

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ»

ЗАВДАННЯ

ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ № 3
З КУРСУ «ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ УСІХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

Затверджено
на засіданні кафедри процесів
та апаратів хімічної технології.
Протокол № 11 від 04.06. 2010.

Завдання до контрольної роботи № 3 з курсу “Процеси та апарати хімічної технології” для студентів усіх спеціальностей заочної форми навчання / Укл.: О.О. Тертишний, В.І. Зражевський, А.О. Біла. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2010. – 45 с.

Укладачі: О.О. Тертишний, канд. техн. наук
В.І. Зражевський, канд. техн. наук
А.О. Біла, асистент

Відповідальний за випуск П.Г. Сорока, доктор техн. наук

Навчальне видання

Завдання до контрольної роботи № 3 з курсу «Процеси та апарати хімічної технології» для студентів усіх спеціальностей заочної форми навчання

Укладачі: ТЕРТИШНИЙ Олег Олександрович
ЗРАЖЕВСЬКИЙ Вячеслав Іванович
БІЛА Анна Олександрівна

Редактор Л.М. Тонкошкур
Коректор Л.Я. Гоцуцова

Підписано до друку 16.11.10 Формат 60×84 ¹/₁₆. Папір ксерокс. Друк різнограф.
Ум.-друк. арк. 2,0. Обл.-вид. арк. 2,04. Тираж 100 прим. Зам. №. 70.
Свідоцтво ДК № 303 від 27.12.2000.

ДВНЗ УДХТУ, 49005, Дніпропетровськ-5, пр. Гагаріна, 8.

Видавничо-поліграфічний комплекс ІнКомЦентру

1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

В ході виконання контрольної роботи студент вирішує задачі і дає відповіді на теоретичні питання згідно з варіантом завдання. В кінці роботи обов'язково наводиться список використаної літератури.

Завдання до контрольної роботи вибирають за допомогою таблиці, яка розташована нижче, відповідно з двома останніми цифрами залікової книжки студента.

Запитання та задачі, які входять у контрольну роботу, обіймають всі основні розділи курсу процесів та апаратів, який викладається в ДВНЗ УДХТУ для студентів заочної форми навчання.

Виконання контрольної роботи зводиться до розв'язування задач і відповідей на контрольні запитання.

Контрольну роботу виконують у зошиті, при цьому залишають поля шириною 20-30 мм, а після розв'язування кожної задачі – п'ять – сім лінійок для заміток рецензента. Запис проводиться чорнилом синього, фіолетового або чорного кольору, рисунки і схеми виконуються на окремих аркушах і приклеюються в зошит у місцях, які відповідають розрахунку.

Допускається виконання роботи з використанням комп'ютерної техніки.

Перед розв'язанням кожної задачі повністю переписується її умова з цифровими даними, зображенням схеми установки, напрямків руху потоків, позначенням усіх розмірів і величин.

Рішення задачі слід супроводжувати короткими, чіткими поясненнями, необхідними схемами і рисунками. Всі наведені формули і числові значення параметрів і коефіцієнтів повинні мати посилання на джерела, звідки вони взяті.

Список використаної літератури (джерел) вказується в кінці роботи під порядковими номерами.

При посиланні на відповідне джерело необхідно в дужках поставити його порядковий номер у наведеному списку. Потім вказати номер сторінки і таблиці, звідки взяті формули або числові значення.

Наприклад: [2], стор. 18, [2], табл. 4.

Визначенню необхідних величин повинні передувати формули і рівняння в буквених виразах.

Всі параметри, які входять у формулу, повинні мати пояснення з наведенням їх числових значень і розмірностей, в яких вони підставляються в формулу, в тому ж порядку, в якому ці величини записані у формулі.

Для кожного проміжного і кінцевого результатів вказати розмірність. Після підстановки числових значень проводять обчислення з точністю, яка є допустимою в інженерних розрахунках.

Необхідні для розв'язання задач графіки будують у визначеному масштабі.

Відповідь необхідно прокоментувати з точки зору відповідності одержаного значення з практичними умовами роботи розрахованої установки або апарата.

Чітке викладення, систематичний хід розрахунків, охайність запису є вимогами, дотримання яких веде до зменшення непродуктивних витрат часу студента і викладача.

Виконана контрольна робота надсилається в університет у терміни, вказані в особистих планах. Контрольні роботи, які надходять із запізненням, можуть бути не відрецензовані, а студент недопущений до сесії. Роботу студента кафедра повинна одержати не пізніше, ніж за два тижні до сесії.

Відрецензована контрольна робота захищається на кафедрі, а студент одержує рецензію, яка видається на іспит (залік). Незарахована робота повертається на доопрацювання. Не допускається виправлення помилок у попередньому тексті, який був перевірений рецензентом.

Неохайно оформлені роботи, які не мають шифру, а також не відповідають варіантам контрольної роботи, повертаються студенту без рецензії.

Таблиця вибору завдань для контрольної роботи № 3

Останні дві цифри номера залікової книжки	Номери задач за розділами				Номери питань за розділами			
	Перегонка рідин	Абсорбція	Адсорбція	Екстракція	Перегонка рідин	Абсорбція	Адсорбція	Екстракція
1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	29	101	249	311	2	51	86	108
01	34	106	254	312	4	52	88	122
02	39	111	259	313	6	53	90	130
03	44	116	264	314	8	54	92	132
04	49	121	269	315	10	55	94	102
05	54	126	274	316	12	56	96	104
06	59	131	279	317	14	57	98	106
07	64	136	284	318	16	58	100	108
08	69	141	289	319	18	59	99	110
09	74	146	294	320	20	60	97	112
10	79	151	299	366	22	61	95	114
11	84	156	202	367	24	62	93	116
12	89	161	207	368	1	63	91	118
13	94	166	212	369	3	64	89	120
14	99	171	217	370	5	65	87	122
15	3	176	222	321	7	66	85	124
16	8	181	227	322	9	67	100	126
17	13	186	232	323	11	68	98	128
18	18	191	237	324	13	69	96	130

Прдовження табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	23	196	272	325	15	70	94	132
20	28	199	247	326	17	71	92	134
21	33	194	252	327	19	79	90	107
22	38	189	257	328	21	73	88	109
23	43	184	262	329	23	74	86	111
24	48	179	267	330	25	75	87	112
25	53	174	272	361	3	76	89	113
26	58	169	277	362	6	77	91	115
27	63	164	282	363	9	78	93	117
28	68	159	287	364	12	79	95	119
29	73	154	292	365	16	80	97	121
30	78	149	297	301	19	81	99	123
31	83	144	205	302	22	82	86	125
32	88	139	210	303	25	83	88	127
33	93	134	215	304	1	84	90	129
34	98	129	220	305	4	85	92	131
35	5	124	225	306	7	72	94	133
36	10	119	230	307	10	73	96	134
37	15	114	235	308	14	74	98	132
38	20	109	240	309	17	75	100	130
39	25	104	245	310	20	76	99	128
40	30	103	250	271	23	77	97	126
41	35	108	255	372	2	71	95	124
42	40	113	260	373	5	70	93	122
43	45	118	265	374	8	69	91	120
44	50	123	270	375	11	68	89	118
45	55	128	275	331	15	67	87	116
46	60	133	280	332	18	66	86	114
47	65	138	285	333	21	65	88	112
48	70	143	290	334	24	64	90	110
49	75	148	295	335	13	63	92	108
50	80	153	300	236	1	62	94	106
51	85	158	203	337	2	61	96	104
52	90	163	208	338	5	60	98	102
53	95	168	213	339	6	59	100	101
54	100	173	218	340	9	58	99	103
55	2	178	223	376	10	57	98	105
56	7	183	228	377	13	56	95	107
57	12	188	233	378	14	55	93	109
58	17	193	238	379	19	54	91	101
59	22	198	243	380	18	51	89	103

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	27	102	248	341	21	50	87	105
61	32	107	253	342	23	49	86	107
62	37	112	258	343	25	47	88	109
63	42	117	263	344	27	45	90	111
64	47	122	268	345	28	43	92	113
65	52	127	273	346	29	41	94	115
66	57	132	278	347	30	39	96	117
67	62	137	283	348	37	38	98	119
68	67	142	288	349	36	40	100	121
69	72	147	293	350	35	42	99	123
70	77	152	298	381	34	44	97	125
71	82	157	201	382	31	46	95	127
72	87	162	206	383	32	48	93	129
73	92	167	211	384	33	50	91	131
74	97	172	216	385	24	52	89	133
75	1	177	221	386	5	54	87	134
76	6	182	226	387	6	56	86	132
77	11	187	231	388	7	58	88	130
78	16	192	236	389	8	60	90	128
79	29	197	241	390	9	62	92	126
80	26	105	246	351	10	64	94	124
81	31	110	257	352	15	66	96	122
82	36	115	256	353	16	68	98	120
83	41	120	261	354	17	70	100	118
84	46	125	266	355	18	72	99	116
85	51	130	271	356	19	74	97	114
86	56	135	276	357	20	76	95	112
87	61	140	281	358	1	78	93	110
88	66	145	286	359	2	80	91	108
89	71	150	291	360	3	81	89	106
90	76	155	296	391	4	62	87	104
91	81	160	204	392	21	64	86	102
92	86	165	209	393	22	63	88	101
93	91	170	214	394	23	62	90	103
94	96	175	219	395	24	61	92	105
95	44	180	224	396	35	60	94	107
96	79	185	229	397	31	59	96	109
97	14	190	234	398	22	58	98	111
98	19	195	239	399	33	57	100	113
99	24	200	244	400	34	56	88	115

2. ЗАДАЧІ ЗА РОЗДІЛАМИ

2.1. Перегонка рідин

Задачі 1-5

G_f кг суміші, з вмістом легколеткого компонента \bar{x}_f %, розділяється простою перегонкою під атмосферним тиском. В кінці процесу залишок у кубі містить \bar{x}_w % легколеткого компонента. Визначити масу дистилляту, його середній склад і масу кубового залишку. (Відсотки масові).

№ задачі	Суміш	G_f , кг	\bar{x}_f ,%	\bar{x}_w ,%
1	Етиловий спирт-вода	3000	56	4,5
2	Ацетон-бензол	4000	36	6,0
3	Сірковуглець-чотири-хлористий вуглець	5000	50	3,0
4	Метилловий спирт-вода	6000	40	2,5
5	Хлороформ-бензол	7000	45	5,0

Задачі 6-10

В ректифікаційній колоні безперервної дії, яка працює при атмосферному тиску, розділяється рідка суміш. Продуктивність колони за дистиллятом G_p кг/год. Вміст легколеткого компонента у вихідній суміші \bar{x}_f %, у дистилляті \bar{x}_p %, в кубовому залишку \bar{x}_w %. (Відсотки масові). Середня швидкість пари в колоні ω м/с. Прийняти температуру пари в колоні рівною температурі кипіння легколеткого компонента. Визначити діаметр колони.

№ задачі	Суміш	G_p , кг/год	\bar{x}_f ,%	\bar{x}_p ,%	\bar{x}_w ,%	ω , м/с
6	Метилловий спирт - етиловий спирт	2800	22,2	96	3,2	0,9
7	Вода-оцтова кислота	4300	22	93	3,0	1,2
8	Бензол-толуол	4800	40	98	2,0	1,3
9	Метилловий спирт-вода	5000	42	90	3,0	0,85
10	Етиловий спирт-вода	3000	35	90	4,0	0,8

Задачі 11-15

В ректифікаційній колоні безперервної дії тарілчастого типу, яка працює при атмосферному тиску, розділяється G_f кг/год рідкої суміші. Вміст легколеткого компонента в вихідній суміші \bar{x}_f %, в дистилляті \bar{x}_p %, в кубовому залишку \bar{x}_w %. (Відсотки масові). Середній ККД тарілки $\eta_{сер}$. Відстань між тарілками обґрунтовано прийняти. Визначити вихід дистилляту, кубового залишку та висоту тарілчастої частини колони.

