

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

## ЗАВДАННЯ

НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ № 2  
З КУРСУ «ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІV КУРСУ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ  
«АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-  
ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ» І  
«МЕТРОЛОГІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ»  
ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

Затверджено  
на засіданні кафедри  
процесів та апаратів хімічної  
технології.  
Протокол № 10 від 30.05.09.

Завдання на контрольну роботу № 2 з курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв» для студентів IV курсу спеціальностей «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» і «Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології» заочної форми навчання./ Укл.: Т.П. Єльцова, Т.Ю. Гіріч, Т.В. Гриднєва. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2010. – 24 с.

Укладачі: Т.П. Єльцова  
Т.Ю. Гіріч, канд. техн. наук  
Т.В. Гриднєва

Відповідальний за випуск П.Г. Сорока, д-р техн. наук

#### Навчальне видання

Завдання на контрольну роботу № 2 з курсу «Процеси та апарати хімічних виробництв» для студентів IV курсу спеціальностей «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» і «Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології» заочної форми навчання

Укладачі: ЄЛЬЦОВА Тетяна Петрівна  
ГІРІЧ Тамара Юхимівна  
ГРИДНЄВА Тетяна Василівна

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

Підписано до друку 28.09.10. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір ксерокс. Друк різнограф.  
Ум.-друк. арк. 1,06. Обл.-вид. арк. 1,11. Тираж 50 прим. Зам. № 29.  
Свідоцтво ДК №303 від 27.12.2000.

---

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

---

Видавничо-поліграфічний комплекс ІмКомЦентру

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Студенти-заочники спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» і «Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології» виконують з курсу “Процеси та апарати хімічних виробництв” протягом одного семестру дві контрольні роботи за відповідними методичними вказівками № 1 та № 2. Питання і задачі, що входять до складу контрольних робіт охоплюють всі основні розділи курсу процесів і апаратів, які входять в програму вивчення курсу студентами заочної форми навчання.

Контрольна робота № 2 складається з 400 задач та 111 контрольних питань.

Виконання контрольної роботи зводиться до рішення задач та відповіді на контрольні питання. Варіант контрольної роботи вибирається студентом згідно з двома останніми цифрами шифру студента за таблицею № 1.

Таблиця №1

Таблиця варіантів виконання контрольної роботи №1

Останні дві цифри шифру	Номери задач за розділами					Номери питань за розділами				
	Сушіння	Ректифікація	Абсорбція	Екстракція	Адсорбція	Сушіння	Ректифікація	Абсорбція	Екстракція	Адсорбція
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
00	29	101	249	311	351	1	22	46	96	82
01	34	106	254	312	352	3	45	47	98	85
02	39	111	249	313	353	5	23	48	100	84
03	44	116	264	315	354	7	44	49	95	83
04	49	121	269	316	356	9	24	50	97	86
05	54	126	274	317	355	11	43	60	99	87
06	59	131	279	318	357	13	42	70	101	88
07	64	136	284	319	358	15	25	81	103	89
08	69	141	289	320	359	17	41	51	105	94
09	74	146	294	350	360	10	26	52	107	93
10	79	151	299	349	370	19	40	53	109	92
11	84	156	202	348	362	21	27	54	111	91
12	89	161	207	347	364	2	39	55	95	90
13	94	166	212	346	366	4	28	56	96	94
14	99	171	217	345	368	6	38	57	97	92
15	3	176	222	321	360	8	27	58	98	90
16	8	181	227	322	372	20	37	59	99	88
17	13	186	232	323	374	10	28	61	102	86
18	18	191	237	324	376	12	36	62	104	84
19	23	196	272	326	378	14	29	63	106	82
20	28	199	247	327	390	16	35	64	108	93
21	33	194	252	328	382	18	30	65	110	91
22	38	189	257	329	384	11	31	66	100	89
23	43	184	262	330	386	21	32	67	101	87
24	48	179	267	344	400	19	33	68	102	85
25	53	174	272	343	361	17	34	69	103	83

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
26	58	169	277	342	363	6	35	81	104	94
27	63	164	282	341	365	15	36	71	105	92
28	68	159	287	340	367	13	37	72	106	90
29	73	154	292	333	396	4	22	73	107	88
30	78	149	297	322	369	11	23	74	108	86
31	83	144	205	301	370	2	24	75	109	84
32	88	139	210	302	371	4	25	76	110	82
33	93	134	215	303	373	6	26	77	111	94
34	98	129	220	304	375	8	27	78	95	83
35	5	124	225	305	377	10	28	79	105	92
36	10	119	230	306	379	12	29	80	96	84
37	15	114	235	307	380	1	30	71	106	91
38	20	109	240	308	381	2	45	61	97	85
39	25	104	245	309	383	3	44	51	107	90
40	30	103	250	310	385	4	43	41	98	86
41	35	108	255	350	387	5	32	42	108	89
42	40	113	260	330	389	6	33	52	99	87
43	45	118	265	320	360	7	34	62	109	88
44	50	123	270	331	392	8	35	72	100	94
45	55	128	275	332	394	9	36	81	110	93
46	60	133	280	334	398	3	37	73	111	92
47	65	138	285	335	400	6	38	63	95	82
48	70	143	290	336	399	9	39	53	110	91
49	75	148	295	337	397	12	40	46	96	88
50	80	153	300	350	393	20	45	80	108	90
51	85	158	203	320	391	3	44	74	97	89
52	90	163	208	319	390	5	20	64	107	83
53	95	168	213	318	360	9	42	54	98	88
54	100	173	218	317	357	17	41	47	108	87
55	2	178	223	316	353	19	32	55	99	86
56	7	183	228	315	351	18	30	65	107	94
57	12	188	233	314	370	16	39	75	95	85
58	17	193	238	313	380	13	38	48	106	84
59	22	198	243	312	378	12	37	79	99	83
60	27	102	248	311	376	11	36	46	105	93
61	32	107	253	310	374	10	35	56	100	82
62	37	112	258	340	372	1	34	66	111	94
63	42	117	263	341	368	2	33	76	109	91
64	47	122	268	342	385	3	32	81	107	90
65	52	127	273	343	375	4	31	47	106	89
66	57	132	278	344	395	5	30	57	95	84
67	62	137	283	345	365	19	20	67	104	92
68	67	142	288	346	355	6	40	77	102	86
69	72	147	293	347	398	18	45	52	100	88
70	77	152	298	348	388	7	29	78	98	85
71	82	157	201	303	378	17	28	68	96	91
72	87	162	206	301	368	6	27	58	110	93
73	92	167	211	302	358	16	26	48	108	89

