

Міністерство освіти і науки України  
Східноукраїнський національний університет імені В. Даля

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ  
з дисципліни  
«ГІГІЄНА І ПРОМИСЛОВА САНІТАРІЯ  
ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА»  
(для здобувачів вищої освіти спеціальності  
226 «Фармація, промислова фармація» освітнього ступеню бакалавр)  
(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні кафедри ФВТ  
Протокол № 4  
від 24.11.2023 р

Київ  
2024

УДК 613.6:504.61

Методичні вказівки. Практичні заняття з дисципліни: «Гігієна і промислова санітарія фармацевтичного виробництва» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація» освітнього ступеню бакалавр) (Електронне видання) / Уклад.: В.П. Шапкін, Л.Ф. Горбас, В.Ю. Тарасов. – Київ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2024 – 31 с.

Викладений теоретичний і методичний матеріал по основних питаннях гігієни і промисловій санітарії. Приведено приклади розрахунку різних показників, що допомагають студентам опанувати практичними навичками, необхідними при гігієнічній оцінці факторів навколишнього середовища й умов праці у фармацевтичному виробництві.

Укладачі:

В.П. Шапкін, к.х.н., доц.  
Л.Ф. Горбас, к.х.н., доц.  
В.Ю. Тарасов, д.т.н., проф.

Рецензент:

І.В. Гнітько, канд.фарм.н.

**ЗМІСТ**

Практичне заняття 1 Гігієна повітряного середовища.....	4
Практичне заняття 2 Забруднення повітряного середовища.....	11
Практичне заняття 3 Гігієнічна оцінка вентиляції.....	18
Практичне заняття 4 Гігієна води та водопостачання.....	21
Практичне заняття 5 Знезараження та покращення якості питної води....	25
Практичні заняття 6-8 Гігієна праці у фармацевтичному виробництві....	28
Практичні заняття 9-10 Чисті приміщення у фармацевтичному виробництв	29
Література	30

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1

### **Тема: Гігієна повітряного середовища**

**Мета:** Вивчення методів визначення атмосферного тиску, температури в приміщенні, абсолютної, відносної та максимальної вологості, швидкості переміщення повітря. Висновок щодо мікроклімату в приміщенні. Рішення задач.

### **Основні теоретичні відомості.**

#### **1 Визначення атмосферного тиску**

Атмосферний тиск вимірюють за допомогою барометра-анероїда або барографа. Атмосферний тиск у середньому коливається в межах  $760 \pm 20$  мм.рт.ст.

#### **2 Методика оцінки температурного режиму**

Для визначення температурного режиму приміщення вимірюють температуру повітря в трьох місцях: у зовнішньої стіни (у 10 см від неї), у центрі й у внутрішньої стіни (у 10 см від неї). Виміри проводять на рівні 0,1; 1,0; 1,5 м від підлоги. Отримані дані заносять до протоколу й аналізують перепади температури по вертикалі і горизонталі.

Середню температуру приміщення обчислюють по трьох значеннях вимірів у різних місцях по горизонталі, проведених на висоті 1,5 м.

#### **3 Визначення вологості повітря**

Для гігієнічної оцінки вологості повітря використовуються наступні її характеристики: абсолютна, максимальна, відносна вологість; фізичний дефіцит вологості; крапка роси та ін.

Абсолютна вологість повітря визначається приладами, що називаються психрометрами. Вони бувають двох видів: психрометр Асмана і психрометр Августа. Психрометр Асмана (аспіраційний) має два ртутних термометри, резервуар одного з них покритий тканиною (батист). Прилад дає більш точні показники, тому що його корпус укладений у металевий футляр, що охороняє резервуари термометрів від впливу теплового випромінювання. Крім того, механічний аспіраційний пристрій – вентилятор – забезпечує постійну швидкість руху повітря біля термометрів, що дозволяє проводити виміри при постійних умовах.

Перед визначенням вологості повітря батист на резервуарі вологого термометра змочують водою. Потім підключають вентилятор до електричної мережі або заводять ключем годинниковий механізм. Відлік показань термометрів проводять через 3-4 хвилини після включення приладу, тобто в момент, коли температура вологого термометра стане мінімальною.

Абсолютну вологість розраховують за формулою

$$K = F - 0,5(t - t_1) \cdot \frac{B}{775}, \quad (1)$$

де  $F$  – максимальна пружність водяної пари при температурі вологого термометра (таблиця 1), мм рт.ст.;

$t$  – температура сухого термометра, °С;

$t_l$  – температура вологого термометра, °С;

$B$  – барометричний тиск у момент дослідження, мм.рт.ст.;

$0,5$  – психрометричний коефіцієнт;

$755$  – середній барометричний тиск, мм.рт.ст.

