

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Институт горного дела и строительства
Кафедра «Охрана труда и окружающей среды»**

Утверждено на заседании кафедры
«Охрана труда и окружающей среды»
«_26_» __01__ 2021 г., протокол №__6__

Заведующий кафедрой



В.М. Панарин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по самостоятельной работе студентов
по дисциплине (модулю)**

**ГИДРАВЛИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

с направленностью (профилем)
Инженерная защита окружающей среды

Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 200301-01-21

Тула 2021 год

Разработчик(и) методических указаний

Рылеева Е.М., доцент, к.т.н., доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

ВВЕДЕНИЕ

Целями дисциплины является формирование необходимой начальной базы знаний о законах равновесия и движения жидкостей и газа, освоение технических приложений термодинамики и газодинамики, принципов действия и рабочих процессов трубопроводов, насосов, компрессоров, тепловых двигателей, теплосиловых установок, холодильных машин, и парогенераторных установок, а также основных методов технических расчетов и основ энергосбережения.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение студентами навыков расчета сил, действующих на стенки резервуаров,
- приобретение навыков гидравлического расчета трубопроводов различного назначения для стационарных и нестационарных режимов течения жидкостей,
- приобретение навыков расчета теплотехнического оборудования;
- решения технологических задач защиты техносферы,
- решение задач борьбы с осложнениями и авариями, которые могут возникнуть в гидродинамических и теплодинамических системах.

Изучение дисциплины позволяет сформировать у студентов комплекс знаний, необходимых для решения производственно-технологических, научно-исследовательских, проектных и эксплуатационных задач.

1. СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студентов включает рассмотрение дополнительной информации, изучение отдельных вопросов по темам дисциплины.

2. ТЕМЫ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1

Модели гидродинамической структуры неидеальных потоков

1. Ячеечная модель гидродинамической структуры неидеальных потоков
2. Диффузионная модель.

3. Критерий подобия Пекле
4. Двухпараметрическую диффузионную модель,
5. Комбинированные модели.

Тема 2

Течение неньютоновских жидкостей

1. Классификация и реологические свойства неньютоновских жидкостей.
 - 1.1. Бингамовские жидкости
 - 1.2. Псевдопластичные жидкости
 - 1.3. Дилатантные жидкости
 - 1.4. Тиксотропные жидкости
 - 1.5. Реопектические жидкости
 - 1.6. Максвелловские жидкости.
- 2.. Гидродинамика неньютоновских жидкостей.

Тема 3

Пневматическое перемешивание и другие способы перемешивания

1. Пневматическое перемешивание
2. Перемешивание в циркуляционном контуре.
3. Специальные методы перемешивания.

Тема 4

Элементы расчета теплообменных аппаратов

1. Выбор взаимного направления движения теплоносителей.

2. Определение температуры стенок.
3. Определение толщины тепловой изоляции.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ ПО ТЕМАМ КУРСА

Тема 1

1. В чем проявляется влияние гидродинамической структуры потоков на технологические процессы?
2. Что понимают под средним временем пребывания частиц потока в аппарате, от чего оно зависит и как определяется?
3. Сопоставьте идеализированные модели структуры потоков МИ В и МИС. Каков вид кривых отклика для этих моделей? Назовите примеры аппаратов, в которых гидродинамическая структура потоков близка к МИВ и МИС.
4. Охарактеризуйте ячеечную и диффузионную модели структуры потоков. При каких условиях с помощью этих моделей можно принимать, что тот или иной аппарат близок по гидродинамической структуре к МИВ или МИС?

Тема 2

1. Выведите основное уравнение гидростатики.
2. Для решения каких практических задач применяют основное уравнение гидростатики?
3. Получите выражения закона Паскаля при условии равновесия в сообщающихся сосудах (рис. 6-29) для следующих случаев: а) оба сосуда открыты, сосуды заполнены однородной жидкостью, плотность которой ρ ; б) оба сосуда открыты, сосуды заполнены разнородными жидкостями, причем $\rho_1 > \rho_2$; в) оба сосуда заполнены однородной жидкостью, один из сосудов закрыт и давление в нем (p_1) больше, чем в другом (p_2).
4. По трубопроводу одинакового диаметра (рис. 6-30) протекает вода. Составьте систему уравнений Бернулли для сечений 1-1, II-II, III-III и по возможности упростите их
5. Опишите распределение скоростей по сечению потока жидкости при ламинарном режиме движения жидкости. Какие величины обычно определяют с помощью уравнения Гагена-Пуазейля?

6. Как изменится гидравлическое сопротивление гидравлически гладкого трубопровода при ламинарном и турбулентном режимах движения, если скорость протекания жидкости увеличится в 2 раза?
7. Как влияет шероховатость на гидравлическое сопротивление при движении жидкости при ламинарном и турбулентном режимах?
8. Что понимают под автомодельной областью движения жидкости?
9. Как рассчитывают потери напора на трение и местные сопротивления в трубопроводах и аппаратах?
10. В чем состоит принцип гидравлических методов измерения расходов жидкостей и газов?
11. Как выбрать оптимальный диаметр трубопровода или канала? В чем состоит особенность выбора скоростей движения жидкости (газа) в химических аппаратах?
12. Каков порядок величин скоростей жидкостей и газов в трубопроводах.?
13. Сформулируйте внутреннюю и внешнюю задачи гидродинамики. В чем состоят их различие и сходство?
14. Опишите движение жидкости через неподвижные слои зернистых материалов и насадок. В чем сущность смешанной задачи гидродинамики? Сравните гидродинамические условия работы аппаратов с неподвижным и псевдооживленным слоями зернистых материалов.
15. Что понимают под эквивалентным диаметром канала в слое зернистого материала?
16. Как определяют скорость начала псевдооживления? Что понимают под явлением пневмотранспорта?
17. В чем особенности гидродинамического режима движения жидкой пленки при стекании ее по вертикальной стенке? В чем сходство и различие движения потока в трубопроводе и жидкой пленки? Поясните явление "захлебывания" в химических аппаратах.
18. Как определяют расход и среднюю скорость движения пленки жидкости по вертикальной стенке?
19. В чем особенности гидродинамики свободного всплывания газового пузырька в жидкости? Как определяют скорость всплывания пузырька?
20. Охарактеризуйте массовый барботаж. Сформулируйте понятие о поверхностно-объемном диаметре пузырька, покажите его связь с газонаполнением и удельной поверхностью контакта в барботажном слое.
21. В чем состоят особенности течения неньютоновских жидкостей?

