

ТЕХНОЛОГИИ, ХТТ, 2-й КУРС, 1-я часть**Экзаменационные задачи по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» для студентов 2 курса специальностей 1 – 48 01 01 и 1 – 48 01 04 (первая часть, 2022 – 2023 учебный год)**

Задача 1 СГиЖ++ Определить молярную долю диоксида углерода в газовой смеси, если плотность смеси при нормальных условиях равна $1,50 \text{ кг/м}^3$. Вторым компонентом смеси является азот.

Задача 2 ГСт++ При каком уровне воды в бочке из отверстия в ее днище будет выдавлена пробка диаметром 30 мм. Сила трения покоя, удерживающая пробку в отверстии, равна 6 Н. Температура воды составляет 20°C .

Задача 3 ГСт++ Двухтрубный (U-образный) ртутный манометр применяется для измерения разности давлений в двух точках потока бензола при температуре 20°C . Разность уровней ртути в коленах манометра при этом составляет 16,5 см. Определить разность давлений (в Паскалях), измеряемую манометром.

Задача 4 ГДн++ Коэффициент расхода измерительной трубы Вентури 0,92. Диаметр ее горловины равен 50 мм. Труба Вентури установлена на трубопроводе диаметром 219×6 мм. Определить массовый расход метана через трубопровод при показаниях дифференциального манометра, присоединенного к измерительной трубе, 150 Па. Давление метана в трубопроводе 0,5 МПа (избыточное), его температура 25°C .

Задача 5 ГДн++ За сколько времени уровень жидкости в вертикальной цилиндрической емкости диаметром 3,2 м понизится от 3 до 1 м при возникновении в ее горизонтальном днище пробойны сечением 3 см^2 . Давление над поверхностью жидкости атмосферное. Коэффициент расхода отверстия (пробойны) принять равным 0,58.

Задача 6 ГДн++ Определить разность уровней жидкости в U-образном дифференциальном манометре, соединенном с измерительной диафрагмой. Плотность манометрической жидкости 1200 кг/м^3 . Диаметр отверстия диафрагмы 25 мм, а внутренний диаметр трубы, на которой она установлена, равен 80 мм. Коэффициент расхода диафрагмы принять равным 0,58. Плотность газа при рабочих условиях составляет 3 кг/м^3 , массовый расход его через трубопровод – $0,12 \text{ кг/с}$.

Задача 7 ГДн++ Показания дифференциального манометра, присоединенного к трубке Пито, составляют 125 Па. Трубка установлена на оси круглого трубопровода с внутренним диаметром 2 см. Плотность жидкости, движущейся по трубопроводу, составляет 1000 кг/м^3 . Определить среднюю скорость жидкости в трубопроводе при условии, что режим ее движения ламинарный.

Задача 8 ГДн++ Определить динамическое давление на оси трубопровода, внутренний диаметр которого составляет 1,8 см. По трубопроводу за 1 минуту протекает 12,0 л 50%-ного водного раствора глицерина. Раствор имеет температуру 20°C . Плотность раствора 1100 кг/м^3 , динамическая вязкость – $9 \text{ мПа}\cdot\text{с}$.

Разработал доцент Д. Г. Калишук

ТЕХНОЛОГИ, ХТТ, 2-й КУРС, 1-я часть

Задача 9 ГДн++Расход бензола в трубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника составляет 15 т/ч. Трубный пучок теплообменника состоит из 37 труб диаметром 25×2,5 мм. Средняя температура бензола равняется 50°C. Определить режим движения бензола в трубах теплообменника.

Задача 10 ГДн++Определить режим движения толуола в трубах кожухотрубчатого теплообменника. Диаметр труб теплообменника 20×2 мм, число труб составляет 111. Теплообменник имеет один ход по трубному пространству. Расход бензола равен 15000 кг/ч, средняя его температура 60°C.

Задача 11 ГДн++Скорость жидкости на удалении 5 мм от внутренней поверхности стенки круглой трубы равна 0,1 м/с. Труба имеет наружный диаметр 57 мм и толщину стенки 3,5 мм. Режим движения жидкости в трубе ламинарный. Определить среднерасходную скорость жидкости в трубе.