Відносну вологість  $R$ , % обчислюють за формулою

$$R = \frac{K}{F} \cdot 100, \quad (1)$$

де  $K$  – абсолютна вологість, мм.рт.ст.;

$F$  – максимальна пружність при температурі сухого термометра (таблиця 1).

Таблиця 1 – Максимальна пружність водяної пари при різних температурах

Цілі градуси	Десяті долі градусів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-5	3,16	3,13	3,11	3,09	3,06	3,04	3,02	2,99	2,97	2,95
-4	3,40	3,38	3,35	3,33	3,30	3,28	3,25	3,23	3,21	3,18
-3	3,67	3,64	3,62	3,59	3,56	3,53	3,51	3,48	3,46	3,43
-2	3,95	3,92	3,89	3,86	3,84	3,81	3,78	3,75	3,72	3,70
-1	4,26	4,22	4,19	4,16	4,13	4,10	4,07	4,04	4,01	3,98
0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,72	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,33	5,37	5,41	5,45	5,49	5,52	5,56	5,60	5,64
3	5,68	5,72	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,06
4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,96
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,56	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,04	8,10	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,62	8,67	8,73	8,79	8,84	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15

Продовження таблиці 1.1

Цілі градуси	Десяті долі градусів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,78
11	9,84	9,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,24	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,73	10,80	10,87	10,94	11,01	11,08	11,16
13	11,23	11,30	11,38	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91
14	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62	12,71
15	12,79	12,87	12,95	13,04	13,12	13,20	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,63	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44
17	14,53	14,62	14,72	14,81	14,90	15,00	15,09	15,19	15,28	15,38
18	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87	15,97	16,07	16,17	16,27	16,37
19	16,48	16,58	16,67	16,79	16,89	17,00	17,10	17,21	17,32	17,43
20	17,54	17,64	17,75	17,86	17,97	18,08	18,20	18,31	18,42	18,54
21	18,65	18,76	18,88	19,00	19,11	19,23	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,07	20,19	20,32	20,44	20,56	20,69	20,82	20,94
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58	21,71	21,84	21,98	22,10	22,24
24	22,38	22,51	22,65	22,78	22,92	23,06	23,20	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,90	24,04	24,18	24,33	24,47	24,62	24,76	24,91	25,06
26	25,21	25,36	25,51	25,66	25,81	25,96	26,12	26,27	26,43	26,58
27	26,74	26,90	27,06	27,21	27,37	27,54	27,70	27,86	28,02	28,18
28	28,35	28,51	28,68	28,85	29,02	29,18	29,35	29,52	29,70	29,87
29	30,04	30,22	30,39	30,57	30,74	30,92	31,10	31,28	31,46	31,64
30	31,82	32,01	32,19	32,38	32,56	32,75	32,93	33,12	33,31	33,50
31	33,70	33,89	34,08	34,28	34,47	34,67	34,86	35,06	35,26	35,46
32	35,66	35,80	36,07	36,27	36,48	36,68	36,89	37,10	37,31	37,52
33	37,73	37,94	38,16	38,37	38,58	38,80	39,02	39,24	39,46	39,68
34	39,90	40,12	40,34	40,57	40,80	41,02	41,25	41,48	41,71	41,94

Величину відносної вологості можна визначити по спеціальних таблицях, використовуючи для цього показання двох термометрів. Наприклад, при роботі з психрометром Августа користуються таблицею 1.2.

Для виміру відносної вологості існує прилад, що зветься гігрометром. Він складається зі сприймаючого елемента – знежиреного волоса, один кінець якого укріплений на верхній частині рами, інший (нижній) перекинтий через блок і прикріплений до стрілки. У даному пристрої використовується властивість волоса змінювати свою довжину в залежності від вологості. Зі збільшенням вологості повітря волосся подовжується, зі зменшенням, навпаки, коротшає, приводячи в рух стрілку, що переміщується по шкалі і показує відносну вологість у відсотках.

Для безперервної реєстрації відносної вологості використовують самописний прилад – гігрограф, що складається зі сприймаючого елемента – знежиреного волосся, що обертає барабан зі стрічкою, сполучних важелів і пера з чорнилом.

#### **4 Визначення швидкості руху повітря**

Швидкість руху повітря впливає на тепловий баланс організму людини. Велика рухливість повітря в приміщеннях сприяє підняттю в повітря осілого пилу, його переміщенню і разом з мікроорганізмами створює умови для можливого забруднення устаткування, лік та ін.

Для визначення великих швидкостей (вище 1 м/с) застосовують анемометри, а малих швидкостей (до 1 м/с) – кататермометри, термоанемометри. Принцип роботи анемометрів заснований на передачі обертання лопатей, укріплених на осі, рахунковому механізмові, що фіксує число обертів. Розрізняють анемометри крильчаті і чашкові.

Крильчатий анемометр призначений для виміру швидкостей руху повітря в діапазоні від 0,5 до 15 м/с. Цей прилад широко використовується для визначення рухливості повітря у виробничих умовах, а також для оцінки ефективності вентиляційних пристроїв.