№ задачі	Суміш	G_f , кг/год	\bar{x}_f , %	\bar{x}_p , %	\bar{x}_w , %	$\eta_{сер}$
11	Вода-оцтова кислота	3800	40	93	3,0	0,52
12	Метилловий спирт-вода	5000	48	98	2,5	0,61
13	Ацетон-етилловий спирт	4900	50	96	6,0	0,5
14	Хлороформ-бензол	5200	45	94	5,0	0,56
15	Бензол-оцтова кислота	3500	40	90	3,2	0,64

Задачі 16-20

В ректифікаційній колоні безперервної дії барботажного типу склад живлення x_f %, дистилляту x_p % і кубового залишку x_w % по легколеткому компоненту. Мінімальне флегмове число R_{min} . Визначити склад пари, яка приходить на тарілку, де рідина містить: а) А %; б) В % легколеткого компонента. Відсотки мольні.

№ задачі	x_f , %	x_p , %	x_w , %	R_{min}	А, %	В, %
16	30	85	3	4	78	12
17	34	88	4	4,5	75	14
18	28	90	5	5	76	16
19	32	92	4	5,5	80	13
20	36	94	3	6	77	15

Задачі 21-25

В ректифікаційній колоні безперервної дії тарілчастого типу, яка працює під атмосферним тиском, розділяється рідка суміш у кількості G_f кг/год. Вміст легколеткого компонента у вихідній суміші \bar{x}_f %, у дистилляті \bar{x}_p %, у кубовому залишку \bar{x}_w %. (Відсотки масові). Температуру верху колони вважати рівною температурі кипіння чистого легколеткого компонента, низу колони – температурі кипіння чистого важколеткого компонента. Тиск гріючої пари обґрунтовано прийняти. Втрати тепла прийняти 5% від корисно використаного. Визначити витрату гріючої пари в кубі-випарювачі.

№ задачі	Суміш	G_f , кг/год	\bar{x}_f , %	\bar{x}_p , %	\bar{x}_w , %
21	Ацетон-вода	5000	36	97	3,0
22	Хлороформ-бензол	7000	35	93	4,0
23	Сірковуглець-чотири- хлористий вуглець	4500	50	98	2,0
24	Ацетон-етилловий спирт	5800	42	96	5,0
25	Етиловий спирт-вода	6400	38	90	3,0

Задачі 26-30

В ректифікаційну колону безперервної дії надходить рідка суміш з концентрацією легколеткого компонента x_f %. Концентрація дистилляту x_p %, концентрація кубового залишку x_w , % легколеткого компонента. (Відсотки мольні). В дефлегматор надходить $G_{п}$ кмоль/год пари, а в колону з дефлегматора надходить G_R кмоль/год флегми. Визначити вихід кубового залишку та кількість флегми, що надходить у колону кг/год.

№ задачі	Суміш	x_f , %	x_p , %	x_w , %	$G_{п}$, кмоль/год	G_R , кмоль/год
26	Хлороформ-бензол	24	95	3,0	850	670
27	Бензол-толуол	45	94	4,0	900	600
28	Метилловий спирт-вода	34	98	2,0	940	720
29	Вода-оцтова кислота	38	97	3,5	980	760
30	Ацетон-метилловий спирт	30	80	3,0	1000	800

Задачі 31-35

Розрахувати вміст висококиплячого компонента в кубовому залишку і витрату гріючої пари на підігрів та розділення суміші простою перегонкою під атмосферним тиском. Кількість вихідної суміші G_f кг, кількість дистилляту G_p кг, вміст важколеткого компонента у вихідній суміші \bar{x}_f %, у дистилляті \bar{x}_p %. (Відсотки масові). Початкова температура вихідної суміші $t_{п}$ °C. Перегонний куб обігрівается насиченою парою з тиском P кгс/см² через сорочку. Втрати теплоти у навколишнє середовище складають 4% від корисно використаного тепла.

№ задачі	Суміш	P , кг/см ²	G_f , кг	G_p , кг	\bar{x}_f , %	\bar{x}_p , %	$t_{п}$, °C
31	Бензол-толуол	1,6	1500	700	65	42	22
32	Етиловий спирт-вода	1,8	1600	800	64	40	20
33	Метилловий спирт-вода	2,0	1760	900	66	44	18
34	Бензол-оцтова кислота	2,2	1800	850	60	38	21
35	Метилловий спирт-етилловий спирт	2,4	2000	950	62	40	23

Задачі 36-40

У ректифікаційній колоні безперервної дії розділяється G_f кг/год рідкої суміші при атмосферному тиску. В результаті розділення отримуємо G_w кг/год кубової рідини. Вміст легколеткого компонента у вихідній суміші \bar{x}_f %, у дистилляті \bar{x}_p %. (Відсотки масові). Визначити витрату води в дефлегматорі при частковій конденсації пари, яка виходить з колони. Температуру пари, яка виходить з колони, прийняти рівною температурі кипіння чистого легколеткого компонента. Початкову та кінцеву температури води прийняти обґрунтовано.

№ задачі	Суміш	G_f , кг/год	G_w , кг/год	\bar{x}_f , %	\bar{x}_p , %
36	Ацетон-бензол	7000	2000	36	96
37	Сірковуглець-чотири-хлористий вуглець	7800	2800	52	98
38	Метиловий спирт-вода	8200	3000	44	98,5
39	Метиловий спирт – бензол	9000	3200	30	68
40	Хлороформ-бензол	9300	3800	46	94

Задачі 41-45

В ректифікаційній колоні періодичної дії, яка працює при постійному складі дистилляту, розділяється рідка суміш при атмосферному тиску. Вміст легколеткого компонента в дистилляті x_p %, у вихідній суміші x_f %, у кубовому залишку x_w %. (Відсотки мольні). Коефіцієнт надлишку флегми β . Визначити графічним методом середнє флегмове число.

№ задачі	Суміш	x_f , %	x_p , %	x_w , %	β
41	Бензол-толуол	33,5	95,6	5,9	1,2
42	Метиловий спирт-етиловий спирт	41	92	3,1	1,4
43	Метиловий спирт-вода	42	90	3,0	1,6
44	Етиловий спирт-вода	31,5	02,5	1,1	1,77
45	Хлороформ-бензол	38	97	1,0	2,0

Задачі 46-50

У ректифікаційній колоні періодичної дії, яка працює при постійному складі дистилляту розділяється рідка суміш при атмосферному тиску. Вміст легколеткого компонента у вихідній суміші \bar{x}_f %, у дистилляті \bar{x}_p %, у кубовому залишку \bar{x}_w %. (Відсотки масові). В куб колони завантажується G_f кг суміші при температурі t_n °C. Тривалість операції 10 годин, з них підігрівання суміші – 2 години, процес ректифікації – 6 годин, завантаження та вивантаження куба – 2 години. Визначити витрату пари на підігрівання вихідної суміші та на процес ректифікації. Втрати тепла прийняти 5% від корисно використаного тепла. Параметри гріючої пари вибрати обґрунтовано. Середнє флегмове число $R_{сер}$.

№ задачі	Суміш	G_f , кг	\bar{x}_f , %	\bar{x}_p , %	\bar{x}_w , %	t_n °C	$R_{сер}$
46	Оцтова кислота-вода	14000	50	96	4,0	20	8,2
47	Ацетон-бензол	15000	35	95	4,0	25	7,8
48	Ацетон-етиловий спирт	16000	40	85	3,0	30	5,6
49	Хлороформ-бензол	12000	38	97	8,0	17	8,0
50	Ацетон-вода	13000	34	82	3,0	22	9,0

Задачі 51-55

Визначити висоту тарілчастої частини ректифікаційної колони періодичної дії, яка працює під атмосферним тиском, для розділення рідкої суміші. Вміст легколеткого компонента у вихідній суміші \bar{x}_f %, у дистилляті \bar{x}_p %, у кубовому залишку \bar{x}_w %. (Відсотки масові). Відстань між тарілками $h_{м.т.}$ мм, коефіцієнт надлишку флегми β . Колона працює з постійним складом дистилляту. Середній ККД тарілки.

№ задачі	Суміш	\bar{x}_f , %	\bar{x}_p , %	\bar{x}_w , %	$h_{м.т.}$, м	η	β
51	Метиловий спирт-вода	40	98,5	2,5	300	0,35	1,27
52	Бензол-толуол	38	98	3,0	320	0,3	1,25
53	Етиловий спирт-вода	25	90	3,5	350	0,4	1,12
54	Хлороформ-бензол	35	92	4,0	400	0,45	1,24
55	Хлороформ-бензол	37	97	5,0	450	0,5	1,33

Задачі 56-60

На одній з тарілок укріплюючої частини ректифікаційної колони кипить рідина складу x %. Верхній продукт містить x_p %. (Відсотки мольні за низькокиплячим компонентом). Колона працює при флегмовому числі R . Визначити склади пари, яка приходить на вказану тарілку та залишає її, якщо коефіцієнт збагачення η_0 . Суміш підлягає закону Рауля, коефіцієнт відносної леткості α . Рідина на тарілці повністю переміщується.

№ задачі	x , %	x_p , %	R	η_0	α
56	68	94	2,8	0,75	2,5
57	69	95	2,9	0,71	2,4
58	72	93	3,1	0,72	2,3
59	70	92	2,7	0,73	2,2
60	71	91	2,5	0,74	2,1

Задачі 61-65

В ректифікаційній колоні безперервної дії розганяється G кг/год рідкої суміші. Масова концентрація низькокиплячого компонента в живленні \bar{x}_f , у дистилляті \bar{x}_p . Коефіцієнт надлишку флегми β . Витрата води на дефлегматор V м³/год, вода в ньому нагрівається від 20 до 40⁰С. Визначити кількість низькокиплячого компонента в кубовій рідині, що залишає колону.

№ задачі	Суміш	$\bar{x}_f, \%$	$\bar{x}_p, \%$	β	V, м ³ /ГОД	G, кг/ГОД
61	Метиловий спирт-вода	42	90	1,5	40	5000
62	Метиловий спирт-етиловий спирт	41	94	2,2	44	4500
63	Бензол-толуол	44	98	2,1	37	4700
64	Вода-оцтова кислота	46	94	1,7	42	4300
65	Хлороформ-бензол	24	92	1,9	30	4000

Задачі 66-70

В тарілчастій ректифікаційній колоні безперервної дії, яка працює при атмосферному тиску розділяється рідка суміш. Вміст легколеткого компонента у вихідній суміші $x_f \%$, у кубовому $x_w \%$, у дистилляті $x_p \%$. (Відсотки масові). Визначити діаметр колони для розділення 2000 кг/год суміші. Тарілки ситчасті.

№ задачі	Суміш	$x_f, \%$	$x_p, \%$	$x_w, \%$
66	Метиловий спирт-вода	27,3	97,3	0,85
67	Ацетон-бензол	34	96,8	3,0
68	Ацетон-вода	36	95,6	1,2
69	Сірковуглець-чотирихлористий вуглець	40	96,4	3,5
70	Аміак-вода	38	95	1,5

Задачі 71-75

В ректифікаційній колоні безперервної дії, яка працює при атмосферному тиску, розділяється G_f кг/год рідкої суміші. Вміст легколеткого компонента у вихідній суміші $\bar{x}_f \%$, у дистилляті $\bar{x}_p \%$, у кубовому залишку $\bar{x}_w \%$ (відсотки масові). Визначити кількість верхнього та нижнього продуктів, кількість пари, яка конденсується в дефлегматорі (конденсація часткова), витрату води в дефлегматорі, якщо тангенс кута нахилу робочої лінії верхньої частини колони А. Початкову та кінцеву температури води прийняти обґрунтовано.

