

**Экзаменационные задачи**  
**по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов 3 курса**  
**специальности 6-05-0722-04 Производство и переработка полимерных материалов**

---

**Задача СВ-01**

В аппарате находится газовая смесь, состоящая из аммиака и азота. Определить объемную долю аммиака в газовой смеси, если ее плотность при нормальных условиях равна  $1,0 \text{ кг/м}^3$ .

---

**Задача СВ-02**

Плотность воздуха в емкости составляет  $0,2 \text{ кг/м}^3$ . Температура газа  $20^\circ\text{C}$ , барометрическое давление  $710 \text{ мм рт. ст.}$ . Определить: а) абсолютное давление газа в емкости; б) каким прибором (манометром или вакуумметром) следует контролировать давление газа в емкости; в) показания прибора для контроля давления газа.

---

**Задача СТ-01**

В вертикальном цилиндрическом сосуде под азотной подушкой при температуре  $20^\circ\text{C}$  находится взрывоопасная жидкость с относительной плотностью  $0,8$ . Диаметр сосуда  $2 \text{ м}$ , высота уровня жидкости  $3 \text{ м}$ . Определить силу давления содержимого сосуда на его плоское дно, если плотность азота составляет  $2,5 \text{ кг/м}^3$ .

---

**Задача СТ-02**

В вертикальной цилиндрической емкости диаметром  $2 \text{ м}$  находится  $27 \text{ т}$  жидкости, имеющей относительную плотность  $0,9$ . Манометр, установленный на верхней крышке аппарата, показывает  $200 \text{ кПа}$ . Определить абсолютное давление содержимого емкости на ее плоское дно.

---

**Задача ГД-01**

Внутри прямой трубы квадратного поперечного сечения ( $60 \times 60 \text{ мм}$ ) движется вода при температуре  $40^\circ\text{C}$  со средней скоростью  $0,2 \text{ м/с}$ . Определить массовый расход воды и режим ее движения, если поток жидкости занимает все поперечное сечение трубы.

---

**Задача ГД-02**

На оси трубопровода диаметром  $57 \times 3,5 \text{ мм}$  установлена трубка Пито-Прандтля. Показания дифференциального манометра, подсоединенного к ней  $50 \text{ мм вод. ст.}$  Плотность движущейся в трубопроводе жидкости  $1200 \text{ кг/м}^3$ , а ее вязкость  $2 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ . Определить среднюю скорость жидкости в трубопроводе и ее массовый расход.

---

**Задача ГД-03**

При ламинарном движении воды по прямой горизонтальной трубе диаметром  $32 \times 2 \text{ мм}$  и длиной  $60 \text{ м}$  потери давления на трение составили  $12 \text{ мм вод. ст.}$  Температура воды  $30^\circ\text{C}$ . Определить массовый расход жидкости и ее среднюю скорость.

---

---

**Задача ГД-04**

На трубопроводе диаметром  $108 \times 4$  мм установлена труба Вентури, внутренний диаметр горловины которой меньше внутреннего диаметра трубопровода в 2,5 раза. Показания дифманометра подсоединенного к расходомеру 120 мм вод. ст. По трубопроводу движется газ с температурой 373 К и избыточным давлением 1 ат. Плотность газа при нормальных условиях  $1,6 \text{ кг/м}^3$ . Определить массовый расход газа по трубопроводу. Коэффициент расхода принять равным 1.

---

**Задача ГД-05**

Теплообменник типа «труба в трубе» состоит из двух концентрически расположенных труб диаметрами  $57 \times 3,5$  мм и  $108 \times 4$  мм. В межтрубном пространстве теплообменника движется азот, имеющий среднюю температуру  $60^\circ\text{C}$  и избыточное давление  $2 \text{ кгс/см}^2$ . При какой минимальной скорости газа будет обеспечено его турбулентное течение?

