МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Дисциплина: Процессы и аппараты химико-фармацевтического производства-2
Код дисциплины: PAHFP 2201-2
Название ОП: «6B0720100 - 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

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. Зкон 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 Вт/(м·К)) толщиной $\delta_{жб}$, трех слоев цементной штукатурки ($\lambda_{шт}$ = 0,93 Вт/(м·К)) толщиной $\delta_{шт}$ = 20мм каждый, слоя пароизоляционного материала ($\lambda_{п}$ = 0,3 Вт/(м·К)) толщиной $\delta_{п}$ = 4мм и слоя теплоизоляции (рис. 1). Слои потно прилегают один к другому. Температура на внутренней поверхности камеры t_{c1} и на наружной поверхности t_{c7} .

Определить потери теплоты через стенку камеры при отсутствии слоя тепловой изоляции, толщину слоя тепловой изоляции, обеспечивающую теплопритоки через стенку камеры не более q Вт/м².

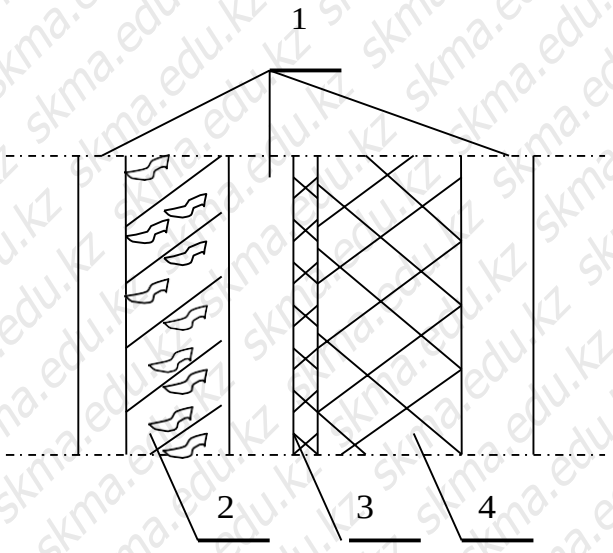


Рис.1. 1 – штукатурка, 2 – плита железобетонная, 3 – пароизоляция, 4 – теплоизоляция.

Первая цифра шифра	tc1 , °C	tc7, °C	q , Вт/м²	Вторая цифра шифра	δж б, 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.

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 λ 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 поверхност

~ Укажите коэффициент теплопроводности.

| а [Вт/(м^2.К),
| К [Вт/(м^2.К)]
| а [м^2/сек]
| С [Вт/(м^2.К^4)]
| λ [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.

| $Q = \dfrac{F\,(t_{CT\,1} - t_{CT\,2})\,\tau}{\sum \dfrac{\delta}{\lambda}}$

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

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

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

| $Q = KF \frac{\Delta t_á - \Delta t_ì}{\ln \frac{\Delta t_á}{\Delta t_ì}}$

~ Укажите уравнение теплопроводности цилиндрической стенки.

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

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

| $Q = KF \frac{\Delta t_á - \Delta t_ì}{\ln \frac{\Delta t_á}{\Delta t_ì}}$

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

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

~ Укажите уравнение температурного поле.

|gradt = $\frac{\partial t}{\partial n}$

|q = - lgradt

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

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

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

~ Укажите уравнение температурного градиента

| gradt = $\frac{\partial t}{\partial n}$

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

|q = - lgradt

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

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

~ Укажите закон Фурье.

| Q = a×F·Δt

| Q = k×F·Δt

| Q = q×F.

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

| dQ = -λ·dF·dτ·gradt

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 d1/d2 с коэффициентом теплопроводности λ_1 = 50 вт/(м·К) покрыт слоем жароупорной изоляции толщиной 50 мм, λ_2 = 0,18 вт/(м·К). Сверх этой изоляции лежит второй слой теплоизоляции толщиной 50 мм, λ_3. Температура протекающего внутри трубы пара равна t_1 = 427 ˚С, температура наружного воздуха t_2 =

27 ˚С. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе α_1, коэффициент теплоотдачи от поверхности пробковой изоляции к воздуху α_2. Определить потери теплоты на 1 м трубопровода, а также температуры поверхностей отдельных слоев.

