

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для самостоятельной работы студентов по дисциплине
“Процессы и аппараты химической технологии”
(раздел “Массообменные процессы и аппараты”)



Министерство образования и науки Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

**Методические указания
для самостоятельной работы студентов по дисциплине
“Процессы и аппараты химической технологии”
(раздел “Массообменные процессы и аппараты”)**

Составители: А.С. Шуваева
А.В. Шибашов
А.Г. Липин

УДК 66.021.1.

Составители: А.С. Шуваева, А.В. Шибашов, А.Г. Липин

Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине “Процессы и аппараты химической технологии” (раздел “Массообменные процессы и аппараты”) / сост.: А.С. Шуваева, А.В. Шибашов, А.Г. Липин; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2015. - 48 с.

В методических указаниях приведены тестовые задания по разделу “Массообменные процессы и аппараты” курса “Процессы и аппараты химической технологии”. Выданы рекомендации по выполнению тестовых заданий.

Методические указания позволяют закрепить основные знания и самостоятельно подготовиться к тестовому контролю по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии».

Предназначены для студентов всех направлений и профилей подготовки, изучающих курс «Процессы и аппараты химической технологии».

Ил. 20. Библиогр.: 8 назв.

Рецензент

кандидат технических наук В.П. Миронов (ФГБОУ ВПО “Ивановский государственный химико-технологический университет”)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Рекомендации к выполнению тестов по дисциплине “Процессы и аппараты химической технологии”.....	5
Тесты по теме “Массообменные процессы и аппараты”.....	7
Вариант 1.....	7
Вариант 2.....	11
Вариант 3.....	15
Вариант 4.....	19
Вариант 5.....	23
Вариант 6.....	27
Вариант 7.....	31
Вариант 8.....	35
Вариант 9.....	39
Вариант 10.....	43
Библиографический список.....	47

Введение

В последнее время все более актуальной и распространенной формой проведения промежуточного и итогового контроля знаний по многим дисциплинам становится тестирование. Важно заметить, что методика подготовки к тестированию и его проведение в значительной степени отличаются от обычного экзамена по курсу “Процессы и аппараты химической технологии”.

Соблюдение некоторых правил при прохождении, например, экзаменационного теста позволяет получить достаточно высокие результаты, хотя не исключен индивидуальный подход обучающегося для успешного выполнения тестирования. Владение определенными техническими и психологическими приемами позволяет не только повысить эффективность подготовки к экзаменационному тесту, но и более успешно вести себя во время него, также способствует развитию навыков мыслительной деятельности, умению мобилизовать себя в решающей ситуации и контролировать собственные эмоции.

К настоящему времени разработаны разнообразные типы тестов по дисциплине “Процессы и аппараты химической технологии”, различающиеся как по форме и видам предлагаемых заданий, так и по целям, которые они преследуют. С успехом применяются, например, устные, письменные, компьютерные формы тестирования. Задания в тестах предусматривают либо выбор ответа из предложенных вариантов (закрытый тип), либо свободно конструируемые ответы (открытый тип). Внутри заданий с выбором ответов тоже существуют отличия, например, наибольшее распространение получили задания, в которых среди представленных для выбора вариантов ответов верным является только один, а остальные неверны. Студент в этом случае должен указать единственно верный ответ. Однако более эффективными и интересными оказываются задания, в которых нужно выбрать сразу несколько из предложенных вариантов или установить соответствия. В таком случае в бланке теста должны обязательно быть пометки о типах ответов: одиночные или множественные. Задания могут иметь возрастающий характер сложности, а могут быть одинаковыми по сложности.

Рекомендации к выполнению тестов по дисциплине “Процессы и аппараты химической технологии”

При прохождении представленных тестов хотелось бы обратить внимание на ряд моментов, которые помогают успешно выполнить тестовые задания по дисциплине “Процессы и аппараты химической технологии” (раздел “Массообменные процессы и аппараты”).

Наилучший способ подготовки к тесту, в какой бы форме он не проводился, это упорный труд на протяжении всего семестра, то есть изучение теоретического (основы массопередачи) и практического (методы расчета технологического оборудования – абсорберы, ректификационные колонны, сушилки, экстракторы и др.) материала по данному разделу. Когда сделано все возможное для достижения высокого уровня подготовки по данной дисциплине, можно разрабатывать стратегию поведения во время тестирования.

Накануне экзамена или зачета стоит повторить типы и формы заданий, с которыми вы можете встретиться на тестировании. Необходимо вспомнить и прочитать еще раз инструкции по выполнению теста. Это сэкономит время, отведенное на тест, и исключит технические ошибки. Повторение учебного материала дает уверенность в своих знаниях по дисциплине, снимает напряжение перед экзаменом, появляется положительный психологический эффект полностью контролируемой ситуации.

В начале тестирования необходимо внимательно прослушать все указания преподавателя по выполнению заданий. Строго соблюдайте все требования, связанные с заполнением бланков регистрации и ответов. Затем прослушайте или прочитайте инструкцию к первой группе заданий А в тесте, в основном это теоретические задания закрытого типа средней сложности. Нужно посмотреть, сколько заданий данного типа присутствует в тесте (в представленных тестах 10 заданий), желательно выполнять их по порядку. Однако на ознакомительный этап не нужно тратить слишком много времени.

Прежде чем выполнять задания, необходимо внимательно прочитать условие каждого. Постараться понять, о чем конкретно спрашивается, что нужно выполнить именно в данном задании. Очень часто учащиеся не понимают вопроса, они мысленно заменяют вопрос конкретного задания тем, с которым встречались в процессе обучения. Если задание расчетное, необходимо не просто вспоминать алгоритмы решения похожих по содержанию задач, но точно определить, что дано в условии и что нужно найти. Иногда задания сформулированы так, что могут содержать в себе невидимую подсказку, поэтому стоит лишний раз перечитать формулировку вопроса. Проведенный логический анализ вариантов ответа может помочь найти правильный.

Не нужно долго задерживаться на заданиях, вызывающих затруднения. Если студент не уверен в ответе, то стоит порекомендовать ему перейти к следующему заданию, более простому. К сложному заданию можно вернуться после того, как выполнены все остальные. Обязательно следует дойти до конца теста еще до окончания отведенного времени. Основная задача - выполнить как

можно больше заданий из числа тех, которые в данном случае реально выполнить и дать на них ответы.

На отдельном листке (черновике) во время теста можно помечать номера тех заданий, которые были отложены при первом просмотре, а также тех, в правильности ответов которых тестируемый не уверен. Этот список поможет быстро найти все задания, к которым нужно вернуться, не пропустив ни одного из них, что случается очень часто. Если на все вопросы ответить не удастся, то студент должен будет решить, что лучше - совсем не выполнить задание или, если речь идет о задании закрытого типа, указать ответ, в котором он не вполне уверен, но тогда, возможна вероятность ошибки. На экзамене неверно выполненное и пропущенное задание на результат влияют одинаково. Поэтому лучше все-таки указать ответ, ведь возможно выполнить его методом исключения неверных ответов, и вероятность правильно выполненного задания возрастет.

Работать над тестом следует самостоятельно и независимо, не стоит пытаться проконсультироваться с одноклассниками, так как это может привести к дополнительным недочетам и ошибкам.

Во время тестирования следует придерживаться заданного темпа и не забывать, что отведенное на тест время строго ограничено. Следует обратить внимание на то, что наиболее трудные задания группы В (расчетные задания или задания открытого типа) расположены в самом конце теста, поэтому следует оставить для них достаточное количество времени. Если во время тестирования на какое-то задание студентом был дан неверный ответ, в этом случае аккуратно вносится поправка с новым ответом в соответствующее место на бланке. Не нужно торопиться и стремиться сдать тест до окончания отведенного на экзамен времени, лучше еще раз просмотреть вопросы и проверить ответы на задания.

Обратите особое внимание, что после каждого вопроса, указан тип ответа – одиночный или множественный выбор. Одиночный – один вариант ответа, множественный – в основном два варианта ответов. Неполный ответ влияет на конечный результат и оценку за тестирование.

В каждом тесте представлено десять заданий уровня А и два расчетных задания уровня В. Время тестирования составляет примерно 30-40 минут.

Соблюдение всех вышеперечисленных рекомендаций является залогом успешного прохождения тестирования и достижения высоких результатов по данному разделу дисциплины.

Тесты по теме “Массообменные процессы и аппараты”

Вариант 1 Уровень А

1. Какой из перечисленных процессов называется выщелачиванием (*одиночный выбор*):

- a) процесс поглощения газов или паров из газовых или парогазовых смесей жидкими поглотителями;
- b) процесс многократного частичного испарения жидкости и конденсации паров;
- c) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей;
- d) процесс извлечения компонента из твердого тела с помощью избирательного растворителя?

2. Как обозначается и какую размерность имеет относительная мольная доля вещества (*одиночный выбор*):

- a) $\bar{x}(\Phi_x)$, $\bar{y}(\Phi_y)$, кг компонента/кг фазы;
- b) $X(\Phi_x)$, $Y(\Phi_y)$, кмоль компонента/кмоль ин.в-ва;
- c) $x(\Phi_x)$, $y(\Phi_y)$, кмоль компонента/кмоль фазы;
- d) $\bar{X}(\Phi_x)$, $\bar{Y}(\Phi_y)$, кг компонента/кг ин. в-ва?

3. Какое из представленных выражений является первым законом Фика (*множественный выбор*):

a) $dM = -D \frac{dc}{dn} dF d\tau$;

b) $M = -\varepsilon_\tau \frac{dc}{dn} F\tau$;

c) $M = -D \frac{dc}{dn} F\tau$;

d) $\frac{\partial c}{\partial \tau} = D \nabla^2 c$?

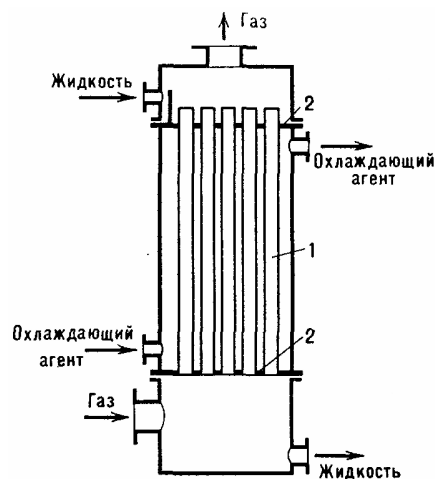
4. По какому уравнению определяется диффузионный критерий Нуссельта (одиночный выбор):

- a) $\frac{\tau D}{L^2}$;
- b) $\frac{\beta_{y(x)} L}{D}$;
- c) $\frac{WL}{D}$;
- d) $\frac{v}{D}$?

