



ПРИМЕР ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО
ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ
ПРОФИЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

Список тем по вступительному испытанию «Процессы и аппараты»



1. Классификация и физико-химические основы процессов химической технологии.
2. Характеристики основных процессов химической технологии: гидромеханических, механических, тепловых, массообменных.
3. Методика расчета материального и теплового балансов процессов и аппаратов.
4. Методы расчета и принципы выбора основного и вспомогательного технологического оборудования.
5. Типичные технологические системы химических производств и их аппаратное оформление.
6. Основные типы, устройство и принцип действия основных машин и аппаратов химических производств.
7. Выбор аппаратов с различными конструктивными особенностями.
8. Расчет характеристик и параметров конкретного вида оборудования).
9. Материальные и энергетические расчеты процессов и аппаратов.

Задание 1

Определить плотность воздуха при вакууме (разрежении) 500 мм рт. ст. и температуре 20°C. Атмосферное давление 750 мм рт. ст.

Решение:

Находим молярную массу воздуха по уравнению

$$M_B = \sum M_i \cdot x_i = 28 \cdot 0,79 + 32 \cdot 0,21 = 28,8 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Определяем плотность воздуха.

$$\rho = \frac{M_B}{22,4} \cdot \frac{273p}{(273+t)p_0} = \frac{28,8}{22,4} \cdot \frac{273 \cdot (750 - 500)}{(273 + 20) \cdot 760} = 0,39 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: 0,39 кг/м³.



Задание 2

В открытом резервуаре находится жидкость с относительной плотностью 1,1. Манометр, присоединенный в некоторой точке к стенке резервуара, показывает давление $p_{изм} = 0,4$ кгс/см². На какой высоте над данной точкой находится уровень жидкости в резервуаре?

Решение:

Высота уровня жидкости в резервуаре над точкой присоединения манометра, определяется по уравнению

$$h = \frac{(p - p_0)}{\rho g},$$

По условию задачи $(p - p_0) = 0,4 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = 0,4 \cdot 9,81 \cdot 10^4 = 39240$ Па.

Плотность жидкости $\rho = 1,1 \cdot 1000 = 1100$ кг/м³.

Высота составит $h = \frac{(p - p_0)}{\rho g} = \frac{39240}{1100 \cdot 9,81} = 3,64$ м.

Ответ: 3,64 м.



Задание 3

Определить расход в водопроводной трубе, если средняя скорость $v = 1,2 \text{ м/с}$, а внутренний диаметр трубы $d = 250 \text{ мм}$.

Решение.

Уравнение объемного расхода:

$$Q = v \cdot S,$$

где Q - объемный расход, $\text{м}^3/\text{с}$;

v - средняя скорость, м/с ;

S - площадь живого сечения, м^2 .

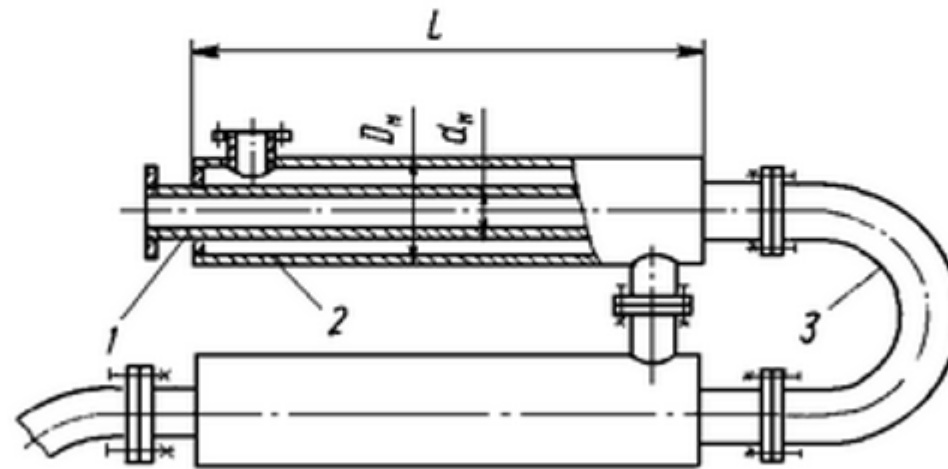
$$Q = v \cdot S = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 1,2 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = 0,059 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Ответ: $0,059 \text{ м}^3/\text{с}$.



Задание 4

Определить режим течения жидкости в межтрубном пространстве теплообменника типа «труба в трубе» (рисунок). Внутренняя труба теплообменника имеет размеры $30 \times 2,5$ мм; наружная $57 \times 3,5$ мм; массовый расход жидкости 4 т/ч; плотность жидкости 860 кг/м^3 ; динамический коэффициент вязкости $1,12 \text{ мПа}\cdot\text{с}$.