Первая цифра шифра	d1, мм	d2, мм	α1, вт/(м²·К)	Вторая цифра шифра	α2, вт/(м²·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 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.
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 …

| 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 К 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 а:
| Вт/(м^{2}К)
| Вт/(м.К)
| м^2/с
| Вт
| К/м

~Укажите единицу измерения коэффициента теплопередачи К:
| Вт/(м^{2}К)
| 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.
| а [Вт/(м^2.К],
| К [Вт/(м^2.К)]
| l [Вт/(м.К)]
| а [м^2/сек]
| С [Вт/(м^2.К^4)]

~ Укажите коэффициент теплоотдачи.
| а [Вт/(м^2.К]
| l [Вт/(м.К)]
| К [Вт/(м^2.К)]
| а [м^2/сек]
| С [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.

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

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

| $Q = KF \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{\ln \frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}}$

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

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

~ Укажите коэффициент теплопередачи.

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

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

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

| $n_{0y} = \frac{Y_H - Y_K}{\Delta Y_{CP}}$

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

~ Укажите закон Ньютона – Рихмана.

| Q = a×F(tст-tж)
| dQ = -λ·dF·dτ·gradt

| Q = q×F.

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

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

~ Определить количество теплоты q при теплоотдаче, если a = 10 Вт/м^2.К, Dt = 40 ^{0}С.

|400
|4000
|4,0
|40
|0,25

~ Определить количество теплоты q при теплопередаче, если К = 40 Вт/м^2.К, $Dt_{ср}$ = 40 ^{0}С.

|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 δ = 2 мм, длиной l м, изготовленной из материала скоэффициентом теплопроводности λ_ω = 50 Вт/(м·К), охлаждается в атмосферном воздухе.

Требуется определить средние коэффициенты теплоотдачи со стороны горячей воды α_1 и атмосферного воздуха α_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 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.
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, ρ = 1000 кг/м3 , μ = 10^{-3} Па.с.

|24000
|27000
|30000
|240000
|29000

~ Конвективный теплообмен – это процесс передачи теплоты …

| при непосредственном соприкосновении тел или частей одного и тогоже 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

~ Определить количество теплоты q при теплоотдаче, если α = 110 Вт/м^2.К, Δt = 50 ^{0}С.

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

~ Основными целями исследования процессов конвективного теплообменаявляются определения:

| коэффициента теплоотдачи α и гидравлического сопротивления ΔP
| 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 α характеризует …

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

~ Укажите единицу измерения коэффициента теплоотдачи α:

| Вт/(м^2·К)
| Вт/(м·К)
| м^2/с
| Вт
| К/м

~ Укажите единицу измерения коэффициента теплопередачи К:

| Вт/(м^2·К)
| Вт/(м·К)
| м^2/с
| Вт
| К/м

~ Теплоотдача– это процесс передачи теплоты …

| между потоком жидкости или газа и поверхностью твёрдого тела
| при непосредственном соприкосновении тел или частей одного и тогоже тела,

имеющих разные температуры

| электромагнитными волнами между двумя взаимно излучающимиПоверхностями

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

| от горячей жидкости к холодной через разделяющую их стенку

~ Укажите число Нуссельта Nu.

| αd /λ

| wdρ/μ

| μc_p /λ

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

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

~ Укажите число Грасгофа Gr.

| αd /λ

| wdρ/μ

| μc_p /λ

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

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

~ Укажите число Прандтля Pr.

| μc_p /λ

| αd /λ

| wdρ/μ

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

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

~ Укажите уравнение теплопередачи через плоскую стенку.

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

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

| $Q = KF \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{\ln \frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}}$

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

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

$$\ln \frac{\Delta t H}{\Delta t B}$$

~ Укажите закон Ньютона – Рихмана.

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

| $dQ = -\lambda \cdot dF \cdot d\tau \cdot gradt$

| $Q = q \cdot F.$

| $Q = \varepsilon_0 C F(\frac{T}{100})^4$

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

~ Определить количество теплоты q при теплоотдаче, если α = 10 Вт/м^2.К, $\Delta t = 40\ ^0C$.

|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:

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

Задача 1

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

.