№ задачі	Суміш	G_f кг/ГОД	$\bar{x}_f, \%$	$\bar{x}_p, \%$	$\bar{x}_w, \%$	A
71	Хлороформ-бензол	2800	46	92	3,0	0,75
72	Хлороформ-толуол	3700	38	90	4,0	0,72
73	Етилацетат-пропіловий спирт	4250	40	92	6,0	0,80
74	Етилацетат-бутиловий спирт	5100	30	96	8,0	0,78
75	Дихлоретан-оцтова кислота	6400	45	91	6,0	0,74

Задачі 76-80

В ректифікаційній колоні безперервної дії, яка працює при атмосферному тиску, розділяється G_f кмоль/год рідкої суміші. Ордината точки перетину

робочих ліній y_f . Рівняння робочої лінії верхньої частини колони $y = Ax + B$. Кількість пари, яка надходить у дефлегматор G_{Π} кмоль/год. Визначити кількість кубового залишку (в кмоль/год), масову концентрацію низькокиплячого компонента в ньому, а також витрати води у водяному холодильнику кубового залишку. Початковою та кінцевою температурами води задатися обґрунтовано.

№ задачі	Суміш	G_f , кмоль/год	y_f %	A	B	G_{Π} кмоль/год
76	Чотирихлористий вуглець-етилловий спирт	385	0,45	0,82	0,15	560
77	Вода-оцтова кислота	420	0,84	0,65	0,335	600
78	Бензол-толуол	400	0,66	0,6	0,391	650
79	Метилловий спирт-вода	500	0,58	0,72	0,26	700
80	Бензол-оцтова кислота	350	0,62	0,56	0,32	760

Задачі 81-85

В ректифікаційній колоні розділяється рідка суміш під атмосферним тиском. Продуктивність установки за вихідною сумішшю G_f кг/год, за кубовим залишком G_w кг/год. Вміст легколеткого компонента у вихідній суміші \bar{x}_f % (відсотки масові). Рівняння робочої лінії колони $y = Ax + B$. Визначити кількість пари, яка надходить з колони в дефлегматор при повній конденсації пари, а також витрату води в ньому. Початкову та кінцеву температури води обґрунтовано прийняти.

№ задачі	Суміш	G_f , кг/год	G_w , кг/год	\bar{x}_f , %	A	B
81	Метилловий спирт-вода	1600	1100	31	0,8	0,18
82	Вода-оцтова кислота	4300	2400	24	0,715	0,258
83	Бензол-толуол	2200	1480	40	0,73	0,246
84	Метилловий спирт-етилловий спирт	3400	2100	22	0,743	0,239
85	Етиловий спирт-вода	2600	1500	35	0,75	0,231

Задачі 86-90

В ректифікаційну колону безперервної дії подається рідка суміш з масовою концентрацією за легколетким компонентом \bar{x}_f %. Визначити витрати тепла в кубі колони і кількість тепла, яка відводиться в дефлегматорі на 1 кг дистилляту, якщо легколеткого компонента в ньому \bar{x}_p %, а кубовий залишок практично не містить легколеткого компонента. Вихідна суміш

подається в колону при температурі t_f °C. Флегмове число R. Тепловими втратами знехтувати. (Відсотки масові).

№ задачі	Суміш	$\bar{x}_f, \%$	$\bar{x}_p, \%$	$t_f, ^\circ\text{C}$	R
86	Етиловий спирт-вода	10	94	70	4,0
87	Метилловий спирт-вода	40	96	72,5	1,78
88	Хлороформ-бензол	38	97	77,6	5,0
89	Сірковуглець-чотирихлористий вуглець	24	95	68	3,0
90	Ацетон-етиловий спирт	30	93	56	2,5

Задачі 91-95

В ректифікаційній колоні безперервної дії, що працює при атмосферному тиску, розділяється рідка суміш, яка містить \bar{x}_f % легколеткого компонента.

В дистилаті потрібно отримати \bar{x}_p % легколеткого компонента. (Відсотки масові). Вивести рівняння робочої лінії верхньої частини колони, якщо робоче флегмове число в 2 рази більше мінімального.

№ задачі	Суміш	$\bar{x}_f, \%$	$\bar{x}_p, \%$
91	Бензол-хлороформ	40	96
92	Етиловий спирт-вода	42	95
93	Ацетон-вода	36	97
94	Метилловий спирт-вода	38	90
95	Сірковуглець-чотирихлористий вуглець	35	94

Задачі 96-100

Визначити висоту і діаметр тарілчастої ректифікаційної колони, яка працює при атмосферному тиску. Витрата вихідної суміші G_f кг/год. Вміст легколеткого компонента у вихідній суміші x_f %, у дистилаті x_p %, у кубовому залишку x_w % (відсотки мольні). Швидкість пари в колоні ω м/с, відстань між тарілками $h_{\text{м.т.}}$ мм. Залежність коефіцієнта збагачення η від складу рідини:

$x, \%$	10	20	30	40	50	60	70	80	90
η	0,45	0,55	0,63	0,69	0,75	0,78	0,80	0,80	0,80

№ задачі	Суміш	G_f , кг/год	$x_f, \%$	$x_p, \%$	$x_w, \%$	ω , м/с	$h_{\text{м.т.}}$, мм
96	Метилловий спирт-вода	3000	40	95	5	0,8	300
97	Бензол-толуол	6000	42	98	4	1,2	400
98	Хлороформ-бензол	4000	38	97	10	0,9	350
99	Етиловий спирт-вода	5000	28	94	4,5	1,0	400
100	Вода-оцтова кислота	7000	69	92	30	1,6	300

2.2 Абсорбція

Задачі 101-105

Розрахувати коефіцієнт масовіддачі по газовій фазі β_y в абсорбері діаметром $D_{абс}$ м, в якому поглинаються пари компонента В із інертного газу в наступних умовах: насадка із кілець Рашіга, які завантажені навалом; середня температура процесу t °С; тиск в абсорбері $P_{абс}$ МПа; витрата інертного газу-носія G_r кг/год; густина газу при нормальних умовах ρ_{r0} кг/м³; коефіцієнт дифузії пари компонента А в газі при нормальних умовах $D_0 = 12 \cdot 10^{-6}$ м²/с; коефіцієнт динамічної в'язкості газу при робочих умовах μ_r мПа·с. Режим роботи плівковий.

№ задачі	Розміри керамічних кілець Рашіга, мм	$D_{абс}$, м	t , °С	G_r , кг/год	ρ_{r0} , кг/м ³	μ_r , мПа·с
101	25x25x3	1,6	40	4200	0,48	0,012
102	35x35x3	2,0	35	8800	0,42	0,011
103	50x50x5	2,4	40	14200	0,38	0,009
104	35x35x3	1,8	32	9200	0,45	0,014
105	50x50x5	2,6	38	15400	0,40	0,016

Задачі 106-110

Визначити діаметр абсорбера $D_{абс}$ і число одиниць переносу n_{ou} для процесу поглинання аміаку чистою водою із циркуляційного газу на установці синтезу аміаку при робочому тиску $P = 0,15$ МПа і температурі t °С. Середня молекулярна маса інертного газу носія M_r кг/кмоль. Початковий вміст аміаку u_p об.%. Ступінь вилучення аміаку C_b %. Витрата інертного газу-носія при нормальних умовах V_{r0} нм³/год. Лінію рівноваги вважати прямою, її рівняння у відносних масових концентраціях має вигляд: $\bar{Y}^* = 0,56 \bar{X}$. Фіктивна швидкість газу в абсорбері w_r м/с. Коефіцієнт надлишку абсорбента ϕ .

№ задачі	u_p , об.%	C_b , %	V_{r0} , нм ³ /год	w_r , м/с	ϕ	t , °С	M_r , кг/кмоль
106	5,6	92	6000	0,48	1,2	30	12,5
107	6,2	94	5600	0,51	1,3	28	12,8
108	8,0	88	6400	0,54	2,0	35	11,8
109	9,2	86	6800	0,44	2,2	38	11,2
110	10,0	89	7200	0,55	2,0	32	11,6

Задачі 111-115

Визначити діаметр та необхідну висоту насадки в абсорбері, який призначений для поглинання аміаку чистою водою із суміші аміаку і повітря під тиском P МПа і середній температурі процесу t °С. Початковий вміст аміаку в повітрі u_p об.%. Ступінь вилучення аміаку C_b %. Витрата інертного газу (повітря) при нормальних умовах V_{r0} нм³/год. Лінію рівноваги вважати прямою, яка описується рівнянням у відносних масових концентраціях:

$\bar{Y}^* = 0,58 \bar{X}$. Фіктивна швидкість газу в абсорбері w_r м/с. Коефіцієнт надлишку абсорбента ϕ . Висота одиниці переносу h_{oy} м.

№ задачі	Y_p , % (об.)	C_b , %	P , МПа	t , °С	V_{r0} , нм ³ /ГОД	w_r , м/с	ϕ	h_{oy} , м
111	6,2	91	0,2	28	8600	0,62	1,25	4,8
112	5,4	96	0,3	32	7200	0,76	1,3	4,2
113	8,6	92	0,36	36	9200	0,58	1,4	5,8
114	10,2	89	0,28	35	6800	0,52	1,35	4,9
115	9,6	94	0,32	30	12000	0,74	1,38	5,2

Задачі 116-120

Визначити діаметр та висоту абсорбера для поглинання парів ацетону чистою водою із його суміші з повітрям при тиску в апараті P МПа, середній температурі t °С. Початковий вміст ацетону в повітряній суміші y_p об.%. Ступінь вилучення ацетону C_b . Витрата інертного газу (повітря) V_{r0} нм³/год (при нормальних умовах).

Лінія рівноваги у відносних масових концентраціях має вигляд: $\bar{Y}_1 = 0,27 \bar{X}$. Фіктивна швидкість газу в абсорбері w_r м/с. Відстань між тарілками ℓ м. Середній ККД тарілок η .

Коефіцієнт надлишку абсорбента ϕ .

№ задачі	Y_p , об.%	C_b , %	P , МПа	t , °С	V_{r0} , нм ³ /ГОД	w_r , м/с	ℓ , м	η	ϕ
116	5,0	96	0,12	25	11500	0,74	0,8	0,42	1,3
117	6,0	91	0,16	28	7000	0,84	0,5	0,48	1,4
118	8,2	89	0,22	30	8500	0,72	0,6	0,52	1,5
119	9,6	93	0,18	24	9500	0,86	0,8	0,54	1,6
120	10,3	92	0,24	32	10200	0,66	0,7	0,58	1,8

Задачі 121-125

Визначити коефіцієнт масовіддачі для газової фази β_r кг/м²с при абсорбції із повітря компонента А, в насадковому абсорбері. Насадка – кільця керамічні завантажені навалом (розміри див. у варіанті завдання). Фіктивна швидкість газу в абсорбері w_r м/с. Середня температура в апараті t °С, робочий тиск P МПа.

Гідродинамічний режим роботи абсорбера – плівковий.

№ задачі	Компонент А	Розміри керамічних кільць Рашига, мм	w_r , м/с	t , °С	P , МПа
121	CO ₂	25x25x3	0,8	35	3,0
122	SO ₂	35x35x4	0,7	8	2,0
123	NH ₃	50x50x5	0,75	30	0,15
124	C ₆ H ₆	35x35x4	0,6	25	0,5
125	HCl	15x15x2	0,55	20	0,11

Задачі 126-130

Визначити коефіцієнт масовіддачі для рідинної фази β_x кг/м²·с у насадковому абсорбері, в якому поглинається газовий компонент А водою при температурі t °С. Густина зрошення насадки U м³/м²·год.

Насадка – керамічні кільця Рашіга (розміри див. у варіанті завдання) завантажені навалом.

Коефіцієнт змоченості насадки ψ .

Абсорбер функціонує в плівковому режимі.

№ задачі	Газ А	$t, ^\circ\text{C}$	$U, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$	Розміри керамічних кілець Рашіга, мм	ψ
126	NH ₃	35	58	50x50x5	0,92
127	CO ₂	25	62	35x35x4	0,89
128	H ₂ S	28	56	35x35x4	0,96
129	NO	32	64	35x35x4	0,94
130	HCl	20	48	25x25x3	0,98

Задачі 131-135

Повітря з домішкою діоксиду сірки очищається в насадковому абсорбері водою. Абсорбер заповнено насадкою із керамічних кілець Рашіга (див. варіанти завдання). Середня температура процесу $t_{\text{сеп}}^{\circ}\text{C}$, абсолютний тиск $P_{\text{абс}}$ кгс/см², масова швидкість газової суміші, яка віднесена до повного перерізу абсорбера G_c/S кг/(м²·с). Визначити коефіцієнт масовіддачі для газової фази, за умови, що апарат працює в плівковому режимі. В'язкість і густину газової суміші розрахувати при середньому вмісті діоксиду сірки в повітрі $u_{\text{сеп}}$ об. %.