Чашковим анемометром вимірюють швидкості руху повітря в межах від 1 до 50 м/с. Його найчастіше використовують у метеорологічній практиці.

Для визначення швидкості руху повітря по циліндричному кататермометру (на шкалі маються розподіли від 35 до 38 °С) спочатку визначають його охолоджувальну спроможність. З цією метою резервуар кататермометра нагрівають у склянці з водою (температура 70–80 °С) доти, поки спирт не заповнить  $\frac{1}{2}$  верхнього розширення капіляра. Потім прилад насухо витирають і підвішують у тім місці, де необхідно визначити показник. По секундомірі відзначають час, протягом якого спиртовий стовпчик опустився з оцінки 38 до 35 °С.

Таблиця 1.2 – Визначення відносної вологості за показниками психрометра Августа при швидкості руху повітря 0,2 м/с

Показання сухого термометра, °С	Показання вологого термометра, °С																			
	12	5,3	5,7	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0
13	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	11,8	12,2	12,6	13,0	
14	6,6	7,1	7,5	8,0	8,4	8,8	9,2	9,7	10,1	10,5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	14,0	
15	7,3	7,8	8,2	8,7	9,2	9,6	10,0	10,5	10,9	11,4	11,8	12,2	12,6	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	15,0	
16	8,0	8,5	9,0	9,4	9,9	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,6	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,2	15,6	16,0	
17	8,6	9,1	9,7	10,2	10,7	11,2	11,6	12,1	12,6	13,0	13,5	13,9	14,4	14,9	15,3	15,8	16,2	16,6	17,0	
18	9,3	9,9	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	12,9	13,4	13,9	14,4	14,8	15,3	15,7	16,2	16,6	17,1	17,5	18,0	
19	10,0	10,6	11,1	11,7	12,2	12,7	13,2	13,8	14,3	14,8	15,3	15,7	16,2	16,7	17,2	17,6	18,1	18,5	19,0	
20	10,6	11,2	11,8	12,4	12,9	13,4	14,0	14,5	15,1	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,5	19,0	19,5	20,0	
21	11,2	11,9	12,6	13,1	13,6	14,2	14,8	15,3	15,9	16,5	17,1	17,5	18,0	18,6	19,1	19,5	20,0	20,5	21,0	
22	11,8	12,5	13,2	13,8	14,4	15,0	15,6	16,1	16,7	17,3	17,9	18,4	18,9	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	
23	12,5	13,1	13,8	14,4	15,1	15,7	16,4	17,0	17,6	18,2	18,8	19,3	19,8	20,4	20,9	21,5	22,0	22,5	23,0	
24	13,1	13,8	14,5	15,2	15,9	16,5	17,1	17,8	18,4	19,0	19,6	20,1	20,7	21,3	21,9	22,4	23,0	23,5	24,0	
25	13,7	14,5	15,2	15,9	16,6	17,2	17,9	18,5	19,2	19,8	20,5	21,2	21,7	22,2	22,8	23,3	23,9	24,4	25,0	
Відносна вологість, %	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	

Величину охолоджуючої здатності повітря  $H$ , мДж/(см<sup>2</sup>·с), знаходять за формулою

$$H = \frac{F}{t}, \quad (1.3)$$

де  $F$  – фактор приладу, постійна величина, яка показує кількість тепла, що втрачається з 1 см<sup>2</sup> поверхні приладу за час його охолодження з 38 до 35 °С, мДж/(см<sup>2</sup>·с) (величина, постійна для кожного приладу);

$t$  – час охолодження приладу, с.

Знаючи величину охолоджуючої здатності повітря і температуру навколишнього повітря, обчислюють швидкість руху повітря  $V$ , м/с за формулою

$$V = \left( \frac{H}{Q} - 0,2 \right)^2, \quad (1.4)$$

де  $H$  – величина охолоджуючої здатності повітря,  $\text{мДж}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ ;

$Q$  – різниця між середньою температурою кататермометра ( $36,5\text{ }^\circ\text{C}$ ) і температурою навколишнього повітря,  $^\circ\text{C}$ ;

0,2 і 0,4 – емпіричні коефіцієнти.

Вимір швидкостей руху повітря в діапазоні від 0,03 до 5 м/с можна проводити за допомогою електричного термоанемометра. В основу роботи термоанемометра покладений принцип охолодження датчика, поміщеного в повітряний потік.

Приклад задачі.

За даними аспіраційного психрометра, кататермометра і барометра розрахувати абсолютну, відносну вологість і швидкість руху повітря у виробничому приміщенні. Оцінити отримані показники температури, відносній вологості і швидкості руху повітря. У разі потреби дати пропозиції по поліпшенню мікроклімату.

Вихідні дані.