5. Чему равняется число степеней свободы при абсорбции (одиночный выбор):

- a) 1;
- b) 2;
- c) 3;
- d) 4?

6. Конструкция какого абсорбера изображена на рисунке (одиночный выбор):



- a) насадочный;
- b) полый;
- c) трубчатый;
- d) оросительный?

7. Как записывается уравнение рабочей линии периодической ректификации (одиночный выбор):

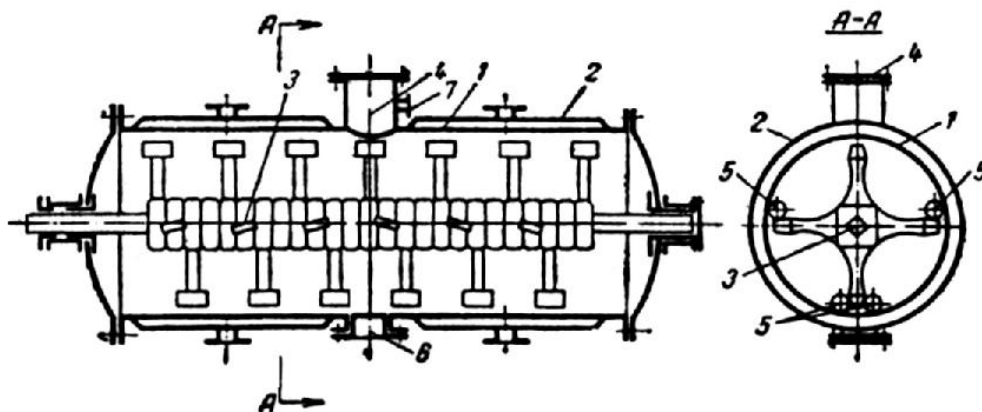
a) $y = \frac{(f + R)}{(R + 1)}x - \frac{(f - 1)}{(R + 1)}x_w$;

b) $x_{cp} = \frac{Fx_F - Wx_W}{F - W}$;

c) $M = G(\bar{y}_H - \bar{y}_K) = L(\bar{x}_K - \bar{x}_H)$;

d) $y = \frac{R}{R + 1}x + \frac{x_p}{R + 1}$?

8. Какой тип сушилки изображен на рисунке (одиночный выбор):



- a) барабанная сушилка;
- b) распылительная сушилка;
- c) гребковая вакуум-сушилка;
- d) петлевая сушилка?

9. Чему равна температура поверхности материала в первом периоде сушки (периоде постоянной скорости сушки) (одиночный выбор):

- a) температуре сушильного агента;
- b) температуре мокрого термометра;
- c) температуре точке росы;
- d) температуре прогрева материала?

10. Каким образом записывается материальный баланс по влаге для конвективной сушилки (*одиночный выбор*):

a) $G_1 = G_2 + W$;

b) $W = G_1 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_2} = G_2 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_1}$;

c) $G_1 = G_2 \frac{100 - \omega_2}{100 - \omega_1}$;

d) $G_1 \frac{\omega_1}{100} + Lx_0 = G_2 \frac{\omega_2}{100} + Lx_2$?

Вариант 1 Уровень В

1. Определить относительную массовую долю водорода в воде, если парциальное давление водорода над жидкостью 200 мм рт.ст. при 25°C, а константа Генри для водорода $7,07 \cdot 10^4$ атм. Общее давление принять равным атмосферному при н.у. (760 мм рт.ст.) (*одиночный выбор*):

a) $\bar{X} = 1,65 \cdot 10^{-6}$ кг H_2 /кг H_2O ;

b) $\bar{X} = 2,5 \cdot 10^{-3}$ кг H_2 /кг H_2O ;

c) $\bar{X} = 10^{-5}$ кг H_2 /кг H_2O ;

d) $\bar{X} = 3,2$ кг H_2 /кг H_2O .

2. Рассчитать рабочий объем насадочной абсорбционной колонны для поглощения хлора из его смеси с воздухом. Концентрация хлора в исходной газовой смеси 18 мас. %, степень извлечения хлора из смеси 0,85. Начальной концентрацией хлора в абсорбенте пренебречь. Абсорбцию считать изотермической при н.у. (константа фазового равновесия 0,1). Расход газовой смеси и абсорбента соответственно 0,2 кг/с и 0,55 кг/с. Коэффициенты массоотдачи по газовой и жидкой фазам принять $\beta_y = 0,015$ кг/(м²·с) и $\beta_x = 0,0013$ кг/(м²·с). Плотность газовой смеси считать 1,3 кг/м³ при н.у. Насадка – кольца Рашига с удельной поверхностью 140 м²/м³ (*одиночный выбор*):

a) $V_k = 10$ м³;

b) $V_k = 0,3$ м³;

c) $V_k = 0,01$ м³;

d) $V_k = 55,2$ м³.

Вариант 2
Уровень А

1. Какой из способов выражения концентраций называется относительной массовой долей (*одиночный выбор*):

- а) отношение массы компонента к массе всей фазы;
- б) отношение числа киломолей компонента к числу киломолей инертного вещества;
- в) отношение числа киломолей компонента к общему числу киломолей всей фазы;
- г) отношение массы компонента к массе инертного вещества?

2. В какую фазу переходит распределяемый компонент при десорбции (*множественный выбор*):

- а) из жидкой фазы в газовую;
- б) из твердой фазы в газовую;
- в) из газовой фазы в жидкую;
- г) из газовой фазы в твёрдую?

3. В каких единицах измеряется коэффициент молекулярной диффузии (*одиночный выбор*):

- а) м/с;
- б) кг/м³;
- в) кг/(м²·с);
- г) м²/с?

4. Каким образом записывается уравнение теплового баланса абсорбции (*одиночный выбор*):

- а) $q(\bar{x}_k - \bar{x}_n) = c(t_k - t_n)$;
- б) $M = K_y \Delta \bar{y}_{cp} F \tau$;
- в) $dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF dt$;
- г) $y = \frac{R}{R+1} x + \frac{x_p}{R+1}$?

5. По какому уравнению определяется средняя движущая сила массообменных процессов при линейной равновесной зависимости, если $\frac{\Delta \bar{y}_H}{\Delta \bar{y}_K} > 2$ (одиночный выбор):

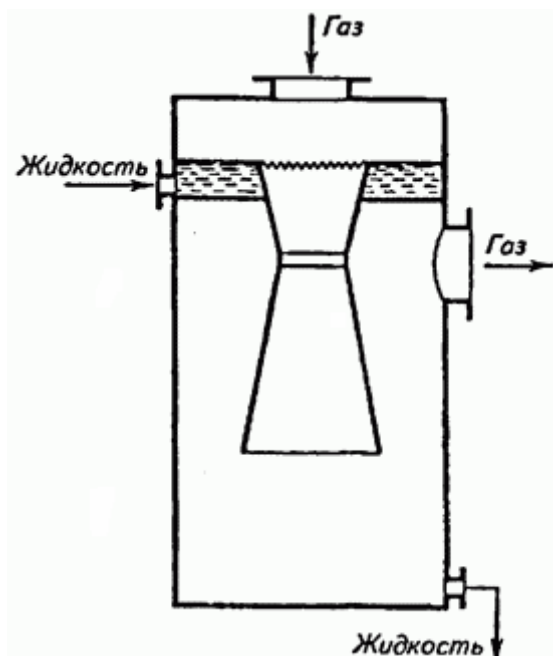
a) $\Delta \bar{y}_{cp} = \frac{(\bar{y}_H - \bar{y}_{pH}) + (\bar{y}_K - \bar{y}_{pK})}{2} = \frac{\Delta \bar{y}_H + \Delta \bar{y}_K}{2}$;

b) $\Delta \bar{y}_{cp} = \frac{\bar{y}_H - \bar{y}_K}{m_y}$;

c) $\Delta \bar{y}_{cp} = \frac{\Delta \bar{y}_H - \Delta \bar{y}_K}{\ln \frac{\Delta \bar{y}_H}{\Delta \bar{y}_K}}$;

d) $\Delta \bar{y}_{cp} = \frac{\bar{y}_H - \bar{y}_K}{\int_{\bar{y}_K}^{\bar{y}_H} \frac{d\bar{y}}{(\bar{y} - \bar{y}_p)}}$?

6. Конструкция какого абсорбера изображена на рисунке (одиночный выбор):



- a) абсорбер Вентури;
- b) полый;
- c) насадочный;
- d) оросительный?

7. Чему равняется число степеней свободы при проведении бинарной ректификации (одиночный выбор):

- a) 1;
- b) 2;
- c) 3;
- d) 4?

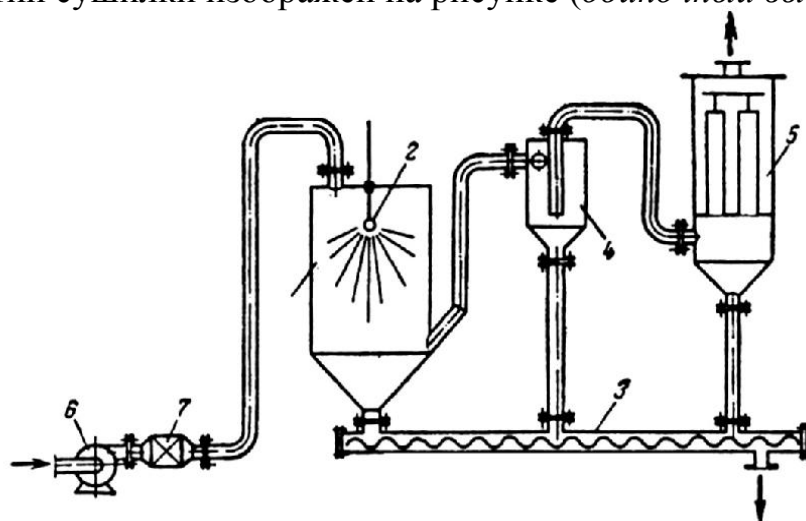
8. Что такое сублимационная сушка (одиночный выбор):

- a) сушка путем передачи тепла инфракрасными лучами;
- b) сушка путем нагревания в поле высокой частоты;
- c) сушка в замороженном состоянии путем перевода влаги из твердого состояния в пар;
- d) сушка путем непосредственного контактирования высушиваемого материала с сушильным агентом?

9. По какому выражению определяется относительная влажность воздуха (одиночный выбор):

- a) $x = \frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{а.с.в}}} = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{а.с.в}}}$;
- b) $I = c_{\text{а.с.в}} t + x i_{\text{п}}$;
- c) $\varphi = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{н}}}$;
- d) $\omega^{\text{a}} = \frac{G_{\text{вл}}}{G_{\text{а.с}}} 100\%$?