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
74	97	172	216	304	351	21	25	80	107	92
75	1	177	221	306	361	15	24	59	105	90
76	6	182	226	308	371	4	39	49	103	83
77	11	187	231	310	381	14	38	69	101	87
78	16	192	236	330	391	3	23	79	111	86
79	29	197	241	332	397	13	22	46	99	87
80	26	105	246	334	387	9	21	55	110	92
81	31	110	257	336	377	12	31	68	98	90
82	36	115	256	338	367	10	41	66	106	91
83	41	120	281	350	357	13	22	58	97	90
84	46	125	266	320	352	8	42	56	108	94
85	51	130	271	322	362	12	32	67	95	83
86	56	135	276	324	372	20	23	57	107	85
87	61	140	281	326	382	11	33	66	96	86
88	66	145	286	328	392	5	43	56	107	82
89	71	150	291	333	353	21	24	65	100	93
90	76	155	296	335	363	3	34	64	98	91
91	81	160	204	337	373	20	44	63	97	92
92	86	165	209	339	383	2	25	62	96	83
93	91	170	214	311	393	18	35	61	101	89
94	96	175	219	313	394	6	45	60	102	87
95	4	180	224	315	384	12	26	59	103	82
96	9	185	229	317	374	4	36	57	104	94
97	14	190	234	321	364	15	40	49	105	90
98	19	195	239	323	354	5	27	48	106	88
99	24	200	244	325	356	7	37	47	99	8585

## 2. ЗАДАЧІ ЗА РОЗДІЛАМИ КУРСУ

### 2.1. СУШІННЯ

Задачі № 1–10

Визначити за допомогою діаграми Рамзіна  $I, x, t$  для вологого повітря, якщо відомо:

№ задачі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{м.т.}, ^\circ\text{C}$	28	28	28	20	-	40	40	30	50	30
$t_{\text{рос.}}, ^\circ\text{C}$	20	-	-	-	-	-	3	-	-	25
$P_{\text{пов.}}, \text{мм.рт.ст}$	-	18	-	-	18	30	-	30	40	-
$P_{\text{нас.}}, \text{мм.рт.ст}$	-	-	82	82	82	-	-	-	-	-

Задачі № 11–20

Визначити за допомогою діаграми Рамзіна  $t_{м.т.}, t_{\text{рос.}}, P_{\text{пов.}}, P_{\text{нас.}}$  для вологого повітря за відомими параметрами:

№ задачі	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
$t, ^\circ\text{C}$	-	50	50	50	-	-	70	70	70	-
$I, \text{кДж/кг}$	88	-	88	-	-	125	-	125	-	-

Продовження табл.

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
x, кг/кг	0,01	0,01	-	-	0,01	0,02	0,02	-	-	0,02
φ, %	-	-	-	12	12	-	-	-	10	10

Задачі № 21–30

Нанести на діаграму Рамзіна процес сушіння і визначити питомі витрати повітря та тепла в теоретичній сушарці, що працює за нормальним варіантом, якщо відомі параметри повітря на вході в калорифер (т.А), на вході в сушарку (т.В) та на виході із сушарки (т.С):  $I, \text{кДж/кг}$ ;  $x, \text{кг/кг}$ ;  $P_{\text{п}}, \text{мм рт.ст.}$ ;  $\varphi, \%$ .

№ задачі	т.А						т.В				т.С		
	$I_0$	$t_0$	$x_0$	$\varphi_0$	$t_m$	$P_{\text{п}}$	$I_1$	$t_1$	$\varphi_1$	$t_{\text{MT}}$	$t_2$	$\varphi_2$	$x_2$
21	90	37					144				38		
22		37	0,02					87				90	
23		37		50					5				0,04
24		37			28					36	38		
25		35				22	140					90	
26			0,02	50				85					0,04
27			0,02		25				5		38		
28				50	25					35		90	
29				50		22	140						0,04
30					28	22		90			38		

Задачі № 31–40

У конвективній сушарці, продуктивністю  $G, \text{т/годину}$  (за вологим матеріалом), що працює за нормальним варіантом, висушується матеріал від початкової вологості  $u_{\text{п}}, \text{мас.}\%$  до кінцевої вологості  $u_{\text{к}}, \text{мас.}\%$  (за абсолютно сухим матеріалом). У сушарку подається повітря з вологовмістом  $x_0, \text{кг/кг}$ ; вологовміст повітря, що виходить з сушильної камери –  $x_2 \text{кг/кг}$ . Визначити продуктивність вентилятора сушильної установки.

№ задачі	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
$G$	1000	1200	1400	1500	1800	1500	1300	2000	1700	2400
$u_{\text{п}}$	90	76	65	86	70	64	62	52	60	73
$u_{\text{к}}$	3	4	5	4	3	6	5	4	3	3
$x_0$	0,012	0,016	0,018	0,015	0,008	0,011	0,009	0,014	0,008	0,013
$x_2$	0,038	0,048	0,050	0,043	0,044	0,045	0,049	0,047	0,054	0,050

Задачі № 41–50

Нанести на діаграму Рамзіна процес сушіння і визначити питомі витрати повітря та тепла в теоретичній сушарці, що працює за нормальним варіантом,

якщо відомі параметри повітря на вході в калорифер (т.А), та параметри повітря на виході із сушарки (т.С):  $I$ , кДж/кг;  $x$ , кг/кг;  $P_{п.}$ , мм рт.ст.;  $\phi$ , %.

№ задачі	т.А						т.С					
	$I_0$	$t_0$	$x_0$	$\phi_0$	$t_m$	$P_{п.}$	$I_2$	$t_2$	$x_2$	$\phi_2$	$t_{m2}$	$P_{п2}$
41	50	25									35	44
42		25	0,01						65			44
43		25		50					65	35		
44		25			17			0,04		35		
45		25				11		0,04	65			
46			0,01	50				45				44
47			0,01		17			45			35	
48				50	17			45		65		
49				50		11		45	0,04			
50					17	11	150	45				

#### Задачі № 51–60

Нанести на діаграму Рамзіна процес сушіння і визначити питомі витрати повітря та тепла в дійсній сушарці, що працює за нормальним варіантом, якщо відомо параметри повітря на вході в калорифер (т.А), на виході з калорифера (т.В) та на виході із сушарки (т.С). Різниця питомих витрат тепла в дійсній та теоретичній сушарці становить  $\Delta$ , кДж/кг. Параметри повітря:  $I$ , кДж/кг;  $x$ , кг/кг;  $P_{п.}$ , мм рт.ст.;  $\phi$ , %.