1 — теплообменная труба, 2 — кожуховая труба, 3 — калач

Рисунок 1 – Теплообменник типа «труба в трубе»

Решение:

Определяем скорость жидкости из уравнения расхода.

$$v = \frac{V}{S} = \frac{M}{\rho \cdot S} = \frac{4 \cdot 10^3}{3600 \cdot 860 \cdot 0,785 \cdot (0,05^2 - 0,03^2)} = 1,03 \text{ м/с.}$$

Эквивалентный диаметр кольцевого сечения определяем по формуле:

$$d_{\text{э}} = \frac{4S}{\Pi} = \frac{4\pi(D^2 - d^2)}{4\pi(D+d)} = D - d = 0,05 - 0,03 = 0,02 \text{ м.}$$

Определяем режим течения

$$Re = \frac{v \cdot d_{\text{э}} \cdot \rho}{\mu} = \frac{1,03 \cdot 0,02 \cdot 860}{1,12 \cdot 10^{-3}} = 15818.$$

Режим движения турбулентный.



Задание 5

Определить диаметр трубопровода, по которому протекает вода в количестве $Q = 420 \text{ м}^3 / \text{ч}$ со средней скоростью $v = 1,5 \text{ м/с}$.

Решение.

Объемный расход

$$Q = v \cdot S = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

где Q - объемный расход, $\text{м}^3/\text{с}$;

v - средняя скорость, м/с ;

S - площадь живого сечения, м^2 .

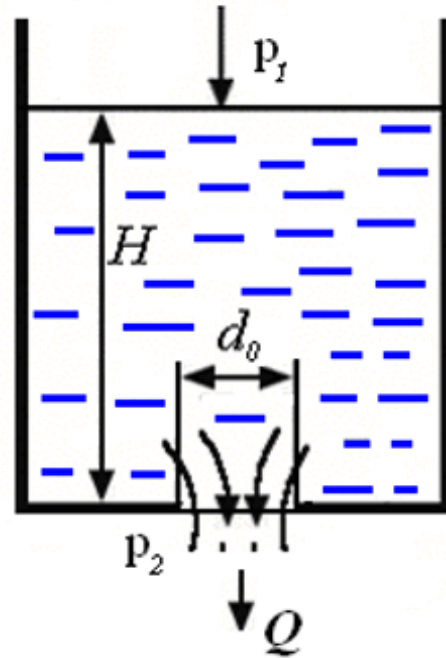
Откуда диаметр трубопровода:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \left(\frac{420}{3600}\right)}{\pi \cdot 1,5}} = 0,314 \text{ м}.$$



Задание 6

Цилиндрический резервуар диаметром 1,5 м наполнен водой на высоту 3 м. отверстие для истечения жидкости в дне резервуара имеет диаметр 2 см. Значение коэффициента расхода для отверстия 0,62. Определить время, необходимое для опорожнения резервуара.



Решение: Определяем время истечения по уравнению

$$\tau = \frac{2S\sqrt{H}}{\mu_p s_0 \sqrt{2g}} = \frac{2 \cdot 0,785 \cdot 1,5^2 \sqrt{3}}{0,62 \cdot 0,785 \cdot 0,02^2 \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 7095 \text{ с} \approx 118 \text{ мин.}$$

Задание 7

Определить коэффициент гидравлического трения при движении воды по чугунному трубопроводу диаметром $d = 108 \times 5 \text{ мм}$ со средней скоростью $v = 1,8 \text{ м/с}$ при температуре 22°С .

Решение.

Рассчитываем критерий Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu},$$

Определяем коэффициент динамической вязкости μ и плотность воды ρ при температуре 22°С [10].

$$\mu = 0,9579 \text{ мПа} \cdot \text{с},$$

$$\rho = 996,5 \text{ кг/м}^3,$$

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{1,8 \cdot 0,098 \cdot 996,5}{0,9579 \cdot 10^{-3}} = 183508,$$



$Re > 10000$, следовательно в трубопроводе турбулентный режим движения.

При турбулентном режиме движения коэффициент трения может быть рассчитан по формуле А.Д. Альтшуля:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25},$$

где Re – критерий Рейнольдса,

λ – коэффициент трения;

Δ – абсолютное значение эквивалентной шероховатости [10,11], м.

d – диаметр трубопровода, м.

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{183508} + \frac{1,4 \cdot 10^{-3}}{0,098} \right)^{0,25} = 0,0383.$$

Ответ: 0,0383.

Задание 8

Определить потерю давления в трубопроводе длиной 50 м и диаметром 43x2,5 мм, по которому проходит жидкость плотностью 960 кг/м³ и динамической вязкостью 0,85 мПа·с. Скорость движения жидкости по трубопроводу составляет 1 м/с. Абсолютная шероховатость трубопровода 0,2 мм.