10. Какой тип сушилки изображен на рисунке (одиночный выбор):



- a) ленточная;
- b) с кипящим слоем;
- c) распылительная;
- d) петлевая.

Вариант 2
Уровень В

1. Относительная массовая концентрация распределяемого компонента в газовой фазе на входе в насадочный абсорбер составляет 0,3 кг/кг. Зависимость равновесной концентрации распределяемого компонента в газовой фазе от его концентрации в жидкой фазе описывается уравнением $Y^* = 3,54X$ (мас. доли). Расход инертной газовой фазы и жидкого поглотителя соответственно 0,9 кг/с и 1,3 кг/с. За одну секунду в абсорбере поглощается 0,05 кг распределяемого компонента. Определить среднюю движущую силу процесса абсорбции. Начальной концентрацией распределяемого компонента в абсорбенте пренебречь (*одиночный выбор*):

- a) $\Delta Y_{\text{ср}} = 0,05$ кг/кг;
- b) $\Delta Y_{\text{ср}} = 1,6$ кг/кг;
- c) $\Delta Y_{\text{ср}} = 0,86$ кг/кг;
- d) $\Delta Y_{\text{ср}} = 0,2$ кг/кг.

2. В ректификационной колонне непрерывного действия содержание низкокипящего компонента в разделяемой смеси составляет 0,3 мольн. доли, а в дистилляте и кубовом остатке концентрация НКК соответственно 0,9 и 0,07 мольн. долей. Определить мольную производительность колонны по дистилляту и кубовому остатку, рассчитать мольный расход флегмы, если равновесная концентрация пара на питающей тарелке 0,6 мольн. долей НКК, а разделению подвергается 210 кмоль/ч исходной смеси. Коэффициент избытка флегмы принять равным 1,5 (*одиночный выбор*):

- a) $D = 58,2$ кмоль/ч, $W = 151,8$ кмоль/ч, $\Phi = 87,3$ кмоль/ч;
- b) $D = 25,4$ кмоль/ч, $W = 18,5$ кмоль/ч, $\Phi = 132,2$ кмоль/ч;
- c) $D = 40$ кмоль/ч, $W = 170$ кмоль/ч, $\Phi = 60$ кмоль/ч;
- d) $D = 111,5$ кмоль/ч, $W = 98,5$ кмоль/ч, $\Phi = 64,25$ кмоль/ч.

Вариант 3
Уровень А

1. Как называется величина, показывающая, какое количество вещества диффундирует в единицу времени через единицу поверхности при градиенте концентрации, равном единице (*одиночный выбор*):

- a) коэффициент массоотдачи;
- b) коэффициент молекулярной диффузии;
- c) коэффициент массопередачи;
- d) коэффициент распределения?

2. Какой из способов выражения концентраций называется объемной концентрацией (*одиночный выбор*):

- a) отношение массы компонента к массе всей фазы;
- b) количество компонента (вещества), которое содержится в одном кубическом метре всей фазы;
- c) отношение числа киломолей компонента к общему числу киломолей всей фазы;
- d) отношение массы компонента к массе инертного вещества?

3. По какому уравнению определяется диффузионный критерий Прандтля (*одиночный выбор*):

- a) $\frac{v}{D}$;
- b) $\frac{\beta_{y(x)}L}{D}$;
- c) $\frac{WL}{D}$;
- d) $\frac{\tau D}{L^2}$?

4. В какую фазу переходит поглощаемый компонент при абсорбции (*одиночный выбор*):

- a) из газовой фазы в жидкую;
- b) из жидкой фазы в твердую;
- c) из газовой фазы в твёрдую;
- d) из жидкой фазы в газовую?

5. Как записывается уравнение рабочей линии для нижней части ректификационной колонны непрерывного действия (*одиночный выбор*):

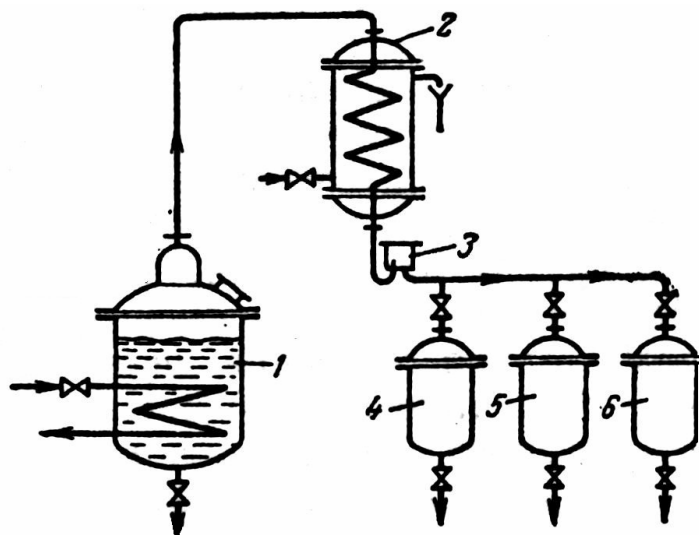
a) $M = G(\bar{y}_H - \bar{y}_K) = L(\bar{x}_K - \bar{x}_H)$;

b) $x_{cp} = \frac{Fx_F - Wx_W}{F - W}$;

c) $y = \frac{(f + R)}{(R + 1)}x - \frac{(f - 1)}{(R + 1)}x_w$;

d) $y = \frac{R}{R + 1}x + \frac{x_p}{R + 1}$?

6. Какой вид простой перегонки осуществляется в установке, изображенной на рисунке (*одиночный выбор*):



- a) фракционная перегонка;
- b) перегонка с дефлегмацией;
- c) перегонка с водяным паром;
- d) молекулярная дистилляция?

7. Что такое радиационная сушка (*одиночный выбор*):

- a) сушка путем передачи тепла инфракрасными лучами;
- b) сушка путем нагревания в поле токов высокой частоты;
- c) сушка в замороженном состоянии при глубоком вакууме;
- d) сушка путем непосредственного контактирования высушиваемого материала с сушильным агентом?

8. Каким образом записывается материальный баланс по расходу для конвективной сушилки (одиночный выбор):

a) $G_1 = G_2 \frac{100 - \omega_2}{100 - \omega_1}$;

b) $W = G_1 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_2} = G_2 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_1}$;

c) $G_1 = G_2 + W$;

d) $G_1 \frac{\omega_1}{100} + Lx_0 = G_2 \frac{\omega_2}{100} + Lx_2$?

9. Какую величину называют относительной влажностью воздуха (одиночный выбор):

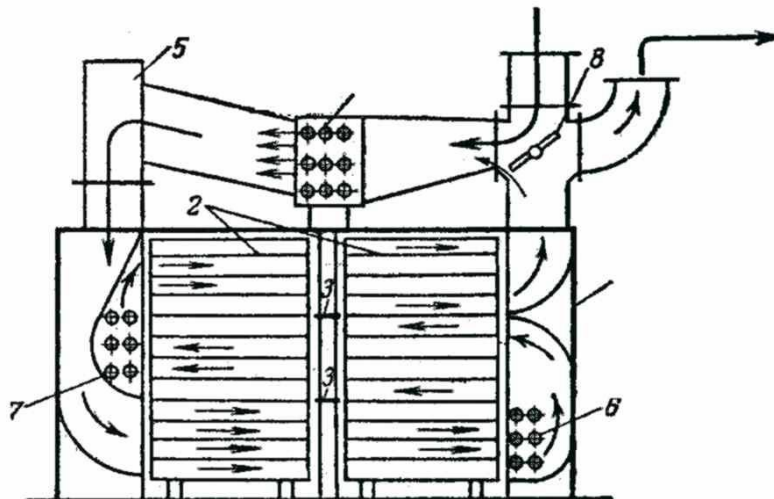
a) масса водяного пара во влажном воздухе, приходящаяся на 1 кг абсолютно сухого воздуха;

b) масса водяного пара, содержащегося в 1 м³ влажного воздуха, численно равная плотности водяного пара;

c) отношение массы водяного пара, содержащегося в 1 м³ влажного воздуха, к максимально возможной массе водяного пара в 1 м³ воздуха в условиях насыщения;

d) количество влаги в материале, отнесенное к общей массе влажного материала?

10. Какой тип сушилки изображен на рисунке (одиночный выбор):



a) ленточная;

b) камерная;

c) петлевая;

d) туннельная?

Вариант 3
Уровень В

1. В процессе абсорбции концентрация распределяемого компонента в газовой фазе уменьшается от 0,4 кг/кг до 0,05 кг/кг. Определить объемный коэффициент массопередачи по газовой фазе, если средняя движущая сила процесса 0,1 кг/кг, а расход инертной газовой фазы составляет 0,8 кг/с. Геометрические размеры колонны: высота насадки – 4 м, диаметр – 0,5 м (*одиночный выбор*):

- a) $K_{yv} = 0,015 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$;
- b) $K_{yv} = 3,57 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$;
- c) $K_{yv} = 35,2 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$;
- d) $K_{yv} = 0,1 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$.

2. Определить степень поглощения аммиака водой в процессе очистки абсорбцией 1,4 кг/с газовой смеси, состоящей из аммиака и воздуха. Массовая концентрация аммиака в газовой смеси на входе в абсорбер 15 мас. %. Расход воды в абсорбере составляет 1,8 кг/с, а относительная массовая концентрация аммиака в поглотителе на входе и выходе из аппарата 0,05 и 0,15 кг/кг соответственно (*одиночный выбор*):

- a) степень поглощения 25%;
- b) степень поглощения 86%;
- c) степень поглощения 100%;
- d) степень поглощения 74%.

Вариант 4
Уровень А

1. Что такое мембранный процесс (*одиночный выбор*):
 - a) процесс поглощения газов или паров из газовых или парогазовых смесей жидкими поглотителями;
 - b) процесс многократного частичного испарения жидкости и конденсации паров;
 - c) процесс разделения газовых и жидких смесей посредством использования полупроницаемых мембран;
 - d) процесс извлечения компонента из твердого пористого тела с помощью избирательного растворителя, в качестве которого наиболее часто используют воду или водные растворы неорганических кислот, органические растворители?

2. Какое из представленных уравнений является законом массотдачи Щукарева (*множественный выбор*):
 - a) $M = K_y (y - y_p) F \tau$;
 - b) $M = \beta_y (y - y_{гр}) F \tau$;
 - c) $M = K_x (x_p - x) F \tau$;
 - d) $M = \beta_x (x_{гр} - x) F \tau$?