Первая цифра шифра	F, м^2	$t_{ст}$, ˚С	Вторая цифра шифра	Р, бар	τ, 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:

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

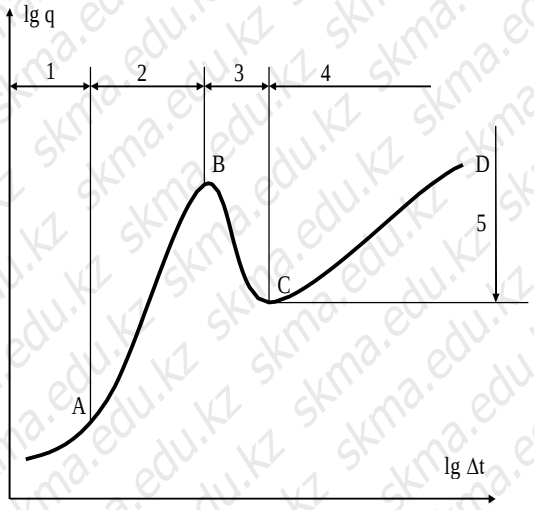
Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.)
Задания в тестовой форме

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;

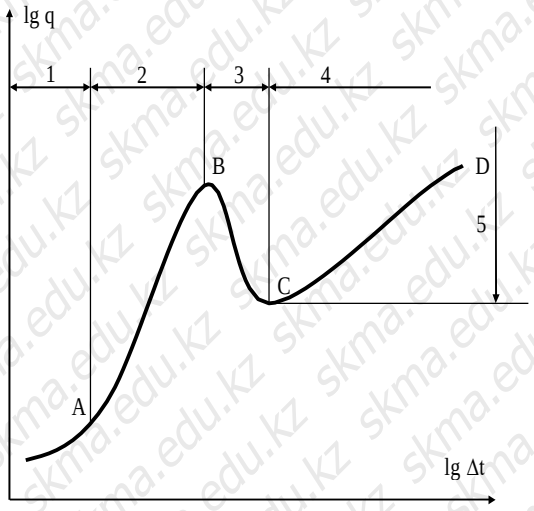
3. Сублимацией называется;
   A. Процесс превращения вещества из твёрдого состояния в газообразное;
   B. Процесс перехода вещества из твёрдого состояния в жидкое;
   C. Процесс парообразования в жидкости, нагретой выше температуры насыщения;
   D. Процесс перехода вещества из жидкого состояния в твёрдое;
   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=const) покажите область нагрева жидкости. (см. рис.).



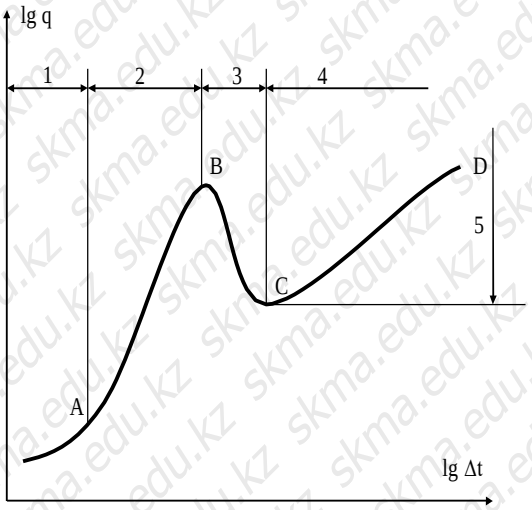
A. 1;
B. 2;
C.3;
D. 4;
E. 5;

7. На кривой кипения жидкости (P=const) покажите область пузырькового кипения жидкости. (см. рис.).