		№ задачі										
		51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
т.А	$I_0$	50										
	$t_0$	25	25	25	25	25						
	$x_0$		0,01				0,01	0,01				
	$\phi_0$			50			50		50	50		
	$t_m$				15			15	15		15	
	$P_{п.}$					10					10	10
т.В	$t_1$	90	100	95	90	85	90	100	90	95	100	
т.С	$t_2$	45	50	45	50							
	$\phi_2$					60	65	60	65	60	65	
	$\Delta$	300	-300	300	300	-350	350	-350	350	400	-400	

#### Задачі № 61–70

Визначити ККД теоретичної сушарки при наступних умовах: процес проходить при  $I$ , кДж/кг, параметри повітря змінюються від  $\phi_0$ , %,  $t_0$ , °С до  $t_2$ , °С. Температура повітря після калорифера  $t_1 = 90^\circ\text{C}$ .

№ задачі	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
I	120	125	130	135	122	132	128	108	105	112
$\varphi_0$	70	70	70	60	60	60	80	80	50	50
$t_0$	20	15	10	20	15	10	20	10	10	20
$t_2$	40	44	50	48	38	37	42	35	40	45

#### Задачі № 71–80

Порівняти питомі витрати повітря і тепла в теоретичній сушарці, яка працює за нормальним варіантом для літнього та зимового періоду часу в умовах, визначених варіантом. Параметри свіжого повітря визначаються за таблицею XI [1]. Параметри відпрацьованого повітря становлять  $t_2$ , °С,  $\varphi_2$ , %.

№ задачі	Місто	$t_2$	$\varphi_2$
71	Алма-Ата	40	70
72	Архангельськ	45	70
73	Ашхабад	50	60
74	Благовещенськ	40	60
75	Дніпропетровськ	45	60
76	Кіровоград	50	50
77	Миколаїв	40	50
78	Київ	45	50
79	Одеса	50	55
80	Харків	40	55

#### Задачі № 81–90

У конвективній сушарці, продуктивністю  $G$ , т/годину (за висушеним матеріалом) висушується матеріал від початкової вологості  $u_{п}$ , %мас. до кінцевої вологості  $u_{к}$ , % мас. (по вологому матеріалу). У калорифер подається повітря з початковим тепловмістом  $I_0$ , камери –  $I_2$ , кДж/кг сухого повітря і температура –  $t_0$ , °С. Визначити теплове навантаження сушильної установки.  $\Delta=0$ .

№ задачі	$G$	$u_{п}$	$u_{к}$	$I_0$	$t_0$	$I_2$	$t_2$
81	2000	48	8	30	15	80	40
82	2400	36	6	35	20	80	45
83	3400	45	5	40	25	90	40
84	2600	56	4	50	40	90	45
85	1800	50	3	50	35	100	40
86	3500	44	6	50	30	100	45
87	1300	42	5	20	10	110	50
88	4000	32	4	20	15	110	55
89	1200	30	3	25	20	120	40
90	3000	33	3	25	15	120	45



### Задачі № 91–100

Повітря, що має температуру  $t$ , °С та відносну вологість  $\varphi$ ,%, охолоджується холодною водою в трубчатому протитечійному теплообміннику до точки роси. Охолоджуюча вода підігрівається від 15 до 25<sup>0</sup>С. Визначити кількість повітря, що охолоджується, якщо поверхня теплообмінника  $F$ , м<sup>2</sup>, коефіцієнт теплопередачі  $K$ , Вт/ м<sup>2</sup>·К.

№ задачі	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
$t$	60	70	60	50	60	90	90	80	70	80
$\varphi$	20	10	10	20	15	5	10	10	15	8
$F$	15	18	21	28	32	42	36	24	16	25
$K$	45	30	36	51	42	28	24	32	48	30

### 2.2. РЕКТИФІКАЦІЯ

#### Задачі № 101–110

Побудувати ізобарну криву та визначити температурний режим роботи колони безперервної дії для розділення суміші з вмістом легколеткого компонента  $X_F$ , мас.% Вміст легколеткого компонента в дистилляті  $X_P$ , мас.%, в кубовому залишку  $X_W$ , мас.%. Тиск у колоні складає 0,1 МПа.

№ задачі	Рідина	$X_F$	$X_P$	$X_W$
101	Бензол – оцтова кислота	40	90	6
102	Сірковуглець – чотирихлористий вуглець	42	92	3
103	Метанол – етанол	45	94	4
104	Ацетон – етанол	54	95	8
105	Ацетон – вода	52	96	5
106	Ацетон – бензол	50	97	4
107	Вода – оцтова кислота	55	98	7
108	Бензол – хлороформ	45	97	8
109	Метанол – вода	48	96	6
110	Бензол – толуол	50	95	5

#### Задачі № 111–120

Визначити робоче флегмове число, яке необхідне для розділення суміші в ректифікаційній колоні безперервної дії, працюючій під атмосферним тиском. Початкова суміш містить  $X_F$ , мас.% легколеткого компоненту, в дистилляті вміст легколеткого компонента  $X_P$ , мас.%, в кубовому залишку  $X_W$ , мас.%.

№ задачі	Рідина	$X_F$	$X_P$	$X_W$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
111	Бензол – толуол	48	98	3
112	Метанол – вода	45	96	4

Продовження табл.

1	2	3	4	5
113	Бензол – хлороформ	50	95	5
114	Вода – оцтова кислота	52	94	6
115	Ацетон – бензол	40	96	5
116	Ацетон – вода	42	95	4
117	Ацетон – етанол	45	92	8
118	Метанол – етанол	35	90	7
119	Сірковуглець – чотирихлористий вуглець	50	97	3
120	Бензол – оцтова кислота	44	90	6

### Задачі № 121–130

Визначити кількість теоретичних тарілок у ректифікаційній колоні періодичної дії при флегмовому числі  $R$ . Вміст легколеткого компонента (в мольних відсотках): у початковій суміші –  $X_F$ , мас.%, у дистилаті –  $X_P$ , мас.%, у кубовому залишку –  $X_W$ , мас.%.

№ задачі	Рідина	$R$	$X_F$	$X_P$	$X_W$
121	Бензол – толуол	20	60	96	5
122	Метанол – вода	5	58	95	6
123	Бензол – хлороформ	32	56	94	10
124	Вода – оцтова кислота	26	55	93	8
125	Ацетон – бензол	10	52	92	9
126	Ацетон – вода	2	50	96	4
127	Метанол – етанол	30	45	89	8
128	Сірковуглець – чотирихлористий вуглець	12	42	92	7
129	Бензол – оцтова кислота	4	40	85	5
130	Ацетон – етанол	6	48	90	9

### Задачі № 131–140

У ректифікаційну колону безперервної дії для розділення  $G$ , кг/годину суміші бензол – толуол, яка містить  $X_F$ , мас.% бензолу. В дистилаті міститься  $X_P$ , мас.% бензолу, а в кубовому залишку  $X_W$ , мас.% бензолу. Визначити продуктивність колони по дистиляту та кубовому залишку.