---

**Задача ГД-06**

Из трубопровода диаметром  $57 \times 3,5$  мм жидкость перетекает в трубу диаметром  $108 \times 4$  мм. Определить режим течения жидкости в трубе большего диаметра, если в трубе меньшего диаметра число  $Re$  равно 18000.

---

**Задача ГД-07**

Определить максимальный объемный расход жидкости по трубопроводу диаметром  $57 \times 3,5$  мм при условии сохранения ламинарного режима течения. Значение кинематической вязкости жидкости  $6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .

---

**Задача ГС-01**

При движении жидкости по прямому участку медного трубопровода круглого поперечного сечения значение числа Рейнольдса составило 1500. Во сколько раз изменятся потери давления на трение, если скорость потока увеличить в 10 раз?

---

**Задача ГС-02**

По стальному бывшему в длительной эксплуатации паропроводу диаметром  $57 \times 3,5$  мм и длиной 200 м подается 300 кг/ч насыщенного водяного пара под избыточным давлением 0,3 МПа. Определить потери давления на трение.

---

**Задача ГС-03**

По трубопроводу перекачивается 20 т/ч жидкости с относительной плотностью 1,2 и вязкостью  $4 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ . Трубопровод выполнен из стальных труб с незначительной коррозией диаметром  $76 \times 4$  мм, общей длиной 50 м. На трубопроводе установлены 2 нормальных вентиля и 6 отводов под углом  $90$  градусов с  $R/d = 3$ . Определить суммарные потери давления жидкости на трение и на местных сопротивлениях.

---

---

**Задача ГС-04**

По стальному газопроводу подается 300 кг/ч газа. Газопровод выполнен из новых стальных труб диаметром 57×3,5 мм и длиной 200 м. Плотность газа 4 кг/м<sup>3</sup>, вязкость 20 мкПа·с. Эквивалентная длина всех местных сопротивлений трубопровода 500 м. Определить суммарные потери давления на трение и на местных сопротивлениях.

---

**Задача Н-01**

Производится перекачивание 14 т/ч жидкости (относительной плотностью 0,95) из открытой емкости в реактор, работающий под избыточным давлением 1,5 бар, по трубопроводу диаметром 57×3,5 мм. Штуцер ввода жидкости в аппарат расположен на высоте 20 м от уровня фундамента, минимальный уровень жидкости в емкости – 2 м от той же отметки. Суммарные потери напора на трение и местные сопротивления составляют 4 м столба перекачиваемой жидкости. КПД насоса 0,7. КПД привода 0,85. Определить мощность, потребляемую электродвигателем насосной установки.

---

**Задача Н-02**

Определить полезную мощность, потребляемую центробежным насосом, если вакуумметр, установленный на всасывающей линии, показывает 0,3 кгс/см<sup>2</sup>, а манометр на нагнетательной линии 0,2 МПа. Разность высот подключения измерительных приборов 50 см. Насос перекачивает 9 т/ч этанола при температуре 30°C. Диаметр всасывающего трубопровода 57×3,5 мм, нагнетательного – 48×4 мм.

---

**Задача Н-03**

Насос перекачивает 108 м<sup>3</sup>/ч воды по трубопроводу, создавая при этом напор 42 м. Определить КПД насоса, если потребляемая им мощность 16 кВт. Температура перекачиваемой воды 40°C.

---

**Задача Ф-01**

При фильтровании водной суспензии на лабораторном нутч-филт্রে диаметром 200 мм получены следующие результаты: за 10 мин от начала опыта собрано 30 кг фильтрата; за 25 мин собрано 60 кг фильтрата. Определить производительность промышленного фильтра, подобного лабораторному, за один цикл его работы. Диаметр промышленного фильтра 1,2 м. Время одного цикла 1 час, время фильтрования в цикле 45 мин. Свойства суспензии и режимные параметры работы лабораторного и промышленного фильтров одинаковы.