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

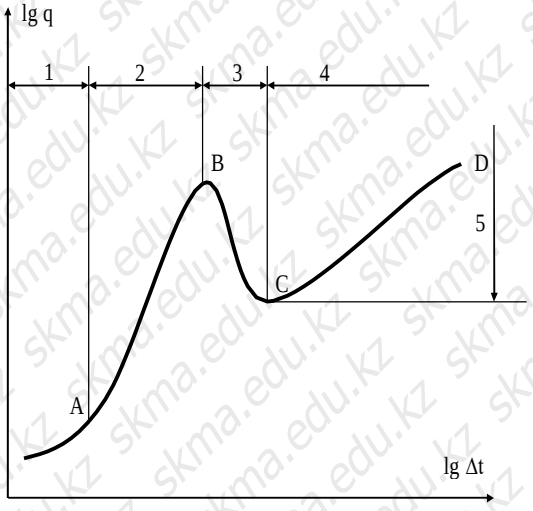
8. На кривой кипения жидкости (P=const) покажите область перехода пузырькового



кипения к плёночному. (см. рис.).

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

9. На кривой кипения жидкости (P=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. Rmin=2σTн/(rρnΔt);
B. ΔP=2σ/R;
C. ω=q/rρn;
D. $Re=\frac{q}{r\rho_n\nu}\sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_{ж}-\rho_n)}}$;
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. ΔP=2σ/R;
B. Rmin=2σTн/(r t);
ρn
C. ω=q/rρn;
D. $Re=\frac{q}{r\rho_n\nu}\sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_{ж}-\rho_n)}}$;
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:

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.
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. $\delta_x = \sqrt[4]{\frac{4\lambda\nu \cdot \Delta t \cdot x}{rg\rho}}$
B. $\alpha_x = \frac{\lambda}{\delta_x}$;
C. $R_k = \frac{\delta x}{\lambda}$;;
D. $\alpha = 0{,}943\sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{\nu \cdot \Delta t \cdot H}}$;
E. $\alpha \quad 0{,}728\sqrt{\frac{rg\rho\lambda^3}{\nu \cdot \Delta t \cdot d}}$;

4. Локальный коэффициент теплоотдачи плёнки конденсата:

A. $\alpha = 0{,}943\sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{\nu \cdot \Delta t \cdot H}}$;
B. $\delta_x = \sqrt[4]{\frac{4\lambda\nu \cdot \Delta t \cdot x}{rg\rho}}$;
C. $\alpha_x = \frac{\lambda}{\delta_x}$;
D. $\alpha = 0{,}728\sqrt[4]{\frac{rg\rho\lambda^3}{\nu \cdot \Delta t \cdot d}}$;

E. $R = \frac{\delta_x}{\lambda_k}$;

5. Локальная толщина плёнки конденсата:

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

B. $\alpha_x = \frac{\lambda}{\delta_x}$;

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

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

E. $R = \frac{\delta_x}{\lambda_k}$;

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

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

B. $\alpha_x = \frac{\lambda}{\delta_x}$;

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

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

E. $R = \frac{\delta_x}{\lambda_k}$;

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

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

B. $\alpha_x = \frac{\lambda}{\delta_x}$;

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

D. $R = \frac{\delta_x}{\lambda_k}$;

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

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 P1 и степенью сухости x1 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

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 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.
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 твердоесостояние.
4 Парообразование происходит во всем обьеме 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) $q=\Delta u+l_{1-2}$. 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)

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 $V_н$, средний коэффициент теплопередачи от воздуха к воде **К**, начальные и конечные температуры воздуха и воды равны соответственно $t_1^1, t_1^{11}, t_2^1, t_2^{11}$. 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 **К,** если воду заменить воздухом?

.

Первая цифра шифра	t_1^1, °С	t_1^{11}, °С	Вторая цифра шифра	t_2^1, °С	t_2^1, °С
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:

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.
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 разделяющею 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 разделяющею 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) $F = M/K\gamma\Delta\gamma CP$
B) $F = Q/K\Delta tПОЛ$
C) $F = Q/K\Delta tCP$
D) $F = G/\rho w$
E) $F = VOCB/wCT$

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

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) $\Delta P_{ср} = \frac{\Delta P_б - \Delta P_м}{\ln \frac{\Delta P_б}{\Delta P_м}}$
B) $\Delta Y_{ср} = \frac{\Delta Y_H - \Delta Y_K}{\ln \frac{\Delta Y_H}{\Delta Y}}$
C) $\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{\ln \frac{\Delta t_б}{\Delta t_м}}$
D) $\Delta t_{пол} = T - t_K$
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;

- 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 $G_н$ кг/ч $CaCl_2$ от 10 до 30 % масс., если давление греющего пара$P_{гр}$, вакуум в барометрическом конденсаторе $P_р$. Раствор в выпарной аппарат подается при температуре кипения. Длину греющих труб принять 2,5 м, внешний диаметр – 68 мм, коэффициент теплопередачи в выпарном аппарате – К, потнри теплоты Q = 5 %.

