

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		76/11 54 беттің 1 беті

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

**Дисциплина:** Процессы и аппараты химико-фармацевтического производства-2

**Код дисциплины:** РАНФР 2201-2

**Название ОП:** «6В0720100 - Технология фармацевтического производства»

**Объем учебных часов/кредитов:** 150/5

**Курс и семестр изучения:** 2 курс и 4 семестр

**Практические (семинарские) занятия:** 15 часов

**Шымкент, 2024 г**

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		76/11 54 беттің 1 беті

Методические указания для лабораторных занятий разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины (силлабусом) «Процессы и аппараты химико-фармацевтического производства-2» и обсуждены на заседании кафедры

Протокол №\_\_ от «\_\_»\_\_2024 г.

Зав.кафедрой, к.т.н., и.о. доцента \_\_\_\_\_ Г.Э.Орымбетова

### Тема 1: Теплопроводность

**Цель:** Определение количество проводимой теплоты через стенки.

#### Задачи обучения:

##### Студент должен знать:

- Элементарные способы переноса теплоты;
- Градиент температуры
- Основной закон теплопроводности;

##### Студент должен уметь:

- Определить коэффициент теплопроводности материалов;
- Определить термические сопротивления стенок;
- Определить количество проводимой теплоты через стенки.

#### Основные вопросы темы:

1. Перенос теплоты теплопроводностью.
2. Температурное поле
3. Градиент температуры.
4. Закон Фурье.
5. Теплопроводность плоской стенки.

#### Методы обучения и преподавания:

Студенты должны теоретически разобраться в процессе теплопроводности через стенки и решить следующие практические задачи.

##### Задача 1

Наружная стена камеры хранения замороженных продуктов выполнена из слоя железобетона ( $\lambda_{жб} = 1,86 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ) толщиной  $\delta_{жб}$ , трех слоев цементной штукатурки ( $\lambda_{шт} = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ) толщиной  $\delta_{шт} = 20\text{мм}$  каждый, слоя пароизоляционного материала ( $\lambda_{п} = 0,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ) толщиной  $\delta_{п} = 4\text{мм}$  и слоя теплоизоляции (рис. 1). Слои потно прилегают один к другому. Температура на внутренней поверхности камеры  $t_{с1}$  и на наружной поверхности  $t_{с7}$ .

Определить потери теплоты через стенку камеры при отсутствии слоя тепловой изоляции, толщину слоя тепловой изоляции, обеспечивающую теплопритоки через стенку камеры не более  $q \text{ Вт/м}^2$ .

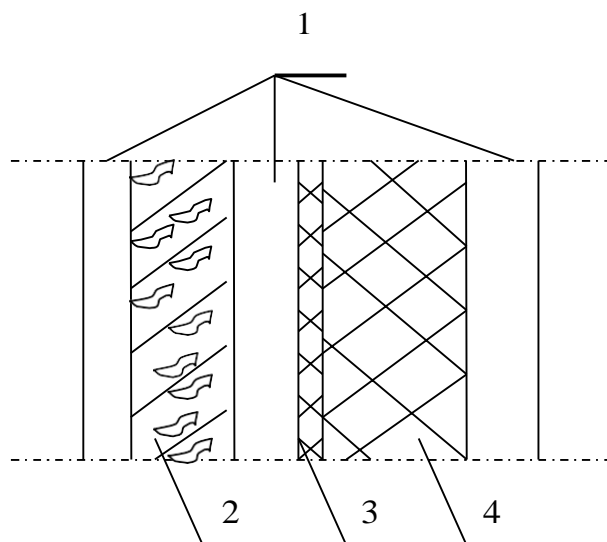


Рис.1. 1 – штукатурка, 2 – плита железобетонная, 3 – пароизоляция, 4 – теплоизоляция.

Первая цифра шифра	$t_{c1}$ , °C	$t_{c7}$ , °C	$q$ , Вт/м <sup>2</sup>	Вторая цифра шифра	$\delta_{ж}$ , мм	Материал теплоизоляции
1	-6	10	5	1	120	асбест
2	-8	12	8	2	130	минеральная вата
3	-10	8	10	3	140	шлаковая вата
4	-12	6	10	4	150	ткань шерстяная
5	-14	4	10	5	160	опилки древесные
6	-16	2	11	6	165	гипс
7	-18	3	11	7	170	вата стеклянная
8	-20	5	12	8	175	плиты минераловатные
9	-21	7	12	9	180	Пенополистирол
0	-22	9	14	0	185	пенопласт

## 5. Литература:

### Основная:

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. – Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
6. Дытнерский Ю.И Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и тепломассообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

### дополнительная:

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий	044-76/11 54 беттің 1 беті	

15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.— том 2.— Алматы.— Издательский дом: «Жибек жолы».— 2009.— 792 с.

16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.— Алматы.— 2011.— 346 б.

17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.

18. Орымбетов Ә.М. Жылу техникасының негіздері. Шымкент. ОҚМУ, 2005 – 246 б.

**Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)**

**Задания в тестовой форме**

- ~ Коэффициент теплопроводности  $\lambda$  характеризует:
- | скорость выравнивания температуры в различных точках тела
  - | способность вещества, из которого состоит тело, проводить теплоту
  - | условия теплообмена между жидкостью и поверхностью твердого тела

- | интенсивность теплового излучения
- | мощность теплового потока, проходящего от одного теплоносителя к другому через поверхность

~ Укажите коэффициент теплопроводности.

- |  $\alpha$  [Вт/(м<sup>2</sup>.К)],
- |  $K$  [Вт/(м<sup>2</sup>.К)]
- |  $a$  [м<sup>2</sup>/сек]
- |  $C$  [Вт/(м<sup>2</sup>.К<sup>4</sup>)]
- |  $\lambda$  [Вт/(м.К)]

~ Совокупность значений температур в данный момент времени для всех точек рассматриваемой среды называется:

- | средней разностью температур
- | температурным градиентом
- | температурным полем
- | изотермической поверхностью
- | плотностью теплового потока

~ В пространстве геометрическое место точек с одинаковыми температурами представляет собой:

- | изотермической поверхностью
- | температурным полем
- | температурным градиентом
- | средней разностью температур
- | плотностью теплового потока

~ Производная температуры по нормали к изотермической поверхности называется:

- | изотермической поверхностью
- | температурным полем
- | средней разностью температур
- | температурным градиентом
- | плотностью теплового потока

~ Количество тепла, передаваемое через единицу поверхности в единицу времени называется:

- | плотностью теплового потока
- | температурным полем
- | температурным градиентом
- | средней разностью температур
- | изотермической поверхностью

~ Укажите уравнение теплопроводности плоской стенки.

$$Q = \frac{F(t_{CT1} - t_{CT2})\tau}{\sum \frac{\delta}{\lambda}}$$

$$Q = \frac{2\pi L\tau(t_{CT1} - t_{CT2})}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{d_H}{d_B}}$$

$$| Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\sigma_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \cdot (t_1 - t_2)$$

$$Q = KF \frac{\Delta t_H - \Delta t_B}{\ln \frac{\Delta t_H}{\Delta t_B}}$$

$$| Q = KF \frac{\Delta t_a - \Delta t_i}{\ln \frac{\Delta t_a}{\Delta t_i}}$$

~ Укажите уравнение теплопроводности цилиндрической стенки.

$$| Q = KF \frac{\Delta t}{H}$$

$$| Q = \frac{2\pi L \tau (t_{CT1} - t_{CT2})}{\frac{1}{\lambda} \ln \frac{d_H}{d_B}}$$

$$| Q = KF \frac{\Delta t_a - \Delta t_i}{\ln \frac{\Delta t_a}{\Delta t_i}}$$

$$| Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\sigma_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \cdot (t_1 - t_2)$$

$$| Q = \frac{F(t_{CT1} - t_{CT2})\tau}{\sum \frac{\sigma_i}{\lambda_i}}$$

~ Укажите уравнение температурного поля.

$$| \text{grad}t = \frac{\partial t}{\partial n}$$

$$| q = -l \text{grad}t$$

$$| t = f(x, y, z, t)$$

$$| t = \frac{q}{\lambda} x + C$$

$$| \Delta t = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

~ Укажите уравнение температурного градиента

$$| \text{grad}t = \frac{\partial t}{\partial n}$$

$$| t = f(x, y, z, t)$$

$$| q = -l \text{grad}t$$

$$t = -\frac{q}{\lambda} x + C$$

$$\Delta t = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

~ Укажите закон Фурье.

$$| Q = a \times F \cdot \Delta t$$

$$| Q = k \times F \cdot \Delta t$$

$$| Q = q \times F.$$

$$| Q = e C_0 F \left( \frac{T}{100} \right)^4.$$

$$| dQ = -\lambda \cdot dF \cdot dt \cdot \text{grad} t$$

**Тема 2:** Теплопередача через твердые стенки.

**Цель:** Определение коэффициентов теплопередачи цилиндрической стенки.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- Элементарные способы переноса теплоты;
- Термические сопротивления стенок и жидкости;
- Закон Ньютона - Рихмана;
- Коэффициент теплопередачи.

**Студент должен уметь:**

- Определить коэффициент теплопередачи цилиндрической стенки;
- Определить термические сопротивления стенок;
- Определить количество передаваемой теплоты через стенки;
- Определить температуры стенок.

**Основные вопросы темы:**

6. Перенос теплоты теплопроводностью и конвекцией;
7. Термические сопротивления стенки и жидкости;
8. Изменения температуры по толщине стенки;
9. Определение количество передаваемой теплоты через стенки.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в процессе теплопередачи через стенки и решить следующие практические задачи.

Задача 1

Стальной паропровод диаметром  $d_1/d_2$  с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_1 = 50$  Вт/(м·К) покрыт слоем жароупорной изоляции толщиной 50 мм,  $\lambda_2 = 0,18$  Вт/(м·К). Сверх этой изоляции лежит второй слой теплоизоляции толщиной 50 мм,  $\lambda_3$ . Температура протекающего внутри трубы пара равна  $t_1 = 427$  °С, температура наружного воздуха  $t_2 = 27$  °С. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе  $\alpha_1$ , коэффициент теплоотдачи от поверхности пробковой изоляции к воздуху  $\alpha_2$ . Определить потери теплоты на 1 м трубопровода, а также температуры поверхностей отдельных слоев.



Первая цифра шифра	d1, мм	d2, мм	$\alpha_1$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Вторая цифра шифра	$\alpha_2$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Материал второго слоя теплоизоляции
1	80	84	100	1	2	асбест
2	90	95	120	2	3	минеральная вата
3	100	106	140	3	4	шлаковая вата
4	110	115	160	4	5	ткань шерстяная
5	120	126	180	5	6	опилки древесные
6	130	136	220	6	7	гипс
7	140	148	240	7	8	вата стеклянная
8	150	158	260	8	9	плиты минераловатные
9	160	168	280	9	11	Пенополистирол
0	170	180	300	0	12	пенопласт

## 5. Литература:

### Основная:

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
6. Дытнерский Ю.И Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В. Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

### дополнительная:

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987



Кафедра Инженерных дисциплин

044-76/11

54 беттің 1 беті

Методические указания для практических занятий

14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы». – 2008. – 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 2. – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы». – 2009. – 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы. – Алматы. – 2011. – 346 б.
17. Акбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.
18. Орымбетов Ә.М. Жылу техникасының негіздері. Шымкент. ОҚМУ, 2005 – 246 б.

**Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)**

**Задания в тестовой форме**

~ Коэффициент теплоотдачи а характеризует ...

