

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Составитель
Е. Ю. Темникова

МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

**Методические указания к практическим занятиям
и самостоятельной работе для студентов всех форм обучения**

Рекомендовано учебно-методической комиссией
направления подготовки бакалавров
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
в качестве электронного издания
для использования в учебном процессе

Кемерово 2017

Рецензенты:

Дворовенко И. В. – доцент кафедры теплоэнергетики
Богомоллов А. Р. – председатель учебно-методической комиссии
направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Темникова Елена Юрьевна

Массообменные процессы [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения / сост. Е. Ю. Темникова; КузГТУ. – Электрон. дан. – Кемерово, 2017. – Систем. требования: Pentium IV ; ОЗУ 8 Гб ; Windows 2003. – Загл. с экрана.

Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначены для бакалавров направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

© КузГТУ, 2017
© Темникова Е. Ю.,
составитель, 2017

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Цель практических занятий – получение навыков решения задач в области массообменных процессов, что позволит более глубоко изучить их.

На практических занятиях студенты с преподавателем решают задачи согласно обозначенным темам и предложенным номерам задач из сборника задач, в котором приведены теоретические положения, основные зависимости, примеры решения и контрольные задачи по каждому виду решаемых задач. В зависимости от пожелания студентов возможно углубить и расширить определенные темы практических занятий с некоторым уменьшением внимания на другие.

Студенты решение задач проводят в ученических тетрадях в определенной последовательности. Сначала записывают исходные данные с обозначением величин и единицами измерения, затем параметры, которые нужно найти. В решении задачи обязательно приводятся формулы и их преобразования, подстановка значений величин в соответствии с формулой и ответ с единицами измерения. Если возникают сомнения в правильности единиц измерения, проводят проверку путем подстановки единиц измерения величин в формулу, их развертывание до простых единиц, применяемых в системе СИ и получение конечной.

Преподаватель непосредственно на занятии контролирует решение задач.

В табл. приведены темы практических занятий и номера задач из сборника, под таблицей приведен задачник [1].

Тема занятия	Задачи
1. Способы выражения концентраций масс, пересчет	6.1-6.6, 6.8, 6.11 [1]
2. Расчет процессов абсорбции	6.12-6.15, 6.20-6.22 [1]
3. Расчет процессов ректификации	7.3-7.4, 7.7, 7.15-7.16, 7.19-7.20, 7.25 [1]
4. Расчет процессов сушки	10.2-10.4, 10.12, 10.15, 10.20, 10.27-10.28, 10.34 [1]

ЗАДАЧНИКИ:

1. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов, машин и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – М.: Альянс, 2005. – 576 с.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа студентов предусмотрена рабочей программой дисциплины.

Домашнее задание – составление реферата посвящено самостоятельной подготовке студентов к текущему контролю знаний на контрольных неделях. Студентам выдается тема реферата, который они должны написать самостоятельно с использованием источников рекомендуемой литературы. Защита реферата проходит в виде ответов на задаваемые вопросы после 2-минутного доклада реферата каждого студента на практических занятиях, что является текущим контролем.

**ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Оценочными средствами промежуточной аттестации являются вопросы к зачету, для текущего контроля разработаны вопросы для письменного опроса на лекционных занятиях, рефераты, а также решенные задачи на практических занятиях.

Зачет по дисциплине проводится в конце семестра по зачетным билетам, составленным по вопросам.

К письменному опросу (По) на лекционных занятиях, студенты готовятся самостоятельно, используя материал из рекомендуемых источников литературы и выданный на лекциях преподавателем. Опрос проводится письменно на лекции, предшествующей контрольной неделе.

Рефераты (Р) студенты излагают письменно дома и сдают преподавателю, а затем выборочно докладывают на практических занятиях в течение двух-трех минут один реферат.

Ниже представлены вопросы к зачету, вопросы к письменному опросу и темы рефератов.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Предмет дисциплины, его цели и задачи.