3. Какая из перечисленных величин показывает, какое количество вещества переносится из ядра потока к единице поверхности контакта фаз (или наоборот) в единицу времени при движущей силе, равной единице (*одиночный выбор*):
 - a) коэффициент массоотдачи;
 - b) коэффициент молекулярной диффузии;
 - c) коэффициент массопередачи;
 - d) коэффициент распределения?

4. Как обозначается и какую размерность имеет объемная концентрация вещества (*одиночный выбор*):
 - a) $\bar{x}(\Phi_x)$, $\bar{y}(\Phi_y)$, кг компонента/кг фазы;
 - b) $X(\Phi_x)$, $Y(\Phi_y)$, кмоль компонента/кмоль ин.в-ва;
 - c) $x(\Phi_x)$, $y(\Phi_y)$, кмоль компонента/кмоль фазы;
 - d) C_y или C_x , кг/м³?

5. Как записывается уравнение аддитивности для массопередачи (множественный выбор):

a) $\frac{1}{K_x} = \frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{m\beta_y}$;

b) $M = K_y(y - y_p)F\tau$;

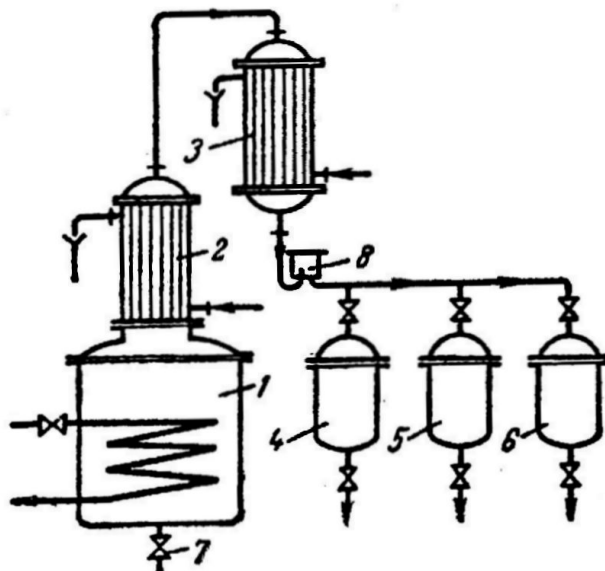
c) $M = \beta_x(x_{гр} - x)F\tau$;

d) $\frac{1}{K_y} = \frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}$?

6. В какую фазу переходит поглощаемый компонент при адсорбции (множественный выбор):

- a) из газовой фазы в жидкую;
- b) из жидкой фазы в твердую;
- c) из газовой фазы в твердую;
- d) из жидкой фазы в газовую?

7. Какой вид простой перегонки осуществляется в установке, изображенной на рисунке (одиночный выбор):



- a) фракционная перегонка;
- b) перегонка с дефлегмацией;
- c) перегонка с водяным паром;
- d) молекулярная дистилляция?

8. Как записывается уравнение рабочей линии для верхней части ректификационной колонны непрерывного действия (*одиночный выбор*):

a) $M = G(\bar{y}_H - \bar{y}_K) = L(\bar{x}_K - \bar{x}_H)$;

b) $x_{cp} = \frac{Fx_F - Wx_W}{F - W}$;

c) $y = \frac{(f + R)}{(R + 1)}x - \frac{(f - 1)}{(R + 1)}x_w$;

d) $y = \frac{R}{R + 1}x + \frac{x_p}{R + 1}$?

9. Каким образом записывается материальный баланс по абсолютно сухому веществу для конвективной сушилки (*множественный выбор*):

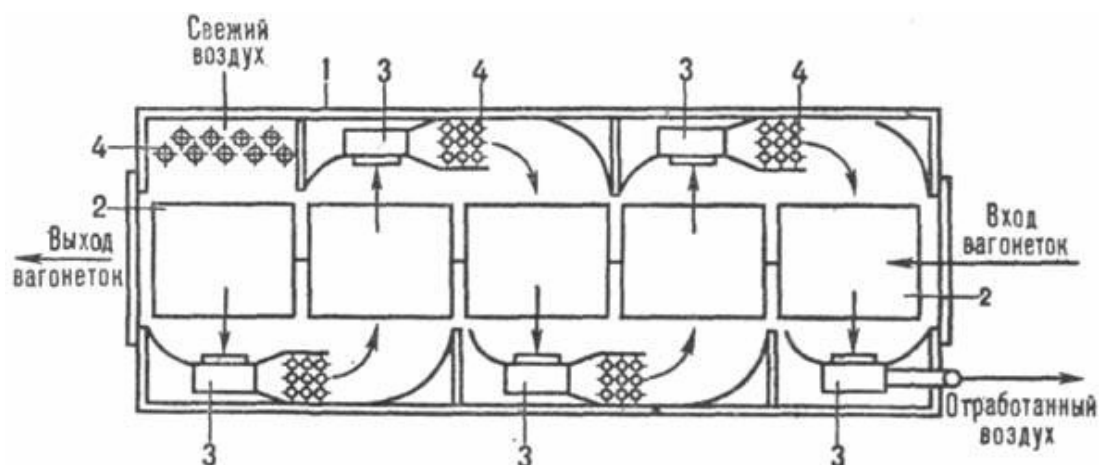
a) $G_1 = G_2 \frac{100 - \omega_2}{100 - \omega_1}$;

b) $G_2 = G_1 \frac{100 - \omega_1}{100 - \omega_2}$;

c) $G_1 = G_2 + W$;

d) $G_1 \frac{\omega_1}{100} + Lx_0 = G_2 \frac{\omega_2}{100} + Lx_2$?

10. Какой тип сушилки изображен на рисунке (*одиночный выбор*):



- a) камерная;
- b) туннельная;
- c) ленточная;
- d) с кипящим слоем?

Вариант 4
Уровень В

1. Определить коэффициент массоотдачи для газовой фазы в процессе абсорбции хлора водой из его смеси с воздухом. Газовая смесь движется через насадочный абсорбер со скоростью 0,5 м/с. В качестве насадки используются кольца Рашига размерами 25×25×3 (эквивалентный диаметр каналов 0,015 м; удельная поверхность 240 м²/м³). Физические свойства газовой фазы при н.у.: вязкость – 1,18·10⁻⁶ Па·с; плотность – 1,9 кг/м³; коэффициент молекулярной диффузии хлора в воздухе – 9,33·10⁻⁶ м²/с (*одиночный выбор*):

- a) $\beta_y = 0,002$ кмоль/(м²·с);
- b) $\beta_y = 10$ кмоль/(м²·с);
- c) $\beta_y = 0,056$ кмоль/(м²·с);
- d) $\beta_y = 1,5$ кмоль/(м²·с).

2. В процессе ректификации содержание легколетучего компонента в дистилляте должно быть не менее 0,9 мольн. долей, а в кубовом остатке не более 0,1 мольн. доли. Определить необходимое содержание (мольную долю) легколетучего компонента в паре разделяемой смеси и коэффициент избытка флегмы, если действительное флегмовое число равно 5, а число питания 9. Равновесная концентрация легколетучего компонента в паре на питающей тарелке равна 0,35 мольн. доли (*одиночный выбор*):

- a) $y_F = 0,31$ моль/моль $\varphi_R = 1,45$;
- b) $y_F = 0,56$ моль/моль $\varphi_R = 5,22$;
- c) $y_F = 0,01$ моль/моль $\varphi_R = 2,85$;
- d) $y_F = 1,24$ моль/моль $\varphi_R = 0,52$.

Вариант 5
Уровень А

1. Что такое процесс массоотдачи (*одиночный выбор*):
- a) процесс переноса одного или нескольких веществ из одной фазы в другую в направлении достижения равновесия, используется для разделения гомогенных и гетерогенных систем;
 - b) конвективный перенос вещества под действием турбулентных пульсаций;
 - c) процесс переноса вещества из ядра потока к границе раздела фаз или от границы раздела фаз в ядро потока;
 - d) процесс переноса распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением микрочастиц?
2. Как обозначается и какую размерность имеет относительная мольная доля вещества (*одиночный выбор*):
- a) $\bar{x}(\Phi_x)$, $\bar{y}(\Phi_y)$, кг компонента/кг фазы;
 - b) $X(\Phi_x)$, $Y(\Phi_y)$, кмоль компонента/кмоль ин.в-ва;
 - c) $x(\Phi_x)$, $y(\Phi_y)$, кмоль компонента/кмоль фазы;
 - d) $\bar{X}(\Phi_x)$, $\bar{Y}(\Phi_y)$, кг компонента/кг ин. в-ва?
3. Какое из представленных выражений является вторым законом Фика (*одиночный выбор*):
- a) $dM = -D \frac{dc}{dn} dF d\tau$;
 - b) $M = -\varepsilon_\tau \frac{dc}{dn} F \tau$;
 - c) $M = -D \frac{dc}{dn} F \tau$;
 - d) $\frac{\partial c}{\partial \tau} = D \nabla^2 c$?
4. Что такое конвективный перенос (*одиночный выбор*):
- a) процесс переноса распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением микрочастиц;
 - b) конвективный перенос вещества под действием турбулентных пульсаций;
 - c) процесс переноса вещества за счет перемещения его макроскопических объемов, обусловленный скоростью движущегося потока;

d) процесс переноса вещества из ядра потока к границе раздела фаз или от границы раздела фаз в ядро потока?

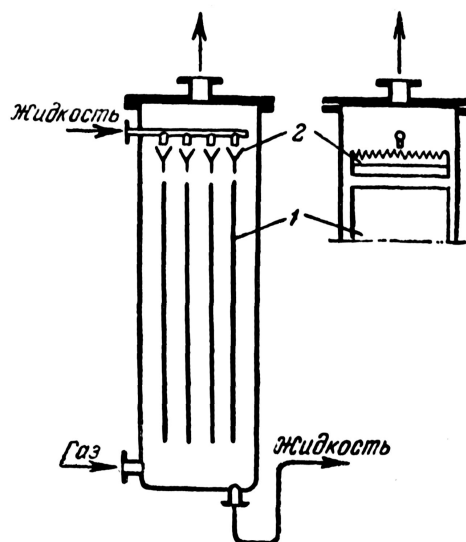
5. Что характеризует диффузионный критерий Фурье (*одиночный выбор*):

- a) характеризует физические свойства фазы;
- b) характеризует подобие неустановившихся процессов массообмена;
- c) характеризует массоотдачу на границе раздела фаз;
- d) является мерой соотношения количества вещества, переносимого в потоке за счет конвекции, к количеству вещества, переносимому в этом же потоке за счет молекулярной диффузии?