№ задачі	Розміри керамічних кілець Рашіга, мм	$t_{\text{сеп}}, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{абс}}, \text{ кгс}/\text{см}^2$	$G_c/S, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	$u_{\text{сеп}}, \text{ об.}\%$
131	50x50x5	26	4,0	1,1	5,5
132	25x25x3	28	7,0	1,2	6,2
133	35x35x4	35	2,0	1,4	7,8
134	25x25x3	30	5,0	0,9	6,9
135	35x35x4	25	10,0	1,4	8,4

Задачі 136-140

В абсорбер надходить V_r м³/год повітря, який містить u_n об. % аміаку. Ступінь поглинання аміаку чистою водою C_n . Коефіцієнт надлишку абсорбента ϕ . Визначити витрату води L м³/год та число одиниць переносу $n_{\text{оу}}$ графічним способом. Рівноважні концентрації наведено нижче.

$X, \frac{\text{кмоль NH}_3}{\text{кмоль H}_2\text{O}}$	0	0,045	0,01	0,0125	0,015	0,020	0,023	0,03
$Y^*, \frac{\text{кмоль NH}_3}{\text{кмоль повітря}}$	0	0,005	0,0102	0,0138	0,0183	0,0273	0,0327	0,061

№ задачі	$V_r, \text{нм}^3/\text{год}$	$y_p, \text{об.}\%$	C_p	ϕ
136	160	3,6	0,91	1,4
137	180	3,8	0,92	1,6
138	1400	4,2	0,94	1,8
139	2300	4,8	0,90	1,5
140	3000	3,2	0,88	1,7

Задачі 141-145

В абсорбері чистою водою поглинається аміак із суміші його з повітрям. Витрата води складає $L \text{ м}^3/\text{год}$. Початковий вміст аміаку в повітрі y_p об.%. Ступінь поглинання аміаку C_p %. Визначити витрату газової суміші на вході в абсорбер $V_r \text{ нм}^3/\text{год}$ та число одиниць переносу n_{oy} методом графічного інтегрування. Рівноважні концентрації наведено нижче. Коефіцієнт надлишку адсорбента ϕ .

$X, \frac{\text{кмольNH}_3}{\text{кмольH}_2\text{O}}$	0	0,042	0,0094	0,0118	0,0142	0,019	0,020	0,028	0,030
$Y^*, \frac{\text{кмольNH}_3}{\text{кмольповітря}}$	0	0,0029	0,0063	0,0081	0,0107	0,0160	0,0192	0,0357	0,0469

№ задачі	$y_p, \text{об.}\%$	$C_p, \%$	ϕ	$L, \text{м}^3/\text{год}$
141	6,0	90	1,5	1,2
142	5,8	91	1,4	1,1
143	5,2	89	1,6	1,3
144	5,4	92	1,8	1,25
145	5,0	88	2,0	1,15

Задачі 146-150

В абсорбері поглинається діоксид сірки чистою водою із повітря при середньому тиску $P_{\text{абс}} \text{ кгс/см}^2$ і температурі $t^\circ\text{C}$ у кількості $M \text{ кг/год}$. Початковий вміст SO_2 у вихідній газовій суміші на вході в абсорбер y_p об.%. Ступінь поглинання SO_2 C_p , на виході із абсорбера вода містить $\bar{X}_k, \frac{\text{кгSO}_2}{\text{кгH}_2\text{O}}$. Визначити об'ємні витрати води V в $\text{м}^3/\text{с}$ та газової суміші на вході в абсорбер (при робочих умовах) $V_{r.c.} \text{ м}^3/\text{с}$.

№ задачі	$P_{\text{абс}}, \text{кгс/см}^2$	$t, ^\circ\text{C}$	$M, \text{кг/год}$	$y_p, \text{об.}\%$	C_p	$\bar{X}_k, \frac{\text{кгSO}_2}{\text{кгH}_2\text{O}}$
146	1,6	15	240	6,0	0,86	0,0042
147	1,8	25	200	6,2	0,88	0,0051
148	2,2	30	160	7,4	0,94	0,0058
149	2,8	35	340	6,8	0,85	0,0064
150	3,6	40	320	7,8	0,92	0,0082

Задачі 151-160

Розрахувати за наближеними формулами коефіцієнти дифузії газу (пари) А в рідині В при температурі $t^{\circ}\text{C}$.

№ задачі	Газ А	Рідина В	$t,^{\circ}\text{C}$
151	H_2S	Вода	40
152	SO_2	Метилловий спирт	35
153	CO_2	Етиловий спирт	38
154	C_2H_2	Вода	25
155	N_2	Ацетон	32
156	O_2	Метилловий спирт	30
157	NH_3	Вода	40
158	C_6H_6	Ацетон	30
159	NO	Ацетон	28
160	Cl_2	Вода	32

Задачі 161-170

Визначити за емпіричними формулами коефіцієнт дифузії газу (пари) А в газі (В) при абсолютному тиску P кгс/см² і температурі $t^{\circ}\text{C}$.

№ задачі	Газ (пара) А	Газ В	$P, \text{кгс/см}^2$	$t,^{\circ}\text{C}$
161	H_2	C_6H_6	1,5	120
162	H_2O	N_2	2,0	105
163	SO_2	COS	2,5	125
164	H_2S	SO_2	1,2	80
165	COS	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	1,6	90
166	Cl_2	Br_2	1,8	58
167	Br_2	O_2	1,4	68
168	H_2O	CH_3OH	1,8	108
169	NO	N_2	2,1	36
170	NH_3	H_2	5,0	42

Задачі 171-175

В насадковому абсорбері діаметром $D_{\text{абс.}}$ м поглинається сірководень чистою водою із повітря під тиском $P_{\text{абс.}}$ кгс/см² при температурі $t^{\circ}\text{C}$. Початковий вміст компонента А на вході в абсорбер $y_{\text{п}}$ об.%. Ступінь поглинання H_2S $S_{\text{п}}$. Коефіцієнт надлишку абсорбента ϕ . Коефіцієнт масопередачі в абсорбері $K_y \frac{\text{кгH}_2\text{S}}{\text{м}^2 \cdot \text{с(од.руш.сили)}}$. Насадка із керамічних кілець

Рашіга, які завантажені навалом (розміри – див. варіант завдання). Коефіцієнт зрошення насадки ψ . Висота одиниці переносу $h_{\text{оу}}$ м. Визначити витрату води в абсорбері та загальну висоту шару насадки.

№ задачі	$D_{абс.}, м$	$P_{абс.}, кгс/см^2$	$t, ^\circ C$	$Y_{п.}, об. \%$	$C_{п.}$	φ	$K_y, \frac{кгH_2S}{м^2 \cdot с(од.руш.сили)}$	ψ	h_{o_y}	Розмір кільця Рашіга
171	0,8	10,0	20	6,2	0,88	1,5	$34 \cdot 10^{-5}$	0,91	8,0	25x25x3
172	1,0	12,0	25	6,8	0,91	1,8	$38 \cdot 10^{-5}$	0,95	7,4	35x35x4
173	1,4	15,0	30	7,0	0,89	2,0	$52 \cdot 10^{-5}$	0,88	6,5	35x35x4
174	1,2	18,0	30	7,8	0,85	1,4	$58 \cdot 10^{-5}$	0,82	6,8	25x25x3
175	2,0	14,0	15	8,6	0,86	1,9	$48 \cdot 10^{-5}$	0,92	7,6	35x35x3

Задачі 176-180

Розрахувати коефіцієнт масовіддачі β_x у рідинній фазі в насадковому абсорбері при поглинанні газового компонента А водою при температурі $t ^\circ C$. Густина зрошення U $м^3/м^2 \cdot год$. Насадка – керамічні кільця Рашіга, які завантажені навалом (див. таблицю). Коефіцієнт зрошення насадки ψ .

№ задачі	Компонент А	Температура, $t, ^\circ C$	Густина зрошення $U, м^3/м^2 \cdot год$	Коефіцієнт зрошення насадки ψ	Насадка, мм
176	NH_3	30	62	0,90	35x35x4
177	Cl_2	25	68	0,95	25x25x3
178	H_2S	35	72	0,92	50x50x5
179	HCl	30	86	0,89	35x35x4
180	NO	25	74	0,90	25x25x3

Задачі 181-185

В абсорбері, в якому під тиском $P_{абс.}$ МПа, поглинається водою компонент А, при температурі $t ^\circ C$ коефіцієнти масовіддачі мають значення

$$\beta_y \frac{кмоль}{м^2 \cdot год(\Delta y = 1)}; \beta_x \frac{кмоль}{м^2 \cdot год(\Delta x = 1)}$$

Визначити коефіцієнти масопередачі K_y і K_x та в скільки разів дифузійний опір рідинної фази відрізняється від дифузійного опору газової фази.

№ задачі	Компонент А	$P_{абс.}, МПа$	$t, ^\circ C$	$\beta_y, \frac{кмоль}{м^2 \cdot год(\Delta y = 1)}$	$\beta_x, \frac{кмоль}{м^2 \cdot год(\Delta x = 1)}$
181	Ацетилен	2,2	20	18	1,8
182	Бром	1,5	25	14	2,2
183	Метан	1,7	15	16	4,5
184	H_2S	2	30	0,8	3,4
185	етан	4	25	28	4,8

Задачі 186-195

Визначити витрату абсорбента А для осушення газу В від водяної пари. Витрата інертного газу $V_{i.г.}$ $м^3/год$ В при тиску $P_{абс.}$ МПа і температурі $t ^\circ C$.

Початковий вміст вологи в газі $\bar{Y}_n, кг/кг$ і.г. Кінцевий вміст – $\bar{Y}_k, кг/кг$ і.г.

Початковий вміст води в абсорбенті $\bar{X}_n = 0,12$ кг/кг абсорбента, кінцевий вміст $\bar{X}_k = 1,8$ кг/кг абсорбента.

№ задачі	Абсорбент А	Інертний газ В	$V_{i.g.}$, м ³ /ГОД	$P_{абс.}$, МПа	$t, ^\circ C$	\bar{Y}_n	\bar{Y}_k
186	Сірчана кислота	Повітря	800	0,2	25	0,019	0,005
187	Моноетаноламін	Метан	900	0,5	30	0,022	0,007
188	Триетаноламін	Етан	1000	0,6	35	0,026	0,008
189	Сірчана кислота	Бутан	1200	0,4	40	0,032	0,009
190	Сірчана кислота	Повітря	1100	0,15	20	0,024	0,0085
191	Триетаноламін	Метан	1500	0,25	32	0,039	0,004
192	Діетаноламін	Етан	1600	0,35	38	0,042	0,006
193	Сірчана к-та	Метан	980	0,4	15	0,34	0,008
194	Моногідрат SO ₃	Повітря	2200	0,28	18	0,038	0,009
195	Триетаноламін	Пропан	2600	0,12	38	0,048	0,004

Задачі 196-200

В насадковому абсорбері діаметром D м поглинається чистою водою газ А із повітря. Початковий вміст компонента А в повітрі на вході в абсорбер u_n об.%. Ступінь поглинання компонента А в абсорбері C_n . На виході із абсорбера вода містить \bar{X}_k кг А/кг води. Коефіцієнт масопередачі процесу абсорбції K_y кг А/м²·с ($\Delta \bar{Y} = 1$). Насадка – керамічні кільця Рашіга (див. варіант завдання). Коефіцієнт зрошення насадки ψ . Висота одиниці переносу h_{oy} м. Визначити витрату води – L , кг/с.