Температура сухого термометра в приміщенні  $t=19\text{ }^\circ\text{C}$ , температура вологого термометра  $t_1=14\text{ }^\circ\text{C}$ . Час падіння стовпчика спирту кататермометра з 38 до 35  $^\circ\text{C}$  складає  $t=80\text{ с}$ , фактор приладу  $F=495$ . Атмосферний тиск 752 мм.рт.ст.

Рішення.

Абсолютна вологість повітря становить

$$K = 1,99 - 0,5(19 - 14) \cdot \frac{752}{755} = 9,5 \text{ мм. рт. ст.}$$

Відносна вологість повітря

$$R = \frac{9,5}{16,48} \cdot 100 = 57,64$$

Величина охолоджувальної здатності повітря

$$H = \frac{495}{80} = 6,19$$

Швидкість руху повітря

$$V = \left( \frac{\left( \frac{6,19}{17,5} - 0,2 \right)}{0,4} \right)^2 = 0,15 \text{ м/с}$$

**Контрольні запитання**

- 1 Що вивчає наука гігієна?
- 2 Що означає поняття санітарія?
- 3 Фізичні властивості повітря.
- 4 Методи визначення температури. Гігієнічне нормування.
- 5 Терморегуляція організму. Фізична і хімічна терморегуляція.
- 6 Вологість. Абсолютна, максимальна, відносна вологість. Дефіцит насичення.
- 7 Методи виміру вологості. Гігієнічне нормування.
- 8 Підвищений і знижений барометричний тиск. Вплив на організм.
- 9 Методи визначення швидкості руху повітря. Гігієнічне нормування.
- 10 Електричний стан повітряного середовища.
- 11 Комплексний вплив мікроклімату на процеси теплообміну і здоров'я людини.
- 12 Оптимальні і припустимі метеорологічні умови виробничого середовища.
- 13 Якими шляхами відбувається віддача тепла організмом, і який її механізм?

**Рекомендована література:** [1].

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

### **Тема: Забруднення повітряного середовища.**

**Мета:** Знайомство з засобами оцінки забруднення повітря виробничих приміщень шкідливими речовинами; знайомство з токсикологічними властивостями деяких речовин, які використовуються у фармацевтичному виробництві; розробка заходів по зниженню рівня забруднення

### **Основні теоретичні відомості.**

#### **1 Визначення хімічного складу повітря**

На підприємствах хіміко-фармацевтичної промисловості повітря може забруднюватися парами й аерозолями вихідних, проміжних продуктів, а також готових лік. Вміст їх у повітрі може бути надзвичайно малим, однак гігієнічне значення мають уже кількості, що виражаються частками міліграма (десяті, соті, тисячні) у 1 дм<sup>3</sup> або навіть у 1м<sup>3</sup> повітря. У цих концентраціях хімічні речовини здатні впливати на стан здоров'я працюючих. Тому контроль за хімічним складом повітря має важливе значення і повинний проводитися з дотриманням основних вимог, як при відборі, так і аналізі проб повітря.

Проби повітря для хімічного аналізу відбирають у зоні подиху людини на робочих місцях. Способи відбору цих проб різноманітні і розділяються на дві групи: динамічні й миттєві.

До динамічних способів відносяться аспіраційні методи, засновані на усмоктуванні аналізованого повітря через поглинальні середовища, що затримують обумовлену речовину. У якості поглинальних середовищ можуть використовуватися тверді сорбенти – активоване вугілля і силікагель, полімерні сорбенти, різні фільтри, а також поглинальні розчини. Так, пари бензолу, толуолу, ксилолу, сірковуглецю добре затримуються такими твердими сорбентами, як графітна сажа, каолін. Відбір проб повітря проводять на тверді сорбенти, попередньо оброблені кислотами і прожарені при визначеній температурі. Потім поглинені сорбентом речовини десорбують термічним шляхом або екстрагують відповідним розчинником.

Тривалість відбору залежить від чутливості методу і вмісту домішок шкідливих речовин у повітряному середовищі. Час відбору проб не повинний перевищувати 30 хв.

Речовини в газо- і пароподібному стані поглинаються з повітря в рідкі поглинальні середовища і на тверді сорбенти.

Для визначення в повітрі високодисперсних аерозолей – димів, туманів, пилу – використовують різні фільтри, з яких найбільш високу затримуючу здатність мають фільтри типу АФА (аналітичні фільтри аерозольні).

Поглиналильні прилади являють собою скляні ємності визначеної конфігурації. Розрізняють поглинальні прилади Зайцева, Полежаєва, Ріхтера,

з пористою пластинкою та ін. Більш високою ефективністю володіють поглинальні прилади зі скляною пористою пластинкою і поглинальні прилади Ріхтера.

Миттєві способи відбору використовуються у випадках високої концентрації речовини в повітрі, короткочасності технологічного процесу, високої чутливості методу і полягають у заповненні повітрям різних емкостей (суллі, газові піпетки, газові мішки, камери та ін.).

