

Министерство науки и высшего образования РФ
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА
КАФЕДРА Процессов и аппаратов химической технологии



III Всероссийская студенческая олимпиада
по дисциплине
«Процессы и аппараты химической
технологии»

Примеры заданий для рассылки

Москва
2023

Задание 1

Определите соотношение высоты и диаметра цилиндрической ёмкости при условии минимума затрат материала на её изготовление, что соответствует минимуму её полной внутренней поверхности при заданном объёме. Крышки ёмкости считать плоскими.

Задание 2

Горизонтальная цилиндрическая ёмкость с радиусом R и длиной L заполнена жидкостью объемом, равным половине объема ёмкости (рис. 8.1). На нижней стороне ёмкости имеется отверстие площадью S_0 , закрытое заглушкой. Давление над жидкостью в ёмкости атмосферное. Определите время полного истечения жидкости из открытой ёмкости через отверстие в область атмосферного давления. Объемный расход жидкости при истечении определяется по формуле: $Q = \alpha S_0 \sqrt{2gH}$, где α – коэффициент расхода, H – уровень жидкости над отверстием.

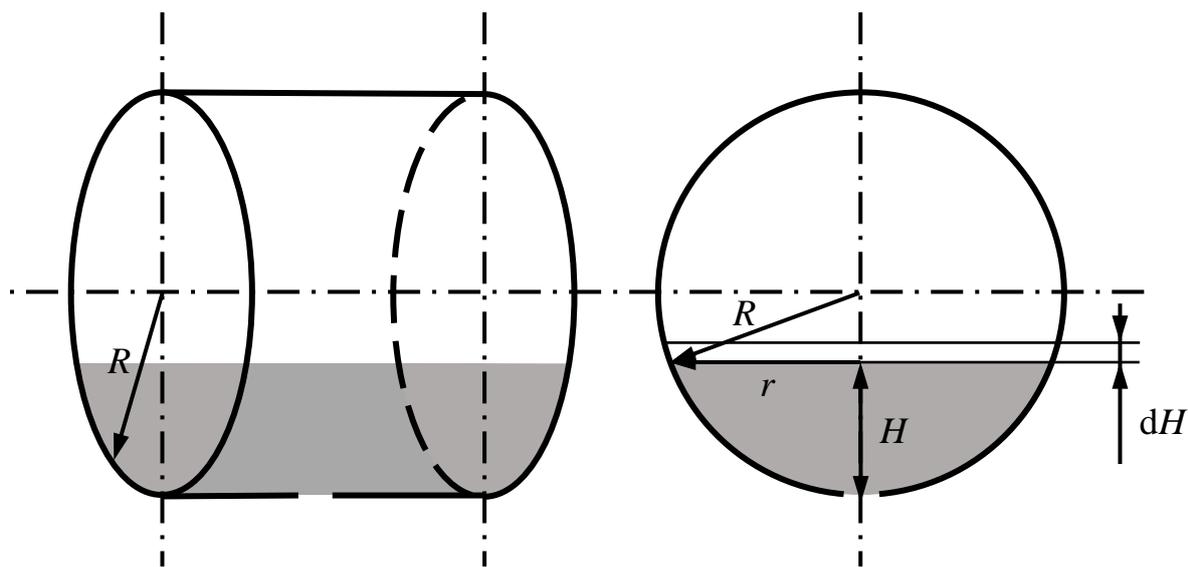


Рис. 8.1. Цилиндрическая ёмкость

Задание 3

Жидкость непрерывно нагревается в теплообменнике глужим насыщенным паром с температурой t_1 , причем конденсат пара отводится при температуре конденсации. Начальная и конечная температуры жидкости: $t_{2н}$ и $t_{2к}$. Жидкость течет по модели идеального вытеснения.

Тепловыми потерями пренебречь. Получите формулу для определения средней разности температур теплоносителей при условии постоянства коэффициента теплопередачи K и теплоемкости жидкости c_2 .

Задание 4

По внутренней стенке вертикальной трубы пленкой стекает этанол. Противотоком подается воздух, чистый на входе. Температуру поверхности жидкости принять постоянной. Массовый поток этанола в воздух выражается уравнением массоотдачи. Движущая сила массоотдачи имеет размерность кг этанола/кг воздуха. Заданы следующие параметры: давление в трубе p , давление насыщенного пара этанола p_n , начальная и конечная концентрации этанола в воздухе \bar{Y}_n, \bar{Y}_k . Найдите выражение для зависимости от заданных параметров средней движущей силы процесса массоотдачи при испарении этанола в воздух.

Задание 5

Жидкость в количестве m_2 периодически нагревается в аппарате с мешалкой, снабженном рубашкой. В рубашку подается насыщенный пар с температурой t_1 . В начальный момент времени температура нагреваемой жидкости $t_{2н}$. Заданы также: поверхность теплопередачи F , коэффициент теплопередачи K , удельная теплота конденсации пара r_1 , теплоемкость жидкости c_2 (K, r_1 и c_2 принимаются постоянными). Найдите зависимость температуры нагреваемой жидкости от времени нагрева, считая, что движение жидкости соответствует модели идеального смешения. Найдите также массу поданного греющего пара для времени τ и расход греющего пара для времени τ .

Задание 6

Посеребренные стенки сосуда Дюара обращены друг к другу. Температура жидкости в сосуде 100°C , температура окружающей среды 20°C . Принять, что стенки сосуда имеют те же температуры. Степень черноты посеребренных стенок $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,02$. Определите плотность лучистого теплового потока между стенками. Найдите также толщину теплоизоляции из пробки, через которую будет проходить тот же тепловой поток. Коэффициент теплопроводности пробки: $\lambda = 0,047 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Приведенная степень черноты может быть определена по формуле:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \left[1 + (\varepsilon_1^{-1} - 1) \cdot \varphi_{1-2} + (\varepsilon_2^{-1} - 1) \cdot \varphi_{2-1} \right],$$

где φ_{1-2} и φ_{2-1} – угловые коэффициенты. Постоянная Стефана – Больцмана: $\sigma_0 = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$.

Задание 7

Для ректификационной колонны непрерывного действия ордината точки пересечения рабочих линий составляет 0,54 мольн. дол. легколетучего компонента (ЛК), концентрация ЛК в питании $x_F = 0,35$ мольн. дол., а в кубовом остатке $x_W = 0,015$ мольн. дол. Эффективность по Мэрффри нижней тарелки колонны $E_{\text{my}} = 0,85$, относительная летучесть смеси на этой тарелке $\alpha = 2,3$. Смесь поступает в колонну при температуре кипения. Напишите уравнение рабочей линии нижней части колонны; найдите концентрацию пара, поднимающегося с нижней тарелки, и концентрацию жидкости, стекающей на нее.

Задание 8

В ректификационной колонне непрерывного действия известны мольные доли легколетучего компонента в питании $x_F = 0,38$ мольн. дол., в дистилляте $x_D = 0,96$ мольн. дол. и в кубовом остатке $x_W = 0,015$ мольн. дол. Концентрация пара, поднимающегося на верхнюю тарелку колонны 0,83 мольн. дол.; концентрация жидкости, стекающей с верхней тарелки 0,8 мольн. дол. Флегмовое число в 1,5 раза больше минимального. Питание подается в колонну при температуре, превышающей температуру кипения. При концентрации жидкой смеси, соответствующей точке пересечения рабочих линий с равновесной кривой относительная летучесть $\alpha = 2,5$. Определите минимальное и рабочее флегмовое число; долю пара в питании (долю отгона).