№ задачі	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
$G_F$	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	4000	3000	2000
$X_F$	40	42	44	45	46	48	50	52	55	60
$X_P$	92	93	94	95	96	97	98	90	91	95
$X_W$	8	7	6	4	3	4	8	6	5	4

### Задачі № 141–150

Визначити мінімальне флегмове число в колоні безперервної дії для розділення суміші з вмістом легколеткого компонента (в мас. відсотках): у початковій суміші –  $X_F$ , мас.%, у дистиляті –  $X_P$ , мас.%, у кубовому залишку –  $X_W$ , мас.%.

№ задачі	Рідина	$X_F$	$X_P$	$X_W$
141	Бензол – оцтова кислота	40	86	8
142	Сірковуглець – чотирьоххлористий вуглець	46	96	3
143	Метанол – етанол	48	95	5
144	Ацетон – етанол	50	97	4
145	Ацетон – вода	55	98	3
146	Ацетон – бензол	42	90	8
147	Вода – оцтова кислота	45	92	7
148	Бензол – хлороформ	48	94	6
149	Метанол – вода	50	95	5
150	Бензол – толуол	52	96	4

### Задачі № 151–160

Визначити робоче флегмове число в ректифікаційній колоні періодичної дії, необхідне для одержання дистиляту, який містить  $X_P$ , мас.% легколеткого компонента та кубового залишку з вмістом легколеткого компонента  $X_W$ , мас.%. Початкова суміш містить  $X_F$ , мас.% легколеткого компоненту. Тиск у колоні складає 0,1МПа.

№ задачі	Рідина	$X_F$	$X_P$	$X_W$
151	Бензол – толуол	60	98	5
152	Метанол – вода	58	97	6
153	Бензол – хлороформ	56	96	7
154	Вода – оцтова кислота	55	95	8
155	Ацетон – бензол	52	94	9
156	Ацетон – вода	50	93	10
157	Ацетон – етанол	48	92	9
158	Метанол – етанол	45	91	8
159	Сірковуглець – чотирихлористий вуглець	42	95	6
160	Бензол – оцтова кислота	40	90	10

### Задачі № 161–170

Визначити діаметр ректифікаційної колони з сітчастими тарілками, якщо відстань між ними  $h$ , мм. Через колону проходить  $V$  м<sup>3</sup>/годину пари з густиною  $\rho_p$ , кг/ м<sup>3</sup> (при робочих умовах). Середня густина рідини в колоні –  $\rho_r$  кг/ м<sup>3</sup>.

№ задачі	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
V	2000	2400	3000	3600	4000	4800	5000	5400	6000	7000
h	300	400	500	600	300	400	500	600	350	450
$\rho_{\text{п}}$	1,5	1,8	2,0	2,4	2,7	3,0	3,1	3,6	4,0	4,5
$\rho_{\text{р}}$	680	740	800	880	920	960	1020	1140	1260	1440

#### Задачі № 171–180

У ректифікаційній колоні безперервної дії рівняння робочої лінії верха колони становить  $y=Ax+B$ . Визначити флегмове число та мольну частку легколеткого компонента в дистилляті.

	№ задачі									
	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
A	0,75	0,8	0,6	0,72	0,6	0,66	0,6	0,52	0,9	0,86
B	0,24	0,19	0,36	0,25	0,30	0,33	0,28	0,40	0,096	0,13

#### Задачі № 181–190

У ректифікаційній колоні безперервної дії рівняння робочої лінії низа колони становить  $y=Ax-B$ , відносна мольна витрата живлення  $F=2$ . Визначити мольну частку компонентів у кубовому залишку.

	№ задачі									
	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190
A	1,25	1,33	1,55	1,67	1,2	1,44	1,8	1,7	2,0	3,0
B	0,0188	0,02	0,035	0,05	0,012	0,015	0,06	0,06	0,075	0,10

#### Задачі № 191–200

Визначити витрату гріючої пари в кубі-випарнику ректифікаційної колони безперервної дії для розділення  $G_F$ , кг/с початкової суміші з температурою  $t_F$ , °C і теплоємністю  $C_F$  кДж/кг·K. У результаті розділення з куба колони виходить  $G_W$ , кг/с з температурою  $t_W$ , °C і теплоємністю  $C_W$  кДж/кг·K. Витрата дистилляту  $G_P$ , кг/с з температурою  $t_P$ , °C і теплоємністю  $C_P$  кДж/кг·K. Питома теплота пароутворення дистилляту  $r$ , кДж/кг, флегмове число  $R$ ,  $r_{\text{гп}}=2141$  кДж/кг,  $Q_{\text{пот}}=0$ .

№ задачі	$G_F$	$G_P$	$G_W$	$C_F$	$C_P$	$C_W$	$t_F$	$t_P$	$t_W$	$r$	$R$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
191	4,0	2,0	2,0	1,8	1,6	2,0	80	70	100	580	3,0
192	4,2	2,0	2,2	2,1	1,8	2,3	90	80	110	640	2,5
193	3,5	1,7	1,8	1,5	1,4	1,6	100	86	120	1050	1,7
194	3,2	1,4	1,8	2,4	1,1	3,6	70	62	100	720	2,0
195	2,9	1,3	1,6	1,6	1,2	2,1	85	70	105	890	4,3
196	2,8	1,4	1,4	1,3	1,0	1,9	95	85	120	480	3,2

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
197	2,5	1,3	1,2	0,9	0,5	1,2	105	92	130	900	4,2
198	2,0	0,9	1,1	1,2	0,8	1,7	75	70	105	1210	2,4
199	1,5	0,7	0,8	2,0	1,3	3,1	92	80	120	320	3,6
200	1,2	0,6	0,6	1,9	1,5	2,5	84	75	105	280	5,4

### 2.3. АБСОРБЦІЯ

#### Задачі № 201–210

Розрахувати коефіцієнт масовіддачі для газу  $\beta_r$  в абсорбері діаметром  $D$ , мм при поглинанні пари бензолу із коксового газу при наступних умовах: насадка керамічні кільця Рашига, середня температура процесу  $t$ , °С, тиск в абсорбері  $P_{\text{абс.}}$ , кг/см<sup>2</sup>, витрата газу  $G$ , кг/годину. Густина газу при нормальних умовах  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт динамічної в'язкості газу при робочих умовах  $\mu_r$ , мПа·с. Режим роботи – плівковий. Коефіцієнт дифузії газу  $D_r=7,0 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

№ задачі	Розмір насадки	D	t	$P_{\text{абс}}$	G	$\rho$	$\mu_r$
201	15*15*2	1600	35	1,5	4000	0,46	0,014
202	25*25*3	2000	40	2,0	9500	0,57	0,015
203	35*35*4	2200	45	2,5	15800	0,49	0,016
204	50*50*5	1400	40	3,0	8300	0,51	0,0165
205	15*15*2	1800	35	3,5	17200	0,58	0,0172
206	25*25*3	2400	30	4,0	6000	0,50	0,018
207	35*35*4	2800	35	4,5	12600	0,42	0,0156
208	50*50*5	1800	40	5,0	7800	0,60	0,0147
209	25*25*3	1600	45	5,5	10000	0,45	0,017
210	35*35*4	2000	40	6,0	13200	0,54	0,016

#### Задачі № 211–220

Розрахувати коефіцієнт масовіддачі для рідинної фази  $\beta_p$  в абсорбері діаметром  $D$ , мм з насадкою з керамічних кілець Рашига, завантажених навалом, в якому проходить поглинання компонента А з повітря водою при температурі  $t$ , °С. Абсорбер працює в плівковому режимі, густина зрошування  $U$ , м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с. Коефіцієнт змоченості насадки  $\Psi$ . Коефіцієнт дифузії компоненту А в воді  $D_o$ , м<sup>2</sup>/с.