Проби повітря, відібрані аспіраційним способом у рідкі поглинальні середовища, можуть бути відразу піддані аналізу. При застосуванні твердих сорбентів речовина, що підлягає визначенню, спочатку переводиться в розчин, у якому можливе проведення аналізу.

Найбільш чутливими і сучасними методами аналізу є газова і газорідинна хроматографія, полярографія, маспектрометрія, інфрачервона спектрометрія. Широке застосування знаходять також колориметричні і нефелометричні методи дослідження. У лабораторних умовах найбільш широке застосування одержав спосіб порівняння по ряду стандартів.

Концентрацію речовини в розчинах можна визначити також, використовуючи електрофотокolorиметри, що дозволяє значно прискорити проведення хімічних аналізів. Для цього готують серію стандартних розчинів з визначеним вмістом речовини у відомому обсязі. Вимірюють оптичні щільності отриманих розчинів і будують калібрований графік. У якості контрольного розчину використовують поглинальний розчин, попередньо вимірявши його оптичну щільність стосовно дистильованої води. Потім проводять колориметрування проби, знаходять значення одиниць екстинкції по вмісту речовини в пробі і розраховують концентрацію аналізованої речовини в повітрі  $X$ , мг/см<sup>3</sup> за формулою

$$X = \frac{a \cdot c \cdot 1000}{b \cdot V_0} \quad (2.1)$$

де  $a$  – кількість речовини, що виявлена в аналізованому обсязі, мг;

$b$  – об'єм поглинального розчину, узятого для аналізу, см<sup>3</sup>;

$c$  – об'єм поглинального розчину у всій пробі, см<sup>3</sup>;

$V_0$  – об'єм досліджуваного повітря, приведений до нормальних умов, дм<sup>3</sup>.

Приведення об'єму повітря до нормальних умов  $V_0$ , дм<sup>3</sup> здійснюється за формулою

$$V_0 = \frac{V_1 \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760}, \quad (2.2)$$

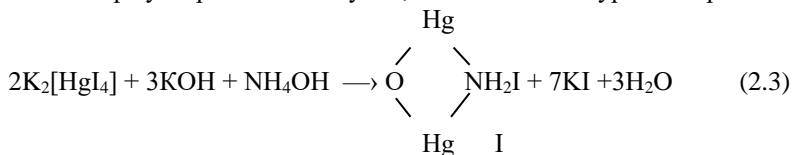
де  $V_1$  – об'єм повітря, узятий для аналізу;

$B$  – барометричний тиск, мм.рт.ст. ;  
 $273$  – коефіцієнт розширення газів;  
 $t$  – температура повітря в момент відбору проб повітря, °С

### Визначення аміаку

Аміак має дратівну дію на слизові оболонки верхніх дихальних шляхів і очей, може викликати гострі і хронічні отруєння. ГДК аміаку в повітрі робочої зони 20 мг/м<sup>3</sup>.

Визначають аміак колориметричним методом. При взаємодії аміаку з реактивом Несслера утворюється сполука I, яка має жовто-бурий колір:



Визначенню заважають амонійні солі, сірководень, альдегіди, які присутні у повітрі.

### Визначення хлору

Хлор – газ жовтувато-зеленого кольору з різким, дратівним запахом, що відчувається при концентрації 3 мг/м<sup>3</sup>. Широко застосовується в хімічній промисловості а також у якості відбілюючих речовин на текстильних і паперових фабриках. Хлорвмісні речовини – хлорне вапно, гіпохлорит кальцію, хлорамін, а також газоподібний хлор широко застосовуються як дезінфікуючі засоби.

Хлор має виражену дратівну дію на слизові оболонки дихальних шляхів і може викликати набряк легень. ГДК хлору в повітрі робочої зони – 1 мг/м<sup>3</sup>.

Метод визначення хлору в повітрі заснований на відновленні хлору миш'яквистою кислотою з наступним визначенням його за допомогою хлориду срібла за рівняннями



Чутливість методу 5 мкг в аналізованому обсязі розчину. Визначенню заважають інші галогени, синильна кислота і сірководень.

### Визначення хлористого водню

Хлористий водень – безбарвний газ з різким запахом, добре розчинний у воді, ефірі, бензині, у вологому повітрі утворює туман хлористоводневої кислоти.

Водний розчин речовини – хлористоводнева кислота, безбарвна рідина з різким запахом, змішується з водою в будь-яких співвідношеннях. При вмісті в розчині більш 25 % хлористого водню він «димить» у повітрі. Кислота широко використовується в промисловості при виробництві хлору, хлорвмісних сполук, при виділенні металів з руд, у виробництві соди, суперфосфату та ін.

ГДК хлористого водню і хлористоводневої кислоти в повітрі робочої зони – 5 мг/м<sup>3</sup>.