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий	044-76/11 54 беттің 1 беті

- | скорость выравнивания температур в различных точках тела
- | условия теплообмена между жидкостью и поверхностью твердого тела (или наоборот)
- | способность вещества, из которого состоит тело, проводить теплоту
- | интенсивность теплового потока
- | мощность теплового потока, проходящего от одного теплоносителя к другому через поверхность
- ~ Коэффициент теплопередачи  $K$  характеризует ...
  - | способность вещества, из которого состоит тело, проводить теплоту
  - | условия теплообмена между жидкостью и поверхностью твердого тела (или наоборот)
  - | скорость выравнивания температур в различных точках тела
  - | мощность теплового потока, проходящего от одного теплоносителя к другому через поверхность
  - | интенсивность теплового потока
- ~ Укажите единицу измерения коэффициента теплоотдачи  $a$ :
  - |  $Вт/(м^2К)$
  - |  $Вт/(м.К)$
  - |  $м^2/с$
  - |  $Вт$
  - |  $К/м$
- ~ Укажите единицу измерения коэффициента теплопередачи  $K$ :
  - |  $Вт/(м^2К)$
  - |  $Вт/(м.К)$
  - |  $м^2/с$
  - |  $Вт$
  - |  $К/м$
- ~ Укажите процессы, протекающие со скоростью, определяемой законами теплопередачи – науки о способах распространение тепла.
  - | тепловые процессы
  - | химические процессы
  - | механические процессы
  - | гидродинамические процессы
  - | массообменные процессы
- ~ Укажите коэффициент теплопередачи.
  - |  $a [Вт/(м^2.К)]$ ,
  - |  $K [Вт/(м^2.К)]$
  - |  $l [Вт/(м.К)]$
  - |  $a [м^2/сек]$
  - |  $C [Вт/(м^2.К^4)]$
- ~ Укажите коэффициент теплоотдачи.
  - |  $a [Вт/(м^2.К)]$
  - |  $l [Вт/(м.К)]$
  - |  $K [Вт/(м^2.К)]$
  - |  $a [м^2/сек]$
  - |  $C [Вт/(м^2.К^4)]$

~ Количество тепла, передаваемое через единицу поверхности в единицу времени называется:

- | плотностью теплового потока
- | температурным полем
- | температурным градиентом
- | средней разностью температур
- | изотермической поверхностью

~ Укажите уравнение теплопередачи через плоскую стенку.

$$| Q = \frac{\delta \cdot F(t_1 - t_2)}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\lambda}{\alpha_2}}$$

$$| Q = \frac{F(t_{CT1} - t_{CT2})\tau}{\sum \frac{\sigma_i}{\lambda_i}}$$

$$| Q = KF \frac{\Delta t_a - \Delta t_i}{\ln \frac{\Delta t_a}{\Delta t_i}}$$

$$| Q = \frac{2\pi L\tau(t_{CT1} - t_{CT2})}{\frac{1}{\lambda} \frac{d_H}{2,3lg \frac{d_B}{d_H}}}$$

$$| Q = KF \frac{\Delta t}{H} - \frac{\Delta t}{B}$$

$$\ln \frac{\Delta t_H}{\Delta t_B}$$

~ Укажите коэффициент теплопередачи.

$$| K = \frac{1}{Y \frac{1+m}{\beta_Y \beta_X}}$$

$$| K = \frac{1}{X \frac{1+1}{\beta_X m\beta_Y}}$$

$$| K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$| n_{0y} = \frac{Y_H - Y}{\frac{K_Y}{CP}}$$

$$| h_{0y} = \frac{G}{K_Y aS}$$

~ Укажите закон Ньютона – Рихмана.

$$| Q = a \cdot F(t_{CT} - t_{ж})$$

$$| dQ = -\lambda \cdot dF \cdot dt \cdot gradt$$

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

$$| Q = q \times F.$$

$$| Q = eC_0F \left( \frac{T}{100} \right)^4$$

$$| Q = k \times F \Delta t.$$

~ Определить количество теплоты  $q$  при теплоотдаче, если  $a = 10 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ ,  $Dt = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

|400

|4000

|4,0

|40

|0,25

~ Определить количество теплоты  $q$  при теплопередаче, если  $K = 40 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ ,  $Dt_{cp} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

|1600

|2600

|1,0

|3600

|6400

**Тема 3: Конвективный теплообмен.**

**Цель:** Определение коэффициентов теплоотдачи и количество отдаваемой теплоты.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- Механизмы переноса теплоты при конвективном теплообмене;
- Основы теории подобия;
- Критерий подобия;
- Критериальные уравнения конвективного теплообмена.

**Студент должен уметь:**

- Определить коэффициент теплоотдачи со стороны жидкости;
- Определить термические сопротивления слоев;
- Определить коэффициент теплопередачи;
- Рассчитывать количество теплоты, передаваемый от одной жидкости к другой через твердые стенки.

**Основные вопросы темы:**

10. Перенос теплоты конвекцией.
11. Перенос теплоты при конвективном теплообмене.
12. Критериальные уравнения конвективного теплообмена.
13. Теплопередача через цилиндрическую стенку.
14. Режимы течения жидкости.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в процессе конвективного теплообмена и решить следующие практические задачи.

**Задача 1**

Горячая вода, движущая со скоростью  $w = 4$  м/с внутри горизонтальной трубы диаметром  $d_1$  мм, толщина стенки  $\delta = 2$  мм, длиной  $l$  м, изготовленной из материала с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_{\omega} = 50$  Вт/(м·К), охлаждается в атмосферном воздухе.

Требуется определить средние коэффициенты теплоотдачи со стороны горячей воды  $\alpha_1$  и атмосферного воздуха  $\alpha_2$ , линейный коэффициент теплопередачи  $k_1$ , количество теплоты, передаваемое от воды к воздуху в единицу времени.

Средняя температура воды  $t_{ж1}$ , а воздуха –  $t_{ж2} = 22$  °С.

Первая цифра шифра	$d_1$ , мм	$l$ , м	Вторая цифра шифра	$w$ , м/с	$t_{ж1}$ , °С
1	0,25	1600	1	1,34	50
2	0,28	1650	2	1,36	60
3	0,30	1700	3	1,38	70
4	0,32	1750	4	1,40	55
5	0,34	1800	5	1,42	65
6	0,36	1850	6	1,44	75
7	0,38	1900	7	1,46	80
8	0,40	2000	8	1,48	85
9	0,42	2100	9	1,50	90
0	0,44	2200	0	1,52	95

**5. Литература:**

**Основная:**

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696
2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с.
6. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И. Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В. Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

**дополнительная:**

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы». – 2008. – 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 2. – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы». – 2009. – 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы. – Алматы. – 2011. – 346 б.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.  
 18. Орымбетов Ә.М. Жылу техникасының негіздері. Шымкент. ОҚМУ, 2005 – 246 б.

**Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)**

**Задания в тестовой форме**

~ Определить число Рейнольдса  $Re$  , если  $w = 1,2$  м/с,  $d = 0,02$  м,  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup> ,  $\mu = 10^{-3}$  Па.с.

- |24000
- |27000
- |30000
- |240000
- |29000

~ Конвективный теплообмен – это процесс передачи теплоты ...

| при непосредственном соприкосновении тел или частей одного и того же тела, имеющих разные температуры.

| электромагнитными волнами между двумя взаимно излучающими поверхностями.

| между потоком жидкости или газа и поверхностью твёрдого тела.

| от горячей жидкости к холодной через разделяющую их стенку.

| в жидких (газообразных) средах за счёт их перемещения в

пространстве

~ Укажите число  $Re$  при ламинарном движении жидкости

- |  $Re < 2300$
- |  $Re > 10000$
- |  $2300 < Re < 10000$
- |  $Re = 0$
- |  $Re = 15000$

~ Укажите число  $Re$  при турбулентном движении жидкости

- |  $Re > 10000$
- |  $Re < 2300$
- |  $2300 < Re < 10000$
- |  $Re = 0$
- |  $Re = 15000$

~ Укажите число  $Re$  при переходном движении жидкости

- |  $2300 < Re < 10000$
- |  $Re < 2300$
- |  $Re > 10000$
- |  $Re = 0$
- |  $Re = 15000$



ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

~ Определить количество теплоты  $q$  при теплоотдаче, если  $\alpha = 110 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ ,  
 $\Delta t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- | 5500
- | 1100
- | 3000
- | 10000
- | 2,20

~ Основными целями исследования процессов конвективного теплообмена являются определения:

- | коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  и гидравлического сопротивления  $\Delta P$
- | подъемной силы и разности температур
- | сил внутреннего трения и распределения скорости и температуры
- | средней скорости движения и температуры жидкости
- | распределение давления и температуры в жидкости

~ Коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  характеризует ...

- | скорость выравнивания температур в различных точках тела
- | интенсивность теплообмена между жидкостью и поверхностью твердого тела (или наоборот)
- | способность вещества, из которого состоит тело, проводить теплоту
- | интенсивность теплового потока
- | мощность теплового потока, проходящего от одного теплоносителя к другому через поверхность

~ Укажите единицу измерения коэффициента теплоотдачи  $\alpha$ :

- |  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$
- |  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$
- |  $\text{м}^2/\text{с}$
- |  $\text{Вт}$
- |  $\text{К}/\text{м}$

~ Укажите единицу измерения коэффициента теплопередачи  $K$ :

- |  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$
- |  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$
- |  $\text{м}^2/\text{с}$
- |  $\text{Вт}$
- |  $\text{К}/\text{м}$

~ Теплоотдача – это процесс передачи теплоты ...

- | между потоком жидкости или газа и поверхностью твердого тела
- | при непосредственном соприкосновении тел или частей одного и того же тела,

имеющих разные температуры  
 | электромагнитными волнами между двумя взаимно излучающими Поверхностями  
 | в жидких (газообразных) средах за счёт их перемещения в  
 пространстве

| от горячей жидкости к холодной через разделяющую их стенку

~ Укажите число Нуссельта Nu.

|  $\alpha d / \lambda$

|  $wd\rho/\mu$

|  $\mu c_p / \lambda$

|  $gl^3(\rho - \rho_0) / \nu^2 \rho_0$

|  $gl^3 \beta \Delta t / \nu^2$

~ Укажите число Грасгофа Gr.

|  $\alpha d / \lambda$

|  $wd\rho/\mu$

|  $\mu c_p / \lambda$

|  $gl^3 \beta \Delta t / \nu^2$

|  $gl^3(\rho - \rho_0) / \nu^2 \rho_0$

~ Укажите число Прандтля Pr.

|  $\mu c_p / \lambda$

|  $\alpha d / \lambda$

|  $wd\rho/\mu$

|  $gl^3(\rho - \rho_0) / \nu^2 \rho_0$

|  $gl^3 \beta \Delta t / \nu^2$

~ Укажите уравнение теплопередачи через плоскую стенку.

|  $Q = \frac{\delta}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \lambda \pm \frac{1}{\alpha_2}} \cdot F(t_1 - t_2)$

|  $Q = \frac{F(t_{CT1} - t_{CT2})\tau}{\sum \frac{\sigma_i}{\lambda_i}}$

|  $Q = KF \frac{\Delta t_a - \Delta t_i}{\ln \frac{\Delta t_a}{\Delta t_i}}$

|  $Q = \frac{2\pi L\tau(t_{CT1} - t_{CT2})}{\frac{1}{\lambda} - 2,31g \frac{d_H}{d_B}}$

$$| \frac{Q}{H} = KF \frac{\Delta t}{\ln \frac{\Delta t H}{\Delta t B}} - \Delta t B$$

~ Укажите закон Ньютона – Рихмана.

$$| Q = \alpha \cdot F(t_{ст} - t_{ж})$$

$$| dQ = -\lambda \cdot dF \cdot dt \cdot gradt$$

$$| Q = q \cdot F.$$

$$| Q = \epsilon_0 C F \left( \frac{T}{100} \right)^4$$

$$| Q = k \cdot F \Delta t.$$

~ Определить количество теплоты  $q$  при теплоотдаче, если  $\alpha = 10 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ ,

$\Delta t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

|400

|4000

|4,0

|40

|0,25

**Тема 4:** Теплоотдача при кипении жидкостей.

**Цель:** Определение коэффициентов теплоотдачи и количество пара, получаемое в испарителе.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- Условия возникновения процессов кипения;
- Места образования пузырьков пара;
- Пузырьковое кипение;
- Пленочное кипение.