Решение:

Определяем режим движения по значению критерия Рейнольдса

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{1,0 \cdot 0,038 \cdot 960}{0,85 \cdot 10^{-3}} = 42918.$$

$Re > 10000$, следовательно в трубопроводе турбулентный режим движения.

При турбулентном режиме движения коэффициент трения может быть рассчитан по формуле А.Д. Альтшуля:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{\Delta}{d} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{42918} + \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{0,038} \right)^{0,25} = 0,0316.$$



Потери давления Δp [Па] рассчитываются по формуле:

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho = 0,0316 \cdot \frac{50}{0,038} \cdot \frac{1^2}{2} \cdot 960 = 19958 \text{ Па},$$

где λ – коэффициент трения;

l – длина трубопровода, м;

d – внутренний диаметр трубопровода, м;

v – средняя скорость движения жидкости, м/с;

ρ – плотность жидкости, кг/м³;

Ответ: 19958 Па.



Задание 9

По стальному трубопроводу длиной $l = 190$ м необходимо подавать $Q = 12$ м³/ч жидкости. Допускаемая потеря напора на трение $h_n = 14$ м. Определить требуемый диаметр трубопровода, принимая значение коэффициента гидравлического трения $\lambda = 0,03$. Потери напора на местные сопротивления выражены через эквивалентную длину и составляют $l_{экв} = 4$ м.

Решение.

Потери напора на трение рассчитываются

$$h_n = \lambda \cdot \frac{l_{\Pi}}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g},$$

где λ – коэффициент трения;

l_{Π} – приведенная длина трубопровода, $l_{\Pi} = l + l_{экв}$ м [4];

d – внутренний диаметр трубопровода, м;

v – средняя скорость движения жидкости, м/с: $v = \frac{V}{S} = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot d^2}$

ρ – плотность жидкости, кг/м³.

После преобразований получаем:

$$h_n = \lambda \cdot \frac{l_{\Pi}}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = \lambda \cdot \frac{l_{\Pi}}{d} \cdot \frac{16 \cdot V^2}{\pi^2 \cdot d^4 \cdot 2g} = \lambda \frac{l_{\Pi}}{d^5} \cdot \frac{8 \cdot V^2}{\pi^2 \cdot g},$$

Выражаем диаметр трубопровода:

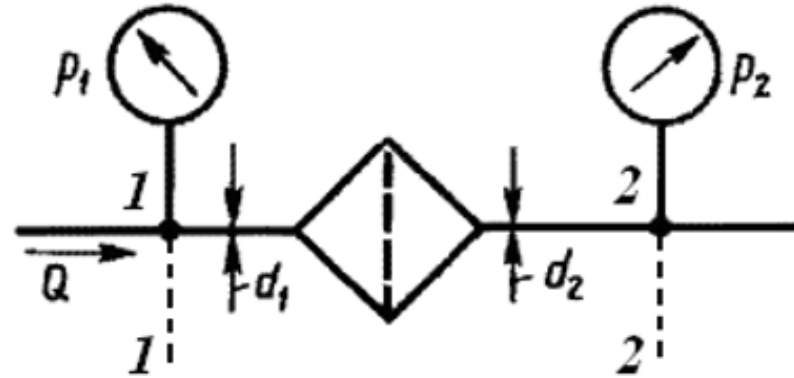
$$d = \sqrt[5]{\frac{\lambda \cdot l_{\Pi} \cdot 8 \cdot V^2}{h_n \cdot \pi^2 \cdot g}} = \sqrt[5]{\frac{0,03 \cdot 194 \cdot 8 \cdot \left(\frac{12}{3600}\right)^2}{14 \cdot 3,14^2 \cdot 9,81}} = 0,052 \text{ м}$$

Ответ: 0,052 м.



Задание 10

Для определения потерь давления на фильтре установлены манометры. При пропускании через фильтр жидкости расход которой равен 0,9 л/с; давления: $p_1=0,1$ МПа, $p_2=0,12$ МПа. Определить потерю давления на фильтре, если известно: $d_1=10$ мм, $d_2=20$ мм, плотность жидкости $\rho = 960$ кг/м³.



Решение.