Задача 12 ГДн++При изменении расхода жидкости в трубопроводе перепад давлений на измерительной диафрагме увеличился с 800 Па до 2,4 кПа. Первоначальный расход жидкости в трубопроводе составлял 4000 кг/ч. Определить вновь установленный объемный расход жидкости, приняв ее плотность равной 800 кг/м³. Температуру жидкости и коэффициент расхода диафрагмы считать неизменными.

Задача 13 ГСоп++Какой перепад высот уровней жидкости необходимо создать в емкостях для того, чтобы обеспечить переток из одной в другую 18 м³/ч бензола при температуре 40°C. Трубопровод, соединяющий емкости, прямой и изготовлен из стальных цельнотянутых труб диаметром 89×4,5 мм. Его длина составляет 50 м. На трубопроводе установлен нормальный вентиль.

Задача 14 ГСоп++При скорости жидкости 0,1 м/с потери давления на трение в трубопроводе круглого сечения составляют 100 Па. Значение числа Рейнольдса при этом равно 800. Определить величину потерь давления на трение в указанном трубопроводе при скорости той же жидкости 0,8 м/с. Температура и давление жидкости неизменны.

Задача 15 ГСоп++По стальному горизонтальному прямолинейному трубопроводу диаметром 25×2,5 мм протекает 2 кг/мин воды, имеющей температуру 10°C. Во сколько раз уменьшится (увеличится) гидравлическое сопротивление трубопровода, если по нему при том же массовом расходе подавать воду при температуре 90°C? Изменением плотности воды за счет изменения температуры пренебречь.

Задача 16 ГСоп++По прямому газоходу квадратного поперечного сечения при температуре 40°C и среднем абсолютном давлении 105 кПа движется поток воздуха, объемный расход которого при рабочих условиях составляет 1620 м³/ч. Длина газохода равна 50 м, а площадь его поперечного сечения – 0,09 м². Абсолютная шероховатость внутренних поверхностей стенок газохода составляет 0,4 мм. Определить потери давления на трение в газоходе.

ТЕХНОЛОГИ, ХТТ, 2-й КУРС, 1-я часть

Задача 17 ГСоп++ По прямому горизонтальному трубопроводу, имеющему наружный диаметр 89 мм и длину 100 м, за один час протекает 8 м^3 раствора. Толщина стенки трубы равна 4,5 мм. Плотность раствора составляет 1250 кг/м^3 , а динамическая вязкость – $100 \text{ мПа}\cdot\text{с}$. Определить потери давления на трение в трубопроводе.

Задача 18 ГСоп++ На горизонтальном участке трубопровода длиной 150 м установлены два нормальных вентиля и имеется четыре крутозагнутых (с радиусом изгиба равным внутреннему диаметру) отвода на 90° . Трубопровод выполнен из стальной горячекатанной трубы диаметром $57 \times 3,5 \text{ мм}$. По трубопроводу за один час перекачивают 6500 кг бензола, имеющего температуру 25°C . Определить потери давления на указанном участке трубопровода.

Задача 19 ГСоп++ По прямолинейной горизонтальной трубе длиной 200 м и диаметром $63 \times 4 \text{ мм}$ движется жидкость, плотность которой равна 900 кг/м^3 . При этом коэффициент трения в трубопроводе составляет 0,04, а потери давления на трение в нем равны 60 кПа. Определить массовый расход жидкости через трубопровод.

Задача 20 ГСоп++ Потери давления на не полностью открытом венти́ле при расходе воды $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ составляют 4500 Па. Внутренний диаметр трубопровода, на котором установлен венти́ль, равен 80 мм. Температура воды – 35°C . Определить коэффициент сопротивления не полностью открытого вентиля.

Задача 21 ГСоп++ В процессе эксплуатации абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенки трубы возросла с 0,1 до 0,4 мм. Внутренний диаметр трубы составляет 40 мм. По трубе перемещается 3500 кг/ч бензола, имеющего температуру 55°C . Определить, как изменились (во сколько раз уменьшились или увеличились) потери давления на трение в трубе, бывшей в эксплуатации, по сравнению с новой.