№ задачі	Розмір насадки	D	t	Компонент А	U	$\Psi$	$D_o \cdot 10^9$
1	2	3	4	5	6	7	8
211	25*25*3	400	35	Нітрогену оксид	0,062	0,89	2,34
212	35*35*4	500	45	Аміак	0,081	0,91	2,70
213	35*35*4	600	40	Сірководень	0,079	0,78	2,24

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
214	50*50*5	800	25	Вуглекислота	0,091	0,95	1,98
215	50*50*5	1000	50	Хлористий водень	0,058	0,86	4,05
216	15*15*2	1000	30	Сірководень	0,072	0,83	1,92
217	25*25*3	1200	45	Нітрогену оксид	0,067	0,92	2,70
218	25*25*3	1400	25	Вуглекислота	0,086	0,90	1,98
219	35*35*4	1600	30	Аміак	0,093	0,85	2,16
220	50*50*5	1800	40	Хлористий водень	0,054	0,81	3,56

#### Задачі № 221–230

Визначити середню рушійну силу процесу поглинання пари ацетону з повітря чистою водою, якщо початкова та кінцева концентрація ацетону в повітрі  $Y_{\text{п}}$  та  $Y_{\text{к}}$  (кмоль ацетону/ кмоль повітря). Початковий та кінцевий вміст ацетону в воді  $x_{\text{п}}=0$ ,  $x_{\text{к}}$  (мольних часток). Рівняння лінії рівноваги при розчиненні ацетону в воді  $Y^* = 1,68X$ , де  $X$ ,  $Y$  відносна мольна концентрація ацетону в воді та повітрі.

№ задачі	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230
$Y_{\text{п}}$	0,047	0,050	0,053	0,055	0,058	0,062	0,064	0,066	0,067	0,070
$Y_{\text{к}}$	0,004	0,003	0,004	0,002	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,0096
$X_{\text{к}}$	0,024	0,025	0,020	0,027	0,020	0,030	0,023	0,022	0,026	0,027

#### Задачі № 231–240

Визначити середню рушійну силу в протитечійному насадковому скрубєрі для поглинання сульфур (IV) оксиду водою, якщо відомо, що початкова та кінцева концентрація його в повітрі  $Y_{\text{п}}$  та  $Y_{\text{к}}$  (кмоль  $\text{SO}_2$ / кмоль повітря), а кінцева концентрація сульфур (IV) оксиду в воді  $X_{\text{к}}$  кмоль  $\text{SO}_2$ / кмоль води. Рівноважні концентрації (у відносних мольних одиницях) наведені в таблиці.

$X$	0,000	0,005	0,010	0,0125	0,0150	0,020	0,023	0,030
$Y^*$	0,000	0,0045	0,0102	0,0138	0,0183	0,0243	0,0327	0,061

№ задачі	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
$Y_{\text{п}}$	0,035	0,036	0,050	0,040	0,044	0,052	0,061	0,066	0,062	0,050
$Y_{\text{к}}$	0,003	0,004	0,005	0,003	0,006	0,007	0,004	0,005	0,002	0,007
$X_{\text{к}}$	0,014	0,016	0,018	0,020	0,021	0,024	0,025	0,028	0,026	0,022

### Задачі № 241–250

Визначити графічним методом число одиниць переносу в протитечійній абсорбційній колоні для поглинання метилового спирту водою, якщо відомо, що початкова та кінцева концентрація метилового спирту в повітрі  $Y_{\text{п}}$  та  $Y_{\text{к}}$  (кмоль метилового спирту / кмоль повітря), а кінцева концентрація метилового спирту в воді  $X_{\text{к}}$  кмоль метилового спирту / кмоль води. Рівняння лінії рівноваги  $Y^*=1,15X$ , де  $X$ ,  $Y$  відносна мольна концентрація метилового спирту в воді та повітрі.  $X_{\text{п}}=0$ .

№ задачі	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250
$Y_{\text{п}}$	0,042	0,068	0,075	0,054	0,060	0,096	0,072	0,057	0,082	0,049
$Y_{\text{к}}$	0,003	0,003	0,005	0,006	0,005	0,006	0,008	0,004	0,005	0,004
$X_{\text{к}}$	0,023	0,032	0,035	0,029	0,024	0,051	0,018	0,041	0,054	0,018

### Задачі № 251–260

Визначити коефіцієнт масопередачі в насадковому абсорбері для поглинання аміаку водою з повітря, якщо відомо, що початкова та кінцева концентрація аміаку в повітрі  $Y_{\text{п}}$  та  $Y_{\text{к}}$  (кмоль аміаку/кмоль повітря), витрата повітря  $G$ , кмоль/с, поверхня масопередачі  $F$ , м<sup>2</sup>, середня рушійна сила в абсорбері  $Y_{\text{ср}}$ , кмоль аміаку/кмоль повітря.

№ задачі	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260
$Y_{\text{п}}$	0,060	0,072	0,053	0,047	0,058	0,064	0,046	0,075	0,083	0,066
$Y_{\text{к}}$	0,005	0,004	0,003	0,006	0,007	0,003	0,005	0,006	0,005	0,004
$G$	1,25	1,40	2,63	1,81	1,61	1,93	3,02	2,54	1,52	2,22
$F$	150	180	240	160	320	280	300	410	270	190
$Y_{\text{ср}}$	0,012	0,016	0,013	0,014	0,011	0,018	0,012	0,018	0,021	0,019

### Задачі № 261–270

Визначити висоту одиниці переносу в насадковому абсорбері, якщо відомо, що через нього проходить  $G$ , кмоль/с інертного газу, діаметр абсорбера  $D$ , м, коефіцієнт змоченості насадки  $\Psi$ , коефіцієнт масопередачі  $K_Y$ , кмоль абсорбтива /кмоль інертного газу. Насадка – керамічні кільця, насипані навалом.