.

Первая цифра шифра	$P_{гр}$, МПа	$G_н$, кг/ч	Вторая цифра шифра	$P_р$, кПа	К, вт/(м^2·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.

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.
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:
A) получение высококонцентрированных растворов
B) частичное удаление растворителя из всего объема раствора при его температуре кипения
C) концентрирование растворов практически нелетучих или мало летучих веществ в жидких летучих растворителях
D) частичное удаление растворителя с поверхности раствора при любых температурах ниже температуры кипения
E) выделение растворителя в чистом виде

2. Какими теплоносителями подводится тепло для выпаривания?
A) с помощью твердых теплоносителей
B) вода
C) водяной пар
D) с помощью токов высокой частоты
E) тепловым излучением

3. В качестве греющего агента в процессе выпаривания используют водяной пар, который называется:

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

4. Пар, образующийся при выпаривании кипящего раствора, называется:
A) сухой

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

5. Пар, отбираемый на сторону в процессе выпаривания, называется:
A) вторичный
B) греющий
C) экстра-пар
D) сухой
E) насыщенный

6. Движущей силой процессов выпаривания является:
A) разность давлений
B) сила тяжести
C) разность температур
D) центробежная сила
E) 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

Вычислить состав равновесной паровой фазы при t1 для жидкой смеси, состоящей из X1 % мол. бензола и (100 - X1) % мол. толуола. Считать, что данная смесь характеризуется законом Рауля. Найти также, какого состава жидкая смесь бензола и толуола кипит при t2 под давлением 760 мм рт.ст.

.

Первая цифра шифра	X1, % мол.	t1, °C	Вторая цифра шифра	t2, °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 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.)

Задания в тестовой форме

1. Движущей силой процесса абсорбции является:
   A) разность давлений
   B) сила тяжести
   C) разность концентраций

D) центробежная сила
E) разность температур

2. Материальный баланс массообменных процессов по потокам:
A) $G_{вл} = G_{сух} + W$
B) $F + Ф = G + W$
C) $G_н + L_н = G_к + L_к$
D) $G_{нач} = G_{кон} + W$
E) $G(Y_н - Y_к) = L(X_к - X_н)$

3. При массопередаче весовые доли состава смеси по компоненту А 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 А в смеси обозначаются:
A) x_A, $\bar{y}_A$
B) $\bar{c}_A$
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) $p_{см} = \Sigma p_i$
B) $p_A^* = E x_A$
C) $p_A = P_A x_A$
D) $Ф + C = K + 2$
E) $m = y^*/x$

8. Закон Дальтона:
A) $p_A = P_A x_A$
B) $p_A^* = E x_A$
C) $p_{см} = \Sigma p_i$
D) $Ф + C = K + 2$
E) $m = y^*/x$

9. Правило фаз в процессах массопередачи:

A) pсм = Σpi
B) pA* = ExA
C) Ф + С = К + 2
D) pA = PAxA
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 Р. 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	$G_н$, 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

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 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.)

Задания в тестовой форме

1. Движущей силой процесса ректификации является:
   A) разность давлений
   B) сила тяжести
   C) разность концентраций
   D) центробежная сила

E) разность температур

2. Процесс однократного частичного испарения жидкой смеси и конденсации образующихся паров называется:
   A) ректификация,
   B) абсорбция,
   C) простая перегонка,
   D) экстракция,
   E) кристаллизация.
3. Материальный баланс процесса ректификации:

A) $G_{нач} = G_{кон} + W$
B) $G_{вл} = G_{сух} + W$
C) $F + Ф = G + W$
D) $G_н + L_н = G_к + L_к$
E) $G(Y_н – Y_к) = L(X_к – X_н)$

4. Закон Дальтона:
A) $pA = PAxA$
B) $pA^* = ExA$
C) $p_{см} = Σpi$
D) $Ф + C = К + 2$
E) $m = y^*/x$

5. Закон Рауля:
A) $p_{см} = Σpi$
B) $pA^* = ExA$
C) $pA = PAxA$
D) $Ф + C = К + 2$
E) $m = y^*/x$

6. Правило фаз в процессах массопередачи:
A) $p_{см} = Σpi$
B) $pA^* = ExA$
C) $Ф + C = К + 2$
D) $pA = PAxA$
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 масоотдачи и массопередачи.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 Щукарева;
- 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 а и удельным свободным объемом $V_{св}$.