№ задачі	Компонент А	D , м	u_n , об.%	C_n	\bar{X}_k , кг А/кг води	K_y , кг А / м ² ·сх ($\Delta \bar{Y} = 1$)	Кільця Рашіга, мм	h_{oy} , м	ψ
196	SO ₂	0,8	6,8	0,95	0,14	0,006	25x25x3	1,1	0,91
197	H ₂ S	1,0	7,4	0,92	0,09	0,007	35x35x4	1,5	0,92
198	NO	1,2	7,8	0,96	0,08	0,004	35x35x4	1,4	0,88
199	NH ₃	1,4	8,1	0,94	0,28	0,009	50x50x5	0,8	0,96
200	Br ₂	0,6	5,6	0,88	0,12	0,008	15x15x3	0,4	0,98

2.3. Адсорбція

Задачі 201-210

Визначити необхідну кількість активного вугілля, висоту шару адсорбенту та діаметр абсорбера періодичної дії для поглинання парів компонента А із повітря. Витрата пароповітряної суміші V , м³/год. Динамічна активність вугілля a_0 , %, залишкова активність $a_{зал}$, %. Швидкість пароповітряної

суміші, ω , м/с. Тривалість адсорбції складає τ , год. Початкова концентрація компонента в суміші C_0 , кг/м³, насипна густина адсорбенту $\rho_{\text{нас}}$. 500 кг/м³.

№ задачі	V, м ³ /год	C ₀ , кг/м ³	ω , м/с	a _д , мас.%	a _{зал} , мас.%	τ , год	Компонент А
201	3450	0,025	0,235	7,0	0,8	1,45	Бензол
202	2900	0,03	0,2	8,0	0,7	1,3	Ацетон
203	3000	0,022	0,24	7,5	0,6	1	Етиловий спирт
204	2950	0,018	0,25	6,5	0,7	1,1	Бензин
205	2980	0,015	0,21	6,0	0,5	2,2	Метиловий спирт
206	3100	0,031	0,19	7,0	0,6	1,8	Етиловий ефір
207	3400	0,029	0,22	6,5	0,65	1,5	Діетиловий ефір
208	3350	0,017	0,18	7,5	0,55	1,6	Бензол
209	3150	0,028	0,26	8,0	0,75	2	Ацетон
210	3200	0,025	0,27	7,0	0,5	1,4	Бензин

Задачі 211-220

Через адсорбер безперервної дії діаметром D, м, проходить V, м³/год, парогазової суміші, з концентрацією бензолу C₀, кг/м³. Визначити швидкість руху вугілля в адсорбері.

Ізотерма адсорбції бензолу:

C · 10 ³ кг/м ³	25	37	50	75	100	125	150	200
a* кг/м ³	15	20	25	29	32	35	38	40

№ задачі	D, м	V, м ³ /год	C ₀ , кг/м ³
211	0,33	126	0,150
212	0,27	122	0,200
213	0,34	134	0,145
214	0,3	132	0,120
215	0,31	127	0,135
216	0,32	120	0,130
217	0,35	125	0,140
218	0,32	135	0,150
219	0,25	130	0,145
220	0,26	128	0,135

Задачі 221-230

Тривалість поглинання пари компонента А (C₀, г/м³) шаром активного вугілля висотою H, м та площею поперечного перерізу S, м², при об'ємній швидкості V, м³/хв, складає τ , хв. Активність вугілля a* кг/м³. Визначити коефіцієнт захисної дії та втрату тривалості захисної дії шару адсорбенту.

№ задачі	a^* , кг/м ³	C_0 , г/м ³	V , м ³ /хв	S , м ²	τ , хв	H , м	Компонент А
221	200	6,7	0,02	0,015	336	0,025	Ацетон
222	220	6,8	0,025	0,01	360	0,05	Діетиловий ефір
223	215	6,6	0,03	0,012	300	0,035	Бензин
224	225	6,5	0,022	0,013	335	0,03	Етиловий ефір
225	210	6,55	0,031	0,01	300	0,04	Бензол
226	230	6,65	0,032	0,02	310	0,02	Етиловий спирт
227	218	6,4	0,034	0,021	370	0,031	Ацетон
228	224	6,3	0,035	0,018	340	0,032	Метилловий спирт
229	220	6,0	0,03	0,016	330	0,03	Бензин
230	217	6,2	0,022	0,01	315	0,034	Бензол

Задачі 231-240

Визначити необхідну кількість вугілля, висоту шару вугілля, швидкість пароповітряної суміші в адсорбері періодичної дії, діаметром D , м, для поглинання пари компонента А з повітря. Витрата пароповітряної суміші V , м³/год. Динамічна активність вугілля a_d , %, залишкова $a_{зал}$,%. Тривалість адсорбції складає τ , год. Концентрація компонента в суміші C_0 , кг/м³, насипна густина адсорбента $\rho_{нас}$ – 500 кг/м³.

№ задачі	V , м ³ /год	C_0 , кг/м ³	a_d , мас. %	$a_{зал}$, мас. %	D , м	τ , год	Компонент А
231	3450	0,018	5,5	0,65	2,1	2	Діетиловий ефір
232	3400	0,022	7,0	0,55	2,0	1,5	Бензол
233	3100	0,028	6,0	0,7	2,15	2,2	Ацетон
234	3250	0,03	5,5	0,75	2,25	2,3	Етиловий спирт
235	3550	0,02	6,5	0,6	2,1	1,9	Етиловий ефір
236	3000	0,01	6,0	0,5	2,0	1,0	Бензол
237	3500	0,015	5,0	0,7	2,2	2,2	Бензин
238	3200	0,02	6,5	0,6	2,3	1,8	Ацетон
239	3300	0,03	7,5	0,8	2,4	2,4	Метилловий спирт
240	3600	0,025	7,0	0,6	2,5	1,6	Етиловий спирт

Задачі 241-250

За ізотермою адсорбції бензолу для 20⁰С на вугіллі марки АР-А побудувати ізотерму адсорбції компонента А із суміші його з повітрям.

Рівноважні дані адсорбції бензолу на вугіллі марки АР-А при 20⁰С:

P , мм рт.ст.	0,105	0,223	1	3	8	13	19	33	42	50
a^* , кг/кг	0,103	0,122	0,208	0,233	0,263	0,276	0,294	0,318	0,338	0,359

№ задачі	Компонент А
241	Етиловий спирт
242	Метиловий спирт
243	Етилацетат
244	Сірковуглець
245	Метилацетат
246	Ацетон
247	Бутилацетат
248	Метилацетат
249	Пропілацетат
250	Діетилацетат

Задачі 251-260

Через адсорбер безперервної дії діаметром D м проходить V м³/год парогазової суміші, яка містить C_0 кг/м³ бензолу. Статична активність активного вугілля a^* кг/м³. Визначити швидкість руху активного вугілля в адсорбері.

№ задачі	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260
D , м	0,32	0,35	0,32	0,25	0,26	0,30	0,28	0,24	0,38	0,30
C_0 , кг/м ³	0,135	0,145	0,150	0,140	0,130	0,125	0,145	0,160	0,180	0,110
a^* , кг/м ³	30	35	36	28	25	30	30	32	31	26
V , м ³ /ГОД	120	125	135	130	128	150	150	160	145	152

Задачі 261-270

В адсорбері безперервної дії поглинається G кг/год ацетону. Площа поперечного перерізу шару адсорбенту S м², коефіцієнт масовіддачі β_y с⁻¹, середня рушійна сила адсорбції C_{cp} кг/м³, відрізок ізотерми, що відповідає початковій та кінцевій концентрації ацетону в парогазовій суміші – пряма лінія. Визначити висоту шару адсорбента.

№ задачі	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
G , кг/год	4000	4200	4800	3600	5000	3500	4500	3200	2700	4300
S , м ²	1,0	1,1	1,2	1,3	0,9	1,8	1,0	1,6	1,3	1,5
β_y , с ⁻¹	5,0	6,0	7,5	8,0	4,5	6,5	7,0	6,6	7,3	5,8
C_{cp} , кг/м ³	0,040	0,025	0,03	0,036	0,028	0,044	0,05	0,032	0,027	0,033

Задачі 271-280

За ізотермою адсорбції етилового ефіру для 20⁰С на вугіллі марки СКТ побудувати ізотерму адсорбції для компонента А із суміші його з повітрям.

Рівноважні дані по адсорбції етилового ефіру на вугіллі марки СКТ:

P, мм рт.ст.	0,0202	0,0501	2,82	10,1	32,2	56,9	88,2	169,2	224,5	275,0
a* кг/кг	0,0837	0,0992	0,169	0,19	0,212	0,224	0,24	0,258	0,273	0,292

№ задачі	Компонент А
271	Толуол
282	Гексан
283	Бутиловий спирт
284	Аміловий спирт
285	Бензол
286	Хлорбензол
287	Сірковуглець
288	Ацетон
289	Етиловий спирт
280	Пропілацетат

Задачі 281-290

Визначити кількість тепла, що виділяється за один період τ хв, при адсорбції компонента А активним вугіллям. Діаметр адсорбера D м, висота шару адсорбенту H м. Швидкість проходження пароповітряної суміші через адсорбер ω м/хв. Концентрація компонента в парогазовій суміші на вході в адсорбер, C_0 кг/м³, на виході із адсорбера – 5% від концентрації на вході. Температура адсорбції 20⁰С, насипна густина адсорбенту $\rho_{нас.}$ – 500 кг/м³.

№ задачі	Компонент А	τ , хв	D, м	C_0 , кг/м ³	H, м	ω , м/хв
281	Етиловий спирт	133	2,0	0,025	1,0	15
282	Бензол	140	1,2	0,090	0,3	24
283	Чотирихлористий вуглець	150	2,5	0,035	0,8	28
284	Діетилловий ефір	120	1,5	0,025	1,1	20
285	Метилловий спирт	125	2,3	0,020	0,35	22
286	Сірковуглець	145	1,4	0,040	0,9	21
287	Хлороформ	130	1,6	0,035	1,1	30
288	Етилхлористий	135	2,1	0,120	0,4	25
289	Етилбромистий	142	1,5	0,260	0,7	18
290	Етилформиат	128	1,3	0,060	1,2	21

Задачі 291-300

Визначити тривалість поглинання до проскоку та втрату часу захисної дії для адсорбції пари компонента А шаром активного вугілля висотою Н, м. Швидкість парогазової суміші ω м/хв, діаметр частинок вугілля $d_q = 2,75$ мм, динамічні коефіцієнти складають B_1 та B_2 .

№ задачі	Компонент А	Н, м	ω , м/хв.	B_1	B_2
291	Бензол	0,1	5,0	12268	49072
292	Етиловий спирт	0,12	4,5	12104	50835
293	Етиловий ефір	0,14	3,2	15127	52945
294	Чотирихлористий вуглець	0,18	4	14500	48563
295	Сірковуглець	0,2	3,3	9017	45085
296	Етиловий спирт	0,15	5	17101	51303
297	Бензол	0,12	4,7	12104	32475
298	Етиловий ефір	0,22	4,4	14524	50835
299	Хлороформ	0,15	4,8	14020	49072
300	Бензол	0,1	3,3	17648	52945

2.4. Екстракція

Задачі 301-310

Побудувати трикутну діаграму фазової рівноваги для системи компонентів А-В-С. За допомогою діаграми визначити вміст компонентів А і С у водному шарі, якщо концентрація компонента В у вихідній суміші дорівнює

x_f мас.%. Необхідні дані взяти у додатку 2.

№ задачі	Компоненти			x_f , мас.%
	А	В	С	
301	Вода	Ацетон	Хлорбензол	55
302	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	20
303	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	40
304	Вода	Ацетон	Трихлорметан	30
305	Вода	Ацетон	МІБК	25
306	Вода	Ацетон	Хлорбензол	35
307	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	15
308	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	35
309	Вода	Ацетон	Трихлорметан	45
310	Вода	Ацетон	МІБК	20

Задачі 311-320

Побудувати трикутну діаграму фазової рівноваги для системи компонентів А-В-С. Визначити за допомогою діаграми вміст компонентів А і С

у водному шарі з концентрацією компонента В x_R мас.%, а також рівноважний з ним склад екстракту.