**Студент должен уметь:**

- Определить коэффициент теплоотдачи при кипении;
- Определить температуру насыщения пара;
- Определить теплоту парообразования воды;
- Определить количество пара, получаемое в испарителе.

**Основные вопросы темы:**

15. Кипение в большом объеме;

16. Условия возникновения пузырьков пара в жидкости;

17. Режимы кипения жидкости.

**Методы обучения и преподавания:**

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин		044-76/11 54 беттің 1 беті
Методические указания для практических занятий		

Студенты должны теоретически разобраться в процессе кипения жидкости и решить следующую практическую задачу.

#### Задача 1

Вычислить коэффициент теплоотдачи при кипении воды и количество пара, получаемое в испарителе за  $\tau$  ч, общая поверхность нагрева которого  $F$ . Температура стенки испарителя  $t_{ст}$ . Давление пара  $P$ .

Первая цифра шифра	$F, м^2$	$t_{ст}, °C$	Вторая цифра шифра	$P, бар$	$\tau, ч$
1	6	115	1	1,12	2
2	7	120	2	1,43	3
3	8	125	3	1,69	4
4	9	130	4	1,98	5
5	10	135	5	2,32	6
6	11	140	6	2,70	7
7	12	145	7	3,13	8
8	13	150	8	3,61	9
9	14	155	9	4,15	10
0	15	160	0	4,76	11

#### 5. Литература:

##### Основная:

- В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
- В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
- Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
- Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
- Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
- Дытнерский Ю.И Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
- Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В. Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
- Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
- Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и тепломассообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
- Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

##### дополнительная:

- Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
- Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
- Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казakhstanская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

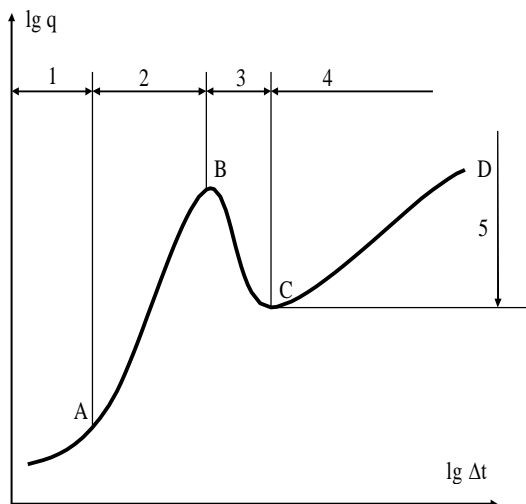
- аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.
  15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.– том 2. – Алматы.– Издательский дом: «Жибек жолы».– 2009.– 792 с.
  16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.– Алматы.–2011.– 346 б.
  17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.
  18. Орымбетов Ә.М. Жылу техникасының негіздері. Шымкент. ОҚМУ, 2005 – 246 б.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

### Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)

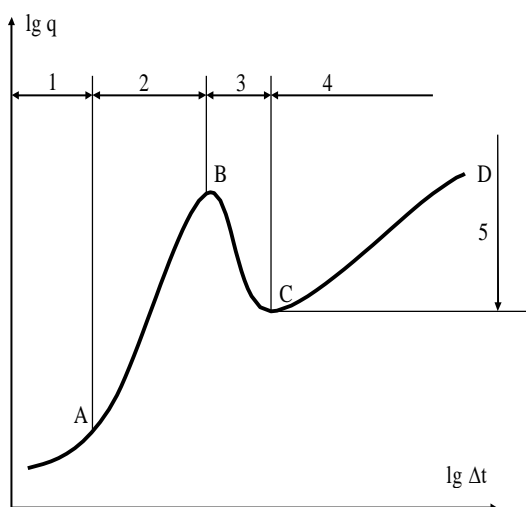
#### Задания в тестовой форме

1. Кипением называется;
  - A. Процесс парообразования в жидкости, нагретой выше температуры насыщения;
  - B. Процесс перехода вещества из твёрдого состояния в жидкое;
  - C. Процесс перехода вещества из жидкого состояния в твёрдое;
  - D. Процесс превращения вещества из твёрдого состояния в газообразное;
  - E. Процесс превращения вещества из парообразного в жидкое;
  
2. Затвердеванием называется;
  - A. Процесс перехода вещества из жидкого состояния в твёрдое;
  - B. Процесс перехода вещества из твёрдого состояния в жидкое;
  - C. Процесс парообразования в жидкости, нагретой выше температуры насыщения;
  - D. Процесс превращения вещества из твёрдого состояния в газообразное;
  - E. Процесс превращения вещества из парообразного в жидкое;
  
3. Сублимацией называется;
  - A. Процесс превращения вещества из твёрдого состояния в газообразное;
  - B. Процесс перехода вещества из твёрдого состояния в жидкое;
  - C. Процесс парообразования в жидкости, нагретой выше температуры насыщения;
  - D. Процесс перехода вещества из жидкого состояния в твёрдое;
  - E. Процесс превращения вещества из парообразного в жидкое;
  
4. Пузырьковое кипение:
  - A. на поверхности нагрева пар образуется в виде отдельных пузырьков;
  - B. на поверхности нагрева образуется паровой слой;
  - C. поверхность нагрева покрыта слоем жидкости;
  - D. парообразование происходит на поверхности жидкости;
  - E. переход из парообразного состояния в жидкое;
  
5. Плёночное кипение:
  - A. на поверхности нагрева образуется паровой слой;
  - B. на поверхности нагрева пар образуется в виде отдельных пузырьков;
  - C. поверхность нагрева покрыта слоем жидкости;
  - D. парообразование происходит на поверхности жидкости;
  - E. переход из парообразного состояния в жидкое;
  
6. На кривой кипения жидкости ( $P=\text{const}$ ) покажите область нагрева жидкости. (см. рис.).



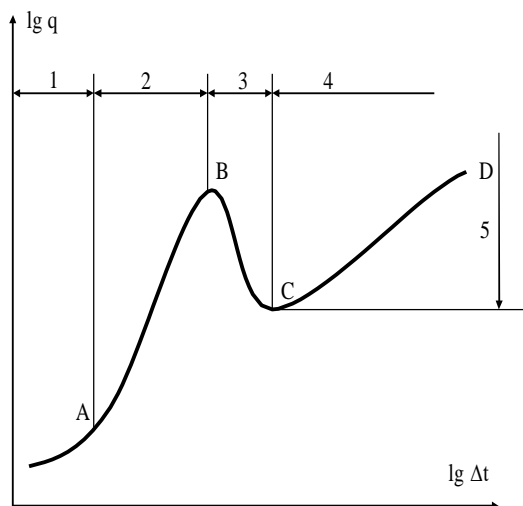
- A. 1;
- B. 2;
- C. 3;
- D. 4;
- E. 5;

7. На кривой кипения жидкости ( $P=\text{const}$ ) покажите область пузырькового кипения жидкости. (см. рис.).



- A. 2;
- B. 1;
- C. 3;
- D. 4;
- E. 5;

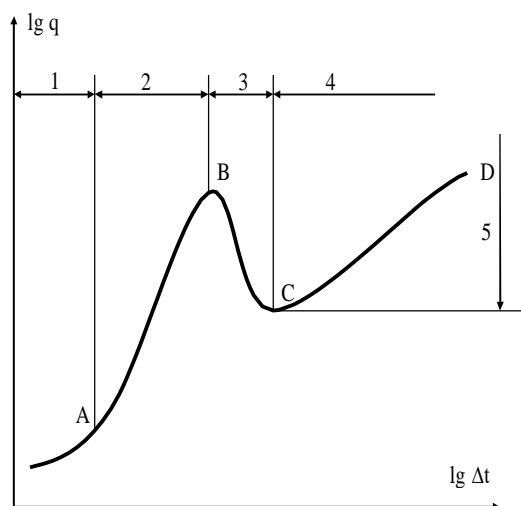
8. На кривой кипения жидкости ( $P=\text{const}$ ) покажите область переходного пузырькового



кипения к плёночному. (см. рис.).

- A. 3;
- B. 1;
- C. 2;
- D. 4;
- E. 5;

9. На кривой кипения жидкости ( $P=\text{const}$ ) покажите область плёночного кипения



жидкости. (см. рис.).

- A. 4;
- B. 1;
- C. 2;
- D. 3;
- E. 5;

10. Как определяется критический диаметр парового пузырька?



A.  $R_{min} = 2\sigma T_H / (r \rho_n \Delta t)$ ;

B.  $\Delta P = 2\sigma / R$ ;

C.  $\omega = q / r \rho_n$ ;

D.  $Re = \frac{q}{r \rho_n v} \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_{ж} - \rho_n)}}$ ;

E.  $Nu = \frac{\alpha}{\lambda} \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_{ж} - \rho_n)}}$ ;

11. Как определяется разность давлений внутри парового пузырька и окружающей его жидкости?

A.  $\Delta P = 2\sigma / R$ ;

B.  $R_{min} = 2\sigma T_H / (r \rho_n \Delta t)$ ;

C.  $\omega = q / r \rho_n$ ;

D.  $Re = \frac{q}{r \rho_n v} \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_{ж} - \rho_n)}}$ ;

E.  $Nu = \frac{\alpha}{\lambda} \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_{ж} - \rho_n)}}$ ;

**Тема 5:** Теплоотдача при конденсации жидкости.

**Цель:** Определение среднего коэффициента теплоотдачи при конденсации жидкости.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- общие представления о процессе конденсации;
- виды конденсации;
- особенности процесса конденсации на вертикальных и горизонтальных трубах;
- особенности конденсации при смешении теплоносителей.

**Студент должен уметь:**

- составлять тепловой баланс процесса конденсации;
- определять расход греющего пара;
- определять площадь поверхности теплопередачи конденсатора.

**Основные вопросы темы:**

1. Конденсация на вертикальной поверхности.
2. Толщина пленки конденсата на вертикальной поверхности.
3. Местный коэффициент теплоотдачи.
4. Средний коэффициент теплоотдачи.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в процессе конденсации и решить следующие практические задачи.

Задача 1

На поверхности вертикальной трубы высотой  $H$  происходит пленочная конденсация сухого насыщенного водяного пара. Давление пара  $P$ . Температура поверхности трубы  $t_c$ .

Определить значение среднего коэффициента теплоотдачи  $\alpha_{ср}$ . Построить график изменения толщины пленки конденсата и местного коэффициента теплоотдачи по высоте трубы (для построения графика требуется не менее пяти точек). Режим течения пленки конденсата считать ламинарным.

Первая цифра шифра	$P$ , МПа	$t_c$ , °C	Вторая цифра шифра	$H$ , м
1	0,12	100	1	1,1
2	0,16	105	2	1,2
3	0,20	110	3	1,3
4	0,24	115	4	1,4
5	0,27	120	5	1,5
6	0,30	125	6	1,6
7	0,34	130	7	1,7
8	0,37	135	8	1,8
9	0,40	140	9	1,9
0	0,43	145	0	2,0

## 5. Литература:

### Основная:

- В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
- В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
- Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
- Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
- Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с.
- Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И. Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
- Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В. Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
- Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
- Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
- Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

### дополнительная:

- Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
- Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
- Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
<b>Кафедра Инженерных дисциплин</b>		044-76/11 54 беттің 1 беті
<b>Методические указания для практических занятий</b>		

- аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жібек жолы». – 2008. – 592 с.
  15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 2. – Алматы. – Издательский дом: «Жібек жолы». – 2009. – 792 с.
  16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы. – Алматы. – 2011. – 346 б.
  17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.
  18. Орымбетов Ә.М. Жылу техникасының негіздері. Шымкент. ОҚМУ, 2005 – 246 б.

**Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)**

### Задания в тестовой форме

1. Пленочная конденсация.

A. Кипение

B. На твердой поверхности в начале образуется мономолекулярный слой который в процессе конденсации достигая толщины микрометра разрывается на части.

C. На твердой поверхности в начале образуется мономолекулярный слой, который в процессе конденсации увеличивается и уплотняется.

D. Конденсация

E. Такой конденсации нет

2. Капельная конденсация.

A. Кипение

B. На твердой поверхности в начале образуется мономолекулярный слой который в процессе конденсации увеличивается и уплотняется

C. На твердой поверхности, в начале образуется мономолекулярный слой, который в процессе конденсации, достигая толщины микрометра, разрывается на части.

D. Конденсация

E. Такой конденсации нет

3. Термическое сопротивление плёнки конденсата:

A.  $\delta_x = \sqrt[4]{\frac{4\lambda v \cdot \Delta t \cdot x}{rg\rho}}$

B.  $\alpha = \frac{\lambda}{x \delta}$  ;

C.  $R = \frac{\delta^x}{k \lambda}$  ;;

D.  $\alpha = 0,9434 \sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{v \cdot \Delta t \cdot H}}$  ;

E.  $\alpha = 0,728 \sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{v \cdot \Delta t \cdot d}}$  ;

4. Локальный коэффициент теплоотдачи плёнки конденсата:

A.  $\alpha = 0,9434 \sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{v \cdot \Delta t \cdot H}}$  ;

B.  $\delta_x = \sqrt[4]{\frac{4\lambda v \cdot \Delta t \cdot x}{rg\rho}}$  ;

C.  $\alpha = \frac{\lambda}{x \delta}$  ;

D.  $\alpha = 0,7284 \sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{v \cdot \Delta t \cdot d}}$  ;

Е.  $R = \frac{\delta_x}{k \lambda}$ ;

5. Локальная толщина плёнки конденсата:

А.  $\alpha = 0,943 \sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{v \cdot \Delta t \cdot H}}$ ;

В.  $\alpha = \frac{\lambda}{x \delta_x}$ ;

С.  $\delta_x = \sqrt[4]{\frac{4\lambda v \cdot \Delta t \cdot x}{rg\rho}}$ ;

Д.  $\alpha = 0,728 \sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{v \cdot \Delta t \cdot d}}$ ;

Е.  $R = \frac{\delta_x}{k \lambda}$ ;

6. Средний коэффициент теплоотдачи при конденсации пара на стенке высотой Н;

А.  $\delta_x = \sqrt[4]{\frac{4\lambda v \cdot \Delta t \cdot x}{rg\rho}}$ ;

В.  $\alpha = \frac{\lambda}{x \delta_x}$ ;

С.  $\alpha = 0,943 \sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{v \cdot \Delta t \cdot H}}$ ;

Д.  $\alpha = 0,728 \sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{v \cdot \Delta t \cdot d}}$ ;

Е.  $R = \frac{\delta_x}{k \lambda}$ ;

7. Средний коэффициент теплоотдачи при конденсации пара на горизонтальной трубе;

А.  $\delta_x = \sqrt[4]{\frac{4\lambda v \cdot \Delta t \cdot x}{rg\rho}}$ ;

В.  $\alpha = \frac{\lambda}{x \delta_x}$ ;

С.  $\alpha = 0,728 \sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{v \cdot \Delta t \cdot d}}$ ;

Д.  $R = \frac{\delta_x}{k \lambda}$ ;

Е.  $\alpha = 0,943 \sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{v \cdot \Delta t \cdot H}}$ ;

## Тема 6: Водяной пар.

**Цель:** Определение параметров водяного пара.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- Агрегатные состояния веществ;
- Термодинамические параметры водяного пара;
- $Pv$  -,  $Ts$  -,  $hs$  – диаграммы водяного пара;
- Термодинамические процессы водяного пара.

**Студент должен уметь:**

- Определять параметры водяного пара с помощью  $hs$ - диаграммы;
- Определить изменения внутренней энергии, энтальпии и энтропии водяного пара;
- Определять работу расширения и теплоту процесса;
- Изображать процессы на  $Pv$  -,  $Ts$  -,  $hs$  – диаграммах;

**Основные вопросы темы:**

1. Переход вещества из жидкого состояния в газообразное.
2. Удельная теплота парообразования.
3. Влажный, насыщенный, сухой насыщенный и перегретый пар.
4.  $Pv$  – диаграмма водяного пара.
5.  $hs$  – диаграмма водяного пара.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в водяном паре и решить следующие практические задачи.

Задача 1.

К 1 кг водяного пара с начальным давлением  $P_1$  и степенью сухости  $x_1$  подводится теплота  $q$ . Определить, используя компьютерную  $hs$ - диаграмму водяного пара, параметры конечного состояния водяного пара, работу расширения, изменения внутренней энергии, энтальпии и энтропии. Расширение происходит: 1) изотермически; 2) изобарически.

Изобразить процессы в  $Pv$  -,  $Ts$  -,  $hs$  – диаграммах.

Первая цифра шифра	$P$ , МПа	$x$	Вторая цифра шифра	$q$ , кДж
1	1,7	0,81	1	380
2	1,8	0,83	2	390
3	1,9	0,85	3	400
4	2,0	0,87	4	410
5	2,1	0,89	5	420
6	2,2	0,91	6	430
7	2,3	0,93	7	440
8	2,4	0,95	8	470

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

9	2,6	0,97	9	480
0	2,7	0,99	0	490

## 5. Литература:

### Основная:

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
6. Дытнерский Ю.И Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

### дополнительная:

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.– том 2. – Алматы.– Издательский дом: «Жибек жолы».– 2009.– 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.– Алматы.–2011.– 346 б.
17. Акбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.
18. Орымбетов Ә.М. Жылу техникасының негіздері. Шымкент. ОҚМУ, 2005 – 246 б.

### Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)

#### Задания в тестовой форме

- 1 Дайте определения процесам 1) Испарение, 2) Кипение, 3) Конденсация, 4) Плавление, 5) Затвердевание.

#### Ответы:

- 1 Переход из газообразного состояния в жидкое состояние.
- 2 Переход вещества из твердого состояния в жидкое состояние.
- 3 Переход вещества из жидкого состояния в твердое состояние.
- 4 Парообразование происходит во всем объеме жидкости.
- 5 Парообразование происходит через свободную поверхность жидкости.



- 2** Определите количество теплоты, затрачиваемое на нагрев водяного пара, в 1) Изохорном, 2) Изобарном, 3) Изотермическом, 4) Адиабатном, 5) Политропном процессах.

**Ответы:**

1)  $q = \Delta u + p \Delta v$ . 2)  $q = 0$ . 3)  $q = u_2 - u_1$ . 4)  $q = h_2 - h_1$ . 5)  $q = T(s_2 - s_1)$ .

- 3** Дайте определения понятиям 1) Насыщенный пар, 2) Сухой насыщенный пар, 3)



ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

Влажный насыщенный пар, 4) Перегретый пар, 5) Теплота парообразования.

**Ответы:**

- 1 Пар, полученный при нагреве сухого насыщенного пар.
  - 2 Насыщенный пар, который содержит капельки жидкости.
  - 3 Количество теплоты, необходимое для преобразования 1 кг кипящей жидкости в сухой насыщенный пар, при постоянном давлении.
  - 4 Пар, который находится в термодинамическом равновесии с жидкостью.
  - 5 Насыщенный пар, который не содержит капельки жидкости.
- 4 Определите 1) Степень сухости влажного пара, 2) Степень сухости кипящей жидкости, 3) Степень сухости сухого насыщенного пара, 4) Теплоемкость воды [кдж/(кг·К)], 5) Критическую температуру воды [К].

**Ответы:**

- 1) 1. 2) 647, 27 . 3) 4,19 . 4) 0,6. 5) 0.

**Тема 7: Кожухотрубные теплообменные аппараты.**

**Цель:** Составление теплового баланса и определение необходимой поверхности теплообмена.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- Классификацию теплообменных аппаратов;
- Тепловой баланс теплообменного аппарата;
- Уравнение теплопередачи теплообменного аппарата;

**Студент должен уметь:**

- Составлять тепловой баланс теплообменного аппарата;
- Определить средний температурный напор;
- Выбрать схемы движения теплоносителей в теплообменном аппарате;
- Выбрать конструкцию теплообменного аппарата;

**Основные вопросы темы:**

6. Классификация теплообменных аппаратов.
7. Тепловой баланс теплообменного аппарата.
8. Уравнение теплопередачи теплообменного аппарата.
9. Графики изменения температур теплоносителей.
10. Виды тепловых расчетов теплообменных аппаратов.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в теплообменном процессе в кожухотрубном аппарате и решить следующие практические задачи.

**Задача 1**

Определить поверхность теплообмена рекуперативного водовоздушного теплообмена при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителей, если объемный расход воздуха при нормальных условиях  $V_n$ , средний коэффициент теплопередачи от воздуха к воде  $K$ , начальные и конечные температуры воздуха и воды равны соответственно  $t_1, t_1', t_2, t_2'$ . Определить также расход воды  $G$  через теплообмен.

Изобразить графики изменения температур теплоносителей для обоих случаев.

Ответить на вопросы: каковы преимущества противоточной схемы движения теплоносителя по сравнению с прямоточной? Как изменился бы коэффициент теплопередачи  $K$ , если воду заменить воздухом?

Первая цифра шифра	$t_1^1, ^\circ\text{C}$	$t_1^{11}, ^\circ\text{C}$	Вторая цифра шифра	$t_2^1, ^\circ\text{C}$	$t_2^1, ^\circ\text{C}$
1	300	140	1	15	70
2	320	145	2	20	75
3	340	150	3	25	80
4	360	155	4	30	85
5	380	160	5	35	90
6	400	165	6	40	95
7	280	135	7	38	100
8	260	130	8	34	95
9	240	125	9	30	90
0	220	120	0	25	85

## 5. Литература:

### Основная:

- В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
- В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
- Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
- Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
- Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с.
- Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И. Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
- Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В. Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
- Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
- Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
- Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

**дополнительная:**

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.– том 2. – Алматы.– Издательский дом: «Жибек жолы».– 2009. – 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.– Алматы.–2011.– 346 б.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.  
 18. Орымбетов Ә.М. Жылу техникасының негіздері. Шымкент. ОҚМУ, 2005 – 246 б.

### Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)

#### Задания в тестовой форме

1. Рекуперативным называется теплообменный аппарат, в котором теплообмен между теплоносителями осуществляется:

- | через разделяющую их стенку
- | через регенерирующую насадку
- | при их непосредственном соприкосновении
- | излучением
- | от жидкости к стенке или наоборот

2. Регенеративным называется теплообменный аппарат, в котором теплообмен между теплоносителями осуществляется:

- | через регенерирующую насадку
- | через разделяющую их стенку
- | при их непосредственном соприкосновении
- | от жидкости к стенке или наоборот
- | излучением

3. Смесительным называется теплообменный аппарат, в котором теплообмен между теплоносителями осуществляется:

- | при их непосредственном соприкосновении
- | через разделяющую их стенку
- | через регенерирующую насадку
- | от жидкости к стенке или наоборот
- | излучением

4. Теплообменные аппараты, в которых перенос тепла между обменивающимися теплом средами происходит через разделяющую их поверхность теплообмена – глухую стенку, являются:

- A) регенеративные теплообменники
- B) теплообменники смешения
- C) поверхностные теплообменники
- D) выпарные аппарата
- E) сушилки

5. Поверхность теплообмена в теплообменниках:

- A)  $F = M/K\Delta T_{CP}$
- B)  $F = Q/K\Delta t_{ПОЛ}$
- C)  $F = Q/K\Delta t_{CP}$
- D)  $F = G/\rho w$
- E)  $F = V\cos\beta/wCT$

6. В процессе теплообмена движение теплоносителей друг относительно друга вдоль разделяющей их стенки в одном и тем же направлении называется:

- A) перекрестный ток

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин		044-76/11 54 беттің 1 беті
Методические указания для практических занятий		

- B) противоток
- C) прямоток
- D) смешанный ток
- E) перемешанный ток

7. В процессе теплообмена движение теплоносителей, при котором теплоносители движутся взаимно перпендикулярно друг другу, называется:

- A) противоток
- B) прямоток
- C) перекрестный ток
- D) смешанный ток
- E) перемешанный ток

8. В процессе теплообмена движение теплоносителей, при котором один из теплоносителей движется в одном направлении, а другой – как прямотоком, так и противотоком к первому, называется:

- A) прямоток
- B) перекрестный ток
- C) смешанный ток
- D) противоток
- E) перемешанный ток

9. Средняя движущая сила при противотоке теплоносителей:

- A)  $\Delta P_{cp} = \frac{\Delta P_{\bar{c}} - \Delta P_M}{\ln \frac{\Delta P_{\bar{c}}}{\Delta P_M}}$
- B)  $\Delta Y_{cp} = \frac{\Delta Y_H - \Delta Y_K}{\ln \frac{\Delta Y_H}{\Delta Y_K}}$
- C)  $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{c}} - \Delta t_M}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{c}}}{\Delta t_M}}$
- D)  $\Delta t_{нол} = T - t_K$
- E)  $\Delta ctp = \frac{\Delta t_H - \Delta t_K}{\ln \frac{\Delta t_H}{\Delta t_K}}$

**Тема 8:** Однокорпусные выпарные установки.

**Цель:** Определение поверхности выпарного аппарата.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- общие сведения о процессе выпаривания;
- виды выпаривания;



**Кафедра Инженерных дисциплин**

044-76/11  
54 беттің 1 беті

**Методические указания для практических занятий**

- физико-химические основы выпаривания;
- однократное выпаривание;
- многократное выпаривание.

**Студент должен уметь:**

- составлять материальный баланс процесса выпаривания;
- определять количество выпаренной воды;
- определять массовый расход греющего пара;
- определять полезную разность температур;
- определять площадь поверхности теплопередачи.

**Основные вопросы темы:**

5. Материальный баланс однократного выпаривания.
6. Температурная депрессия раствора.
7. Гидростатическая потеря разности температур.
8. Гидродинамическая потеря разности температур.
9. Полезная разность температур;
10. Массовый расход греющего пара.
11. Площадь поверхности теплопередачи.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в процессе однократного выпаривания и решить следующие практические задачи.

**Задача 1**

Определить площадь поверхности теплопередачи выпарного аппарата с естественной циркуляцией для выпаривания  $G_H$  кг/ч  $CaCl_2$  от 10 до 30 % масс., если давление греющего пара  $P_{гр}$ , вакуум в барометрическом конденсаторе  $P_p$ . Раствор в выпарной аппарат подается при температуре кипения. Длину греющих труб принять 2,5 м, внешний диаметр – 68 мм, коэффициент теплопередачи в выпарном аппарате –  $K$ , потнри теплоты  $Q = 5$  %.

Первая цифра шифра	$P_{гр}$ , МПа	$G_H$ , кг/ч	Вторая цифра шифра	$P_p$ , кПа	$K$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
1	0,3	1000	1	74	800
2	0,32	1100	2	75	850
3	0,34	1200	3	76	900
4	0,36	1300	4	77	950
5	0,38	1400	5	78	1000
6	0,40	1500	6	73	1040
7	0,42	1600	7	72	1080
8	0,44	1700	8	71	1120
9	0,46	1800	9	70	1160
0	0,48	1900	0	69	1200

**5. Литература:**

**Основная:**

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
<b>Кафедра Инженерных дисциплин</b>	044-76/11 54 беттің 1 беті	
<b>Методические указания для практических занятий</b>		

2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
6. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И. Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В. Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

**дополнительная:**

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы». – 2008. – 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 2. – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы». – 2009. – 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.– Алматы.–2011.– 346 б.
17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.
18. Орымбетов Ә.М. Жылу техникасының негіздері. Шымкент. ОҚМУ, 2005 – 246 б.

**Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)**

**Задания в тестовой форме**

1. Выпариванием называется:
  - А) получение высококонцентрированных растворов
  - В) частичное удаление растворителя из всего объема раствора при его температуре кипения
  - С) концентрирование растворов практически нелетучих или мало летучих веществ в жидких летучих растворителях
  - Д) частичное удаление растворителя с поверхности раствора при любых температурах ниже температуры кипения
  - Е) выделение растворителя в чистом виде
2. Какими теплоносителями подводится тепло для выпаривания?
  - А) с помощью твердых теплоносителей
  - В) вода
  - С) водяной пар
  - Д) с помощью токов высокой частоты
  - Е) тепловым излучением
3. В качестве греющего агента в процессе выпаривания используют водяной пар, который называется:



Кафедра Инженерных дисциплин

044-76/11

54 беттің 1 беті

Методические указания для практических занятий

- A) сухой
- B) вторичный
- C) греющий
- D) экстра-пар
- E) насыщенный

4. Пар, образующийся при выпаривании кипящего раствора, называется:

- A) сухой



ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

- В) греющий
- С) вторичный
- Д) экстра-пар
- Е) насыщенный

5. Пар, отбираемый на сторону в процессе выпаривания, называется:

- А) вторичный
- В) греющий
- С) экстра-пар
- Д) сухой
- Е) насыщенный

6. Движущей силой процессов выпаривания является:

- А) разность давлений
- В) сила тяжести
- С) разность температур
- Д) центробежная сила
- Е) разность концентраций

### Тема 9: Равновесие при массопередаче

**Цель:** Определение равновесных составов фаз.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- механизм перехода вещества из одной фазы в другую;
- основное уравнение массопередачи;
- правило фаз;
- закон Рауля;
- способы выражения составов фаз.

**Студент должен уметь:**

- составлять материальный баланс процесса массопередачи;
- определять направление массопередачи;
- определять количественный состав фаз.

**Основные вопросы темы:**

1. Фазовое равновесие.
2. Линия равновесия.
3. Рабочая линия.
4. Уравнения рабочей линии.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в равновесии при массопередаче и решить следующие практические задачи.

Задача 1

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин		044-76/11 54 беттің 1 беті
Методические указания для практических занятий		

Вычислить состав равновесной паровой фазы при  $t_1$  для жидкой смеси, состоящей из  $X_1$  % мол. бензола и  $(100 - X_1)$  % мол. толуола. Считать, что данная смесь характеризуется законом Рауля. Найти также, какого состава жидкая смесь бензола и толуола кипит при  $t_2$  под давлением 760 мм рт.ст.

Первая цифра шифра	$X_1$ , % мол.	$t_1$ , °C	Вторая цифра шифра	$t_2$ , °C
1	65	50	1	80
2	60	55	2	75
3	55	60	3	70
4	45	65	4	80
5	40	70	5	75
6	35	65	6	70
7	30	60	7	80
8	70	55	8	75
9	75	50	9	70
0	80	70	0	80

## 5. Литература:

### Основная:

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696
2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
6. Дытнерский Ю.И Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

### дополнительная:

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.– том 2. – Алматы.– Издательский дом:

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

«Жибек жолы». – 2009. – 792 с.

16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы. – Алматы. – 2011. – 346 б.

17. Акбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.

**Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)**

**Задания в тестовой форме**

1. Движущей силой процесса абсорбции является:
  - А) разность давлений
  - В) сила тяжести
  - С) разность концентраций



- D) центробежная сила  
E) разность температур
2. Материальный баланс массообменных процессов по потокам:
- A)  $G_{ВЛ} = G_{сух} + W$   
B)  $F + \Phi = G + W$   
C)  $G_H + L_H = G_K + L_K$   
D)  $G_{нач} = G_{кон} + W$   
E)  $G(Y_H - Y_K) = L(X_K - X_H)$
3. При массопередаче весовые доли состава смеси по компоненту A обозначаются:
- A)  $c_A$   
B)  $x_A, y_A$   
C)  $\bar{x}_A, \bar{y}_A$   
D)  $\bar{X}_A, \bar{Y}_A$   
E)  $X_A, Y_A$
4. При массопередаче относительные мольные концентрации компонента A в смеси обозначаются:
- A)  $x_A, y_A$   
B)  $c_A$   
C)  $\bar{X}_A, Y_A$   
D)  $x_A, y_A$   
E)  $\bar{X}_A, \bar{Y}_A$
5. Уравнение равновесной линии процесса абсорбции:
- A)  $Y^* = f(X)$   
B)  $Y = f(X)$   
C)  $Y^* = mX$   
D)  $Y = Rx/(R + 1) + x_p/(R + 1)$   
E)  $Y = (R + f)x/(R + 1) + (1 - f)x_w/(R + 1)$
6. Общее уравнение рабочей линии массообменного процесса:
- A)  $Y^* = mX$   
B)  $Y^* = f(X)$   
C)  $Y = f(X)$   
D)  $Y = Rx/(R + 1) + x_p/(R + 1)$   
E)  $Y = (R + f)x/(R + 1) + (1 - f)x_w/(R + 1)$
7. Закон Рауля:
- A)  $p_{см} = \sum p_i$   
B)  $p_A^* = E x_A$   
C)  $p_A = P_A x_A$   
D)  $\Phi + C = K + 2$   
E)  $m = y^*/x$
8. Закон Дальтона:
- A)  $p_A = P_A x_A$   
B)  $p_A^* = E x_A$   
C)  $p_{см} = \sum p_i$   
D)  $\Phi + C = K + 2$   
E)  $m = y^*/x$
9. Правило фаз в процессах массопередачи:

- A)  $p_{cm} = \sum p_i$
- B)  $p_A^* = E \cdot x_A$
- C)  $\Phi + C = K + 2$
- D)  $p_A = P_A \cdot x_A$
- E)  $m = y^*/x$

### Тема 10: Простая перегонка

**Цель:** Составление материального баланса простой перегонки.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- общие сведения о простой перегонке;
- виды простой перегонки;
- закон Рауля;
- закон Дальтона;
- материальный баланс простой перегонки;
- уравнение простой перегонки.

**Студент должен уметь:**

- составлять материальный баланс простой перегонки;
- описать принципиальную схему установки для простой перегонки;
- определять расход греющего пара;

**Основные вопросы темы:**

12. Правило фаз.
13. Идеальные жидкие смеси.
14. Материальный баланс фракционной перегонки.
15. Расход греющего пара для процесса перегонки.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в простой перегонке и решить следующие практические задачи.

**Задача 1**

В простом перегонном кубе производится разгонка смеси, содержащей  $C_1$  % масс. этилового спирта и  $(100-C_1)$  % масс. воды. После отгонки в кубовом остатке содержится  $C_2$  % масс. спирта. Определить состав дистиллята, его массу и массу кубового остатка. Данные о равновесных составах взять из справочной литературы.