---

**Задача ОС-01**

Определить минимальный размер частиц пыли антрацита, которые будут улавливаться в полочной пылеосадительной камере. Параметры камеры: длина полок 5 м; ширина 2 м; количество полок 20 шт. В камеру подается 3600 м<sup>3</sup>/ч запыленного воздуха при температуре 250°C и абсолютном давлении 0,12 МПа. Действительную скорость осаждения принять вдвое меньше теоретической.

---

---

**Задача ОС-02**

Определить диаметр отстойника непрерывного действия с гребковой мешалкой, предназначенного для осветления 36 т/ч водной суспензии. Минимальный диаметр частиц твердой фазы 25 мкм, плотность частиц 2100 кг/м<sup>3</sup>, температура суспензии 40°C. Концентрация твердого вещества в исходной суспензии 0,05 кг/кг.

---

**Задача ОС-03**

Определить максимальный размер твердых сферических частиц плотностью 1800 кг/м<sup>3</sup> осаждающихся в 50% водном растворе глицерина при температуре 40°C в ламинарном режиме.

---

**Задача ОС-04**

Определить размеры горизонтального газохода квадратного сечения длиной 50 м, если при прохождении через него 7200 м<sup>3</sup>/ч газа (плотностью 0,8 кг/м<sup>3</sup> и вязкостью 30 мкПа·с) в нем успевают осесть частицы резины диаметром 100 мкм.

---

**Задача КС-01**

В цилиндрической сушилке «кипящего слоя» периодического действия высушивается 150 кг зернистого материала. Диаметр аппарата 1 м, средний диаметр частиц материала 3 мм, плотность частиц 2000 кг/м<sup>3</sup>, плотность ожижающего агента 0,9 кг/м<sup>3</sup>. Определить гидравлическое сопротивление взвешенного слоя частиц и его высоту, если порозность его составляет 0,7.

---

**Задача КС-02**

Определить состояние частиц кокса диаметром 3 мм в цилиндрической сушилке «кипящего слоя» диаметром 1,0 м. Расход ожижающего агента плотностью 1,05 кг/м<sup>3</sup> и вязкостью 20 мкПа·с составляет 2400 м<sup>3</sup>/ч.

---

**Задача КС-03**

Определить требуемый расход восходящего потока воздуха в цилиндрическом сепараторе диаметром 1,5 м, необходимый для удаления из слоя зернистого материала частиц песка размером 1,0 мм и менее. Давление в аппарате атмосферное, температура 80°C.

---

**Задача КС-04**

В вертикальный цилиндрический аппарат диаметром 2 м, загружен слой насадки (керамические кольца Рашига 35×35×4) высотой 4 м. В аппарат подается 5600 м<sup>3</sup>/ч газа, имеющего плотность 2,0 кг/м<sup>3</sup> и вязкость 20 мкПа·с. Определить гидравлическое сопротивление слоя насадки.

---

**Задача Т-01**

В противоточном теплообменнике охлаждается жидкий толуол от 90°C до 30°C. Жидкий охлаждающий агент на выходе из теплообменника имеет температуру 45°C. Определить начальную температуру охлаждающего агента. При расчетах принять: массовые расходы теплоносителей равны; потери тепла в окружающую среду составляют 10% от тепла горячего теплоносителя; теплоемкость холодного теплоносителя 4180 Дж/(кг·К).

---

---

**Задача Т-02**

Сравнить требуемые поверхности теплообмена противоточного и прямоточного холодильников одинаковой тепловой мощности при условии, что коэффициенты теплопередачи в них равны. Горячий теплоноситель поступает в холодильники при температуре  $110^{\circ}\text{C}$ , отводится из них при  $60^{\circ}\text{C}$ . Начальная температура холодного теплоносителя  $20^{\circ}\text{C}$ , конечная  $40^{\circ}\text{C}$ . Потерями тепла в окружающую среду пренебречь.