. .

Первая цифра шифра	w, м/с	t, °С	Вторая цифра шифра	а, $м^2/м^3$	V, $м^3/м^3$
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.

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.)

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) К[Вт/(м^2.К)]
   B) Ку [кг/м^{2}сек.(ед.движ.силы)]
   C) D [м^2/сек]
   D) βу [кг/м^{2}сек(ед.движ.силы)]
   E) $D_м$ [м^2/сек]
5. Коэффициент массоотдачи:
   A) Ку [кг/м^{2}сек.(ед.движ.силы)]
   B) D [м^2/сек]
   C) βу [кг/м^{2}сек(ед.движ.силы)]
   D) К[Вт/(м^2.К)]
   E) $D_м$ [м^2/сек]
6. Коэффициент массопередачи:
   A) К[Вт/(м^2.К)]

B) D [м^2/сек]

C) Ку [кг/м²сек.(ед.движ.силы)]
D) βу [кг/м²сек(ед.движ.силы)]
E) Dм [м²/сек]

7. Закон Генри:
A) pA = PAxA
B) pсм = Σpi
C) pA* = ExA
D) Ф + С = К + 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 Щукарева;
- 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 50х50х5 проходит V газа. Плотность газа $\rho_Г$ = 1,25 кг/м³ при нормальных условиях. Скорость газа в абсорбере принять на 25 % ниже скорости захлебывания. Скорость захлебывания $v_З$ = 1,8 м/с. Производительность абсорбера по поглощаемому компоненту М. Коэффициент массопередачи в газовой фазе Ку = 0,0005 кг/(м²·с). Движущая сила абсорбции $\Delta\hat{Y}_{ср}$. Определить требуемый диаметр и высоту колонны, если абсолютное давление в ней Р и средняя температура – 40 °С.

. .

Первая цифра шифра	V, м³/ч	М, кг/с	Вторая цифра шифра	$\Delta\hat{Y}_{ср}$, кг/кг	Р, 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 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. Акбердиев 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) $\Delta P_{ср} = (\Delta P_б - \Delta P_м)/\ln\Delta P_б/\Delta P_м$
   B) $\Delta t_{ср} = (\Delta t_н - \Delta t_к)/\ln\Delta t_н/\Delta t_к$
   C) $\Delta Y_{ср} = (\Delta Y_н - \Delta Y_к)/\ln\Delta Y_н/\Delta Y_к$

D) $\Delta Y_{ср} = \Delta Y_{б} - \Delta Y_{м}$
E) $\Delta Y_{ср} = Y^* - Y$

2. Материальный баланс процесса абсорбции:
A) $G_{нач} = G_{кон} + W$
B) $G_{вл} = G_{сух} + W$
C) $G(Y_{н} - Y_{к}) = L(X_{к} - X_{н})$
D) $G_{н} + L_{н} = G_{к} + L_{к}$
E) $F + Ф = G + W$

3. Колонные аппараты с непрерывным контактом фаз:
A) кристаллизаторы

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) $n_{oy} = (Y_н + Y_к)/ \Delta Y_{cp}$
E) $h_{oy} = G/K_y aS$

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) $dQ = - \lambda dFd\tau\ dt/dn$

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 Hd - диаграмму влажного воздуха.

Основные вопросы темы:
F) Конвективная сушка.
G) Материальный баланс конвективной сушилки.
H) Процесс сушки на Hd - диаграмме влажного воздуха.
I) Тепловой баланс конвективной сушилки.

Методы обучения и преподавания:
Студенты должны теоретически разобраться в процессе сушки и решить следующие практические задачи.