Составим уравнение Бернулли для двух сечений (1-1 и 2-2):

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_n,$$

Плоскость сравнения проводим по оси трубопровода, тогда:

$$z_1 = z_2 = 0.$$

Получаем:

$$\frac{p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_n,$$

Определяем потерю напора на фильтре:

$$h_n = \frac{p_1 - p_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}$$

Рассчитываем среднюю скорость в сечениях 1-1 и 2-2.

$$v_1 = \frac{V}{S_1} = \frac{4V}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,01^2} = 11,5 \text{ м/с},$$



$$v_2 = \frac{V}{S_2} = \frac{4V}{\pi \cdot d_2^2} = \frac{4 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,02^2} = 2,9 \text{ м/с},$$

Тогда:

$$h_n = \frac{p_1 - p_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} = \frac{(0,1 - 0,12) \cdot 10^6}{960 \cdot 9,81} + \frac{11,5^2 - 2,9^2}{2 \cdot 9,81} = 4,2 \text{ м},$$

Потеря давления на фильтре составит:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot h_n = 960 \cdot 9,81 \cdot 4,2 = 39553 \text{ Па} \approx 0,04 \text{ МПа}$$

Ответ: 39553 Па.



ЯРОСЛАВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Задание 11

В аппарат, работающий под давлением $p_{abc} = 1,8 \text{ кгс/см}^2$, надо подавать насосом воду из открытого резервуара по трубопроводу внутренним диаметром 68 мм. Верхняя точка трубопровода выше уровня воды в резервуаре на 4 м. Расчетная длина трубопровода (собственная длина плюс эквивалентная длина местных сопротивлений) 280 м. коэффициент трения $\lambda = 0,03$. Найти зависимость между потребным напором и расходом воды, протекающей по трубопроводу, (получить уравнение характеристики сети).

Решение:

Уравнение характеристики сети - зависимость потребного напора от расхода: $H_{нотр} = f(Q)$.

$$H_{нотр} = H_{\Gamma} + \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + h_n,$$

$$H_{нотр} = H_{\Gamma} + \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \lambda \frac{l_n v^2}{d 2g} = H_{\Gamma} + \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \lambda \frac{l_n}{d^5 \pi^2 \cdot g} 8V^2$$

Подставляем известные величины в полученное уравнение:

$$H_{нотр} = 4 + \frac{(1,8-1) \cdot 10^5}{1000 \cdot 9,81} + 0,03 \frac{280}{0,068^5} \frac{8 \cdot V^2}{3,14^2 \cdot 9,81} = 13,2 + 477855,3 \cdot V^2$$

Ответ: $13,2 + 477855,3 \cdot V^2$

Задание 12

Манометр на нагнетательном трубопроводе насоса, перекачивающего $1,5 \text{ м}^3$ воды в 1 мин. показывает давление $4,2 \text{ кгс/см}^2$. Вакуумметр на всасывающем трубопроводе показывает вакуум 40 мм рт. ст. Расстояние по вертикали между местом присоединения манометра и местом присоединения вакуумметра $0,5 \text{ м.}$ Диаметр всасывающего трубопровода $150 \times 4,5 \text{ мм,}$ нагнетательного $114 \times 4,5 \text{ мм.}$ Определить напор, развиваемый насосом. Атмосферное давление 750 мм рт. ст.

Решение.

Определяем скорость движения воды на линии всасывания и нагнетания.

$$v_{вс} = \frac{V}{S_{вс}} = \frac{4V}{\pi \cdot d_{вс}^2} = \frac{4 \cdot 1,5}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,141^2} = 1,6 \text{ м/с.}$$

$$v_{н} = \frac{V}{S_{н}} = \frac{4V}{\pi \cdot d_{н}^2} = \frac{4 \cdot 1,5}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,115^2} = 2,4 \text{ м/с.}$$



Давление в нагнетательном и всасывающем трубопроводах составляет:

$$p_n = (4,2 + 1,0) \cdot 9,81 \cdot 10^4 = 510120 \text{ Па.}$$

$$p_{вс} = (0,75 - 0,04) \cdot 133,3 \cdot 1000 = 94643 \text{ Па.}$$

Напор, развиваемый насосом, находим по уравнению (м вод.ст.):

$$H = z_0 + \frac{p_n - p_{вс}}{\rho \cdot g} + \frac{v_n^2 - v_{вс}^2}{2g} = 0,5 + \frac{510120 - 94643}{1000 \cdot 9,81} + \frac{2,4^2 - 1,6^2}{2 \cdot 9,81} = 21,3 \text{ м}$$

Ответ: 21,3 м

Задание 13

Аппарат диаметром 1 м и высотой 2 м покрыт слоем теплоизоляции толщиной 50 мм с коэффициентом теплопроводности 0,12 Вт/(м·К). Температур стенки аппарата 180°C, температура наружной поверхности изоляции 40°C. Определить расход теплоты через слой изоляции.

Решение.