2. Общая классификация, кинетические закономерности основных массообменных процессов.
3. Способы выражения состава фаз.
4. Равновесие при массопередаче.
5. Материальный баланс. Рабочая линия.
6. Направление массопередачи.
7. Первый закон Фика. Коэффициент молекулярной диффузии.
8. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена.
9. Механизм процессов массопереноса.
10. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
11. Подобие процессов переноса массы.
12. Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи.
13. Движущая сила массопередачи.
14. Число единиц переноса.
15. Высота единиц переноса.
16. Определение числа теоретических ступеней (теоретических тарелок).
17. Закон Генри, закон Дальтона. Равновесие между фазами при абсорбции.
18. Насадочные абсорбционные аппараты.
19. Тарельчатые (барботажные) абсорберы.
20. Закон Рауля. Закон Дальтона. Равновесие фаз при ректификации.
21. Принцип ректификации.
22. Схема ректификационной установки.
23. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнения рабочих линий.
24. Расчет минимального флегмового числа.
25. Расчет действительного флегмового числа.
26. Устройство ректификационных аппаратов.
27. Способы удаления влаги из твердых материалов. Сущность процесса сушки.
28. Виды сушки по способу подвода тепла.
29. Основные параметры влажного воздуха.
30. Диаграмма влажного воздуха Рамзина.
31. Формы связи влаги с материалом.

32. Равновесие при сушке. Влажность материала и изменение его состояния при сушке.
33. Материальный баланс сушки.
34. Тепловой баланс сушилки.
35. Изображение процессов теоретической и действительной сушки на диаграмме влажного воздуха.
36. Сушка с промежуточным подогревом воздуха по зонам.
37. Сушка с частичной рециркуляцией отработанного воздуха.
38. Скорость и периоды сушки.
39. Изменение температуры материала в процессе сушки.
40. Устройство конвективных сушилок с движущимся плотным слоем материала на примере ленточных сушилок.
41. Устройство конвективных сушилок с перемешиванием слоя материала – барабанных сушилок.
42. Устройство конвективной сушилки со взвешенным (псевдосжиженным) слоем материала.
43. Устройство конвективной сушилки с пневмотранспортом материала.
44. Контактные сушилки.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПИСЬМЕННОГО ОПРОСА НА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЯХ

Вопросы По1:

1. Поясните о принципе работы непрерывной ректификации.
2. Опишите графическое определение числа тарелок для разгонки бинарной смеси методом вспомогательной линии и методом коэффициента полезного действия тарелки.
3. В чем заключаются сущность ректификации и явления, происходящие при ректификации?
4. Опишите принцип работы ректификационной установки.
5. Дайте описание конструкций ректификационных аппаратов.
6. Дайте описание конструкций абсорберов.

7. Рассмотрите пленочные, тарельчатые, распыливающие абсорберы.

Вопросы По2:

8. Покажите схему сушилки и эпюры изменения параметров воздуха.

9. Изобразите схемы с «мягкими» условиями сушки.

10. Дайте пояснения о достоинствах и недостатках сушки топочными газами по сравнению с сушкой воздухом.

11. Покажите процесс с частичной рециркуляцией и дополнительным подогревом воздуха на диаграмме Рамзина.

12. Опишите типы и устройства конвективных сушилок.

13. Дайте характеристику типам и устройствам контактных сушилок.

14. Дайте сравнение сушилок и рекомендации по их выбору.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ (Домашнего задания) ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Домашнее задание Дз 1

1. Подобие процессов массопередачи и теплопередачи и их отличие.

2. КФ-классификация и традиционная классификация массообменных процессов.

3. Способы выражения состава фаз.

4. Фазовая диаграмма равновесия пар-жидкость для бинарной смеси.

Домашнее задание Дз 2

5. Графическое построение зависимости температур кипения и конденсации от состава фаз в условиях равновесия. Правила пользования диаграммой $t - x, y$.

6. Смеси взаимно нерастворимых жидкостей, их температура кипения, упругость паров над смесью и ее температура кипения.

7. Направление массопередачи (ректификации, абсорбции, адсорбции и т.д.).

8. Движущая сила массообменных процессов, варианты выражения движущей силы, средней движущей силы.

Домашнее задание Дз 3

9. Способ определения числа единиц переноса (ЧЕП) графическим методом при условии, что равновесная линия: а) прямая и б) кривая.

10. Содержание уравнения массоотдачи и массопередачи.

11. Физический смысл коэффициентов массоотдачи и массопередачи и взаимосвязь между ними.

12. Подходы к определению высоты насадочного абсорбера и адсорбера.

Домашнее задание Дз 4

13. Способы сушки. Условия процесса сушки.

14. Графическое изображение основных процессов изменения состояния воздуха в $h-d$ -диаграмме.

15. Тепловой баланс сушилок.

16. Построение процесса сушки в реальной сушилке при различных заданных параметрах сушильного агента.

17.