6. Каким выражением описывается равновесная концентрация при абсорбции (*одиночный выбор*):

- a) законом Генри;
- b) уравнением Пуазейля;
- c) законом Рауля;
- d) законом Дальтона?

7. Конструкция какого абсорбера представлена на рисунке (*одиночный выбор*):



- a) трубчатый;
- b) оросительный;
- c) с плоскопараллельной насадкой;
- d) полый?

8. Какой из перечисленных процессов называется ректификацией (*одиночный выбор*):

- a) процесс поглощения газов или паров из газовых или парогазовый смесей жидкими поглотителями;
- b) процесс многократного частичного испарения жидкости с последующей частичной конденсацией образующихся паров;
- c) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей;
- d) процесс извлечения компонента из твердого пористого тела с помощью избирательного растворителя?

9. По какому выражению определяется влагосодержание воздуха (*одиночный выбор*):

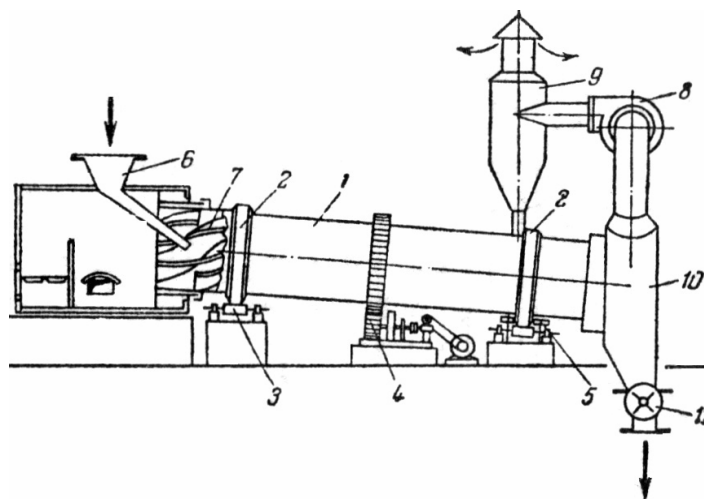
a) $x = \frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{а.с.в}}} = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{а.с.в}}}$;

b) $I = c_{\text{а.с.в}} t + x i_{\text{п}}$;

c) $\varphi = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{н}}}$;

d) $\omega^{\text{a}} = \frac{G_{\text{вл}}}{G_{\text{а.с}}} 100\%$?

10. Какой тип сушилки изображен на рисунке (*одиночный выбор*):



- a) ленточная;
- b) камерная;
- c) петлевая;
- d) барабанная?

Вариант 5
Уровень В

1. В абсорбере производится поглощение пара этилового спирта из воздуха водой. Начальная относительная концентрация этанола в воздухе 0,195 кг/кг (при н.у.). Концентрация спирта в воде после процесса 70% от максимально возможной (равновесной). Степень поглощения 90%. Расход воздуха 2500 м³/ч (при н.у.). Уравнение линии равновесия в относительных массовых концентрациях $Y^* = 1.28X$. Плотность воздуха и воды принять соответственно 1,24 и 1000 кг/м³. Определить требуемый расход абсорбента (в кг/с) (*одиночный выбор*):

- a) $L = 13$ кг/с;
- b) $L = 0,14$ кг/с;
- c) $L = 1,41$ кг/с;
- d) $L = 0,08$ кг/с.

2. Определить мольный расход пара в ректификационной колонне, если мольный расход разделяемой смеси и кубового остатка составляют 0,06 кмоль/с и 0,03 кмоль/с соответственно. Концентрация легколетучего компонента в разделяемой смеси 0,4 мольн. доли, а дистилляте 0,95 мольн. доли. Равновесная концентрация пара на питающей тарелке 0,6 мольн. доли. Коэффициент избытка флегмы принять 1,2 (*одиночный выбор*):

- a) $G = 0,25$ кмоль/с;
- b) $G = 0,004$ кмоль/с;
- c) $G = 2,07$ кмоль/с;
- d) $G = 0,093$ кмоль/с.

Вариант 6
Уровень А

1. Какой из способов выражения концентраций называется относительной мольной долей (*одиночный выбор*):
 - a) отношение массы компонента к массе всей фазы;
 - b) отношение числа киломолей компонента к числу киломолей инертного вещества;
 - c) отношение числа киломолей компонента к общему числу киломолей всей фазы;
 - d) отношение массы компонента к массе инертного вещества?

2. Что характеризует диффузионный критерий Нуссельта (*одиночный выбор*):
 - a) характеризует физические свойства фазы;
 - b) характеризует подобие неустановившихся процессов массообмена;
 - c) характеризует массоотдачу на границе раздела фаз;
 - d) является мерой соотношения количества вещества, переносимого в потоке за счет конвекции, к количеству вещества, переносимому в этом же потоке за счет молекулярной диффузии?

3. Какой из перечисленных процессов называется сушкой (*одиночный выбор*):
 - a) процесс выделения твердой фазы в виде кристаллов из растворов или расплавов, а также из газообразного состояния;
 - b) процесс многократного частичного испарения жидкости и конденсации паров;
 - c) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей;
 - d) процесс удаления влаги из материалов путем ее испарения и отвода образовавшихся паров?

4. В каких абсорберах контакт между фазами происходит на поверхности неподвижной или медленнотекущей жидкости (*одиночный выбор*):
 - a) пленочные;
 - b) поверхностные;
 - c) барботажные;
 - d) насадочные?

5. По какой формуле определяется средняя движущая силы массообменных процессов при нелинейной равновесной зависимости (одиночный выбор):

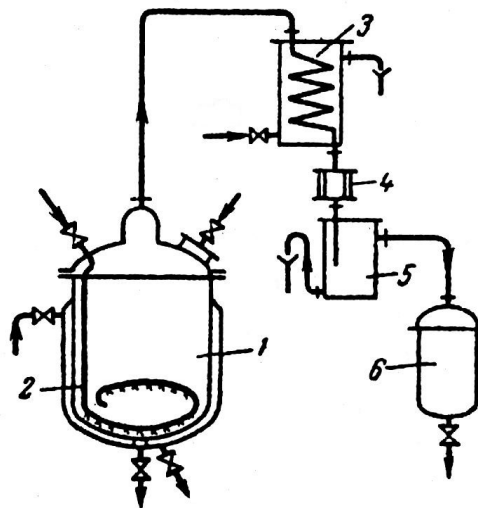
a) $\Delta \bar{y}_{\text{cp}} = \frac{(\bar{y}_H - \bar{y}_{pH}) + (\bar{y}_K - \bar{y}_{pK})}{2}$;

b) $\Delta \bar{y}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \bar{y}_H - \Delta \bar{y}_K}{\ln \frac{\Delta \bar{y}_H}{\Delta \bar{y}_K}}$;

c) $\Delta \bar{y}_{\text{cp}} = \frac{\bar{y}_H - \bar{y}_K}{\int_{\bar{y}_K}^{\bar{y}_H} \frac{d\bar{y}}{(\bar{y} - \bar{y}_p)}} = \frac{\bar{y}_H - \bar{y}_K}{m_y}$;

d) $\Delta \bar{y}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \bar{y}_H + \Delta \bar{y}_K}{2}$?

6. Какой вид простой перегонки осуществляется в установке, изображенной на рисунке (одиночный выбор):



- a) фракционная перегонка;
- b) перегонка с дефлегмацией;
- c) перегонка с водяным паром;
- d) молекулярная дистилляция?

7. По какому выражению определяется энтальпия воздуха (*одиночный выбор*):

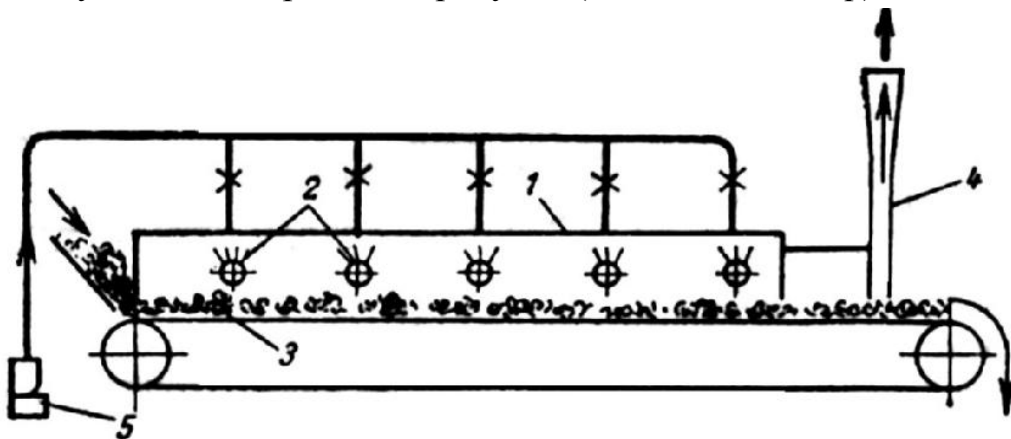
a) $x = \frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{а.с.в}}} = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{а.с.в}}}$;

b) $I = c_{\text{а.с.в}} t + x i_{\text{п}}$;

c) $\varphi = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{н}}}$;

d) $\omega^{\text{а}} = \frac{G_{\text{вл}}}{G_{\text{а.с}}} 100\%$?

8. Какой тип сушилки изображен на рисунке (*одиночный выбор*):



a) терморрадиационная;

b) ленточная;

c) петлевая;

d) туннельная?

9. Что такое абсолютная влажность материала (*одиночный выбор*):

a) масса водяного пара во влажном воздухе, приходящаяся на 1 кг абсолютно сухого воздуха;

b) масса водяного пара, содержащегося в 1 м³ влажного воздуха, численно равная плотности водяного пара;

c) количество влаги в материале, отнесенное к общей массе влажного материала;

d) количество влаги в материале, отнесенное к массе абсолютно сухого материала?

10. Как изменится диаметр массообменного аппарата, если расход сплошной фазы увеличить в 4 раза (*одиночный выбор*):

- a) уменьшится в 2 раза;
- b) увеличится в 2 раза;
- c) увеличится в 4 раза;
- d) уменьшится в 4 раза?