Необхідні дані для побудови діаграми взяти у додатку 2. Необхідну додаткову лінію рівноваги побудувати за допомогою з'єднувальної кривої.

№ задачі	Компоненти			x_R , мас.%
	А	В	С	
311	Вода	Ацетон	Хлорбензол	55
312	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	20
313	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	40
314	Вода	Оцтова кислота	Трихлоретан	30
315	Вода	Ацетон	МІБК	25
316	Вода	Ацетон	Хлорбензол	35
317	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	15
318	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	35
319	Вода	Ацетон	Трихлоретан	45
320	Вода	Ацетон	МІБК	20

Задачі 321-330

Побудувати трикутну діаграму фазової рівноваги для системи компонентів А-В-С. Визначити за діаграмою кількість компонента В кг (G_B , кг) при додаванні якого стане гомогенною і перестане розшаровуватися суміш, яка складається з G_A кг компонента А і G_C кг компонента С.

Необхідні дані взяти у додатку 2.

№ задачі	Компоненти			G_A , кг	G_C , кг
	А	В	С		
321	Вода	Ацетон	МІБК	0,10	0,15
322	Вода	Ацетон	Трихлоретан	0,15	0,20
323	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	0,25	0,30
324	Вода	Ацетон	Хлорбензол	0,20	0,25
325	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий спирт	0,30	0,35
326	Вода	Ацетон	Трихлоретан	0,23	0,28
327	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	0,27	0,32
328	Вода	Ацетон	МІБК	0,18	0,23
329	Вода	Ацетон	Хлорбензол	0,13	0,18
320	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	0,16	0,21

Задачі 331-340

В процесі одноступеневої екстракції змішали G_F кг бінарного розчину В в А з G_S , кг розчинника-екстрагента С. У результаті одержали G_M кг гетерогенної суміші, яка розшарувалася на екстракт з вмістом компонента В y_E мас.% і рівноважний з ним рафінат.

За допомогою трикутної діаграми (дані для побудови взяти в додатку 2) визначити вихід екстракту G_E , кг; рафінату G_R , кг; склад рафінату \bar{x}_2 мас.%; витрату вихідного розчину G_F , кг; склад вихідного розчину \bar{x}_F мас.%; витрату екстрагента G_S .

№ задачі	Компоненти			G_M , кг	y_E , %мас
	А	В	С		
331	Вода	Ацетон	МІБК	300	25,0
332	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	240	11,40
333	Вода	Ацетон	Трихлоретан	320	37,06
334	Вода	Ацетон	Хлорбензол	180	37,48
335	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	260	18,1
336	Вода	Ацетон	Трихлоретан	280	48,21
337	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	150	21,60
338	Вода	Ацетон	МІБК	210	35,0
339	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	160	23,6
340	Вода	Ацетон	Хлорбензол	120	49,44

Задачі 341-350

В процесі одноступеневої екстракції одержано G_E кг екстракту, який містить y_E мас.% компонента В і G_R кг рафінату. За допомогою трикутної діаграми (дані для побудови взяти в додатку 2) визначити склад рафінату \bar{x}_R мас.%, витрату G_F кг, та склад вихідного бінарного розчину В в А \bar{x}_F мас.%, витрату екстрагента С, G_S .

№ задачі	Компоненти			G_E , кг	y_E , мас.%
	А	В	С		
341	Вода	Ацетон	Трихлоретан	100	37,06
342	Вода	Ацетон	Хлорбензол	120	37,48
343	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	140	18,1
344	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	80	21,60
345	Вода	Ацетон	Трихлоретан	250	48,21
346	Вода	Ацетон	МІБК	180	30,0
347	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	150	31,10
348	Вода	Ацетон	Хлорбензол	160	49,44
349	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	200	13,6
350	Вода	Ацетон	Трихлоретан	190	27,66

Задачі 351-360

Із вихідної суміші компонентів А і В екстрагується компонент В екстрагентом С. Визначити кінцевий вміст компонента В у рафінаті, якщо $V_F = 2 \text{ м}^3$ вихідного розчину з концентрацією компонента В, $\bar{C}_f \text{ кг/м}^3$ обробляється послідовно N порціями свіжого екстрагента $V_s = 1,2 \text{ м}^3$ кожна. У свіжому екстрагенті концентрація компонента В, $\bar{C}_{yn} \text{ кг/м}^3$. На кожному ступені екстрагування досягається рівновага. Необхідні дані взяти у додатку 2.

№ задачі	Компоненти			$\bar{C}_f, \text{ кг/м}^3$	$\bar{C}_{yn}, \text{ кг/м}^3$	N
	А	В	С			
351	Вода	Азотна кислота	Трибутил-фосфат	14	1,4	3
352	Вода	Азотна кислота	Дибутил-бутилфосфат	13	1,3	4
353	Вода	Азотна кислота	Трибутил-фосфіноксид	12	1,2	5
354	Вода	Бромисто-воднева кислота	Трибутил-фосфат	6	0,6	4
355	Вода	Фтористо-воднева кислота	Трибутил-фосфат	11	1,1	3
356	Вода	Сірчана кислота	Трибутил-фосфат	4	0,2	4
357	Вода	Соляна кислота	Трибутил-фосфат	9	0,9	5
358	Вода	Фосфорна кислота	Трибутил-фосфат	10	0,3	3
359	Вода	Лимонна кислота	Трибутил-фосфат	2	0,2	3
360	Вода	Хлорна кислота	Трибутил-фосфат	8	2,8	4

Задачі 361-370

Компонент В екстрагується компонентом С з вихідного водного розчину з концентрацією $x_F \text{ мас.}\%$. Рафінат повинен містити не більше $x_R \text{ мас.}\%$ компонента В. За допомогою трикутної діаграми фазової рівноваги, визначити:

1) Кількість розчинника $C_S \text{ кг}$, який необхідно додати до $G_F \text{ кг}$ вихідної суміші, якщо екстрагування проводиться в одному ступені.

2) Вихід рафінату.

Необхідні дані взяти у додатку 2.

№ задачі	Компоненти			$x_F \text{ \% мас.}$	$x_R \text{ \% мас}$	G, кг
	А	В	С			
361	Вода	Ацетон	Трихлоретан	60	5,86	180
362	Вода	Ацетон	МІБК	55	2,6	160
363	Вода	Ацетон	Хлорбензол	50	10,0	140

Продовження табл.

№ задачі	Компоненти			\bar{x}_F мас. %	\bar{x}_R мас. %	G, кг
	A	B	C			
364	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	40	8,8	120
365	Вода		Ізопропіловий ефір	45	6,42	100
366	Вода	Ацетон	Трихлоретан	50	3	150
367	Вода	Ацетон	МІБК	45	5,4	130
368	Вода	Ацетон	Хлорбензол	40	4	110
369	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	55	5,1	170
370	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	60	2,89	160

Задачі 371-380

Із вихідної суміші компонентів А і В екстрагується речовина В вторинним розчинником С. Визначити необхідне число послідовних операцій екстрагування N , якщо обробляється $V_F = 240 \text{ м}^3$ вихідного розчину з початковим вмістом компонента В, \bar{C}_f кг/м³. На кожній операції витрачається $V_S = 120 \text{ м}^3$ регенованого розчинника, який містить \bar{C}_{yn} кг/м³ компонента В. Кінцевий вміст компонента В у рафінаті не повинен перевищувати \bar{C}_R , кг/м³. Взаємною розчинністю компонентів А і С знехтувати.

Необхідні дані для побудови прямокутної діаграми взяти в додатку 3.

№ задачі	Компоненти			Об'ємна масова концентрація, кг/м ³		
	A	B	C	\bar{C}_f	\bar{C}_{yn}	\bar{C}_R
371	Вода	Азотна кислота	Трибутил-фосфат	10	1,2	0,8
372	Вода	Азотна кислота	Дібутил-фосфат	11	1,35	0,9
373	Вода	Азотна кислота	Трибутил-фосфат	12	0,9	1,1
374	Вода	Бромисто-воднева кислота	Трибутил-фосфат	6	0,2	0,8
375	Вода	Фтористо-воднева кислота	Трибутил-фосфат	11	0,6	1,0

Продовження табл.

№ задачі	Компоненти			Об'ємна масова концентрація, кг/м ³		
	А	В	С	\bar{C}_f	\bar{C}_{yn}	\bar{C}_R
376	Вода	Сірчана кислота	Трибутил-фосфат	4,5	0,025	1,2
377	Вода	Соляна кислота	Трибутил-фосфат	8,5	0,05	1,25
378	Вода	Фосфорна кислота	Трибутил-фосфат	12	1,0	1,3
379	Вода	Лимонна кислота	Трибутил-фосфат	2	0,1	0,05
380	Вода	Хлорна кислота	Трибутил-фосфат	8,5	1,5	2,2

Задачі 381-390

Із суміші компонентів А і В екстрагується речовина В вторинним розчинником С.

Кількість вихідної суміші, яка надходить на екстракцію V_F м³/год. Вміст компонента В у вихідному розчині \bar{C}_f кг/м³; у екстракті \bar{C}_E кг/м³; у рафінаці \bar{C}_R кг/м³. Процес реалізується в протитечійному багатоступеневому екстракторі безперервної дії чистим екстрагентом.

Визначити необхідну кількість екстрагента V_s кг/год, і число теоретичних ступенів екстрагування. Взаємною розчинністю компонентів А і С знехтувати.

Необхідні дані для побудови прямокутної діаграми взяти в додатку 3.

№ задачі	Компонент			Об'ємна масова концентрація, кг/м ³			V_F , м ³ /год
	А	В	С	\bar{C}_f	\bar{C}_{yn}	\bar{C}_R	
381	Вода	Азотна кислота	Трибутил-фосфат	14	3,0	0,3	12
382	Вода	Азотна кислота	Дібутил-фосфат	12	3,5	0,35	14
383	Вода	Азотна кислота	Трибутил-фосфат	11	5,5	0,32	16
384	Вода	Бромисто-воднева кислота	Трибутил-фосфат	6	8,5	0,28	10
385	Вода	Фтористо-воднева кислота	Трибутил-фосфат	10	3,0	0,42	18

Продовження табл.

№ задачі	Компонент			Об'ємна масова концентрація, кг/м ³			V _F , м ³ /год
	A	B	C	\bar{C}_f	\bar{C}_{yn}	\bar{C}_R	
386	Вода	Сірчана кислота	Трибутил- фосфат	4,0	0,5	1,1	16
387	Вода	Соляна кислота	Трибутил- фосфат	7,5	0,05	2,2	20
388	Вода	Фосфорна кислота	Трибутил- фосфат	12	1,0	1,3	24
389	Вода	Лимонна кислота	Трибутил- фосфат	3,29	0,54	0,03	22
390	Вода	Хлорна кислота	Трибутил- фосфат	9,5	17	1,2	28

Задачі 391-400

В результаті екстрагування в один ступінь бінарного розчину, який складався із компонентів А і В, одержали G_E, кг екстракту із вмістом компонента В, \bar{x}_E мас.% та G_R кг рафінату. За допомогою трикутної діаграми фазової рівноваги визначити склад рафінату \bar{x}_R мас.%, витрату вихідного бінарного розчину G_F кг, склад вихідного \bar{x}_F мас.%, витрату екстрагента С, G_S кг.

Необхідні дані для побудови трикутної діаграми взяти у додатку 2.