Определить также расход греющего пара давлением  $P$ . Потеря теплоты в окружающую среду составляет 10 % от полезно использованного количества тепла. Принять, что начальная температура кипящей смеси  $81$  °С, а температура конца перегонки  $95$  °С.

Первая цифра шифра	$P_{гр}$ , МПа	$G_H$ , кг/ч	Вторая цифра шифра	$C_1$ , % масс.	$C_2$ , % масс.
1	0,3	1000	1	65	5
2	0,32	1100	2	63	6

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин		044-76/11 54 беттің 1 беті
Методические указания для практических занятий		

3	0,34	1200	3	60	7
4	0,36	1300	4	58	8
5	0,38	1400	5	56	4
6	0,40	1500	6	54	3
7	0,42	1600	7	52	9
8	0,44	1700	8	68	10
9	0,46	1800	9	70	11
0	0,48	1900	0	50	6

## 5. Литература:

### Основная:

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696
2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
6. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И. Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В. Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

### дополнительная:

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.– том 2. – Алматы.– Издательский дом: «Жибек жолы».– 2009.– 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.– Алматы.–2011.– 346 б.
17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.

### Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)

#### Задания в тестовой форме

1. Движущей силой процесса ректификации является:
  - А) разность давлений
  - В) сила тяжести
  - С) разность концентраций
  - Д) центробежная сила



- Е) разность температур
2. Процесс однократного частичного испарения жидкой смеси и конденсации образующихся паров называется:
- А) ректификация,
  - В) абсорбция,
  - С) простая перегонка,
  - Д) экстракция,
  - Е) кристаллизация.
3. Материальный баланс процесса ректификации:

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

- A)  $G_{\text{нач}} = G_{\text{кон}} + W$
- B)  $G_{\text{вл}} = G_{\text{сух}} + W$
- C)  $F + \Phi = G + W$
- D)  $G_{\text{H}} + L_{\text{H}} = G_{\text{K}} + L_{\text{K}}$
- E)  $G(Y_{\text{H}} - Y_{\text{K}}) = L(X_{\text{K}} - X_{\text{H}})$

4. Закон Дальтона:

- A)  $p_A = P_A x_A$
- B)  $p_A^* = E x_A$
- C)  $p_{\text{см}} = \sum p_i$
- D)  $\Phi + C = K + 2$
- E)  $m = y^*/x$

5. Закон Рауля:

- A)  $p_{\text{см}} = \sum p_i$
- B)  $p_A^* = E x_A$
- C)  $p_A = P_A x_A$
- D)  $\Phi + C = K + 2$
- E)  $m = y^*/x$

6. Правило фаз в процессах массопередачи:

- A)  $p_{\text{см}} = \sum p_i$
- B)  $p_A^* = E x_A$
- C)  $\Phi + C = K + 2$
- D)  $p_A = P_A x_A$
- E)  $m = y^*/x$

7. Паровая фаза, получаемая при перегонке бинарной смеси, обогащается:

- A) флегмой
- B) высококипящим компонентом
- C) низкокипящим компонентом
- D) дистиллятом
- E) кубовым остатком

**Тема 11:** Скорость массопередачи.

**Практическая работа:** Определение коэффициентов массоотдачи и теплоотдачи. Теплоотдача при конденсации жидкости.

**Цель:** Определение среднего коэффициента теплоотдачи при конденсации жидкости.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- механизм перехода вещества из одной фазы в другую;
- основное уравнение массопередачи;
- закон молекулярной диффузии;
- дифференциальное уравнение молекулярной диффузии;
- закон Шюкарева;
- критериальные уравнения конвективной диффузии.



**Студент должен уметь:**

- определять основные тепломассообменные свойства газов и жидкостей;
- определять диффузионные критерий подобия;
- эквивалентный диаметр каналов.

**Основные вопросы темы:**

1. Коэффициент массоотдачи в газовой фазе.
2. Коэффициент массоотдачи в жидкой фазе.
3. Коэффициент массопередачи.
4. Связь между коэффициентами массоотдачи и коэффициентом массопередачи.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в механизме перехода вещества из одной фазы в другую и решить следующие практические задачи.

**Задача 1**

Определить коэффициент массоотдачи для газовой фазы в насадочном абсорбере, в котором производится поглощение двуокиси серы из инертного газа под атмосферным давлением. Температура в абсорбере  $t$ , он работает в пленочном режиме. Скорость газа в абсорбере  $w$ . Абсорбер заполнен насадкой с удельной поверхностью  $a$  и удельным свободным объемом  $V_{св}$ .

Первая цифра шифра	$w$ , м/с	$t$ , °С	Вторая цифра шифра	$a$ , м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	$V$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>
1	0,3	15	1	65	0,53
2	0,32	20	2	63	0,56
3	0,34	22	3	60	0,60
4	0,36	25	4	58	0,62
5	0,38	27	5	56	0,64
6	0,40	30	6	54	0,66
7	0,42	32	7	52	0,68
8	0,44	35	8	68	0,51
9	0,46	37	9	70	0,50
0	0,48	40	0	50	0,48

**5. Литература:**

**Основная:**

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
6. Дытнерский Ю.И Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН

**MEDISINA  
AKADEMIASY**

«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ



SOUTH KAZAKHSTAN

**MEDICAL  
ACADEMY**

АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»

Кафедра Инженерных дисциплин

Методические указания для практических занятий

044-76/11

54 беттің 1 беті

8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казakhstanская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин		044-76/11 54 беттің 1 беті
Методические указания для практических занятий		

10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

**дополнительная:**

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.– том 2. – Алматы.– Издательский дом: «Жибек жолы».– 2009.– 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.– Алматы.–2011.– 346 б.
17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.

**Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)**

**Задания в тестовой форме**

1. Процесс, включающий перенос распределяемого вещества в пределах одной фазы, перенос через поверхность раздела фаз и его перенос в пределах другой фазы, представляет собой:
  - A) теплопередача
  - B) массоотдача
  - C) массопередача
  - D) массопроводность
  - E) молекулярная диффузия
2. Процесс переноса распределяемого вещества из фазы к границе раздела фаз или в обратном направлении, т.е. в пределах одной из фаз, называется:
  - A) теплопередача
  - B) массопередача
  - C) массоотдача
  - D) массопроводность
  - E) молекулярная диффузия
3. Процесс переноса распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением молекул, атомов, ионов, коллоидных частиц, называется:
  - A) массоотдача
  - B) массопередача
  - C) молекулярная диффузия
  - D) теплопередача
  - E) массопроводность
4. Коэффициент молекулярной диффузии:
  - A)  $K [Вт/(м^2 \cdot К)]$
  - B)  $K_y [кг/м^2 \cdot сек. (ед. движ. силы)]$
  - C)  $D [м^2/сек]$
  - D)  $\beta_y [кг/м^2 \cdot сек (ед. движ. силы)]$
  - E)  $D_m [м^2/сек]$
5. Коэффициент массоотдачи:
  - A)  $K_y [кг/м^2 \cdot сек. (ед. движ. силы)]$
  - B)  $D [м^2/сек]$
  - C)  $\beta_y [кг/м^2 \cdot сек (ед. движ. силы)]$
  - D)  $K [Вт/(м^2 \cdot К)]$
  - E)  $D_m [м^2/сек]$
6. Коэффициент массопередачи:
  - A)  $K [Вт/(м^2 \cdot К)]$

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН

**MEDISINA  
AKADEMIASY**

«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ



SOUTH KAZAKHSTAN

**MEDICAL  
ACADEMY**

АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»

Кафедра Инженерных дисциплин

Методические указания для практических занятий

044-76/11

54 беттің 1 беті

В)  $D$  [м<sup>2</sup>/сек]



C)  $K_y$  [кг/м<sup>2</sup>сек.(ед.движ.силы)]

D)  $\beta_y$  [кг/м<sup>2</sup>сек(ед.движ.силы)]

E)  $D_M$  [м<sup>2</sup>/сек]

7. Закон Генри:

A)  $p_A = P_A x_A$

B)  $p_{cm} = \sum p_i$

C)  $p_A^* = E x_A$

D)  $\Phi + C = K + 2$

E)  $m = y^*/x$

**Тема 12:** Расчет основных размеров массообменных аппаратов.

**Цель:** Определение диаметра и высоты абсорбционной колонны.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- основное уравнение массопередачи;
- закон Шукарева;
- критериальные уравнения конвективной диффузии;
- основные конструкции абсорбционных колонн.

**Студент должен уметь:**

- составлять материальный баланс процесса массопередачи;
- определять коэффициент массопередачи;
- определять среднюю движущую силу абсорбции.

**Основные вопросы темы:**

1. Предельные расходы газа(пара) и жидкости через колонну.
2. Определение высоты колонны.
3. Определение диаметра колонны
4. Гидравлическое сопротивление колонны.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны разобраться в методике расчета высоты и диаметра колонны, гидравлического сопротивления слоя насадки и решить следующие практические задачи.

Задача 1

Через абсорбционную насадочную колонну с кольцами Рашига 50x50x5 проходит  $V$  газа. Плотность газа  $\rho_g = 1,25$  кг/м<sup>3</sup> при нормальных условиях. Скорость газа в абсорбере принять на 25 % ниже скорости захлебывания. Скорость захлебывания  $v_z = 1,8$  м/с. Производительность абсорбера по поглощаемому компоненту  $M$ . Коэффициент массопередачи в газовой фазе  $K_y = 0,0005$  кг/(м<sup>2</sup>·с). Движущая сила абсорбции  $\Delta \hat{Y}_{cp}$ . Определить требуемый диаметр и высоту колонны, если абсолютное давление в ней  $P$  и средняя температура – 40 °С.

Первая цифра шифра	$V$ , м <sup>3</sup> /ч	$M$ , кг/с	Вторая цифра шифра	$\Delta \hat{Y}_{cp}$ , кг/кг	$P$ , МПа
1	3000	0,004	1	0,009	0,12

2	3200	0,005	2	0,011	0,11
3	3300	0,006	3	0,012	0,10
4	3400	0,007	4	0,013	0,09
5	3500	0,008	5	0,014	0,08
6	3600	0,009	6	0,015	0,07
7	3700	0,010	7	0,016	0,06
8	8000	0,011	8	0,017	0,15
9	3900	0,012	9	0,018	0,14
0	4000	0,013	0	0,019	0,13

## 5. Литература:

### Основная:

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
6. Дытнерский Ю.И Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

### дополнительная:

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.– том 2. – Алматы.– Издательский дом: «Жибек жолы».– 2009.– 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.– Алматы.–2011.– 346 б.
17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.

### Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)Задания в тестовой форме

1. Средняя движущая сила массообменных процессов:
  - A)  $\Delta P_{cp} = (\Delta P_6 - \Delta P_M) / \ln \Delta P_6 / \Delta P_M$
  - B)  $\Delta t_{cp} = (\Delta t_H - \Delta t_K) / \ln \Delta t_H / \Delta t_K$
  - C)  $\Delta Y_{cp} = (\Delta Y_H - \Delta Y_K) / \ln \Delta Y_H / \Delta Y_K$



Кафедра Инженерных дисциплин

044-76/11

54 беттің 1 беті

Методические указания для практических занятий

D)  $\Delta Y_{cp} = \Delta Y_6 - \Delta Y_M$

E)  $\Delta Y_{cp} = Y^* - Y$

2. Материальный баланс процесса абсорбции:

A)  $G_{нач} = G_{кон} + W$

B)  $G_{вл} = G_{сух} + W$

C)  $G(Y_H - Y_K) = L(X_K - X_H)$

D)  $G_H + L_H = G_K + L_K$

E)  $F + \Phi = G + W$

3. Колонные аппараты с непрерывным контактом фаз:

A) кристаллизаторы

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

- B) тарельчатые
- C) насадочные
- D) экстракторы
- E) центрифуги

4. Колонные аппараты со ступенчатым контактом фаз:

- A) кристаллизаторы
- B) насадочные
- C) тарельчатые
- D) экстракторы
- E) центрифуги

5. Коэффициент массопередачи в

- газовой фазе: A)  $K_x = 1/(1/\beta_x + 1/m\beta_y)$   
 B)  $K = 1/(1/\alpha_1 + \Sigma\sigma/\lambda + 1/\alpha_2)$   
 C)  $K_y = 1/(1/\beta_y + m/\beta_x)$   
 D)  $noy = (Y_H + Y_K)/ \Delta Y_{cp}$   
 E)  $hoу = G/K_{ya}S$

6. Основное уравнение массопередачи:

- A)  $M = -DF\tau dc/dn$
- B)  $M = \beta_y F(y - y^*)$
- C)  $M = K_y F \Delta y_{cp}$
- D)  $Q = KF\tau \Delta t_{cp}$
- E)  $dQ = -\lambda dF d\tau dt/dn$

**Тема 13: Конвективная сушилка.**

**Цель:** Составление материального и теплового балансов конвективной сушилки.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- методы сушки;
- формы связи влаги с материалом;
- кинетику сушки;

**Студент должен уметь:**

- составлять материальный баланс сушилки;
- составлять тепловой баланс сушилки;
- использовать для расчетов  $H_d$  - диаграмму влажного воздуха.

**Основные вопросы темы:**

- F) Конвективная сушка.
- G) Материальный баланс конвективной сушилки.
- H) Процесс сушки на  $H_d$  - диаграмме влажного воздуха.
- I) Тепловой баланс конвективной сушилки.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в процессе сушки и решить следующие практические задачи.



ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН

**MEDISINA  
AKADEMIASY**

«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ



SOUTH KAZAKHSTAN

**MEDICAL  
ACADEMY**

АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»

Кафедра Инженерных дисциплин

Методические указания для практических занятий

044-76/11

54 беттің 1 беті

Задача 1

В сушилке находится материал, от которого необходимо отвести  $G$  кг воды. Температура наружного воздуха  $t_1$ , барометрическое давление  $B = 745$  мм рт. ст., относительная влажность  $\phi_1$ . В калорифере его подогревают и направляют в сушилку, откуда он выходит с температурой  $t_3$  и относительной влажностью  $\phi_3$ .

Определить параметры воздуха, расход воздуха и теплоту, затраченную на испарение  $G$  кг влаги, температуру точки росы наружного воздуха и парциальное давление водяных паров в нем.

Процессы изменения состояния влажного воздуха показать на **Hd**- диаграмме.

Первая цифра шифра	$G$ , кг	$t_1$ , °C	$\phi_1$ , %	Вторая цифра шифра	$t_3$ , °C	$\phi_3$ , %
1	500	20	45	1	30	65
2	520	18	47	2	32	67
3	540	16	50	3	35	70
4	560	14	52	4	37	72
5	580	12	55	5	40	74
6	600	10	57	6	42	75
7	620	8	40	7	31	77
8	640	15	42	8	33	80
9	660	17	45	9	36	82
0	680	22	47	0	38	85

## 5. Литература:

### Основная:

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
6. Дытнерский Ю.И Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

### дополнительная:

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.



Кафедра Инженерных дисциплин

044-76/11

54 беттің 1 беті

Методические указания для практических занятий

13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.– том 2. – Алматы.– Издательский дом: «Жибек жолы».– 2009.– 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.– Алматы.–2011.– 346 б.
17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

### **Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)**

#### **Задания в тестовой форме**

1. Процесс сушки материала путем непосредственного соприкосновения высушиваемого материала с сушильным агентом называется:
  - A) радиационная сушка
  - B) контактная сушка
  - C) конвективная сушка
  - D) диэлектрическая сушка
  - E) сублимационная сушка
  
2. Процесс сушки материала путем передачи тепла от теплоносителя к материалу через разделяющую их стенку называется:
  - A) радиационная сушка
  - B) конвективная сушка
  - C) контактная сушка
  - D) диэлектрическая сушка
  - E) сублимационная сушка
  
3. Процесс сушки материала путем передачи тепла инфракрасными лучами называется:
  - A) контактная сушка
  - B) конвективная сушка
  - C) радиационная сушка
  - D) диэлектрическая сушка
  - E) сублимационная сушка
  
4. Процесс сушки материала путем нагревания в поле токов высокой частоты называется:
  - A) контактная сушка
  - B) конвективная сушка
  - C) диэлектрическая сушка
  - D) радиационная сушка
  - E) сублимационная сушка
  
5. Процесс сушки материала в замороженном состоянии при глубоком вакууме называется:
  - A) контактная сушка
  - B) конвективная сушка
  - C) сублимационная сушка
  - D) радиационная сушка
  - E) диэлектрическая сушка

**Тема 14:** Кристаллизация.

**Цель:** Определение основных параметров процесса кристаллизации.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- методы кристаллизации;
- механизм и кинетика процессов кристаллизации.

**Студент должен уметь:**

- составлять материальный баланс кристаллизации;
- составлять тепловой баланс кристаллизации.

**Основные вопросы темы:**

- A) Кристаллизация испарением растворителя.
- B) Кристаллизация охлаждением раствора.
- C) Материальный баланс кристаллизации.
- D) Тепловой баланс кристаллизации.
- E) Аппараты, предназначенные для проведения процесса кристаллизации.

**Методы обучения и преподавания:**

Студенты должны теоретически разобраться в процессе кристаллизации и решить следующие практические задачи.

Задача 1

Определить, какое количество кристаллов выделится в кристаллизаторе при охлаждении 5000 кг насыщенного раствора поташа ( $K_2CO_3$ ) от  $85\text{ }^\circ\text{C}$  до  $30\text{ }^\circ\text{C}$ . Поташ кристаллизуется с двумя молекулами воды.

Первая цифра шифра	$G_n$ , кг/кг	Вторая цифра шифра	$t_n$ , $^\circ\text{C}$	$t_k$ , $^\circ\text{C}$
1	3000	1	98	58
2	3100	2	94	54
3	3200	3	90	50
4	3300	4	87	46
5	3400	5	82	42
6	3500	6	78	38
7	3600	7	74	34
8	3700	8	70	26
9	3800	9	66	22
0	3900	0	62	18

Задача 2.

Нарисовать вакуум-аппарат с подвешной греющей камерой и описать ее работу.

**5. Литература:**

OÑTÚSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
<b>Кафедра Инженерных дисциплин</b>		044-76/11 54 беттің 1 беті
<b>Методические указания для практических занятий</b>		

### Основная:

1. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
2. В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
3. Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
4. Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
5. Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Министерство образования и науки Республики Казахстан. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с.
6. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И. Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
7. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В. Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
8. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
9. Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и тепломассообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.
10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

### дополнительная:

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.
13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.– том 2. – Алматы.– Издательский дом: «Жибек жолы».– 2009. – 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.– Алматы.–2011.– 346 б.
17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.

### Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)

- A) Описать процесс кристаллизации с испарением растворителя.
- B) Описать процесс кристаллизации с охлаждением раствора.
- C) Составить материальный баланс кристаллизации.
- D) Составить тепловой баланс кристаллизации.
- E) Описать принцип работы вакуум-аппарата с подвесной греющей камерой.

### Задания в тестовой форме

@ Движущей силой процесса кристаллизации является:

- | разность концентраций
- | сила тяжести
- | разность давлений
- | центробежная сила
- | разность температур

@ Процесс выделения твердой фазы в виде кристаллов из растворов и расплавов называется:

- | кристаллизация
- | абсорбция
- | ректификация



Кафедра Инженерных дисциплин

044-76/11

54 беттің 1 беті

Методические указания для практических занятий

| простая перегонка

| экстракция

@ Кристаллизацию из растворов осуществляют путем:

| охлаждения

| нагревания

| растворения

| экстракцией

| конденсацией

@ Явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения, называют:

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

| полиморфизм

| мономорфизм

| сублимация

| диффузия

| конвекция

@ Кристаллы, включающие молекулы воды, называются:

| кристаллогидраты

| изогидраты

| моногидраты

| полигидраты

| гидраты

@ Раствор, оставшийся после выпадения из него кристаллов, называется:

| маточный раствор

| насыщенный раствор

| ненасыщенный раствор

| пересыщенный раствор

| перегретый раствор

@ Выделение растворенного вещества в виде кристаллов из раствора при охлаждении раствора это ... .

| кристаллизация

| растворение

| фильтрование

| центрифугирование

| осаждение

@ Насыщенный раствор вещества это ... .

| раствор, содержащий максимальное количество вещества, которое способно раствориться в данном растворителе при данной температуре

| тело, частицы которого (атомы, ионы или молекулы) расположены в трехмерной периодической структуре

| свойство вещества, его количество, которое способно раствориться в данном растворителе при данной температуре

| количество растворенного хлора в питательной среде

| настаивание сырья в экстрагента

@ Укажите уравнение, описывающее скорость роста кристаллов.

$$| \frac{dM}{d\tau} = [DF(y_n - y_n^*)]/\delta$$

$$| G_n = G_{кр} + G_p + W$$

$$| G_n x_n = G_{кр} a + G_p x_p$$

$$| G_{кр} = \frac{G_n (x_n - x_p) - W x_p}{x_p - a}$$

$$| M = M_0 e^{K\tau}$$

@ Укажите общий материальный баланс процесса кристаллизации.



$$| G_H = G_{кр} + G_p + W$$

$$| G_H x_H = G_{кр} a + G_p x_p$$

$$| G_{кр} = \frac{G_H (x_H - x_p) - W x_p}{x_p - a}$$

$$| M = M_0 e^{K\tau}$$

$$| \frac{dM}{d\tau} = [DF(y_H - y_H)] / \delta$$

@ Укажите материальный баланс процесса кристаллизации по абсолютно сухому растворенному веществу.

$$| G_H x_H = G_{кр} a + G_p x_p$$

$$| M = M_0 e^{K\tau}$$

$$| G_{кр} = \frac{G_H (x_H - x_p) - W x_p}{x_p - a}$$

$$| \frac{dM}{d\tau} = [DF(y_H - y_H)] / \delta$$

$$| G_H = G_{кр} + G_p + W$$

**Тема 15:** Биохимические процессы.

**Цель:** Определение конструктивных и энергетических показателей ферментера.

**Задачи обучения:**

**Студент должен знать:**

- кривую роста культуры микроорганизмов;
- закон возрастание концентрации биомассы;
- интенсивность растворения кислорода в воде;
- принцип работы ферментатора.

**Студент должен уметь:**

- определять рабочий объем ферментатора;
- определить потребляемую мощность мешалки;
- составлять тепловой баланс ферментатора.

**Основные вопросы темы:**

- A) Биохимические процессы.
- B) Предварительные работы для проведения ферментации.
- C) Принцип работы ферментатора.
- D) Принцип работы барботера.

### Методы обучения и преподавания:

Студенты должны теоретически разобраться в биохимических процессах и решить следующие практические задачи.

#### Задача 1

Определить основные конструктивные и энергетические показатели ферментёра общим объемом  $V$  ( $m^3$ ), предназначенного для выращивания культуры на искусственных средах со следующими параметрами Плотность жидкой культуры  $\rho = 1060$   $кг/m^3$ , динамическая вязкость  $\mu$  (мПа с), теплоемкость среды  $c = 4,0$   $кДж/(кг \cdot K)$ . Коэффициент заполнения  $K$ . Температура воды на входе в рубашку ферментёра  $t_1=12$  .Температура воды на выходе из рубашки  $t_2=23$  .Количество сахара питательной среды  $m$ , (кг). Период усвоение сахара развивающейся культурой микроорганизмов  $\tau$  (ч).