---

**Задача Т-03**

В межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника с сегментными перегородками нагревается воздух под атмосферным давлением. Теплообменник состоит из 119 труб диаметром  $25 \times 2,5$  мм. Средняя температура воздуха в нем  $60^{\circ}\text{C}$ , средняя скорость обтекания труб 12 м/с. Определить коэффициент теплопередачи в теплообменнике, приняв его на 10% меньше коэффициента теплоотдачи для воздуха.

---

**Задача Т-04**

Достаточна ли поверхность кожухотрубчатого теплообменника, состоящего из 19 медных труб диаметром  $25 \times 2$  мм и длиной 2 м, для конденсации 1500 кг/ч насыщенного пара бутилового спирта. Коэффициент теплопередачи равен  $900 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Начальная температура охлаждающей воды  $20^{\circ}\text{C}$ , конечная  $40^{\circ}\text{C}$ . Конденсация паров происходит при атмосферном давлении, переохлаждения конденсата нет.

---

**Задача Т-05**

Вычислить значение коэффициента теплопередачи для теплообменника, состоящего из 389 труб диаметром  $20 \times 2$  мм и длиной 4 м, при подогреве в нем 160 т/ч воды от  $60$  до  $85^{\circ}\text{C}$  насыщенным водяным паром. Давление пара 3 ата, тепловые потери не учитывать.

---

**Задача Т-06**

Определить коэффициент теплопередачи для кожухотрубчатого теплообменника состоящего из 19 стальных труб диаметром  $25 \times 2,5$  мм, если значения коэффициентов теплоотдачи для межтрубного пространства  $12 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , для трубного пространства  $2000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Тепловая проводимость загрязнения поверхности труб со стороны одного теплоносителя  $5 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , термическое сопротивление загрязнения поверхности труб со стороны другого теплоносителя  $0,001 \text{ м}^2 \text{ К}/\text{Вт}$ .

---

**Задача Т-07**

В конденсаторе под атмосферным давлением получают 3,6 т/ч жидкого бензола. Пар бензола и его конденсат имеют температуру насыщения. Для охлаждения используется оборотная вода, которая повышает свою температуру с  $30$  до  $50^{\circ}\text{C}$ . Определить массовый расход оборотной воды в конденсаторе при условии, что тепловые потери составляют 8% от тепла, выделяющегося при конденсации.

---

---

**Задача Т-08**

Плотность теплового потока в испарителе толуола составляет  $10 \text{ кВт/м}^2$ . Жидкий толуол подается в аппарат при температуре насыщения и кипит под атмосферным давлением с образованием насыщенных паров. Обогрев ведется сухим насыщенным водяным паром, имеющим избыточное давление  $0,3 \text{ МПа}$ , переохлаждение конденсата отсутствует. Определить коэффициент теплопередачи в испарителе и его производительность по испаряемому толуолу. Поверхность теплопередачи испарителя  $100 \text{ м}^2$ .

---

**Задача В-01**

В выпарном аппарате непрерывного действия: коэффициент теплопередачи от греющего пара к кипящему раствору составляет  $1200 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ ; плотность теплового потока  $48 \text{ кВт/м}^2$ ; общая разность температур  $60 \text{ К}$ ; значение гидростатической депрессии  $8^\circ\text{С}$ ; гидравлическая депрессия незначительна. Определить значение температурной депрессии.

---

**Задача В-02**

Выпарной аппарат обогревается греющим паром с избыточным давлением  $0,1 \text{ МПа}$ . Давление вторичного пара над поверхностью кипящего раствора в нем  $20 \text{ кПа}$ . Гидростатическая, физико-химическая и гидравлическая депрессии составляют  $7 \text{ К}$ ,  $20 \text{ К}$  и  $3 \text{ К}$  соответственно. Определить общую и полезную разность температур в выпарном аппарате.