Определяем среднюю площадь, через которую проходит теплота:

$$F_{cp} = \pi \cdot \left(D_{cp}L + 2 \frac{D^2}{4} \right) = 3,14 \cdot (1,05 \cdot 2 + 0,5 \cdot 1^2) = 8,164 \text{ м}^2.$$

Тепловой поток через слой изоляции составит:

$$Q = \lambda \cdot (t_r - t_x) \frac{F_{cp}}{\delta} = 0,12(180 - 40) \frac{8,164}{0,05} = 2743 \text{ Вт}.$$

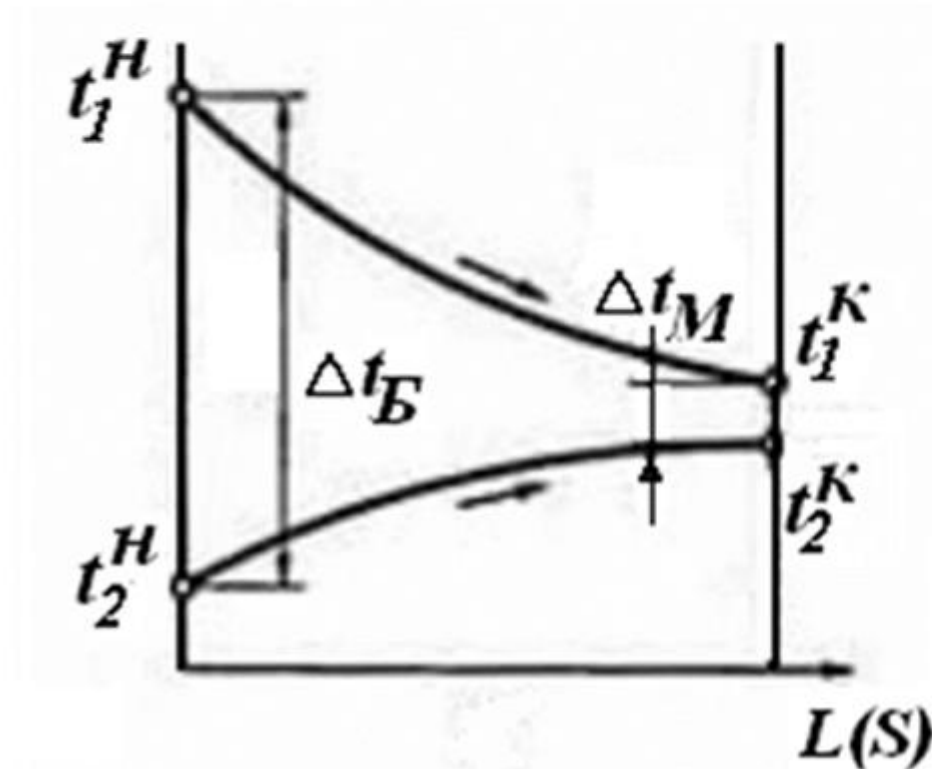
Ответ: 2,7 кВт

Задание 14

Теплота крекинг остатка используется для подогрева нефти, которая поступает на установку. Определить среднюю разность температур для противоточной и прямоточной схем в теплообменнике при следующих параметрах: крекинг остаток имеет температуры начальную 310°C, конечную 190°C, начальная температура нефти 20°C, конечная 160°C.

Решение.

Рассмотрим прямоточную схему движения теплоносителей.



$$\Delta t_{\theta} = (310 - 20) = 290 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta t_m = (190 - 160) = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Движущая сила процесса определяется:

- Среднее арифметическое:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\delta} + \Delta t_{\text{м}}}{2}, \text{ если } \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}} < 2$$

- Среднее логарифмическое:

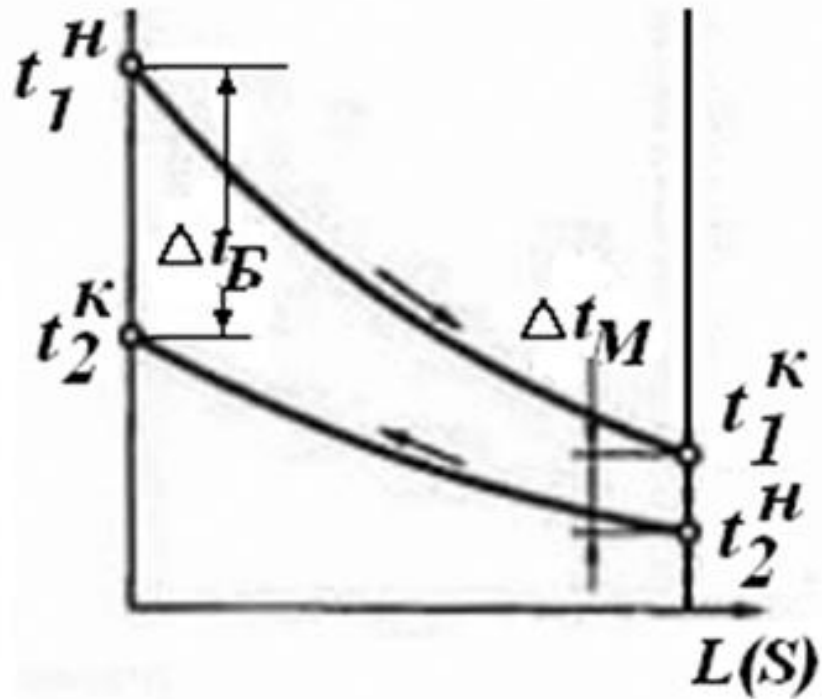
$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\text{м}}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}}}, \text{ если } \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}} > 2$$