Задача 1

В сушилке находится материал, от которого необходимо отвести **G** кг воды. Температура наружного воздуха **t1,** барометрическое давление В = 745 мм рт. ст., относительная влажность **φ1**. В калорифере его подогревают и направляют в сушилку, откуда он выходит с температурой **t3** и относительной влажностью **φ3**.

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	t1, ℃	φ1, %	Вторая цифра шифра	t3, ℃	φ3, %
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 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.)
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 ˚С до 30 ˚С. Поташ кристаллизуется с двумя молекулами воды.

Первая цифра шифра	$G_н$, кг/кг	Вторая цифра шифра	$t_н$, ˚С	$t_к$, ˚С
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 подвесной греющей камерой и описать ее работу.

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.
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

| простая перегонка
| экстракция
@ Кристаллизацию из растворов осуществляют путем:
| охлаждения
| нагревания
| растворения
| экстракцией
| конденсацией
@ Явление образования нескольких кристаллических форм у данного химического соединения,называют:

| 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 растворазто … .
| кристаллизация
| растворение
| фильтрование
| центрифугирование
| осаждение

@ Насыщенный раствор вещества это … .
| раствор, содержащий максимальное количество вещества, которое способно раствориться вданном растворителе при данной температуре
| тело, частицы которого (атомы, ионы или молекулы) расположены в трехмерной периодическойструктуре
| свойство вещества, его количество, которое способно раствориться в данном растворителе приданной температуре
| количество растворенного хлора в питательной среде
| настаивание сырья в экстрагента

@ Укажите уравнение, описывающее скорость роста кристаллов.
| $\frac{dM}{d\tau} = [DF(y_п - y_н)]/\delta$

| $G_н = G_{кр} + G_р + W$

| $G_н x_н = G_{кр} a + G_р x_р$

| $G_{кр} = \frac{G_н(x_н - x_р) - W x_р}{x_р - a}$

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

@ Укажите общий материальный баланс процесса кристаллизации.

$$G_н = G_{кр} + G_р + W$$

$$G_н x_н = G_{кр} a + G_р x_р$$

$$G_{кр} = \frac{G_н(x_н - x_р) - W x_р}{x_р - a}$$

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

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

@ Укажите материальный баланс процесса кристаллизации по абсолютно сухому растворенномувеществу.

$$G_н x_н = G_{кр} a + G_р x_р$$

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

$$G_{кр} = \frac{G_н(x_н - x_р) - W x_р}{x_р - a}$$

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

$$G_н = G_{кр} + G_р + W$$

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 потребляюмую 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 ($м^3$), предназначенного для выращивания культуры на искусственных средах со следующими параметрами Плотность жидкой культуры ρ = 1060 $кг/м^3$, динамическая вязкость μ (мПа с), теплоемкость среды с = 4,0 кДж/(кг·К). Коэффициент заполнения К. Температура воды на входе в рубашку ферментёра t_1=12 .СТемпература воды на выходе из рубашки t_2=23 .СКоличество сахара питательной среды m, (кг). Период усвоение сахара развивающейся культурой микроорганизмов τ (ч).

Первая цифра шифра	V, $м^3$	τ, ч	m, кг	Вторая цифра шифра	μ, мПа·с	К
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 мешеалкой и барботером.

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.
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.

| 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

Критерии и правила оценки знаний:

№	Форма контроля	Оценка	Критерии оценки
1.	**Устный ответ (Опрос)**	Отлично Соответствует оценкам: A (4,0; 95-100%); A- (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: B+ (3,33; 85-89%); B (3,0; 80-84%); B- (2,67; 75-79%); C+ (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 студентов, сумел систематизировать программный материал с помощью преподавателя.
		Удовлетворит. Соответствует оценкам: C (2,0; 65-69%); C- (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: B+ (3,33; 85-89%); B (3,0; 80-84%); B- (2,67; 75-79%); C+ (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: C (2,0; 65-69%);	Своевременно выполнил лабораторные работы и сдал отчеты по ним. Во время работы не проявлял активности, нуждался в помощи

		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 непринципиальные неточности или принципиальные ошибки, исправленные самим студентом

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

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