделения.
20. Применение численных методов для решения уравнений Навье–Стокса в сложных газодинамических задачах.
21. Физические основы теплообмена и его влияние на эффективность процессов разделения веществ.
22. Методы оптимизации процессов циклонирования для повышения эффективности сепарации частиц.
23. Влияние внешних факторов на образование и стабильность капельных и пузырчатых фаз.
24. Теория и практика мембранной фильтрации: от принципов до современных технологий.
25. Проблемы и технологии охраны окружающей среды в контексте процессов разделения фаз.
26. Роль электрических полей в управлении движением частиц в газах и жидкостях.
27. Классификация различных типов фазовых переходов и их применение в промышленности.

28. Обзор современных методов моделирования турбулентных потоков в газодинамике.
29. Анализ влияния пограничных слоев на характеристики движения частиц в потоках.
30. Исследование свойств многокомпонентных смесей и их влияние на процессы разделения.
31. Принципы работы и эффективность различных типов циклонов в процессах сепарации.
32. Классификация и применение мембран для фильтрации в различных областях науки и техники.
33. Влияние различных факторов на динамику капель и пузырьков в газовых средах.
34. Анализ устойчивости частиц в условиях турбулентного потока и его влияние на разделение.
35. Методы и технологии для повышения эффективности процессов тепломассообмена в системах.
36. Роль численного моделирования в оптимизации процессов разделения фаз и их анализа.
37. Экологические проблемы, связанные с процессами разделения фаз и их решения.
38. Инновационные подходы к изучению газодинамических процессов и их применения в практике.
39. Физические основы и механизмы образования пузырьков в жидкостях и их динамика.
40. Теоретические и практические аспекты работы с уравнениями Навье–Стокса в газодинамике.
41. Методы анализа и управления турбулентностью в газодинамических системах и потоках.
42. Роль и значение пограничных слоев в аэродинамических исследованиях и практических приложениях.
43. Обзор современных технологий фильтрации и их применение в охране окружающей среды.
44. Исследование процессов разделения фаз в многокомпонентных системах и их оптимизация.
45. Влияние температуры и давления на процессы тепломассообмена в газодинамических системах.
46. Анализ современных методов и технологий для повышения эффективности циклонирования.
47. Электродинамика: теоретические основы и практическое применение в разделении фаз.
48. Обзор современных программных пакетов для моделирования газодинамических процессов.

<p>49. Влияние внешних условий на устойчивость капель и пузырьков в газах и жидкостях.</p> <p>50. Инновационные технологии в области мембранной фильтрации и их влияние на эффективность процессов.</p>	
---	--

<p>Задание для показателя оценивания дескрипторов: «Умеет»</p>	<p>Вид задания</p>
<p>1. Классификация процессов. Опишите три основных типа процессов разделения фаз (дистилляция, экстракция и адсорбция) с использованием математических моделей. Приведите примеры их применения в нефтехимической отрасли и проанализируйте их эффективность с помощью критериев подобия.</p> <p>2. Уравнение сохранения массы. Выведите общее уравнение сохранения массы для несжимаемой жидкости в трубопроводе с переменным диаметром. Рассмотрите случай, когда плотность ρ изменяется в зависимости от температуры T. Объясните физический смысл каждого члена уравнения и примените его для анализа потока в трубе с диаметром $D(x)$.</p> <p>3. Решение уравнений Навье–Стокса. Найдите аналитическое решение уравнения Навье–Стокса для стационарного потока жидкости с вязкостью $\mu=0,001$ Па вокруг цилиндра диаметром $D=0,05$ м при скорости потока $U=1$ м/с. Используйте метод разделения переменных и укажите критерии подобия для оценки результатов.</p> <p>4. Анализ турбулентности. Объясните, как вихри возникают в турбулентных потоках, используя скорость потока $U=2$ м/с и размер вихря $L=0,1$ м. Разработайте математическую модель для описания турбулентного потока с учетом уравнений Навье–Стокса и критерия Рейнольдса.</p> <p>5. Пограничные слои. Найдите толщину пограничного слоя для потока жидкости с вязкостью $\mu=0,001$ Па по плоской пластине при скорости потока $U=1$ м/с и длине пластины $L=1$ м. Используйте уравнения Навье–Стокса и проанализируйте влияние числа Рейнольдса на толщину пограничного слоя.</p> <p>6. Гидродинамическое сопротивление. Рассчитайте гидродинамическое сопротивление для сферы радиусом $R=0,02$ м, движущейся в жидкости с плотностью $\rho=1000$ кг/м³ при скорости $U=0,5$ м/с. Используйте уравнение Стокса для малых чисел Рейнольдса и проанализируйте влияние параметров на сопротивление.</p>	<p>теоретический / практический</p>