Задача 22 НиВн++ Вакуумметр, установленный на всасывающей линии центробежного насоса, показывает $0,2 \text{ кгс/см}^2$. Показания манометра на нагнетательной линии насоса – $0,25 \text{ МПа}$. Разность высот установки манометра и вакуумметра 0,4 м. Насос перекачивает 8 т/ч метилового спирта при температуре 40°C . Диаметр всасывающего трубопровода насоса равен $63 \times 3 \text{ мм}$, нагнетательного – $45 \times 2,5 \text{ мм}$. Определить напор, развиваемый насосом.

Задача 23 НиВн++ Напор центробежного насоса составляет 45, 48, 46, 44, 41 и 35 м столба жидкости при производительностях 0, 1, 2, 3, 4 и 5 л/с соответственно. Характеристика сети описывается зависимостью: $H_C = 2 \cdot 10^6 Q^2 + 10$ (H_C – потери напора в сети, м; Q – расход жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$). Электродвигатель насоса при работе его на заданную сеть потребляет мощность 3 кВт. Определить КПД насосной установки. Плотность жидкости в 1,15 раза больше плотности воды при 293 К.

ТЕХНОЛОГИ, ХТТ, 2-й КУРС, 1-я часть

Задача 24 НиВн++ При производительностях 0, 2, 4, 6, 8 и 10 дм³/с напор центробежного насоса составляет 35, 38, 36, 34, 31 и 25 м столба жидкости соответственно. Потери напора в трубопроводной сети насоса при расходе жидкости в ней 12 м³/ч равны 25 м столба жидкости. Расходно-напорная характеристика сети приближенно описывается зависимостью $H_c = B \cdot Q^2 + 8$ (H_c – потери напора в сети, м; B – коэффициент; Q – расход жидкости, м³/с). Определить объемную (в м³/ч) производительность насоса при работе на данную трубопроводную сеть.

Задача 25 НиВн++ Насос перекачивает гексан из емкости, в которой над свободной поверхностью жидкости поддерживается разрежение 15 кПа. Гексан имеет температуру 25°С. Потери давления на трение и на местных сопротивлениях во всасывающей линии насоса составляют 10 кПа. Определить допустимую высоту всасывания насоса. Кавитационной составляющей при расчетах пренебречь.

Задача 26 ОСдО++ Определить диаметр отстойника непрерывного действия (округлить до целых метров в большую сторону), предназначенного для осветления водной суспензии, содержащей твердые частицы кварца. Минимальный диаметр твердых частиц, подлежащих улавливанию, равен 30 мкм. Температура суспензии составляет 25°С. Производительность отстойника по осветленной воде равняется 54 м³/ч. Скорость стесненного осаждения твердых частиц считать равной половине скорости их свободного осаждения.

Задача 27 ОСдО++ В отстойник непрерывного действия поступает 72000 кг/ч водной суспензии, содержащей 0,003 кг/кг взвешенных твердых частиц. Массовая доля взвешенных частиц в осветленной воде в 50 раз меньше, чем в исходной суспензии. Содержание твердой фазы в осадке, выгружаемом из отстойника, составляет 30 % масс. Определить массовый расход твердой фазы, выгружаемой с осадком из отстойника.

Задача 28 ОСдО++ Пылевая частица диаметром 0,02 мм в свободных условиях осаждается в воздухе со скоростью 1,2 см/с. Температура воздуха равняется 40°С, его давление – нормальное барометрическое. Определить плотность материала пылевой частицы.

Задача 29 ОСдО++ Водную суспензию, содержащую частицы кварца диаметром 0,015 мм, подогрели от 20 до 45°С. Как при этом изменилась скорость свободного осаждения твердых частиц (во сколько раз уменьшилась или увеличилась)? Частицы считать сферическими.

Задача 30 ОСдО++ Сферические частицы, минимальный диаметр которых равен 20 мкм, а максимальный – 0,5 мм, в свободных условиях осаждаются в жидкости, плотность которой составляет 900 кг/м³, а кинематическая вязкость – $1,1 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Плотность материала осаждающихся частиц 2500 кг/м³. Определить соотношение скоростей осаждения наибольших и наименьших частиц.