№ задачі	Компоненти			G _E , кг	G _R , кг	\bar{x}_F , (% мас),
	A	B	C			
391	Вода	Ацетон	Трихлоретан	60	25	20,78
392	Вода	Ацетон	МІБК	80	30	10,0
393	Вода	Ацетон	Хлорбензол	120	40	
394	Вода	Оцтова к-та	Діетиловий ефір	100	35	7,3
395	Вода	Оцтова к-та	Ізопропіловий ефір	150	55	4,82
396	Вода	Ацетон	Трихлоретан	180	60	27,66
397	Вода	Ацетон	МІБК	160	58	15,
398	Вода	Ацетон	Хлорбензол	140	50	
399	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	25,0	8	12,5
400	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	50	15	11,40

3. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що розуміють під процесом перегонки і на чому він ґрунтується? Види перегонки. Значення в хімічній технології.
2. Фазова рівновага бінарних сумішей. Класифікація бінарних сумішей за взаємною розчинністю та можливості їх розділення.
3. Ідеальні суміші. Закони Рауля, Дальтона та їх використання в теорії перегонки.
4. Реальні суміші та їх класифікація. Закони Коновалова та їх застосування.
5. Проста (фракційна) перегонка. Використання, схема, матеріальний баланс.
6. Проста перегонка. Матеріальний баланс. Витрата теплоносія.
7. Перегонка з дефлегмацією. Використання, схема. Пояснити за рахунок чого підвищується концентрація дистилляту.
8. Перегонка в потоці носія (перегонка з водяною парою). Використання, схема.
9. Перегонка з інертним газом. Використання. Визначення витрати інертного газу або пари.
10. Принцип ректифікації. Сутність процесів, які відбуваються на контактних пристроях. Пояснити за допомогою діаграми $t - x, y$.
11. Безперервна ректифікація. Схема установки, використання.
12. Рівняння матеріального балансу безперервної та періодичної ректифікації. Визначення відносної мольної витрати живлення відповідно для безперервної і періодичної ректифікацій.
13. Рівняння робочих ліній верху і низу ректифікаційної колони. Фізична суть. Аналіз.
14. Флегма. Мінімальне і дійсне флегмове число безперервної ректифікації. Розрахунок.
15. Розрахунок флегмового числа для колон періодичної дії в залежності від способу проведення процесу.
16. Залежність між флегмовим числом, розмірами колони та витратою теплоносія.
17. Визначення числа теоретичних ступенів зміни концентрацій за допомогою кривої фазової рівноваги ($y-x$).
18. Тепловий баланс безперервної ректифікації. Витрата гріючої пари.
19. Періодична ректифікація. Схема установки. Застосування. Способи проведення процесу.
20. Тепловий баланс періодичної ректифікації. Витрата гріючої пари.
21. Температурний режим роботи колони. Аналіз. Визначення за допомогою ізобар кипіння і конденсації ($t - x, y$).
22. Вплив тиску на процес перегонки. Вибір робочого тиску.
23. Припущення при розрахунку ректифікаційних колон за допомогою діаграми $x - y$.
24. ККД тарілки. Фізична суть, від чого залежить. Середній ККД.
25. Визначення основних розмірів тарілчастої ректифікаційної колони.
26. Визначення основних розмірів насадкової ректифікаційної колони.
27. Принципи вибору типу тарілок для ректифікаційних колон.

28. Визначення оптимальної швидкості пари в барботажних ректифікаційних колонах.
29. Визначення оптимальної швидкості пари в насадкових ректифікаційних колонах.
30. Барботажні колони. Будова, принцип дії, переваги і недоліки. Застосування.
31. Насадкові колони. Будова, принцип дії, переваги і недоліки. Застосування.
32. Плівкові апарати. Будова, принцип дії, переваги і недоліки. Застосування.
33. Екстрактивна ректифікація. Застосування, схема.
34. Азеотропна ректифікація. Застосування, схема.
35. Молекулярна дистиляція. Застосування, схема.
36. Ректифікація багатокомпонентних сумішей. Визначення числа колон.
37. Які способи економії витрати теплоти можливі в ректифікаційній установці? Пояснити.
38. Які процеси називають масообмінними?
39. Якими способами можуть визначатися склади (концентрації) фаз двокомпонентної системи газ-рідина?
40. Матеріальний баланс процесу абсорбції. Рівняння робочої лінії процесу.
41. Визначення питомої витрати абсорбента.
42. Молекулярна дифузія. Перший закон Фіка. Фізичний зміст коефіцієнта молекулярної дифузії та його розмірність.
43. Турбулентна дифузія. Рівняння, яке описує перенесення речовини в результаті турбулентної дифузії. Фізичний зміст коефіцієнта молекулярної дифузії, його розмірність та від чого залежить його значення?
44. Плівкова модель масопереносу. Допущення, які були прийняті при розробці цієї моделі?
45. Рівняння масопередачі в процесах абсорбції. Фізичний зміст коефіцієнта масопередачі.
46. Рівняння масовіддачі в процесах абсорбції. Фізичний зміст коефіцієнта масовіддачі.
47. Залежність між коефіцієнтами масовіддачі і масопередачі.
48. Закони міжфазової рівноваги для ідеальних розчинів. Правило фаз. Закон Генрі.
49. Рушійна сила процесів масопередачі. Визначення середньої рушійної сили по газовій фазі для ідеальних систем.
50. Визначення середньої рушійної сили процесу абсорбції для систем, які не відповідають закону Генрі.
51. Визначення числа одиниць переносу для систем, що не відповідають закону Генрі. Фізичний зміст числа одиниць переносу.
52. Які рівняння використовуються для визначення діаметра насадкового абсорбера. Пояснити значення величин, які входять у це рівняння.
53. Яка різниця між фізичною абсорбцією та хемосорбцією?
54. Які фактори впливають на значення коефіцієнтів масовіддачі в процесах абсорбції?
55. Що характеризує дифузійний критерій Нусельта?
56. Що характеризує дифузійний критерій Прандтля?

57. Як визначається гідродинамічний критерій Рейнольдса, відповідно для газової і рідинної фаз у процесах абсорбції.
58. Гідродинамічні режими роботи насадкових абсорберів.
59. Визначення робочої фіктивної швидкості газу в насадковому абсорбері в залежності від гідродинамічного режиму.
60. Типи насадок, їх основні характеристики та принцип вибору.
61. Гідродинамічні режими барботажних абсорберів.
62. Будова поверхневого абсорбера та його характер аналіз.
63. Будова плівкового абсорбера та його аналіз.
64. Будова насадкового абсорбера та його аналіз.
65. Будова барботажного абсорбера та його аналіз.
66. Будова та принцип роботи ситчатої тарілки.
67. Будова та принцип роботи провальної тарілки.
68. Будова та принцип роботи ковпачкової тарілки.
69. Будова та принцип роботи клапанної тарілки.
70. Будова та принцип роботи пластинчатої тарілки.
71. Будова прямотечіного розпилюючого абсорбера та його аналіз.
72. Поняття змоченої поверхні насадки та коефіцієнта змочування.
73. Поняття густини зрошення насадки та її вплив на значення коефіцієнта змочування.
74. Вплив температури на ефективність процесу абсорбції.
75. Вплив тиску на ефективність процесу абсорбції.
76. Десорбція. Способи десорбції.
77. Схема абсорбційної установки з рециркуляцією абсорбента і десорбцією і пояснити принцип роботи.
78. Десорбція. Способи десорбції.
79. Схема абсорбційної установки з рециркуляцією абсорбента і десорбцією.
80. Тепловий баланс процесу абсорбції.
81. Визначення коефіцієнта молекулярної дифузії газового (парового) компонента в газовій суміші за допомогою напівемпіричних формул.
82. Визначення коефіцієнта молекулярної дифузії газового (парового) компонента в рідині за допомогою напівемпіричних формул.
83. Визначення висоти одиниць переносу. Фізичний зміст висоти одиниці переносу.
84. Об'ємний коефіцієнт масопередачі. Його фізичний зміст.
85. Визначення діаметра барботажного абсорбера.
86. Що називають адсорбцією? Загальні відомості та область застосування.
87. Рівновага при адсорбції.
88. Рівняння масопередачі при адсорбції.
89. Характеристика рівнянь ізотерм адсорбції, вплив температури і тиску на процес адсорбції.
90. Статична і динамічна активність адсорбентів.
91. Характеристика адсорбентів, основні властивості адсорбентів та рекомендації до їх застосування.
92. Визначення рушійної сили процесу адсорбції.

93. Конструкції адсорберів з рухомим шаром адсорбенту.
94. Дати коротку характеристику існуючих теорій адсорбції.
95. Тривалість процесу адсорбції.
96. Адсорбери періодичної дії. Будова та принцип роботи.
97. Адсорбери з нерухомим шаром адсорбенту. Будова та принцип роботи.
98. Схема установки для адсорбції та десорбції в псевдозріженому шарі поглинача.
99. Одна та багатокамерні адсорбери з киплячим шаром поглинача. Будова та принцип роботи.
100. Рівняння Шилова.
101. Сутність процесу екстракції. Область використання процесу екстракції.
102. Сутність процесу екстракції у системах рідина-рідина. Область використання процесу рідинної екстракції.
103. Принципова схема процесу екстракції у системах рідина-рідина та її описання.
104. В яких випадках для розділення сумішей застосовують процес екстракції.
105. Яким вимогам повинен відповідати розчинник (екстрагент).
106. Рівновага у системах рідина-рідина при екстрагуванні.
107. Закони розподілення у системах рідина-рідина.
108. Рівновага у системах рідина-рідина для бінарних систем при екстрагуванні.
109. Рівновага у системах рідина-рідина для трикомпонентних систем при екстрагуванні.
110. Властивості трикутної діаграми.
111. Зображення складу трьохкомпонентної суміші на трикутній діаграмі. Пояснити, як визначається склад суміші. Правило «важеля» для визначення складу трьохкомпонентної суміші на трикутній діаграмі при екстрагуванні.
112. Ізотерми екстракції у системах рідина-рідина.
113. Селективність розчинника і коефіцієнт селективності у системах рідина-рідина.
114. Методи екстракції у системах рідина-рідина.
115. Схема одноступеневої рідинної екстракції.
116. Схема багатоступеневої рідинної екстракції при перехресній течії.
117. Схема багатоступеневої протитечійної рідинної екстракції.
118. Класифікація екстракційних апаратів для рідинної екстракції.
119. Будова та принцип дії змішувально-відстійних екстракторів. Перевага та недоліки.
120. Будова та принцип дії відцентрових екстракторів. Перевага та недоліки.
121. Будова та принцип дії тарілчастих колонних екстракторів. Перевага та недоліки.
122. Будова та принцип дії насадкових колонних екстракторів. Перевага та недоліки.
123. Будова та принцип дії розпилювальних колонних екстракторів. Перевага та недоліки.
124. Будова та принцип дії роторно-дискових колонних екстракторів. Перевага та недоліки.

125. Сутність процесу екстракції у системах тверде тіло-рідина. Область використання процесу екстракції у системах тверде тіло-рідина.
126. Рівновага у системах тверде тіло-рідина при екстрагуванні.
127. Замкнений періодичний процес розчинення і вилуження у системах тверде тіло-рідина при екстрагуванні.
128. Схема прямотечійного безперервного процесу розчинення і вилуження у системах тверде тіло-рідина при екстрагуванні.
129. Схема протитечійного безперервного процесу розчинення і вилуження у системах тверде тіло-рідина при екстрагуванні.
130. Класифікація екстракційних апаратів для розчинення і вилуження у системах тверде тіло-рідина при екстрагуванні.
131. Будова та принцип дії екстрактора з нерухомим шаром твердого тіла. Переваги та недоліки.
132. Будова та принцип дії шнекового екстрактора. Переваги та недоліки.
133. Будова та принцип дії барабанного екстрактора. Переваги та недоліки.
134. Будова та принцип дії трубчастого екстрактора. Переваги та недоліки.