---

**Задача В-03**

Выпарной аппарат непрерывного действия имеет поверхность теплообмена  $160 \text{ м}^2$ . Давление греющего пара в нем  $0,2 \text{ МПа}$ , общая разность температур  $60 \text{ К}$ , физико-химическая депрессия –  $18 \text{ К}$ , гидростатическая –  $10 \text{ К}$ , гидравлическая –  $2 \text{ К}$ . Коэффициент теплопередачи в выпарном аппарате  $1200 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ . Определить тепловую мощность выпарного аппарата и расход сухого греющего насыщенного водяного пара.

---

**Задача В-04**

Во второй корпус двухкорпусной выпарной установки поступает  $3 \text{ т/ч}$   $10\%$ -го водного раствора, который упаривается до  $40\%$  (масс.). Определить производительность установки по исходному раствору и его концентрацию, если известно, что во втором корпусе выпаривается  $60\%$  всей удаляемой в установке влаги.

---

**Задача А-01**

В противоточный насадочный абсорбер на очистку подается газовая смесь с концентрацией целевого компонента  $0,05 \text{ кмоль/кмоль}$ , степень поглощения составляет  $90\%$ . Содержание абсорбата в поглотителе на входе в аппарат  $0,00005 \text{ кмоль/кмоль}$ , на выходе из аппарата  $0,001 \text{ кмоль/кмоль}$ . Уравнение равновесной прямой линии  $Y^* = 30X$ . Концентрации везде относительные молярные. Определить среднюю движущую силу процесса по газовой фазе.

---

**Задача А-02**

Увеличится или уменьшится и во сколько раз растворимость сероводорода в воде (его равновесная молярная доля в жидкости) при одновременном увеличении температуры в абсорбере с  $20^\circ\text{С}$  до  $40^\circ\text{С}$  и повышении давления в нем с  $1,0$  до  $2,0 \text{ МПа}$ . При решении использовать закон Генри.

---

---

**Задача А-03**

Уравнение равновесной линии противоточного абсорбера, выраженное в относительных молярных долях,  $Y^* = 50X$ . Объемный расход разделяемой газовой смеси, приведенный к нормальным условиям, составляет  $8000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Концентрация абсорбата в исходной газовой смеси равна 4% (об.), в очищенной – 0,4% (об.). Свежий абсорбент не содержит абсорбат. Определить минимальный расход абсорбента (в кмоль/ч).

---

**Задача А-04**

В аппарате, при температуре  $20^\circ\text{C}$  и абсолютном давлении  $15 \text{ кгс/см}^2$ , приведены в соприкосновение газовая смесь (5% об. сероводорода, остальное воздух), и вода, содержащая  $1,0 \cdot 10^{-3}$  кмоль  $\text{H}_2\text{S}/\text{кмоль}$  раствора. Определить какой процесс будет происходить в аппарате (абсорбция или десорбция) и движущую силу этого процесса по газовой фазе (в абсолютных молярных долях) в начальный момент времени.

---

**Задача А-05**

В противоточный насадочный абсорбер подается на очистку  $4500 \text{ м}^3/\text{ч}$  (при нормальных условиях) газовой смеси, содержащей 8% (об.) целевого компонента. Абсорбер орошается чистой водой в количестве  $260 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Концентрация целевого компонента в жидкости, вытекающей из низа абсорбера,  $0,001 \text{ кмоль/кмоль}$  раствора. Определить содержание целевого компонента в газовой смеси на выходе из абсорбера.

---

**Задача А-06**

В аппарате в состоянии равновесия находится газовая смесь (5% (об.) сероводорода, остальное воздух) и вода при температуре  $20^\circ\text{C}$  и давлении  $2,0 \text{ МПа}$ . На сколько увеличится или уменьшится равновесная молярная доля сероводорода в воде после снижения давления в аппарате в 2 раза.