№ задачі	Розмір насадки	$G$	$D$	$\Psi$	$K_Y$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
261	15*15*2	0,12	1,0	0,95	0,0012
262	25*25*3	0,08	1,2	0,86	0,0009
263	35*35*4	0,06	1,4	0,91	0,0021
264	50*50*5	0,11	1,2	0,93	0,0013

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6
265	35*35*4	0,08	1,6	0,96	0,0015
266	25*25*3	0,07	1,4	0,82	0,0018
267	15*15*2	0,10	1,8	0,78	0,0008
268	25*25*3	0,09	0,8	0,85	0,0016
269	35*35*4	0,07	1,0	0,88	0,0012
270	50*50*5	0,12	2,4	0,90	0,0015

#### Задачі № 271–280

Визначити фіктивну швидкість газу в скрубєрі для поглинання метанолу водою, якщо відомо: витрата газу  $G$ , кг/с та рідини  $L$ , кг/с, густина газу  $\rho_r$ , кг/м<sup>3</sup>, густина рідини  $\rho_p$ , кг/м<sup>3</sup> (при робочих умовах), коефіцієнт динамічної в'язкості рідини  $\mu_p$ , мПа·с. Насадка – керамічні кільця, насипані навалом.

№ задачі	Розмір насадки	L	G	$\rho_r$	$\rho_p$	$\mu_p$
271	15*15*2	1,80	1,25	1,29	996	0,80
272	25*25*3	1,36	1,10	1,42	994	0,73
273	35*35*4	2,50	1,50	1,53	992	0,66
274	50*50*5	3,00	1,52	2,08	988	0,55
275	15*15*2	2,43	1,21	2,50	990	0,60
276	35*35*4	1,68	1,20	1,80	996	0,81
277	50*50*5	2,10	1,50	2,10	997	0,90
278	25*25*3	2,80	1,85	3,20	983	0,47
279	15*15*2	3,20	2,05	2,73	988	0,55
280	35*35*4	4,10	2,45	1,92	992	0,66

#### Задачі № 281–290

Визначити кількість вуглекислого газу, що поглинається в абсорбері з  $G$ , кг/с повітря, з початковою концентрацією вуглекислого газу в повітрі  $Y_n$  кг CO<sub>2</sub>/кг повітря до кінцевої концентрації  $Y_k$  кг CO<sub>2</sub>/кг повітря.

№ задачі	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290
G	12	15	18	21	16	24	27	30	36	20
$Y_n$	0,11	0,10	0,08	0,06	0,05	0,11	0,07	0,12	0,08	0,09
$Y_k$	0,010	0,006	0,005	0,004	0,006	0,005	0,007	0,06	0,004	0,007

#### Задачі № 291–300

Визначити висоту тарілчастого абсорбера для поглинання чистою водою аміаку з повітряно-аміачної суміші при атмосферному тиску і температурі 20°C. Початковий вміст аміаку у газовій суміші  $u_n$ , об.%, ступінь поглинання  $s_n$ , %, витрата інертної частини суміші (повітря)  $V$ , м<sup>3</sup>/годину. Лінію рівноваги вважати прямою, її рівняння у відносних масових концентраціях:  $Y^* = 0,61X$ .



Відстань між тарілками 0,6 м. Середній ККД тарілки 0,62, коефіцієнт надлишку поглинача 1,3.

№ задачі	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290
V	10000	8000	7000	9000	5000	12000	11000	13000	9000	8000
$c_{II}$	99	98	97	96	95	94	98	93	96	97
$y_{II}$	7,5	8,0	9,0	5,9	7,8	6,5	10,0	10,5	8,5	9,8

## 2.4. ЕКСТРАКЦІЯ

### Задачі № 301–310

Побудувати трикутну діаграму фазової рівноваги для системи вода-ацетон-хлорбензол. Визначити вміст води і хлорбензолу у водяному шарі з концентрацією ацетону X, мас.%. Дані рівноважного складу вказані в таблиці.

Водяний шар			Шар хлорбензолу		
Вода	Ацетон	Хлорбензол	Вода	Ацетон	Хлорбензол
99,9	0,0	0,11	0,15	0,00	99,80
89,8	10,0	0,21	0,49	10,80	88,70
79,9	20,0	0,31	0,79	22,23	76,98
69,4	30,0	0,38	1,72	37,50	60,80
58,6	40,0	1,36	3,05	49,50	47,50
46,3	50,0	3,72	7,24	59,20	33,60
27,4	60,0	12,6	22,85	61,07	15,80
25,7	60,6	13,8	25,66	60,60	13,80

№ задачі	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310
X	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

### Задачі № 311–320

Побудувати трикутну діаграму фазової рівноваги для системи вода-оцтова кислота-діетиловий ефір. Визначити склад рівноважного шару діетилового ефіру, якщо у водяному шарі вміст оцтової кислоти X, мас.%.

№ задачі	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320
X	5	10	15	20	25	12	13	14	6	8

### Задачі № 321–330

Побудувати трикутну діаграму фазової рівноваги для системи вода-оцтова кислота-ізопропіловий ефір. Визначити кількість ефіру оцтової кислоти, при внесенні якої в суміш припиняється розшарування. Суміш містить G, кг ізопропілового ефіру та  $G_1$ , кг води.

№ задачі	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330
G	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,095	0,085	0,045	0,04	0,065
G <sub>1</sub>	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,105	0,115	0,16	0,135	0,155

#### Задачі № 331–340

Побудувати трикутну діаграму фазової рівноваги для системи вода-ацетон-метилізобутилкетон. Визначити вміст води та метилізобутилкетону в шарі метилізобутилкетону з концентрацією ацетону  $X_a$ , мас. %.

№ задачі	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340
$X_a$	5,0	10,0	15,0	30,0	25,0	30,0	35,0	40,0	25,0	12,0

#### Задачі № 341–350

Побудувати трикутну діаграму фазової рівноваги для системи вода-оцтова кислота- метилізобутилкетон. Визначити склад рівноважного шару метилізобутилкетону, якщо в водяному шарі концентрація ацетону  $X_a$ , мас. %.

№ задачі	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350
$X_a$	5,0	12,0	15,0	20,0	22,0	25,0	30,0	35,0	18,0	16,0

## 2.5. АДСОРБЦІЯ

#### Задачі № 351–360

Через адсорбер безперервної дії діаметром  $D$ , м проходить  $V$ , м<sup>3</sup>/годину парогазової суміші, яка містить  $C_0$ , кг/м<sup>3</sup> бензолу. Статична активність адсорбенту  $a_0^*$ , кг/м<sup>3</sup>. Визначити швидкість руху активного вугілля.