Первая цифра шифра	$V, m^3$	$\tau, ч$	$m, кг$	Вторая цифра шифра	$\mu, мПа \cdot с$	$K$
1	40	24	1120	1	2	0,48
2	20	26	900	2	2,5	0,51
3	32	28	1050	3	3,0	0,55
4	50	30	1180	4	3,5	0,58
5	32	32	1220	5	4,0	0,61
6	20	34	940	6	4,5	0,64
7	40	36	1060	7	4,2	0,67
8	32	35	1040	8	3,8	0,7
9	40	33	960	9	3,2	0,72
0	50	31	980	0	2,8	0,75

#### Задача 2.

Опишите принцип работы ферментатора и нарисуйте ферментатор с турбинной мешалкой и барботером.

### 5. Литература:

#### Основная:

- В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 1. – Винница: Нова книга, 2014. -696 с.
- В.И. Чуешов, Е.В. Гладух, И.В. Сайко. Технология лекарств промышленного производства. Ч. 2. –Винница: Нова книга, 2014. -664 с.
- Промышленная технология лекарств, Том 1. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 560 с.
- Промышленная технология лекарств, Том 2. Под ред. Чуешова В.И. – Х.: МТК-Книга, Издательства НФАУ, 2002 – 557 с.
- Мантлер С. Н. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / С. Н. Мантлер, Г. М. Жуманазарова. - Алматы : "Бастау", 2018. - 256 с
- Дытнерский Ю.И Процессы и аппараты химической технологии: В двух томах / Ю.И Дытнерский. — М.: Альянс, 2015. — 368 с.
- Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию: Учебное пособие для вузов / Ю.И. Дытнерский, Г.С. Борисов, В Брыков. - М.: Альянс, 2015. - 496 с.
- Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов / А.Г. Касаткин. - М.: Альянс, 2014. -752 с.
- Остриков А.Н. Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и теплообменных процессов: Учебное пособие / А.Н. Остриков,

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий		044-76/11 54 беттің 1 беті

В.Н. Василенко и др. - СПб.: Лань, 2018. - 440 с.

10. Алексеев, Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»: Уч. Пособие / Г.В. Алексеев, И.И.

**дополнительная:**

11. Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.
12. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Колос, 2000.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казakhstanская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин		044-76/11 54 беттің 1 беті
Методические указания для практических занятий		

13. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии - Л.: Химия, 1987
14. Государственная Фармакопея Республики Казахстан. – том 1 – Алматы. – Издательский дом: «Жибек жолы».– 2008.– 592 с.
15. Государственная Фармакопея Республики Казахстан.– том 2. – Алматы.– Издательский дом: «Жибек жолы».– 2009.– 792 с.
16. Сағындықова Б.А. Дәрілердің өндірістік технологиясы.– Алматы.–2011.– 346 б.
17. Ақбердиев Ә.С. Тамақ өндірісінің процестері және аппараттары, Алматы; 1998 ж.

### Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)

#### Задания в тестовой форме

@ Технологический воздух для биотехнологического производства стерилизуют ... .

- | облучением
- | нагреванием
- | фильтрованием
- | ультразвуком
- | химическими реагентами

@ Слабыми «точками» ферментера являются ... .

- | элементы конструкции в которых возможна разгерметизация
- | трудно стерилизуемые элементы конструкции
- | элементы конструкции наиболее подверженные коррозии
- | области ферментера в которые затруднена доставка кислорода
- | области ферментера в которых нарушен теплообмен

@ Ферментер работающий в режиме “идеального вытеснения” наиболее подходит для проведения ... .

- | анаэробных процессов
- | аэробных процессов
- | как аэробных, так и анаэробных
- | процессов биосинтеза вторичных метаболитов
- | процессов масштабирования выращивания микроорганизмов

@ Барботер – это устройство для ... .

- | отвода тепла из ферментера
- | измерения уровня жидкости в ферментере
- | подачи питательной среды в ферментер
- | стерилизации ферментера
- | подачи воздуха (газа) в ферментер

@ При непрерывном (проточном) культивировании проще поддерживать параметры процесса, потому что ... .

- | в ферментере поддерживается постоянство концентрации клеток
- | постоянно обновляется питательная среда
- | происходит более интенсивное перемешивание среды
- | меньше вспомогательных стадий
- | меньше образуется пены

@ Биотехнология это ... .

- | совокупность промышленных методов, использующих живые организмы и биологические процессы для производства лекарственных средств, пищи и других полезных продуктов.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра Инженерных дисциплин Методические указания для практических занятий	044-76/11 54 беттің 1 беті

- | совокупность научных отраслей, использующих успехи биологических дисциплин для технических целей
- | комплекс знаний о жизни и совокупность научных дисциплин, изучающих жизнь
- | биологическая дисциплина, изучающая микроорганизмы – их систематику, морфологию, физиологию, биохимию
- | совокупность научных отраслей, использующих успехи биологических дисциплин для работы в космосе

@ Укажите производства, использующие элементы биотехнологии.

- | Кораблестроение
- | Авиастроение
- | Электроника
- | Фармацевтика
- | Машиностроение

@ Основным звеном любого биотехнологического процесса является ... .

- | биообъект
- | аппаратура
- | энергообеспечение
- | технология
- | водоснабжение

@ Основным звеном любого биотехнологического процесса является ... .

- | энергообеспечение
- | аппаратура
- | питательная среда
- | технология
- | водоснабжение

@ Биообъекты, используемые в биотехнологии, ... .

- | бактерии
- | вода
- | воздух
- | кислоты
- | щелочи

@ Биообъекты, используемые в биотехнологии, ... .

- | воздух
- | вода
- | культуры клеток
- | кислоты
- | щелочи

@ Биообъекты, используемые в биотехнологии, ... .

- | ферменты
- | вода
- | воздух
- | кислоты
- | щелочи



Кафедра Инженерных дисциплин

044-76/11

Методические указания для практических занятий

54 беттің 1 беті

**Критерии и правила оценки знаний:**

№	Форма контроля	Оценка	Критерии оценки
1.	Устный ответ  (Опрос)	Отлично Соответствует оценкам: А (4,0; 95-100%); А- (3,67; 90-94%)	Ставится в том случае, если студент во время ответа не допустил каких-либо ошибок, неточностей. Ориентируется в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и дает им критическую оценку, использует научные достижения других дисциплин.
		Хорошо Соответствует оценкам: В+ (3,33; 85-89%); В (3,0; 80-84%); В- (2,67; 75-79%); С+ (2,33; 70-74%);	Ставится в том случае, если студент во время ответа не допустил грубых ошибок при ответе, допускал непринципиальные неточности или принципиальные ошибки, исправленные самим студентом, сумел систематизировать программный материал с помощью преподавателя.
		Удовлетворит. Соответствует оценкам: С (2,0; 65-69%); С- (1,67; 60-64%); D+ (1,0; 50-54%)	Ставится в том случае, если студент во время ответа допускал неточности и непринципиальные ошибки, ограничивался только учебной литературой, указанной преподавателем, испытывал большие затруднения в систематизации материала.
		Неудовлетворительно Соответствует оценке F ( 0; 0-49%)	Ставится в том случае, если студент во время ответа допускал принципиальные ошибки, не проработал основную литературу по теме занятия. не умеет использовать научную терминологию дисциплины, отвечает с грубыми стилистическими и логическими ошибками.
		Хорошо Соответствует оценкам: В+ (3,33; 85-89%); В (3,0; 80-84%); В- (2,67; 75-79%); С+ (2,33; 70-74%);	Своевременно выполнил лабораторные работы и сдал отчеты по ним без принципиальных замечаний, принимал активное участие в обсуждении результатов работы
		Удовлетворит. Соответствует оценкам: С (2,0; 65-69%);	Своевременно выполнил лабораторные работы и сдал отчеты по ним. Во время работы не проявлял активности, нуждался в помощи



## Кафедра Инженерных дисциплин

044-76/11

54 беттің 1 беті

## Методические указания для практических занятий

		C- (1,67; 60-64%); D+ (1,0; 50-54%)	преподавателя
		Неудовлетворительно Соответствует оценке F ( 0; 0-49%)	Несвоевременно сдал отчеты по лабораторным работам, допустил принципиальные ошибки при их выполнении. Выполнил не все лабораторные работы, предусмотренные программой. Не принимал участия в обсуждении результатов работы.
2.	Подготовка и решение типовых задач.	Отлично Соответствует оценкам: A (4,0; 95-100%); A- (3,67; 90-94%)	Активно участвовал в работе, проявил при этом оригинальное мышление, показал глубокое знание материала, использовал при обсуждении научные достижения других дисциплин
		Хорошо Соответствует оценкам: B+ (3,33; 85-89%); B (3,0; 80-84%); B- (2,67; 75-79%); C+ (2,33; 70-74%);	Активно участвовал в работе, показал знание материала, допускал не принципиальные неточности или принципиальные ошибки, исправленные самим студентом



## Кафедра Инженерных дисциплин

044-76/11

54 беттің 1 беті

## Методические указания для практических занятий

		Удовлетворит. Соответствует оценкам: С (2,0; 65-69%); С- (1,67; 60-64%); D+ (1,0; 50-54%)	При работе в группе был пассивен, допускал неточности и непринципиальные ошибки, испытывал большие затруднения в систематизации материала.
		Неудовлетворительно Соответствует оценке F ( 0; 0-49%)	Не принимал участие в работе группы, отвечая на вопросы преподавателя допускал принципиальные ошибки и неточности, не использовал при ответах научную терминологию.
3.	Решение тестовых заданий	Отлично Соответствует оценкам: А (4,0; 95-100%); А- (3,67; 90-94%)	90-100% правильных ответов
		Хорошо Соответствует оценкам: В+ (3,33; 85-89%); В (3,0; 80-84%); В- (2,67; 75-79%); С+ (2,33; 70-74%);	70-89% правильных ответов
		Удовлетворит. Соответствует оценкам: С (2,0; 65-69%); С- (1,67; 60-64%); D+ (1,0; 50-54%)	50-69% правильных ответов
		Неудовлетворительно Соответствует оценке F ( 0; 0-49%)	Менее 50% правильных ответов
		Хорошо Соответствует оценкам: В+ (3,33; 85-89%); В (3,0; 80-84%); В- (2,67; 75-79%); С+ (2,33; 70-74%);	Ставится в том случае, если студент во время выполнения и защиты не допустил грубых ошибок, допускал непринципиальные неточности или принципиальные ошибки, исправленные самим студентом, сумел систематизировать программный материал с помощью преподавателя.
		Удовлетворительно Соответствует оценкам: С (2,0; 65-69%); С- (1,67; 60-64%); D+ (1,0; 50-54%)	Ставится в том случае, если студент во время выполнения и защиты допускал неточности и непринципиальные ошибки, ограничивался только учебной литературой, указанной преподавателем, испытывал большие затруднения в систематизации материала.
		Неудовлетворительно Соответствует оценке F ( 0; 0-	Ставится в том случае, если студент во время выполнения и защиты допускал принципиальные ошибки, не проработал основную литературу по теме занятия, не умеет



ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН

**MEDISINA  
AKADEMIASY**

«Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ



SOUTH KAZAKHSTAN

**MEDICAL  
ACADEMY**

АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»

Кафедра Инженерных дисциплин

044-76/11

54 беттің 1 беті

Методические указания для практических занятий

		49%)	использовать научную терминологию дисциплины, отвечает с грубыми стилистическими и логическими ошибками.
--	--	------	--