Метод визначення заснований на утворенні зваженої каламуті при взаємодії іона хлору з нітратом срібла за рівнянням (2.5).

Ступінь помутніння розчину проби порівнюють зі шкалою стандартів.

Чутливість методу: 5 мкг хлористого водню в аналізованому розчині. Визначенню заважають інші галогеноводневі сполуки і синильна кислота.

#### **Визначення оксидів азоту.**

Нітрогази являють собою суміш різних оксидів азоту. Склад (співвідношення) оксидів азоту не постійне, воно змінюється зі зміною температури, вологості повітря й інших факторів. При аналізі повітря виробничих приміщень враховують в основному наступні кисневі сполуки азоту:

– оксид азоту (II) NO – безбарвний газ, що окислюється киснем повітря до діоксиду. У виробничих умовах оксид азоту (II) може виділятися при травленні металів азотною кислотою, при киснево-ацетиленовому електрозварюванні, електричних розрядах, підричних роботах та ін. Оксид азоту (II) діє на кров, у результаті чого оксигемоглобін переходить у метгемоглобін;

– діоксид азоту (IV) NO<sub>2</sub> – жовтувато-бурий газ з різким запахом. При взаємодії з водою і вологою повітря він утворює азотисту кислоту. Може виділятися в повітря приміщень при виробництві азотної і сірчаною кислот, штучних добрив, штучного шовку, вибухових речовин та ін. Має виражену дратівну дію на слизові оболонки дихальних шляхів, може привести до токсичного набряку легень. ГДК у повітрі робочої зони в перерахуванні на N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> дорівнює 5 мг/м<sup>3</sup>;

– оксид азоту (V) N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – безбарвні голчасті кристали, що розпливаються на повітрі. При взаємодії з водою утворює азотну кислоту. Може виділятися поблизу могутніх джерел γ-випромінювання. Має дратівну дію на слизові оболонки верхніх дихальних шляхів і легені. ГДК у повітрі робочої зони – 5 мг/м<sup>3</sup>.

Кількісне визначення оксидів азоту здійснюється колориметричним методом. Досліджуване повітря відбирають вакуумним методом по судини, що містять визначену кількість гідроксиду натрію. При наявності в повітрі

оксидів азоту відбувається утворення в розчині нітрату і нітриту натрію за рівнянням



Азотисту кислоту визначають колориметричним методом, користуючись реактивом Гріса до появи рожевого забарвлення.

#### **Визначення пари ртуті**

Ртуть – рідкий метал, здатний випаровуватися при кімнатній температурі. У виробничих умовах застосовується при виготовленні ртутних препаратів, термометрів, барометрів, рентгенівських трубок, електро- і радіоламп, у фізичних і хімічних лабораторіях та ін.

ГДК пари ртуті в повітрі робочої зони – 0,01 мг.

Метод визначення речовини заснований на взаємодії йодиду калію і пари ртуті за рівнянням



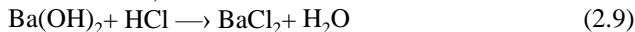
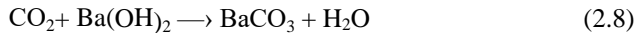
і колориметричному визначенні аніона  $(\text{Hg})^{2-}$  по інтенсивності жовтувато-рожевого забарвлення осаду комплексної солі  $\text{Cu}(\text{HgI}_4)^{2-}$  на фоні білого осаду йодиду міді.

#### **Визначення діоксиду вуглецю (IV)**

При тривалому перебуванні людей у приміщенні кількість діоксиду вуглецю (IV)  $\text{CO}_2$  у повітрі збільшується. Одночасно з його накопиченням у повітрі приміщень пропорційно збільшується кількість мікроорганізмів і пилу, продуктів життєдіяльності людини, підвищується температура і вологість. Тому вміст діоксиду вуглецю (IV) розглядають як інтегральний показник, по якому можна оцінити ступінь чистоти повітря в приміщеннях. Повітря вважається чистим, якщо вміст діоксиду вуглецю (IV) у приміщенні не перевищує 0,1 %.

У виробничих умовах при порушеннях технологічних процесів, недостатньо ефективній вентиляції вміст  $\text{CO}_2$  може досягати значних величин, здатних спричинити токсичну дію на організм працюючих. Такі ж умови можуть мати місце в ізольованих герметизованих приміщеннях. При підвищенні вмісту  $\text{CO}_2$  у повітрі до 4-5 % виникає порушення ряду функцій організму, що, може викликати головний біль, слабкість, серцебиття, знижену працездатність. У зв'язку з цим необхідний контроль за вмістом  $\text{CO}_2$  у повітрі.

Найбільш чутливим методом його визначення є мікрометод Реберга. Метод заснований на поглинанні  $\text{CO}_2$  розчином гідроксиду барію з наступним відтитруванням надлишку останнього, що прореагував з хлористоводневою кислотою за рівняннями



Приклади задач.