$$\frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}} = \frac{290}{30} = 9,7.$$

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{290 - 30}{\ln\left(\frac{290}{30}\right)} = 114,6 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Ответ 1: 114,6.

Рассмотрим противоточную схему движения теплоносителей.



$$\Delta t_{\delta} = (190 - 20) = 170 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta t_{\mu} = (310 - 160) = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\mu}} = \frac{170}{150} = 1,1.$$

- Среднее арифметическое:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\delta} + \Delta t_{\mu}}{2}, \text{ если } \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\mu}} < 2$$

- Среднее логарифмическое:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\mu}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\mu}}}, \text{ если } \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\mu}} > 2$$

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{170 + 150}{2} = 160 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Ответ 2: 160.

Задание 15

Определить значение коэффициента теплопередачи, если коэффициенты теплоотдачи для пара и воды равны соответственно 12800 Вт/(м²·К) и 3200 Вт/(м²·К), тепловая проводимость одного слоя ржавчины $\frac{1}{r_{жс}} = 2320$ Вт/(м²·К), толщина стенки 2 мм, коэффициент теплопроводности стали 46,5 Вт/(м·К).

Решение.

Коэффициент теплопередачи рассчитывается по уравнению (Вт/(м²·К)):

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_r} + \frac{1}{r_{жс}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{r_{жс}} + \frac{1}{\alpha_x}} = \frac{1}{\frac{1}{12800} + \frac{1}{2320} + \frac{2 \cdot 10^{-3}}{46,5} + \frac{1}{2320} + \frac{1}{3200}} = 772.$$

где α_r , α_x – коэффициенты теплоотдачи для горячего и холодного теплоносителя соответственно, Вт/(м²·К);

δ – толщина стенки, м;

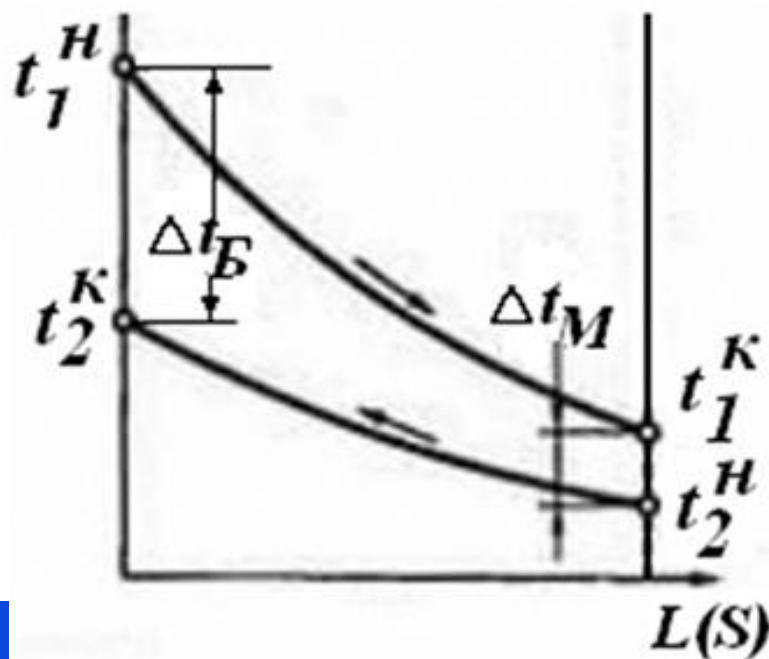
λ – коэффициент теплопроводности материала стенки, Вт/(м·К).