№ задачі	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
D	0,32	0,35	0,32	0,25	0,26	0,30	0,28	0,24	0,38	0,30
$C_0$	0,135	0,145	0,150	0,140	0,130	0,125	0,145	0,160	0,180	0,110
$a_0^*$	30	35	36	28	25	27	30	32	31	26
V	120	125	135	130	128	140	150	160	145	152

#### Задачі № 361–370

Визначити кількість тепла, яке виділяється за один період  $\tau$ , хвилин, при адсорбції компонента В активним вугіллям. Діаметр адсорбера  $D$ , м, висота  $H$ , м. Швидкість проходження пароповітряної суміші через адсорбер  $\omega$ , м/хв. Концентрація компонента в парогазовій суміші на вході в адсорбер  $C_0$ , кг/м<sup>3</sup>, на виході з адсорбера – 5% від концентрації на вході. Температура адсорбції 20°C. Густина активного вугілля  $\rho_{\text{нас}}=500$  кг/м<sup>3</sup>.

№ задачі	Компонент В	$\tau$	D	$C_0$	H	$\omega$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
361	етиловий спирт	133	1,0	0,025	1,0	15

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7
362	бензол	140	1,2	0,090	0,3	24
363	чотирихлористий вуглець	150	2,5	0,035	0,8	28
364	діетиловий ефір	120	1,5	0,025	1,1	20
365	метиловий спирт	125	2,3	0,020	0,35	22
366	сірковуглець	145	1,4	0,040	0,9	21
367	хлороформ	130	1,6	0,035	1,1	30
368	етил хлористий	135	2,1	0,120	0,4	25
369	етил бромистий	142	1,5	0,260	0,7	18
370	етилформіат	128	1,3	0,060	1,2	21

#### Задачі № 371–380

В адсорбері безперервної дії поглинається  $G$ , кг/годину ацетону. Площа поперечного перерізу шару адсорбенту  $S$ ,  $m^2$ , коефіцієнт масовіддачі  $\beta_y$ ,  $s^{-1}$ , середня рушійна сила адсорбції  $C_{сер}$ ,  $kg/m^3$ , відрізок ізотерми, що відповідає початковій та кінцевій концентрації ацетону в парогазовій суміші – пряма лінія. Визначити висоту шару адсорбенту.

№ задачі	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380
$G$	4000	4200	4800	3600	5000	3500	4500	3200	2700	4300
$S$	1,0	1,1	1,2	1,3	0,9	1,8	1,0	1,6	1,3	1,5
$\beta_y$	5,0	6,0	7,5	8,0	4,5	6,5	7,0	6,6	7,3	5,8
$C_{сер}$	0,040	0,025	0,030	0,036	0,028	0,044	0,050	0,032	0,027	0,033

#### Задачі № 381–390

Визначити коефіцієнт захисної дії адсорбенту, якщо при висоті  $H$ , м, тривалість захисної дії шару складає  $\tau$ , хв. Втрата тривалості захисної дії шару адсорбенту дорівнює  $\tau_0$ , с.

№ задачі	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390
$H$	2,3	3,5	0,6	1,2	1,8	2,8	4,2	6,0	5,2	3,0
$\tau$	500	720	140	300	400	800	1100	1800	1200	750
$\tau_0$	1800	2000	1100	800	1500	1400	3900	4200	3000	2400

#### Задачі № 391 – 400

Визначити коефіцієнт захисної дії шару адсорбенту при швидкості потоку  $\omega_2$ , м/с, якщо при швидкості парогазової суміші  $\omega_1$ , м/с, коефіцієнт захисної дії шару складає  $K_1$ , с/м.

№ задачі	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400
$K_1$	60000	43000	24000	72000	39500	84000	18000	56000	78000	50000
$\omega_1$	0,050	0,030	0,015	0,250	0,105	0,460	0,320	0,040	0,012	0,033
$\omega_2$	0,015	0,520	0,430	0,032	0,912	0,021	0,055	0,850	0,750	0,100

### 3. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що таке сушіння та його призначення в хімічній технології.
2. Які існують способи сушіння, їх застосування.
3. Конвективне сушіння, його суть, особливості, переваги та недоліки.
4. Радіаційне сушіння, його суть, переваги та недоліки.
5. Діелектричне сушіння, його суть, переваги та недоліки.
6. Сублімаційне сушіння, його суть, переваги та недоліки.
7. Властивості вологих газів, перелічити їх та дати їм визначення.
8. Матеріальний баланс сушарки за вологістю.
9. Тепловий баланс конвективної повітряної сушарки.
10. Діаграма Рамзіна для вологого повітря, застосування.
11. Як на діаграмі Рамзіна зображуються процеси нагрівання та охолодження повітря.
12. Ізоентальпійне охолодження повітря, змішання потоків повітря, що мають різні параметри.
13. Визначення за І-ою діаграмою основних параметрів, що характеризують стан вологого повітря.
14. В яких випадках застосовується сушіння під вакуумом.
15. Вальцеві сушарки, їх будова, принцип роботи, переваги та недоліки.
16. Камерні сушарки, їх будова, переваги та недоліки.
17. Стрічкові сушарки, їх будова, переваги та недоліки.
18. Барабанні сушарки, їх будова, переваги та недоліки.
19. Розпилові сушарки, їх будова, переваги та недоліки.
20. Гребкові сушарки, їх будова, переваги та недоліки.
21. Пневматичні сушарки, їх будова, переваги та недоліки.
22. Бінарні суміші. Фазова рівновага в бінарних системах та їх кваліфікація.
23. Ідеальні суміші. Закони Рауля та Дальтона.
24. Що таке перегонка. Яке її значення в хімічній технології.
25. Реальні суміші, закони Коновалого, Вревського.
26. Фракційна перегонка, її суть, особливості, область застосування, схема установки.
27. Проста перегонка з дефлегмацією, її суть, особливості, область застосування, схема установки.
28. Перегонка з інертним газом, рівноважна та молекулярна перегонка, суть, особливості, область застосування та схема установки.
29. Принцип ректифікації, фізична суть процесів, що складають ректифікацію.
30. Безперервна ректифікація. Схема установки, принцип дії.