---

**Задача Р-01**

Ректификационная колонна непрерывного действия используется для разделения бинарной смеси. Расход жидкости в верхней части колонны составляет  $160 \text{ кмоль/ч}$ , в нижней  $333 \text{ кмоль/ч}$ . Уравнение рабочей линии  $y = 0,7x + 0,28$ . Определить расходы питания, дистиллята и кубовой жидкости (кмоль/ч).

---

**Задача Р-02**

В ректификационной колонне непрерывного действия разделяется  $8 \text{ т/ч}$  бинарной смеси метанол – этанол, содержащей 40% (мол.) НК. Из верха колонны выходит пар, содержащий 5% (мол.) ВК, из низа колонны отводится жидкость, содержащая 93% (мол.) ВК. Определить производительность (кг/ч) колонны по кубовому остатку и дистилляту.

---

**Задача Р-03**

В тарельчатой ректификационной колонне непрерывного действия разделяется  $400 \text{ кмоль/ч}$  бинарной смеси состава 55% (мол.) ВК. Подаваемая в колонну на верхнюю тарелку жидкость содержит 90% НК. Относительный молярный расход питания равен 2,5. Определить расход кубового остатка и его состав.

---

---

**Задача Р-04**

Уравнения рабочих линий ректификационной колонны непрерывного действия для разделения бинарной смеси  $y = 2,5x - 0,08$  и  $y = 0,65x + 0,33$ . Определить составы кубового остатка, питания и дистиллята по ВК.

---

**Задача Р-05**

В атмосферной тарельчатой ректификационной колонне непрерывного действия разделяется смесь бензол – толуол. Содержание НК в кубовом остатке 5% мол., в исходной смеси – 40% мол., в дистилляте – 95% мол. Определить высоту тарельчатой части колонны, если: коэффициент избытка флегмы 1,5; эффективность тарелок 50%; межтарельчатое расстояние – 0,4 м.

---

**Задача Р-06**

Определить тепловую нагрузку дефлегматора ректификационной колонны непрерывного действия предназначенной для разделения бинарной смеси. Дистиллят считать за чистый бензол, расход его составляет 0,05 кмоль/с. Уравнение рабочей линии верха колонны  $y = 0,6x + 0,25$ . Удельная теплота конденсации паров в дефлегматоре 400 кДж/кг.

---

**Задача С-01**

Определить параметры влажного воздуха (энтальпию, влагосодержание, относительную влажность, значение точки росы, парциальное давление паров влаги), если показания психрометра составляют 30°C и 50°C. Решение схематично проиллюстрировать на диаграмме Рамзина.

---

**Задача С-02**

Влагосодержание воздуха, поступающего во внешний калорифер, 0,006 кг/кг. Теоретическая сушилка работает по варианту с однократным промежуточным подогревом. Воздух в калориферах подогревается до 100°C. Определить конечные параметры влажного воздуха (энтальпию, влагосодержание, относительную влажность), выходящего из сушилки, если при контакте с высушиваемым материалом воздух увлажняется до  $\phi = 50\%$ .

---

**Задача С-03**

В сушильную установку, работающей по основной схеме, поступает 3,6 т/ч материала с начальной влажностью 30% (считая на общую массу). Расход подаваемого сушильного агента составляет 7200 кг/ч, его начальное влагосодержание 0,050 кг/кг, а на выходе из сушилки 0,15 кг/кг. До какой конечной влажности может быть высушен материал при таких условиях?

---

**Задача С-04**

Сушильная установка работает по основной схеме. Поступающий в калорифер атмосферный воздух имеет температуру 20°C и относительную влажность  $\phi = 50\%$ . В калорифере воздух нагревается до 150°C. В сушильной камере энтальпия воздуха уменьшается на 20 кДж/кг, а относительная влажность увеличивается до  $\phi = 70\%$ . Определить среднюю движущую силу процесса сушки через влагосодержание.

---

Составил доцент Саевич Н.П.

Экзаменационные задачи рассмотрены и утверждены на заседании кафедры ПиАХП, протокол № 3 от 19 ноября 2025 г.