Вариант 6 Уровень В

1. Для процесса абсорбции рассчитать коэффициенты массопередачи по газовой и жидкой фазе, если равновесная линия подчиняется уравнению $y^* = 0,4x$ (в мольных долях). Коэффициенты массоотдачи принять $12 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ – газовая фаза, $1,15 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ – жидкая фаза (*одиночный выбор*):

- a) $K_y = 0,18 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, $K_x = 0,18 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;
- b) $K_y = 22,5 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, $K_x = 5,5 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;
- c) $K_y = 0,24 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, $K_x = 13,22 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;
- d) $K_y = 2,32 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, $K_x = 0,93 \text{ кмоль}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

2. Рассчитать расход теплоты в калорифере для нагрева воздуха, который служит сушильным агентом в процессе конвективной сушки. Расход влажного материала составляет 4000 кг/ч , а высушенного материала – 3400 кг/ч . Температура воздуха на входе в калорифер 20°C , на выходе из калорифера – 110°C ; влагосодержание свежего воздуха $0,01 \text{ кг/кг}$, влагосодержание на выходе из сушильной камеры $0,042 \text{ кг/кг}$. Теплоемкости сухого воздуха $1,05 \text{ кДж/кг}$ и водяного пара $1,95 \text{ кДж/кг}$. Удельная теплота парообразования воды при 0°C составляет 2493 кДж/кг (*одиночный выбор*):

- a) $Q_k = 250 \text{ Вт}$;
- b) $Q_k = 500 \text{ кВт}$;
- c) $Q_k = 15 \text{ кВт}$;
- d) $Q_k = 0,25 \text{ кВт}$.

Вариант 7
Уровень А

1. Что такое молекулярная диффузия (*одиночный выбор*):
- a) процесс переноса распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением микрочастиц;
 - b) конвективный перенос вещества под действием турбулентных пульсаций;
 - c) процесс переноса вещества за счет перемещения его макроскопических объемов, обусловленный скоростью движущегося потока;
 - d) процесс переноса вещества из ядра потока к границе раздела фаз или от границы раздела фаз в ядро потока?
2. По какому из перечисленных уравнений можно рассчитать число степеней свободы (*одиночный выбор*):
- a) $y = \frac{R}{R+1}x + \frac{x_p}{R+1}$;
 - b) $m = \frac{\bar{y}_p}{\bar{x}_p}$;
 - c) $y = \frac{(f+R)}{(R+1)}x - \frac{(f-1)}{(R+1)}x_w$;
 - d) $C = K - \Phi + 2$?
3. Какое из представленных выражений является основным уравнением массопередачи (*множественный выбор*)?
- a) $M = K_y (y - y_p) F \tau$;
 - b) $M = \beta_y (y - y_{гр}) F \tau$;
 - c) $M = K_x (x_p - x) F \tau$;
 - d) $M = \beta_x (x_{гр} - x) F \tau$?
4. Что характеризует диффузионный критерий Прандтля (*одиночный выбор*):
- a) характеризует физические свойства фазы;
 - b) характеризует подобие неустановившихся процессов массообмена;
 - c) характеризует массоотдачу на границе раздела фаз;
 - d) является мерой соотношения количества вещества, переносимого в потоке за счет конвекции, к количеству вещества, переносимому в этом же потоке за счет молекулярной диффузии?

5. По какой формуле определяется средняя движущая силы массообменных процессов при нелинейной равновесной зависимости (*одиночный выбор*):

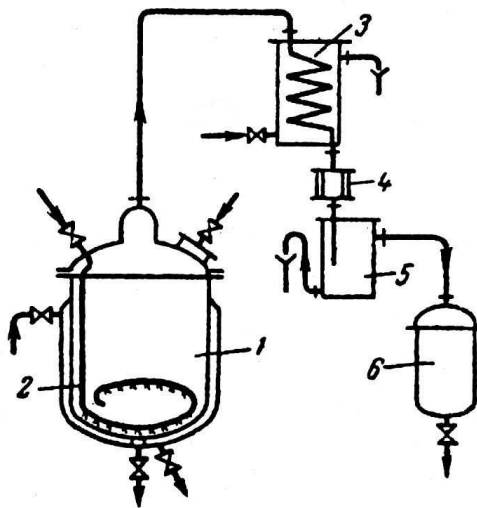
$$\text{a) } \Delta \bar{y}_{\text{cp}} = \frac{(\bar{y}_{\text{H}} - \bar{y}_{\text{pH}}) + (\bar{y}_{\text{K}} - \bar{y}_{\text{pK}})}{2};$$

$$\text{b) } \Delta \bar{y}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \bar{y}_{\text{H}} - \Delta \bar{y}_{\text{K}}}{\ln \frac{\Delta \bar{y}_{\text{H}}}{\Delta \bar{y}_{\text{K}}}};$$

$$\text{c) } \Delta \bar{y}_{\text{cp}} = \frac{\bar{y}_{\text{H}} - \bar{y}_{\text{K}}}{\int_{\bar{y}_{\text{K}}}^{\bar{y}_{\text{H}}} \frac{d\bar{y}}{(\bar{y} - \bar{y}_{\text{p}})}} = \frac{\bar{y}_{\text{H}} - \bar{y}_{\text{K}}}{m_y};$$

$$\text{d) } \Delta \bar{y}_{\text{cp}} = \frac{\Delta \bar{y}_{\text{H}} + \Delta \bar{y}_{\text{K}}}{2} ?$$

6. Какой вид простой перегонки осуществляется в установке, изображенной на рисунке (*одиночный выбор*):

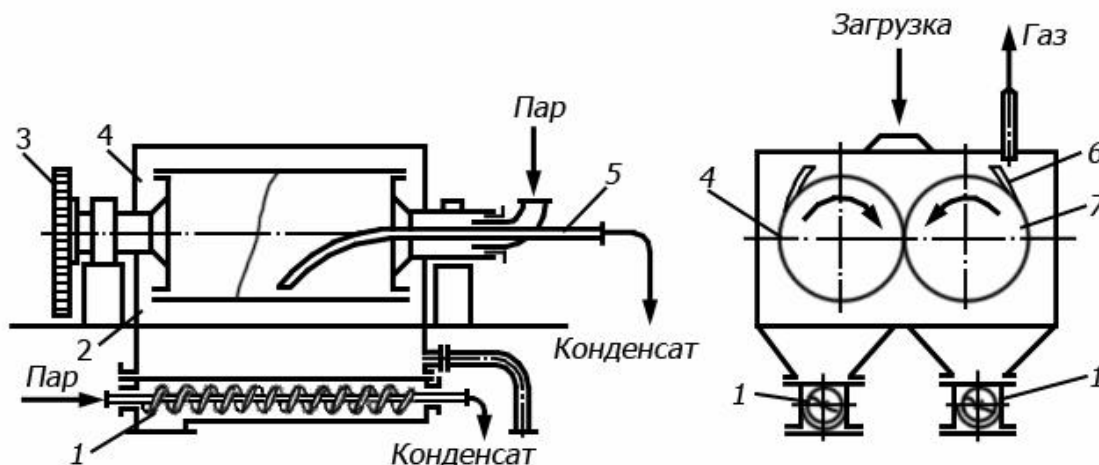


- a) фракционная перегонка;
- b) перегонка с дефлегмацией;
- c) перегонка с водяным паром;
- d) молекулярная дистилляция?

8. Какую величину называют относительной влажностью материала (*множественный выбор*):

- a) масса водяного пара во влажном воздухе, приходящаяся на 1 кг абсолютно сухого воздуха;
- b) количество влаги в материале $G_{вл}$, отнесенное к общей массе влажного материала G , выраженное в процентах;
- c) отношение массы водяного пара, содержащегося в 1 м^3 влажного воздуха к максимально возможной массе водяного пара в 1 м^3 воздуха в условиях насыщения;
- d) количество влаги в материале, отнесенное к общей массе влажного материала?

9. Какой тип сушилки изображен на рисунке (*одиночный выбор*):



- a) радиационная;
- b) вальцевая;
- c) терморрадиационная;
- d) с кипящим слоем?

10. Каким образом записывается материальный баланс процесса кристаллизации (*одиночный выбор*):

- a) $M = K_y (y - y_p) F \tau$;
- b) $G_1 = G_2 + G_{кр}$;
- c) $y = \frac{R}{R+1} x + \frac{x_p}{R+1}$;
- d) $C = K - \Phi + 2$?

Вариант 7
Уровень В

1. Определить концентрацию (мольную долю) легколетучего компонента в кубовом остатке двухкомпонентной смеси, разделяемой ректификацией, если равновесная концентрация пара на питающей тарелке 0,75 мольн. долей, а коэффициент избытка флегмы 5. Содержание легколетучего компонента в исходной смеси 0,4 мольн. доли, в дистилляте 0,85 мольн. долей. Число питания принять 2,5 (*одиночный выбор*):

- a) $x_w = 0,1$ моль/моль;
- b) $x_w = 2,5$ моль/моль;
- c) $x_w = 0,04$ моль/моль;
- d) $x_w = 0,35$ моль/моль.

2. Рассчитать величину фактора абсорбции, если константа Генри для поглощаемого компонента 2,5 атм, а общее давление в абсорбере 6 атм. Очистке подвергается 3500 кг/ч газовой смеси с содержанием поглощаемого компонента 12 мас. %. Степень очистки 92%. Поглотитель поступает на процесс чистым, а выходит из абсорбера с содержанием поглощаемого компонента 0,15 кг/кг (относ. мас. доля) (*одиночный выбор*):

- a) $A = 0,1$;
- b) $A = 1,75$;
- c) $A = 12,2$;
- d) $A = 0,02$.

Вариант 8
Уровень А

1. Какой из способов выражения концентраций называется массовой долей (*одиночный выбор*):

- a) отношение массы компонента к массе всей фазы;
- b) количество компонента (вещества), которое содержится в одном кубическом метре всей фазы;
- c) отношение числа киломолей компонента к общему числу киломолей всей фазы;
- d) отношение массы компонента к массе инертного вещества?

2. Что такое турбулентная диффузия (*одиночный выбор*):

- a) процесс переноса распределяемого вещества, обусловленный беспорядочным движением микрочастиц;
- b) конвективный перенос вещества под действием турбулентных пульсаций;
- c) процесс переноса вещества за счет перемещения его макроскопических объемов, обусловленный скоростью движущегося потока;
- d) процесс переноса вещества из ядра потока к границе раздела фаз или от границы раздела фаз в ядро потока?

3. Какова единица измерения коэффициента массоотдачи (*множественный выбор*)?

- a) $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;
- b) $\text{кг}/\text{м}^3$;
- c) $\text{м}/\text{с}$;
- d) $1/\text{К}$?