У відібраній аспіраційним засобом пробі повітря визначити концентрацію шкідливої речовини та оцінити ступінь забруднення повітря у виробничому приміщенні.

Приклад 1.

Вихідні дані.

Об'єм проби повітря у виробничому приміщенні  $V_1=3 \text{ дм}^3$ ; кількість аміаку в пробі 0,05 мг; температура повітря в приміщенні  $t=23 \text{ }^\circ\text{C}$ ; атмосферний тиск  $B=767 \text{ мм.рт.ст.}$ ; гранично припустима концентрація (ГДК)  $20 \text{ мг/м}^3$ .

Рішення.

Об'єм проби повітря, приведений до нормальних умов, згідно з формулою (2.2) дорівнює

$$V_0 = \frac{3 \cdot 273 \cdot 767}{(273 + 23) \cdot 760} = 2,79 \text{ дм}^3$$

Концентрація аміаку в приміщенні становить

$$C = 0,05 / (2,79 \cdot 10^{-3}) = 17,92 \text{ мг/м}^3, \text{ що не перевищує ГДК}$$

Приклад 2.

Вихідні дані.

Обсяг проби повітря, яке містить пил сульфіну,  $60 \text{ дм}^3$ ; вага фільтру до відбору проби 670,6 мг; вага фільтру після відбору проби 670,7 мг; ГДК сульфіну  $1 \text{ мг/м}^3$ .

Рішення.

Кількість сульфіну в пробі повітря

$$670,7 - 670,6 = 0,1 \text{ мг}$$

Концентрація сульфіну в приміщенні

$$C = \frac{0,1 \cdot 10^3}{60} = 1,7 \text{ мг/м}^3,$$

що перевищує ГДК. Необхідно облаштувати місцеву вентиляцію над місцем утворення пилу.

**Контрольні запитання**

- 1 Хімічний склад атмосферного повітря.
- 2 Азот і кисень і їхнє гігієнічне значення.
- 3 Чому діоксид вуглецю є непрямим санітарним показником ступеня чистоти повітря в приміщенні?
- 4 Назвати основні хімічні забруднювачі атмосферного повітря.
- 5 Методи визначення в повітрі аміаку.
- 6 Методи добору проб повітря для визначення в ньому хімічних речовин.
- 7 Методи добору проб повітря для визначення в повітрі діоксиду вуглецю.
- 8 Метод визначення в повітрі хлору.
- 9 Метод визначення в повітрі пари ртуті.
- 10 Що таке ГДК?
- 11 Шляхи надходження шкідливих речовин в організм.
- 12 Заходи щодо зниження рівня забруднень.

**Рекомендована література:** [1; 2; 3].

### **Тема: Гігієнічна оцінка вентиляції**

Мета: Знайомство з гігієнічними вимогами щодо вентиляції приміщень, засобами її оцінки, нормуванням повітрообміну; розрахунок необхідного об'єму повітря згідно з кількістю діоксиду вуглецю, пилу в повітрі, виділення тепла та вологості.

#### **Основні теоретичні відомості**

По способу організації повітрообміну вентиляцію розділяють на припливну і витяжну. Найбільш часто в приміщеннях обладнують припливно-витяжну вентиляцію. По характеру побудника розрізняють вентиляцію природну і штучну (механічну).

В основу природної вентиляції покладений обмін повітря за рахунок різниці температур зовнішнього повітря і повітря приміщень (тепловий напір) і вітрового напору. З метою підвищення ефективності природної витяжної вентиляції на спеціальних вентиляційних каналах, що виходять на дах будинків, установлюють дефлектори різної конструкції.

Штучна вентиляція (приплив і витяжка) здійснюється за рахунок штучних засобів спонукання (вентиляторів). Вона не залежить від температури повітря, швидкості і напрямку вітру. Ця система забезпечує сталість повітрообміну, можливість очищення, зволоження, підігріву подаваного повітря.

Тривале перебування людей у приміщенні приводить до істотної зміни фізичних властивостей і хімічного складу повітря. У приміщенні підвищується вологість, температура, зростає кількість мікроорганізмів, вміст діоксиду вуглецю (IV), з'являються леткі речовини органічного походження, з неприємним запахом.