Додаток 1

Деякі характеристики активного вугілля

Марка вугілля	Насипна густина ρ_n , кг/м ³	Середній діаметр зерна d_3 , мм	Густина зерна, кг/м ³
AP-A	550	4,00	$\rho_3=1,6 \rho_n$
AG-3	400-500	2,15	
СКТ	470	2,50	
СКТ-6	470	1,75	

Ізотерми адсорбції компонентів на адсорбенті
при різних температурах

Компо- нент	Пружність парів бензолу P, мм рт.ст.	5	10	20	30	40	50	60	t, °C
Бензол	Кількість адсорбованого бензолу, a_x^* , кг/кг	0,23	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	20
Етиловий спирт	a_x^* , кг/кг	0,17	0,24	0,255	0,26	0,27	0,27	0,28	20
Етиловий спирт	a_x^* , кг/кг	0,13	0,20	0,24	0,25	0,265	0,27	0,27	25
Етиловий ефір	a_x^* , кг/кг	0,10	0,16	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	20

Рівноважні дані за адсорбцією пари бензолу та їх сумішей з повітрям
на активному вугіллі різних марок

Марка вугілля	Концентрація бензолу в газовій фазі $Y \cdot 10^3$, кг/м ³	Концентрація бензолу у твердій фазі x, кг/м ³	Марка вугілля	Концентрація бензолу в газовій фазі $Y \cdot 10^3$, кг/м ³	Концентрація бензолу у твердій фазі x, кг/м ³
1	2	3	4	5	6
AP-A	0,854	109,0	СКТ	0,085	60,0
	2,56	134,2		0,213	125,6
	5,125	139,8		0,850	174,0
	9,39	143,0		4,27	178,0
	17,06	147,3		12,805	185,1
	25,61	151,2		17,06	188,0
				24,40	193,4
				25,61	198,0

Продовження додатка 1					
1	2	3	4	5	6
АГ-3	0,035	75,0	СКТ-6А	0,0001	150,0
	0,0427	120,0		1,0	220,0
	2,134	157,5		2,0	263,0
	4,691	170,5		4,0	276,0
	8,54	180,0		5,0	280,0
	17,06	207,5		6,0	284,0
	25,61	215,0		8,0	285,0
				10,0	290,0
				16,0	296,0
				25,0	300,0
				30,0	300,0

Продовження додатка 1

Основні характеристики ідентифікаційних органічних речовин

№ п/п	Найменування	Молекулярна маса, М кг/кмоль	Температура кипіння, Т _{кип}	Тиск насиченої пари при t=20°С, Р, Па	Теплоємність, С, кДж/кг·К	Коефіцієнт афінності, β	Розчинність г/100г води	Гранично допустима концентрація С _{доп} , мг/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Бензол	78,11	80,1	9996,7	1,718	1,00	0,08	5
2	Хлорбензол	112,56	132,1	1159,7	1,299		0,04	0,10
3	Сірковуглець	76,13	46,1	39723,4	1,006	0,70	0,22	0,03-0,005
4	Піридин	79,1	115,6	20530	1,772			0,08
5	Метилетилкетон	72,10	79,6	10331,0	2,305		37,00	200,00
6	Ацетон	58,08	56,6	23994,0	2,158	0,88		0,35
7	Етилацетат	88,01	77,1	9864,2	2,003		8,60	0,10
8	Пропілацетат	102,13	101,3	3412,5	1,492		1,89	200,00
9	Метилацетат	74,08	57,1	23194,0	2,095		31,90	0,10
10	Бутилацетат	116,16	125,0	1299,4	2,158		0,70	0,10
11	Метиповий спирт	32,05	64,7	1266,5	2,346	0,40		0,50
12	Бутиловий спирт	74,12	117,7	626,5	2,474		9,00	10,00
13	Амільовий спирт	88,15	137,9	373,3	2,376	1,59	2,70	5,00
14	Хлорбензол	112,56	132,1	1159,7	1,299	0,61	0,04	0,10
15	Етилбензол	106,16	136,2	913,1	1,759		0,01	0,02
16	Толуол	92,13	110,8	2972,6	1,739		0,05	0,4
17	Гексан	86,17	69,0	1599,6	2,242		0,01	1800
18	Гептан	100,20	98,4	4745,6	1,386	1,59	0,005	2000
19	Етиловий спирт	46,07	78,4	5869,7	2,450	0,61		5
20	Циклогексан	84,16	1,0	10450,7	2,162		н.р.	0,04
21	Чотирихлористий вуглець	153,84	76,0	12090,3	0,844		0,08	2-4
22	Діетилацетат	130,18	147,6	2092,8	2,124		0,20	0,10

**Рівноважні концентрації мас.% компонентів.
Система вода-ацетон-хлорбензол**

Водяний шар			Шар хлорбензолу		
Вода	Ацетон	Хлорбензол	Вода	Ацетон	Хлорбензол
89	0,00	0,11	0,18	0,00	92,82
89,79	10,00	0,21	0,49	10,79	88,72
79,69	20,00	0,31	0,79	22,23	76,98
69,42	30,00	0,58	1,72	37,48	60,80
54,64	40,00	1,36	3,05	49,44	47,51
46,28	50,00	3,72	7,24	59,19	33,57
27,41	60,00	12,59	22,85	61,07	15,08
25,66	60,58	13,76	25,66	60,58	13,76

Система вода-оцтова кислота-діетиловий ефір

Водяний шар			Ефірний шар		
Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір	Вода	Оцтова кислота	Діетиловий ефір
93,3	0,00	6,7	2,3	0,0	97,7
88,0	5,1	6,9	3,6	3,8	92,6
84,0	8,8	7,2	5,0	7,3	87,7
78,2	13,8	8,0	7,2	12,5	80,3
72,1	18,4	9,5	10,4	18,1	71,5
65,0	23,1	11,9	15,1	23,6	61,3
55,7	27,9	16,4	23,6	28,7	47,7

Система вода-оцтова кислота-ізопропіловий ефір

Водяний шар			Ефірний шар		
Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір	Вода	Оцтова кислота	Ізопропіловий ефір
98,1	0,69	1,2	0,5	0,18	99,3
97,1	1,41	1,5	0,7	0,37	98,9
95,5	2,89	1,6	0,8	0,79	98,5
91,7	6,42	1,9	1,0	1,93	97,1
84,4	13,30	2,3	1,9	4,82	93,3
71,1	25,50	3,4	3,9	11,40	84,7
58,9	36,70	4,4	6,9	21,60	71,5
45,1	44,30	10,6	10,8	31,10	58,1
37,1	46,40	16,5	15,1	36,20	48,7

Система вода-ацетон-трихлоретан

Водяний шар			Шар трихлоретану		
Вода	Ацетон	Трихлоретан	Вода	Ацетон	Трихлоретан
93,52	5,86	0,52	0,32	8,75	90,93
85,35	13,97	0,68	0,90	20,78	76,38
80,16	19,05	0,79	1,33	27,66	71,01
73,00	26,00	1,00	2,09	37,06	60,85
62,65	35,73	1,60	4,26	48,21	47,53
50,20	46,05	3,75	8,90	57,40	33,70
41,70	51,78	6,52	13,40	60,34	26,26

Система вода ацетон-метилізобутилкетон

Водяний шар			Шар МІБК		
Вода	Ацетон	МІБК	Вода	Ацетон	МІБК
98,0	0	2,0	2,3	0	97,7
95,2	2,6	2,2	2,7	5,0	92,3
92,2	5,4	2,4	3,0	10,0	87,0
88,9	8,5	2,6	3,2	15,0	81,8
85,3	11,9	2,8	3,7	20,0	76,3
81,5	15,5	3,0	4,3	25,0	70,7
77,2	19,5	3,3	5,4	30,0	64,7
71,8	24,2	4,0	6,8	35,0	58,2
65,7	29,2	5,1	8,8	40,0	51,2
57,5	35,2	7,3	12,6	45,0	42,4

Додаток 3

Розчинність розподіляемого компонента у воді \bar{C}_x і рівноважний вміст його в екстрагенті \bar{C}_y .

Система вода-азотна кислота-трибутилфосфат (ТБФ)

\bar{C}_x , кг/м ³	0,14	0,34	0,70	1,23	2,07	4,40	6,2	8,7	10,7	12,0	14,0	16,0
\bar{C}_y , кг/м ³	0,07	0,258	0,63	1,07	1,49	2,42	2,85	5,306	3,53	3,96	5,04	6,08

Система вода-азотна кислота-дибутилбутилфосфат (ДББФ)

\bar{C}_x , кг/м ³	0,12	0,31	0,53	0,70	1,12	2,75	4,9	6,5	8,5	10,5	13,1	15,8	17,9
\bar{C}_y , кг/м ³	0,099	0,33	0,60	0,80	1,16	2,31	2,89	3,57	3,82	4,30	5,24	6,95	9,80

Система вода-азотна кислота-трибутилфосфіноксид (ТБФО)

\bar{C}_x , кг/м ³	0,12	0,18	0,22	0,73	1,1	2,0	2,2	5,4	6,8	7,1	8,75	9,7	11,8
\bar{C}_y , кг/м ³	0,768	1,04	1,21	2,04	2,64	3,0	3,19	4,59	4,83	4,97	5,42	6,21	7,67

Система вода-бромистоводнева кислота-трибутилфосфат (ТБФ)

\bar{C}_x , кг/м ³	0,09	0,176	0,433	0,811	0,576	2,275	2,986	3,783	4,518
\bar{C}_y , кг/м ³	0,00045	0,002	0,0156	0,0997	0,49	1,315	2,52	4,14	6,359

Система вода-фтористоводнева кислота-трибутилфосфат (ТБФ)

\bar{C}_x , кг/м ³	0,41	1,02	1,63	2,26	3,22	3,8	4,61	5,4	7,2	9,42	11,2	12,51	14,38
\bar{C}_y , кг/м ³	0,6	1,11	1,47	1,72	1,92	2,31	2,44	2,61	3,08	3,28	3,5	3,78	4,27

Система вода-сірчана кислота-трибутилфосфат (ТБФ)

$\bar{C}_x, \text{кг/м}^3$	0,5	0,89	1,3	1,77	2,34	2,65	3,25	3,6	3,9	4,25	4,75
$\bar{C}_y, \text{кг/м}^3$	0,015	0,026	0,036	0,052	0,172	0,285	0,435	0,535	0,605	0,685	0,835

Система вода-соляна кислота-трибутилфосфат (ТБФ)

$\bar{C}_x, \text{кг/м}^3$	0,126	0,25	0,616	1,208	2,333	3,33	4,338	5,565	6,285	7,584
$\bar{C}_y, \text{кг/м}^3$	0,0031	0,0073	0,027	0,075	0,223	0,604	1,052	1,54	1,924	2,474

Система вода-фосфорна кислота-трибутилфосфат (ТБФ)

$\bar{C}_x, \text{кг/м}^3$	0,406	0,838	1,26	1,33	2,56	3,91	6,50	9,81	11,4	12,9	13,6
$\bar{C}_y, \text{кг/м}^3$	1,018	1,041	1,062	1,066	1,127	1,193	1,319	1,445	1,546	1,615	1,646

Система вода-лимонна кислота-трибутилфосфат (ТБФ)

$\bar{C}_x, \text{кг/м}^3$	3,29	1,91	1,90	0,63	0,44	0,38	0,25	0,15	0,064	0,03	0,015	0,008	0,0
$\bar{C}_y, \text{кг/м}^3$	0,89	0,54	0,44	0,40	0,35	0,31	0,25	0,18	0,104	0,053	0,028	0,014	0,0

Система вода-хлорна кислота-трибутилфосфат (ТБФ)

$\bar{C}_x, \text{кг/м}^3$	0,158	0,426	1,165	2,002	2,866	3,758	4,605	5,387	6,334	7,317	7,416
$\bar{C}_y, \text{кг/м}^3$	1,63	2,82	4,32	5,58	6,89	7,98	9,97	11,57	12,51	13,32	14,21

ЗМІСТ

1. Загальні вказівки до виконання контрольної роботи	3
2. Задачі за розділами	7
2.1. Перегонка рідин	7
2.2. Абсорбція	15
2.3. Адсорбція	21
2.4. Екстракція	26
3. Контрольні питання	33
Додатки	38
Список літератури	45

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 9-е изд., пер. и доп. – М.: Химия, 1973. – 751 с.
2. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. 5-е изд. Стереотипное. – М.: Химия, 1968. – 847 с.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. 10-е изд., пер. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 575 с.
4. Справочник химика, т. 1-3, 2-е изд. –М. – Л.: Химия, 1966. – С. 354-804.