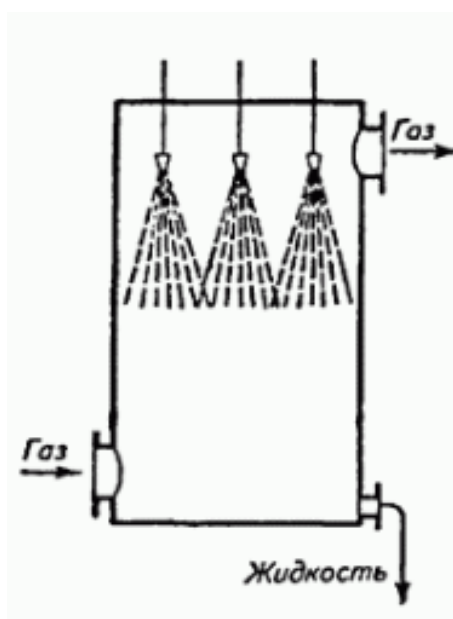
4. По какому уравнению определяется диффузионный критерий Фурье (*одиночный выбор*):

- a) $\frac{\tau D}{L^2}$;
- b) $\frac{\beta_{y(x)} L}{D}$;
- c) $\frac{WL}{D}$;
- d) $\frac{v}{D}$?

5. В каких абсорберах контакт между фазами происходит на смоченной поверхности насадки (*одиночный выбор*):

- a) пленочных;
- b) поверхностных;
- c) барботажных;
- d) насадочных?

6. Конструкция какого абсорбера изображена на рисунке (*одиночный выбор*):



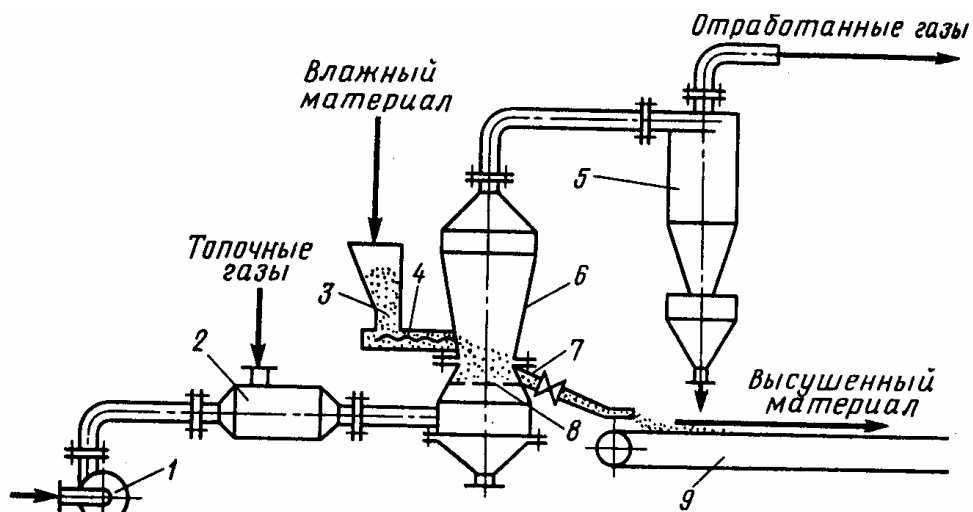
- a) поверхностного;
- b) оросительного;
- c) пластинчатого;
- d) полого?

7. Каким образом записывается материальный баланс для укрепляющей части ректификационной колонны (*одиночный выбор*):

- a)
$$\begin{cases} \dot{I} + \hat{O} = G + W, \\ (\dot{I} + \hat{O})\delta = Gy + Wx_w; \end{cases}$$
- b)
$$\begin{cases} \dot{I} = D + W, \\ \dot{I} \delta_i = D\delta_D + Wx_w; \end{cases}$$
- c)
$$\begin{cases} Lx = (L - dL)(x - dx) + dLy_p, \\ Fx_F = Wx_w + (F - W)x_{н0}; \end{cases}$$
- d)
$$\begin{cases} G = \hat{O} + D, \\ Gy = \hat{O}\delta + D\delta_D? \end{cases}$$

8. Что такое конвективная сушка (*одиночный выбор*):
- сушка путем передачи тепла инфракрасными лучами;
 - сушка путем нагревания в поле высокой частоты;
 - сушка в замороженном состоянии при глубоком вакууме;
 - сушка путем непосредственного контактирования высушиваемого материала с сушильным агентом?

9. Какой тип сушилки изображен на рисунке (*одиночный выбор*):



- ленточная;
 - с кипящим слоем;
 - барabanная;
 - распылительная?
10. Как изменится диаметр массообменного аппарата, если скорость газовой или паровой фазы увеличить в 4 раза (*одиночный выбор*):
- уменьшится в 2 раза;
 - увеличится в 2 раза;
 - увеличится в 4 раза;
 - уменьшится в 4 раза?

Вариант 8
Уровень В

1. В процессе сушки влажного материала влагосодержание сушильного агента (воздуха) возрастает от $x_0 = 0,012$ кг/кг до $x_2 = 0,048$ кг/кг. Расход абсолютно сухого воздуха составляет 0,3 кг/с, а относительная влажность материала уменьшается от 55% до 15%. Определить производительность сушилки по высушенному материалу (*одиночный выбор*):

тип: одиночный выбор

- a) $G_k = 0,2$ кг/с;
- b) $G_k = 1$ кг/с;
- c) $G_k = 0,012$ кг/с;
- d) $G_k = 0,005$ кг/с.

2. Рассчитать мольный расход дистиллята в ректификационной колонне непрерывного действия, если в колонне диаметром 1,5 м рабочая скорость пара составляет 0,6 м/с. Мольная доля легколетучего компонента в разделяемой смеси 0,25, а молярные массы легколетучего и труднолетучего компонентов 60 г/моль и 24 г/моль соответственно. Плотность пара при н.у. 0,9 кг/м³, действительное флегмовое число принять равным 6 (*одиночный выбор*):

- a) $D = 4,14$ моль/с;
- b) $D = 0,015$ моль/с;
- c) $D = 21$ моль/с;
- d) $D = 0,72$ моль/с.

Вариант 9
Уровень А

1. Какой из перечисленных процессов называется кристаллизацией (*одиночный выбор*):

- a) процесс выделения твердой фазы в виде кристаллов из растворов или расплавов, а также из газообразного состояния;
- b) процесс многократного частичного испарения жидкости и конденсации паров;
- c) процесс извлечения одного или нескольких компонентов из растворов с помощью избирательных растворителей;
- d) процесс удаления влаги из влажных материалов путем ее испарения и отвода образовавшихся паров?

2. Как обозначается и какую размерность имеет относительная массовая доля вещества (*одиночный выбор*):

- a) $\bar{x}(\Phi_x)$, $\bar{y}(\Phi_y)$, кг компонента/кг фазы;
- b) $X(\Phi_x)$, $Y(\Phi_y)$, кмоль компонента/кмоль ин.в-ва;
- c) $x(\Phi_x)$, $y(\Phi_y)$, кмоль компонента/кмоль фазы;
- d) $\bar{X}(\Phi_x)$, $\bar{Y}(\Phi_y)$, кг компонента/кг ин. в-ва?

3. По какому уравнению определяется диффузионный критерий Пекле (*одиночный выбор*):

- a) $\frac{\tau D}{L^2}$;
- b) $\frac{\beta_{y(x)} L}{D}$;
- c) $\frac{WL}{D}$;
- d) $\frac{v}{D}$?

4. В каких абсорберах контакт между фазами происходит на поверхности газовых пузырьков (*одиночный выбор*):

- a) пленочные;
- b) поверхностные;
- c) барботажные;
- d) насадочные?

5. Каким образом записывается уравнение рабочей линии процесса абсорбции (*одиночный выбор*):

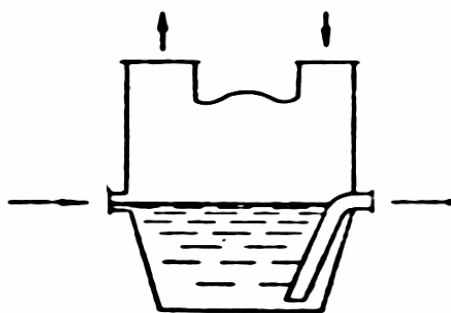
a) $q(\bar{x}_k - \bar{x}_n) = c(t_k - t_n)$;

b) $M = K_y \Delta \bar{y}_{cp} F \tau$;

c) $\bar{y} = \frac{L}{G} \bar{x} + (\bar{y}_n - \frac{L}{G} \bar{x}_k)$;

d) $y = \frac{R}{R+1} x + \frac{x_p}{R+1}$?

6. Конструкция какого абсорбера изображена на рисунке (*одиночный выбор*):



a) поверхностного;

b) оросительного;

c) пластинчатого;

d) полого?

7. Что называют влажностью воздуха (*одиночный выбор*):

a) масса водяного пара во влажном воздухе, приходящаяся на 1 кг абсолютно сухого воздуха;

b) масса водяного пара, содержащегося в 1 м³ влажного воздуха, численно равная плотности водяного пара;

c) отношение массы водяного пара, содержащегося в 1 м³ влажного воздуха, к максимально возможной массе водяного пара в 1 м³ воздуха в условиях насыщения;

d) количество влаги в материале, отнесенное к общей массе влажного материала?

8. По какому выражению определяется абсолютная влажность материала (одиночный выбор):

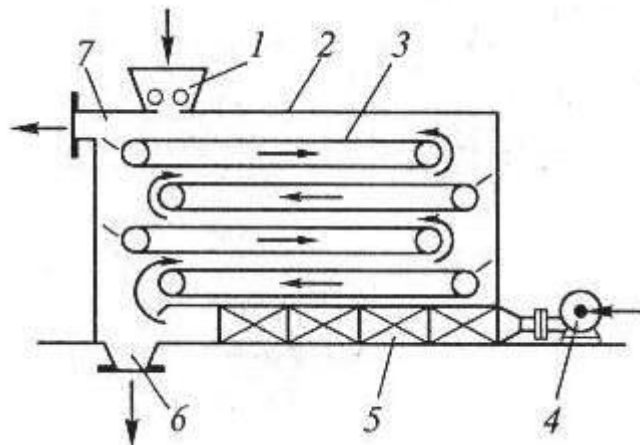
a) $x = \frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{а.с.в}}} = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{а.с.в}}}$;

b) $I = c_{\text{а.с.в}} t + x i_{\text{п}}$;

c) $\varphi = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{н}}}$;

d) $\omega^a = \frac{G_{\text{вл}}}{G_{\text{а.с}}} 100\%$?

9. Какой тип сушилки изображен на рисунке (одиночный выбор):



- a) барабанная сушилка;
- b) распылительная сушилка;
- c) гребковая вакуум-сушилка;
- d) ленточная?