Ответ: 772 Вт/(м²·К)

Задание 16

Определить поверхность противоточного кожухотрубчатого холодильника, если значение коэффициента теплопередачи $300 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, начальная температура воды 20°C , конечная температура воды 40°C . Горячий теплоноситель в количестве 12 т/ч поступает в теплообменник при температуре 92°C , выходит при температуре 48°C . Удельная теплоемкость воды $4190 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, удельная теплоемкость горячего теплоносителя $2800 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

Решение.



$$\Delta t_B = (92 - 40) = 52 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t_M = (48 - 20) = 28 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\frac{\Delta t_B}{\Delta t_M} = \frac{55}{28} = 1,85.$$

- Среднее арифметическое:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_B + \Delta t_M}{2}, \text{ если } \frac{\Delta t_B}{\Delta t_M} < 2$$

- Среднее логарифмическое:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_B - \Delta t_M}{2,3 \lg \frac{\Delta t_B}{\Delta t_M}}, \text{ если } \frac{\Delta t_B}{\Delta t_M} > 2$$



$$\Delta t_{cp} = \frac{52+28}{2} = 40 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Находим количество передаваемой теплоты:

$$Q_{\Gamma} = G_{\Sigma} \cdot c_{\Sigma} \cdot \Delta t_{\Sigma} = G_{\Sigma} \cdot c_{\Sigma} \cdot (92 - 48) = \frac{12000}{3600} \cdot 2800 \cdot (92 - 48) = 410667 \text{ Вт}.$$

Используя основное уравнение теплопередачи, находим площадь поверхности кожухотрубчатого холодильника.

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{410667}{300 \cdot 40} = 34 \text{ м}^2.$$

Ответ: 34 м²

Задание 17

Исходный раствор NaCl, поступающий на выпаривание содержит 80 г/л воды, упаренный раствор 612 г/л раствора. Определить количество выпаренной воды на 1 т исходного раствора.

Решение.

Массовая доля растворенного вещества в начальном растворе:

$$x_H = \frac{80}{1000+80} = 0,074.$$

В конечном растворе:

$$x_K = \frac{612}{1000+1612} = 0,38.$$

Количество выпаренной влаги находим по уравнению:

$$W = G_H \left(1 - \frac{x_H}{x_K}\right) = 1000 \left(1 - \frac{0,074}{0,38}\right) = 805,3 \text{ кг.}$$

Ответ: 805,3 кг

Задание 18

Определить расход абсорбента при следующих условиях:

- начальная концентрация извлекаемого компонента в газовой фазе 0,05 кмоль изв. комп./кмоль газа;
 - конечная 0,0038 кмоль изв. комп./кмоль газа;
 - конечная концентрация извлекаемого компонента в жидкости 0,027 кмоль изв. комп./кмоль жидкости;
 - начальная 0.
- Расход газовой фазы 4300 кмоль/ч.

Решение.

Используя уравнение материального баланса процесса абсорбции, находим расход абсорбента (кмоль/ч):

$$G(Y_H - Y_K) = L(X_K - X_H). \rightarrow L = \frac{G(Y_H - Y_K)}{(X_K - X_H)} = \frac{4320(0,05 - 0,0038)}{(0,027 - 0)} = 1920.$$

Ответ: 1920 кмоль/ч.

Задание 19

Определить коэффициенты массопередачи по газовой и жидкой фазам, если коэффициенты массотдачи по газовой фазе и жидкой фазе соответственно равны:

$$- 1,8 \text{ кмоль}/[\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot (\Delta x = 1)],$$

$$- 15 \text{ кмоль}/[\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot (\Delta x = 1)].$$

Уравнение линии равновесия $y^* = 22,9 \cdot x$.

Решение.

Находим коэффициенты массопередачи по уравнениям:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}} = \frac{1}{\frac{1}{1,8} + \frac{22,9}{15}} = 0,48 \text{ кмоль}/[\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot (\Delta x = 1)].$$

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{m\beta_y} + \frac{1}{\beta_x}} = \frac{1}{\frac{1}{22,9 \cdot 1,8} + \frac{1}{15}} = 11 \text{ кмоль}/[\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot (\Delta x = 1)].$$

Ответ: 0,48 и 11

кмоль/ $[\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot (\Delta x = 1)]$.

$$\text{Проверка: } \frac{K_x}{K_y} = \frac{11}{0,48} = 22,9.$$

Задание 20

Рассчитать минимальное флегмовое число, используя диаграмму у-х.

Решение

По диаграмме у-х определяем концентрацию низкокипящего компонента в питании, кубовом остатке и дистилляте и равновесную концентрацию низкокипящего компонента по паровой фазе.