Тема 3

1. Перечислите основные методы перемешивания жидких сред. Приведите понятия интенсивности и эффективности перемешивания.
2. Представьте распределение скоростей в аппаратах с мешалками.
3. Что понимают под насосным эффектом мешалок? Способы повышения насосного эффекта.
4. Дайте определение расхода энергии на перемешивание.
5. Приведите классификацию конструкций мешалок. Дайте их сравнительную характеристику.
6. Для каких целей устанавливают отражательные перегородки в сосудах для перемешивания?
7. В каких случаях применяют пневматическое перемешивание?
8. Как определяют расход мощности на пневматическое перемешивание?
9. Укажите методы повышения интенсивности пневматического перемешивания.
10. Назовите способы организации перемешивания в циркуляционном контуре.

Тема 4

1. Какие виды переноса теплоты участвуют в теплообмене?
2. Приведите понятия температурного градиента и изотермической поверхности.
3. Выведите уравнение теплопроводности в неподвижной среде.
4. В чем причина различного распределения температур по толщинам плоской и цилиндрической стенок?
5. Выведите уравнение теплопроводности для многослойной цилиндрической стенки.
6. От каких факторов зависит излучательная способность тела? Как ее определяют?
7. Как определяют количество теплоты, переходящее от более нагретого тела к менее нагретому вследствие теплового излучения?
8. В чем состоит различие между процессами конвекции и теплоотдачи?
9. Что такое тепловое подобие? Приведите критерии теплового подобия, критериальное уравнение теплоотдачи.
10. Что такое аналогии Рейнольдса, Прандтля, Кольборна?
11. Охарактеризуйте распределение температур в ламинарном и турбулентном потоках. Что такое тепловой пограничный слой?

12. В чем состоят различия в уравнениях для определения коэффициентов теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции?
13. Какими методами можно интенсифицировать процесс теплоотдачи в движущемся потоке (агрегатное состояние теплоносителя не меняется)?
14. Входной эффект и участок стабилизации при ламинарном и турбулентном движении теплоносителей.
15. Теплоноситель нагревается в теплообменнике от начальной температуры t_n до конечной температуры t_k . Изменится ли значение коэффициента теплоотдачи (а если изменится, то как?), если этот теплоноситель в том же теплообменнике будет охлаждаться от $t_{n1} = t_k$ до $t_{k1} = t_n$? Расходы теплоносителя в обоих случаях одинаковы.
16. Укажите особенности теплоотдачи при конденсации насыщенных паров. Как влияет содержание газа в парогазовой смеси на теплоотдачу?
17. Что понимают под критической разностью температур при кипении?
18. Выведите уравнение теплопередачи при постоянных температурах теплоносителей для многослойной цилиндрической стенки.
19. Выведите уравнение для определения средней разности температур ($\Delta t_{ср}$) для случая противоточного движения теплоносителей (агрегатное состояние теплоносителей в процессе теплопередачи не меняется).
20. Сопоставьте движущие силы и расходы теплоносителей при прямоточном и противоточном движении теплоносителей в теплообменнике.

Библиографический список

Основная литература

1. Кудинов В.А. Гидравлика: учебник и практикум для академического бакалавриата/ Кудинов В.А. - 4-е изд., пер. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2014. – 386 с. - <http://biblio-online.ru/>
2. Гусев А.А. Гидравлика: теория и практика / Гусев А.А. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2014. – 285 с. - <http://biblio-online.ru/>
3. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учебник для вузов/Д.В. Штеренлихт. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2008. -656 с.
4. Лапшев Н.Н. Гидравлика: учебник для вузов/ Н.Н. Лапшев. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2012. – 280 с: ил.

5. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы в примерах решения задач: учебное пособие для вузов/ Т.В. Артемьева (и др.); под ред. С.П.Стенина. – 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2013. – 204 с: ил.

Дополнительная литература

1. Касаткин А.Г.. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - 11-е Изд., стер. – М.: Альянс, 2004. – 753 с.
2. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб.пособие для вузов / К.Ф.Павлов,П.Г.Романков,А.А.Носков;под ред.П.Г.Романкова .— 12-е изд.,стер. — М., 2005 .— 576с.
3. Теплотехника: учебник для вузов/В.Н. Луканин и др.; под ред В.Н.Луканина. – 5-е изд.,стер. – М.: Высш.шк., 2006. – 671 с.
4. Айнштейн В. Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учебник: [в 2 кн]/ [в 1 кн]/ Под общ. ред. В. Г. Айнштейна. – М.: Логос; Высш. школа, 2003. – 912 с.
5. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии : Учебник для вузов:В 2 кн. Ч.1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю.И.Дытнерский .— 3-е изд. — М. : Химия, 2007 .— 400с.
6. Земцов В.М. Гидравлика: учебн.пособие для вузов/В.М. Земцов; под ред. Ю.В.Брянской. – М.:АСВ,2007. – 352 с.