10. Как изменится диаметр массообменного аппарата, если увеличить массовый расход сплошной фазы в 4 раза (одиночный выбор):

- a) уменьшится в 2 раза;
- b) увеличится в 2 раза;
- c) увеличится в 4 раза;
- d) уменьшится в 4 раза?

Вариант 9
Уровень В

1. Определить общую высоту единицы переноса по газовой фазе в процессе абсорбции. Насадочная абсорбционная колонна имеет диаметр 1,4 м, а фиктивная скорость газовой смеси в ней составляет 0,8 м/с. Средняя плотность газовой смеси 1,45 кг/м³. Удельная поверхность насадки 200 м²/м³, а коэффициент смоченности насадки принять равным единице. Коэффициенты массоотдачи по жидкой и газовой фазам 0,012 и 0,069 кг/(м²·с) соответственно. Константа фазового равновесия 0,1 (*одиночный выбор*):

- a) $h_{0y} = 12,68$ м;
- b) $h_{0y} = 0,02$ м;
- c) $h_{0y} = 0,132$ м;
- d) $h_{0y} = 1$ м.

2. Рассчитать энтальпию влажного воздуха после процесса конвективной сушки, если его энтальпия на входе в сушильную камеру равна 125 кДж/кг, а удельные расходы тепла на нагрев материала, транспортера и потери в окружающую среду в сумме составляют 650 кДж/кг исп.вл. Влагосодержание воздуха в процессе сушки повышается на 0,035 кг/кг. Изобарная теплоемкость влаги 4,21 кДж/кг. Материал поступает на сушку с температурой 25°C (*одиночный выбор*):

- a) $I_2 = 1600$ кДж/кг;
- b) $I_2 = 18$ кДж/кг;
- c) $I_2 = 0,15$ кДж/кг;
- d) $I_2 = 106$ кДж/кг.

Вариант 10
Уровень А

1. Что характеризует диффузионный критерий Пекле (*одиночный выбор*):
 - a) характеризует физические свойства фазы;
 - b) характеризует подобие неустановившихся процессов массообмена;
 - c) характеризует массоотдачу на границе раздела фаз;
 - d) является мерой соотношения количества вещества, переносимого в потоке за счет конвекции, к количеству вещества, переносимому в этом же потоке за счет молекулярной диффузии?

2. Какой из способов выражения концентраций называется мольной долей (*одиночный выбор*):
 - a) отношение массы компонента к массе всей фазы;
 - b) количество компонента (вещества), которое содержится в одном кубическом метре всей фазы;
 - c) отношение числа киломолей компонента к общему числу киломолей всей фазы;
 - d) отношение массы компонента к массе инертного вещества?

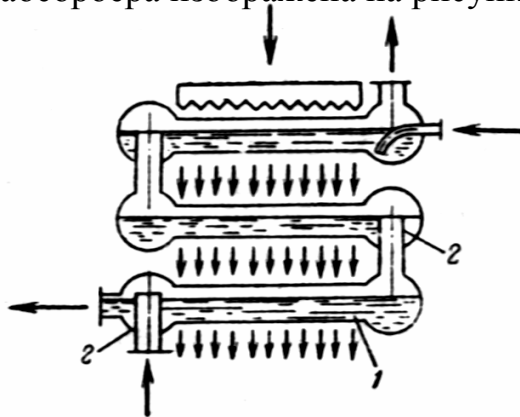
3. Как называется величина, показывающая, какое количество вещества переносится из одной фазы в другую фазу через единицу поверхности контакта фаз в единицу времени при движущей силе массопередачи, равной единице (*одиночный выбор*):
 - a) коэффициент массоотдачи;
 - b) коэффициент молекулярной диффузии;
 - c) коэффициент массопередачи;
 - d) коэффициент распределения?

4. Как обозначается и какую размерность имеет мольная доля вещества (*одиночный выбор*):
 - a) $\bar{x}(\Phi_x)$, $\bar{y}(\Phi_y)$, кг компонента/кг фазы;
 - b) $X(\Phi_x)$, $Y(\Phi_y)$, кмоль компонента/кмоль ин.в-ва;
 - c) $x(\Phi_x)$, $y(\Phi_y)$, кмоль компонента/кмоль фазы;
 - d) $\bar{X}(\Phi_x)$, $\bar{Y}(\Phi_y)$, кг компонента/кг ин. в-ва?

5. Как изменится диаметр массообменного аппарата, если уменьшить скорость паровой фазы в 4 раза (*одиночный выбор*):

- a) уменьшится в 2 раза;
- b) увеличится в 2 раза;
- c) увеличится в 4 раза;
- d) уменьшится в 4 раза?

6. Конструкция какого абсорбера изображена на рисунке (*одиночный выбор*):

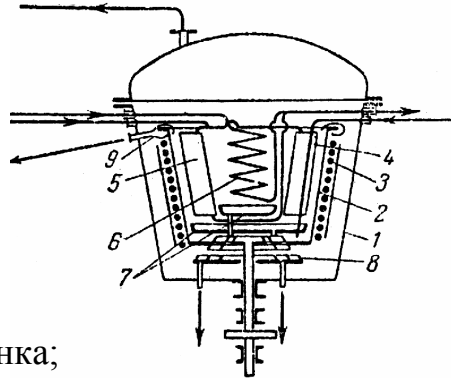


- a) поверхностного;
- b) оросительного;
- c) пластинчатого;
- d) полового?

7. Каким образом записывается общий материальный баланс для ректификационной установки (*одиночный выбор*):

- a)
$$\begin{cases} \dot{I} + \hat{O} = G + W, \\ (\dot{I} + \hat{O})\delta = Gy + Wx_w; \end{cases}$$
- b)
$$\begin{cases} \dot{I} = D + W, \\ \dot{I} \delta_i = D\delta_D + Wx_w; \end{cases}$$
- c)
$$\begin{cases} Lx = (L - dL)(x - dx) + dLy_p, \\ Fx_F = Wx_w + (F - W)x_{\text{н\ddot{o}}}; \end{cases}$$
- d)
$$\begin{cases} G = \hat{O} + D, \\ Gy = \hat{O}\delta + D\delta_D? \end{cases}$$

8. Какой вид простой перегонки осуществляется в установке, изображенной на рисунке (*одиночный выбор*):



- a) фракционная перегонка;
- b) перегонка с дефлегмацией;
- c) перегонка с водяным паром;
- d) молекулярная дистилляция?

9. Какие параметры воздуха изменяются в процессе теоретической сушки (*одиночный выбор*):

- a) энтальпия, относительная влажность;
- b) энтальпия, влагосодержание, температура;
- c) парциальное давление водяного пара, влагосодержание, температура, энтальпия;
- d) влагосодержание, относительная влажность, температура, парциальное давление водяного пара?

10. По какому выражению определяется относительная влажность материала (*одиночный выбор*):

- a) $\omega = \frac{G_{\text{вл}}}{G} 100\%$;
- b) $I = c_{\text{a.c.в}} t + x i_{\text{п}}$;
- c) $\varphi = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{н}}}$;
- d) $\omega^a = \frac{G_{\text{вл}}}{G_{\text{a.c}}} 100\%$?

Вариант 10
Уровень В

1. Определить высоту слоя насадки абсорбера, если высота единицы переноса по газовой фазе составляет 0,9 м, а концентрация (относительная массовая доля) распределяемого компонента в процессе абсорбции изменяется от 0,065 кг/кг до 0,016 кг/кг. Равновесная линия подчиняется закону $Y^* = 0,6X$. Содержание распределяемого компонента в жидком поглотителе после процесса абсорбции 0,1 кг/кг (*одиночный выбор*):

- a) $H_n = 40$ м;
- b) $H_n = 0,2$ м;
- c) $H_n = 15,22$ м;
- d) $H_n = 4,65$ м.

2. Определить количество аммиака, поглощаемого в абсорбере за одну секунду, если объемный расход газовой смеси 1200 м³/ч, а её средняя скорость в аппарате 0,65 м/с. Насадка в аппарате уложена в два слоя, каждый из которых имеет высоту 2,5 м. Удельная поверхность насадки 240 м²/м³, коэффициент смоченности 0,88. Коэффициент массопередачи по газовой фазе составляет 0,018 кг/(м²·с), а средняя движущая сила 0,03 кг/кг (*одиночный выбор*):

- a) $M = 0,29$ кг/с;
- b) $M = 12$ кг/с;
- c) $M = 0,03$ кг/с;
- d) $M = 1,2$ кг/с.

Библиографический список

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А.Г. Касаткин. – 10-е изд., стереотип., дораб. - М.: Альянс, 2004. - 753с.
2. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. В 2 кн. Кн. 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты: учебник для вузов / Ю.И. Дытнерский. – 2-е изд. - М.: Химия, 1995. - 400с.
3. Гельперин, Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие для хим. - технол. спец. вузов. В 2 кн. Кн. 2 / Н.И.Гельперин. - М.: Химия, 1981. - 312 с.
4. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учебник. В 2 кн. Кн. 2. / В.Г. Айнштейн [и др.]; под ред. В.Г. Айнштейна. - М.: Логос; Высш. шк., 2002. – 872 с.
5. Основные определения и закономерности по курсу “Процессы и аппараты химической технологии”: учеб. пособие / А.С. Кувшинова [и др.]; Иван. гос. хим.- технол. ун-т. - Иваново, 2008. - 96с.
6. Массообменные процессы и аппараты : учеб. пособие / Федерал. агентство по образованию, ГОУВПО "Иван. гос. хим.-технол. ун-т" ; под ред. А. Г. Липина. - Иваново : ИГХТУ, 2007. - 201 с.
7. Романков, П. Г. Массообменные процессы химической технологии (системы с твердой фазой). - Л.: Химия, 1975. - 334 с.
8. Барулин, Е. П. Тепловые и диффузионные процессы : учеб. пособие / Федер. агентство по образованию, ГОУ ВПО "Иван. гос. хим.-технол. ун-т", Е.П. Барулин. - Иваново: ИГХТУ, 2008. - 104 с.

**Методические указания для
самостоятельной работы студентов по дисциплине
“Процессы и аппараты химической технологии”
(раздел “Массообменные процессы и аппараты”)**

Составители:
**Шуваева Анастасия Сергеевна
Шибашов Антон Владимирович
Липин Александр Геннадьевич**

Редактор О.А. Соловьева

Подписано в печать 25.10.2015. Формат 60×84 1/16. Бумага писчая.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 3,10. Тираж 100 экз. Заказ

ФГБОУ ВПО “Ивановский государственный
химико-технологический университет”

Отпечатано на полиграфическом оборудовании
кафедры экономики и финансов ФГБОУ ВПО «ИГХТУ»
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7