- 7. Образование капель.** Опишите механизмы образования капель в газах и жидкостях, используя диаметр капли $d=0,002$ м и скорость потока $U=2$ м/с. Рассчитайте силы, действующие на каплю, используя уравнения движения и проанализируйте стабильность капли.
- 8. Фазовые переходы.** Объясните, как фазовые переходы влияют на процессы разделения веществ в многокомпонентной системе с компонентами А и В при температуре $T=300$ К и давлении $P=101325$ Па. Используйте термодинамические уравнения и критерии подобия для анализа.
- 9. Скорость массопереноса.** Рассчитайте скорость массопереноса для системы с двумя компонентами А и В при концентрации $C_A=0,1$ моль/м³ и $C_B=0,2$ моль/м³. Примените уравнение Фика и проанализируйте влияние градиента концентрации на скорость массопереноса.
- 10. Принцип работы циклона.** Опишите, как работает циклон, и рассчитайте его эффективность при расходе газа $Q=0,5$ м³/с и диаметре циклона $D=0,3$ м. Используйте уравнения движения для анализа потока в циклон и критерии подобия для оценки его эффективности.
- 11. Электрогидродинамика.** Рассчитайте влияние электрического поля $E=1000$ В/м на движение заряженной частицы с зарядом $q=1 \times 10^{-6}$ Кл в газе. Используйте уравнение движения Лоренца и проанализируйте влияние параметров на траекторию частицы.
- 12. Мембранная фильтрация.** Опишите процесс мембранной фильтрации и рассчитайте проницаемость мембраны при давлении $P=200\,000$ Па и площади мембраны $A=0,1$ м². Примените уравнение Дарси и проанализируйте влияние вязкости жидкости на проницаемость.
- 13. Коэффициенты теплообмена.** Найдите коэффициенты теплообмена для системы с известными температурными градиентами $\Delta T=30$ К и расстоянием $d=0,05$ м. Используйте уравнения теплопередачи и массопереноса, а также критерии подобия для оценки результатов.
- 14. Численное моделирование.** Опишите этапы построения численной модели для решения уравнений Навье–Стокса для потока с вязкостью $\mu=0,001$ Па·с и плотностью $\rho=1000$ кг/м³. Укажите методы, такие как метод конечных элементов или метод объемов, и проанализируйте их преимущества и недостатки.
- 15. Экологические аспекты.** Проанализируйте влияние процессов разделения фаз на окружающую среду в условиях, когда

концентрация загрязняющего вещества $C_z=0,01$ моль/м³.
Используйте модели распространения загрязняющих веществ и критерии подобия для оценки их воздействия.

16. Оптимизация циклонирования. Рассчитайте оптимальные параметры циклона для повышения его эффективности при расходе газа $Q=0,5$ м³/с и диаметре циклона $D=0,3$ м. Примените методы оптимизации и проанализируйте, как изменения в геометрии влияют на эффективность.

17. Градиенты температуры. Опишите, как градиенты температуры $\Delta T=50$ К влияют на динамику капель в газах с плотностью $\rho=1.2$ кг/м³. Используйте уравнения теплопередачи и движения, а также проанализируйте влияние числа Прандтля.

18. Прогнозирование поведения. Разработайте методику анализа поведения многокомпонентной системы в условиях разделения фаз при температуре $T=350$ К и давлении $P=200\ 000$ Па. Используйте термодинамические и кинетические модели, а также критерии подобия для оценки результатов.

19. Анализ устойчивости частиц. Рассчитайте устойчивость частиц в аэродинамическом потоке при заданных параметрах: скорость потока $U=3$ м/с и размер частиц $d=0,001$ м. Используйте уравнения движения и силы сопротивления, а также критерии подобия для анализа устойчивости.

20. Численные методы для теплопроводности. Примените численные методы для решения уравнения теплопроводности в многокомпонентной системе с температурой $T=300$ К. Используйте метод конечных разностей и проанализируйте сходимость и точность полученных решений.

21. Эффективность теплообмена. Рассчитайте эффективность теплообмена в системе с известными физическими свойствами при температуре $T_1=350$ К и $T_2=300$ К. Примените уравнения теплопередачи и проанализируйте влияние различных факторов на эффективность.

22. Механизмы образования пузырьков. Опишите механизмы образования пузырьков в жидкости при температуре $T=350$ К и давлении $P=100\ 000$ Па. Используйте уравнения состояния и динамики, а также проанализируйте влияние числа Бонд на образование пузырьков.

23. Методы управления турбулентностью. Предложите методы управления турбулентностью в газодинамических системах с заданной скоростью потока $U=4$ м/с. Обсудите применение активных и пассивных методов, а также проанализируйте их эффективность с использованием критериев подобия.

24. Современные технологии фильтрации. Проанализируйте современные технологии фильтрации и их влияние на процессы разделения фаз при концентрации загрязняющих веществ $C_z=0,02$ моль/м³. Используйте модели фильтрации и очистки, а также проанализируйте их эффективность.

25. Влияние температуры и давления. Рассчитайте влияние изменения температуры с $T_1=300$ К до $T_2=350$ К и давления с $P_1=100\ 000$ Па до $P_2=200\ 000$ Па на процессы теплообмена в газодинамической системе. Используйте уравнения состояния и теплопередачи, а также критерии подобия для анализа.