ТЕХНОЛОГИ, ХТТ, 2-й КУРС, 1-я часть

Задача 31 ОСдО++Воздух в аппарате для взаимодействия с твердым материалом имеет температуру 100°C и находится под избыточным давлением 40 кПа. Плотность твердого материала составляет 2000 кг/м^3 . Какого размера пылевые частицы данного материала будут осаждаться в аппарате со скоростью не менее $0,1 \text{ м/с}$? Форму частиц принять сферической, а условия их осаждения – свободными.

Задача 32 ГЗС++В атмосферной сушилке кипящего слоя сушится твердый материал плотностью 2800 кг/м^3 . Скорость воздуха в сушилке на выходе из слоя составляет $3,2 \text{ м/с}$, число псевдоожижения при этом равно $3,5$. Определить средний размер частиц материала в сушилке. Температура воздуха на выходе из сушилки равна 100°C .

Задача 33 ГЗС++В атмосферной сушилке кипящего слоя сушится каменный уголь. Скорость воздуха на выходе из слоя материала в сушилке составляет $4,2 \text{ м/с}$. Определить максимальный размер уносимых пылевых частиц. При расчетах принять температуру воздуха равной 90°C .

Задача 34 ГЗС++Масса гранул кокса в сушилке кипящего слоя периодического действия равна 200 кг. Диаметр сушилки 1,6 м. Определить гидравлическое сопротивление сушилки и порозность кипящего слоя в ней. Высота кипящего слоя составляет 0,55 м, гидравлическое сопротивление газораспределительной решетки 1500 Па. Частицы считать сферическими. Плотность кокса принять равной 1300 кг/м^3 .

Задача 35 ГЗС++Аппарат имеет постоянное по высоте поперечное сечение. Высота неподвижного слоя зернистого материала в нем составляет 40 см. В псевдоожиженном состоянии высота этого же слоя в данном аппарате увеличивается на 0,4 м. Ожижающей средой является воздух. Форма частиц материала близка к сферической, а плотность их равна 1500 кг/м^3 . Определить порозность зернистого слоя в псевдоожиженном состоянии и его гидравлическое сопротивление.

Задача 36 ГЗС++В аппарате в псевдоожиженном состоянии находятся сферические частицы зернистого слоя, средний размер которых составляет 4 мм. Плотность материала частиц равна 2000 кг/м^3 . Через зернистый слой снизу вверх движется воздух, давление которого на 10 кПа выше атмосферного, а температура составляет 50°C . Порозность зернистого слоя равна 0,6. Определить число псевдоожижения для данного слоя.

Задача 37 ГЗС++Монодисперсный зернистый слой находится в псевдоожиженном состоянии. Диаметр частиц слоя равен 5 мм, а их плотность – 2000 кг/м^3 . Слой продувается потоком воздуха, имеющего температуру 25°C и близкое к атмосферному давление. Число псевдоожижения при этом равно 2,5. Определить действительную скорость воздуха в слое.

Задача 38 Фл++При испытаниях лабораторного нутч-фильтра получены следующие результаты: за 10 мин собрано 30 л фильтрата; за 30 мин собрано 60 л фильтрата. Площадь поверхности фильтрования лабораторного фильтра 1 дм^2 . Определить суточную производительность промышленного фильтра,

ТЕХНОЛОГИ, ХТТ, 2-й КУРС, 1-я часть

подобного лабораторному. Диаметр промышленного фильтра 1 м. Время одного цикла 6 часов, время фильтрования в цикле 5 часов.

Задача 39 Фл++ При испытаниях лабораторного фильтра за промежутки времени 100, 200, 300, 400 и 500 с получено 100, 193, 282, 367 и 446 см³ фильтрата соответственно. Площадь поверхности опытного фильтра составляла 2 дм². Графо-аналитическим методом определить значения констант фильтрования опытного фильтра.

Задача 40 Фл++ При испытаниях опытного фильтра при перепаде давлений на фильтровальной перегородке 0,1 МПа получены константы фильтрования: $C = 0,012$ м; $K = 6 \cdot 10^{-7}$ м²/с. Динамическая вязкость фильтрата при этом составляла 1,2 мПа·с. В расчете на 1 м³ фильтрата получено 0,021 м³ осадка. Определить величины сопротивления фильтровальной перегородки и удельного сопротивления осадка.

Задачи рассмотрены и утверждены на заседании кафедры процессов и аппаратов химических производств 17 апреля 2023 года, протокол № 8.