$$x_w = 0,025;$$

$$x_d = 0,95;$$

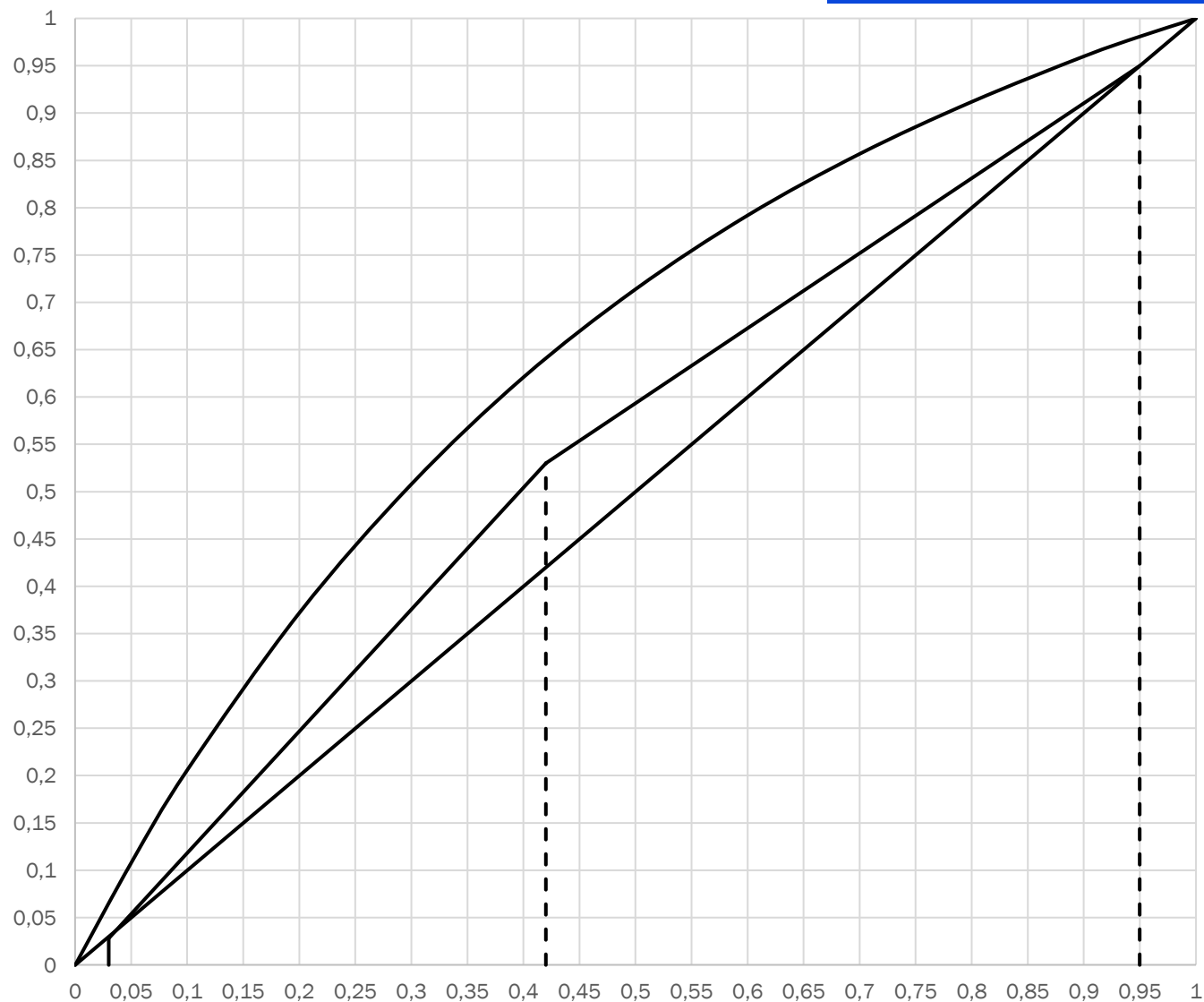
$$x_f = 0,42;$$

$$y_f^* = 0,63.$$

Минимальное флегмовое число рассчитываем по уравнению:

$$R_{min} = \frac{x_d - y_f^*}{y_f^* - x_f} = \frac{0,95 - 0,63}{0,63 - 0,42} = 1,5$$

Ответ: 1,5.



Список учебников для подготовки к тестовому испытанию

1. Общие основы химической технологии: разработка и проектирование технол. процессов / пер. с пол. под ред. П. Г. Романкова, М. И. Курочкиной. - Л.: Химия, 1977. - 504 с.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Г. С. Борисов, В. П. Брыков, Ю. И. Дытнерский [и др.]. - Под ред. Ю. И. Дытнерского, 5-е изд., стереотипное. М.: ООО «Издательский дом Альянс», 2010. — 496 с.
3. Леонтьев, В. К. Примеры расчетов по гидростатике, гидродинамике и гидравлическим машинам : учеб. пособие / В. К. Леонтьев, О. Н. Кораблева ; Яросл. гос. техн. ун-т. - Ярославль : ИД ЯГТУ, 2017. - 151 с.
4. Павлов, К. Ф., Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков ; под ред. П. Г. Романкова. - 12-е изд., стер. - М. : Альянс, 2005. - 575 с.