31. Матеріальний баланс, рівняння робочих ліній безперервної ректифікації.
32. Що таке мінімальне та дійсне флегмове число, рівняння його, фізичний зміст величин, що входять у рівняння.
33. Вплив флегмового числа на розміри колони та витрату теплоносія на процес.
34. Визначення числа теоретичних тарілок з допомогою рівноважної діаграми (у-х).
35. Температурний режим процесу ректифікації, пояснити з допомогою ізобарної (t-x,y) діаграми.
36. Тепловий баланс безперервної ректифікації, витрата гріючої пари на процес.
37. Періодична ректифікація. Схема установки, принцип дії.
38. Тепловий баланс періодичної ректифікації, витрата гріючої пари на процес.
39. Допущення, які приймаються при розрахунках ректифікаційних колон.
40. Вибір тиску. В яких випадках ректифікацію проводять при атмосферному тиску, під вакуумом та під надлишковим тиском.
41. Метод побудови рівноважної х-у діаграми та її застосування. Зображення процесу ректифікації на діаграмі.
42. Барботажні колони. Конструкція, принцип дії, переваги та недоліки, рекомендації для застосування.
43. Насадкові колони. Конструкція, принцип дії, переваги та недоліки, рекомендації для застосування.
44. Плівкові масообмінні апарати. Конструкція, принцип дії, переваги та недоліки, рекомендації для застосування.
45. Гідродинаміка барботажних, насадкових та плівкових масообмінних апаратів.
46. Спеціальні види перегонки. Екстрактивна та азеотропна ректифікація.
47. Які процеси називають масообмінними. Способи відображення складу фаз.
48. Рівновага при масопередачі. Правило фаз. Закон Генрі.
49. Матеріальний баланс процесу абсорбції. Робоча лінія процесу. Питома витрата поглинача.
50. Молекулярна дифузія. Рівняння молекулярної дифузії, фізичний зміст величин, що складають це рівняння. Коефіцієнт молекулярної дифузії, від чого він залежить.
51. Турбулентна дифузія. Рівняння турбулентної дифузії, фізичний зміст величин, що його складають. Чим визначається коефіцієнт турбулентної дифузії.
52. Механізм процесів масопереносу.
53. Моделі процесів масопереносу.
54. Коефіцієнт масовіддачі та параметри, що його визначають. Рівняння масовіддачі.
55. Рівняння масопередачі. Залежність між коефіцієнтами масовіддачі та масопередачі. Їх фізичний зміст.
56. Рушійна сила процесів масопередачі при абсорбції. Середня рушійна сила процесу в апараті. Визначення та геометричний зміст.

57. Визначення «числа одиниць переносу» та його зв'язок з середньою рушійною силою процесу.
58. Висота одиниць переносу. Їх фізичний зміст.
59. Визначення діаметра масообмінного апарата.
60. Визначення висоти масообмінного апарата.
61. Що таке процес абсорбції. Визначення, загальні відомості. Рівновага при абсорбції.
62. Матеріальний баланс абсорбції та визначення витрати поглинача. Вплив витрати поглинача на розміри абсорбера.
63. Швидкість фізичної абсорбції.
64. Які фактори впливають на величину коефіцієнта масовіддачі.
65. Що характеризують дифузійні критерії Нусельта, Пекле та Прандтля.
66. Конструкції поверхневих абсорберів.
67. Конструкції плівкових абсорберів.
68. Конструкції насадкових абсорберів.
69. Конструкції тарілчастих абсорберів.
70. Типи насадок та рекомендації до вибору.
71. Гідродинамічний режим роботи тарілок.
72. Конструкція, принцип роботи ситчастих тарілок та рекомендації до їх застосування.
73. Конструкція, принцип роботи ковпачкових тарілок та рекомендації до їх застосування.
74. Конструкція, принцип роботи клапанних тарілок та рекомендації до їх застосування.
75. Конструкція, принцип дії провальних тарілок та рекомендації до їх застосування.
76. Конструкція, принцип роботи прямотечійних розпилових абсорберів.
77. Розрахунок гідравлічного опору насадкових абсорберів.
78. Поняття «змоченої поверхні» насадки та коефіцієнта змочення.
79. Вплив температури і тиску на процес абсорбції.
80. Десорбція. Способи десорбції.
81. Схема абсорбційної установки з рециркуляцією поглинача та десорбцією.
82. Що називають адсорбцією. Загальні відомості та область застосування.
83. Рівновага при адсорбції. Побудова ізотерм адсорбції.
84. Рівняння масопередачі при адсорбції.
85. Фізична адсорбція.
86. Характеристика найбільш розповсюджених теорій процесу адсорбції.
87. Характеристика рівнянь ізотерм адсорбції, вплив температури і тиску на процес адсорбції.
88. Статична і динамічна активність адсорбентів.
89. Характеристика адсорбентів, основні властивості адсорбентів та рекомендації до їх застосування.
90. Конструкції адсорберів та схеми адсорбційних установок.
91. Апаратурне оформлення процесу адсорбції в псевдозрідженому стані.
92. Визначення рушійної сили адсорбції.

93. Конструкції адсорберів з рухомим шаром адсорбенту.
94. Іонообмінні процеси. Загальні відомості.
95. Що називається екстракцією, загальні відомості та область застосування.
96. Криві селективності.
97. Рівновага в системі рідина–рідина при екстракції.
98. Зображення складу трикомпонентної суміші на трикутній діаграмі. В яких одиницях виражається склад суміші. Правило важеля.
99. Матеріальний баланс процесу екстракції.
100. Методи екстракції.
101. Рівновага в системі тверде тіло – рідина. Екстрагування з твердих тіл.
102. Класифікація екстракційних апаратів.
103. Схема одноступеневої рідинної екстракції.
104. Схема багатоступеневої рідинної екстракції.
105. Способи розчинення та вилуговування.
106. Конструкції сітчастих апаратів.
107. Конструкція та принцип роботи змішувально-відстійних екстракторів.
108. Конструкція та принцип роботи відцентрових екстракторів.
109. Конструкція та принцип дії насадкових екстракторів.
110. Конструкція та принцип дії роторно-дискових колонних екстракторів.
111. Конструкція та принцип дії пульсаційних екстракторів.

#### **4. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. – 784 с.

2. Плановский А.Н., Рамм В.М., Коган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. – 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. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.

4. Чернобыльский И.И. Выпарные установки. – Из-во Киевского университета, 1970.

## ДОДАТОК

Таблиця № 1

Рівноважні концентрації фаз системи вода-оцтова кислота-діетиловий ефір

Водяний шар			Ефірний шар		
$X_A$	$X_B$	$X_C$	$Y_A$	$Y_B$	$Y_C$
93,0	0,0	6,7	2,3	0,00	99,7
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

A – вода , B – оцтова кислота, C – діетиловий ефір.

Таблиця № 2

Рівноважні концентрації фаз системи 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	98,0
95,5	2,89	1,6	0,8	0,79	98,4
91,7	6,42	1,9	8,0	1,93	97,1
84,4	13,3	2,3	1,9	4,82	93,3
71,1	25,5	3,4	3,9	11,40	84,76
58,9	36,7	4,4	6,9	21,6	71,5
45,1	44,3	10,6	10,8	31,1	58,1
37,1	46,4	16,5	15,1	36,2	48,7

Таблиця № 3

Рівноважні концентрації фаз системи вода-оцтова кислота – метилізобутилкетон (МІБК)

Водяний шар			Шар МІБК		
вода	ацетон	МІБК	вода	ацетон	МІБК
98,0	0,0	2,0	2,3	0,0	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	5,3	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