Необхідний обсяг вентиляції — це кількість свіжого повітря, що потрібно подати в приміщення на 1 людину у годину, щоб кількість наявних шкідливостей не перевищила ГДК. Так, необхідна кількість повітря, що подається у приміщення (обсяг вентиляції)  $V$ , м<sup>3</sup>/год, знаходять за формулами:

при газовиділеннях

$$V = \frac{G}{b_v - b_n}, \quad (3.1)$$

при вологовиділеннях

$$V = \frac{G}{b_g - b_n}, \quad (3.2)$$

при тепловиділеннях

$$V = \frac{G}{b_e - b_n}, \quad (3.3)$$

де  $G$  – газовиділення в приміщення, мг/год;

$b_e$  – ГДК газу в повітрі, що видаляється, мг/м<sup>3</sup>;

$b_n$  – концентрація газу в припливному повітрі, мг/м<sup>3</sup>;

$D$  – вологовиділення в приміщення, г/год;

$d_e, d_n$  – вміст вологості у повітрі, що видаляється і припливному повітрі, г/кг;

$\rho$  – густина повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$Q$  – виділення в приміщення явного тепла, кДж/год;

$c$  – теплоємність повітря, дорівнює 1 кДж/(кг·°С);

$t_e, t_n$  – температура повітря, що видаляється і припливного повітря, °С.

Якщо в приміщенні якість повітря погіршується тільки в результаті присутності людей, то розрахунок об'єму вентиляції  $V$ , м<sup>3</sup>/год, проводиться по діоксиду вуглецю (IV) за формулою

$$V = \frac{K \cdot n}{P - P_1} = \frac{K \cdot n}{1 - 0,4}, \quad (3.4)$$

де  $K$  – кількість оксиду вуглецю (IV), яку видихує людина при легкій фізичній роботі за 1 годину (22,6 л);

$n$  – число людей у приміщенні;

$P$  – максимально припустимий вміст діоксиду вуглецю (IV) у приміщенні (1 л/м<sup>3</sup> відповідає 1 %);

$P_1$  – вміст діоксиду вуглецю (IV) в атмосферному повітрі (0,4 л/м<sup>3</sup> відповідає 0,04 %).

Нормативною величиною необхідного об'єму вентиляції варто вважати 37,7 м<sup>3</sup> на 1 людину у годину з урахуванням кількості діоксиду вуглецю (IV), що видихається.

Визначення кратності повітрообміну.

Кратність повітрообміну  $P$  – це величина, що показує, скільки разів повітря в приміщенні обмінюється протягом години, визначається за формулою

$$P = \frac{Q}{K}, \quad (3.5)$$

де  $Q$  – кількість повітря, який подається або видаляється з приміщення, м<sup>3</sup>/год;

$K$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

Приклад задачі.

З приміщення об'ємом  $K=60$  м<sup>3</sup> за допомогою витяжної вентиляції видаляється  $Q=180$  м<sup>3</sup> повітря за годину. Кратність повітрообміну складе

$$P = \frac{180}{60} = 3$$

### Контрольні запитання

- 1 Значення вентиляції виробничих приміщень.
- 2 Види вентиляції.
- 3 Кратність повітрообміну.
- 4 Розрахунок вентиляції при наявності шкідливих пар і газів.
- 5 Розрахунок вентиляції по вмісту в повітрі діоксиду вуглецю.
- 6 Якими приладами оцінюють ефективність роботи вентиляції?

**Рекомендована література:** [1, 2].

### **Тема: Гігієна води та водопостачання.**

Мета: Знайомство з гігієнічними вимогами до якості питної води; знайомство з засобами лабораторного аналізу води. Рішення ситуаційних задач.

### **Основні теоретичні відомості.**

До якості води пред'являють певні санітарно-гігієнічні вимоги, що регламентуються державними санітарними правилами і нормами (ДСАНПіН) «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарськопитного постачання», затвердженими МОЗ України 23.12.1996. У даному документі виділені 5 груп показників, що регламентують якість води:

- вода повинна мати прийнятні органолептичні властивості, тобто бути прозорою, безбарвною, без присмаку і запаху; жорсткість не повинна перевищувати встановлені норми (таблиця 2.4 [1]);

- вода повинна бути нешкідлива по хімічному складу, тобто концентрація токсичних речовин не повинна перевищувати ГДК, (таблиця 2.3 [1]);

- вода повинна бути безпечною в епідеміологічному відношенні, тобто не містити патогенних найпростіших, бактерій, вірусів, яєць гельмінтів (таблиці 2.1, 2.2 [1]);

- вода повинна бути радіаційно-безпечною; сумарна об'ємна активність  $\alpha$ - і  $\beta$ -випромінювань (природних) не повинна перевищувати ГДК;

- 5) вода повинна бути фізіологічно повноцінною, тобто її мінеральний склад повинний відповідати біологічним потребам організму (таблиця 2.5 [1]).

Методи визначення деяких забруднень.

Аміак є початковим продуктом розкладання органічних азотвмісних речовин. Наявність у воді аміаку в кількості більш  $0,1 \text{ мг/дм}^3$  свідчить про свіже забруднення її органічними речовинами тваринного походження. У воді можлива присутність аміаку природного походження, що утворюється в результаті відновлення нітратів при відсутності кисню. Високий вміст аміаку спостерігається в болотистих і нафтових водах. Принцип методу визначення аміаку заснований на тім, що аміак з реактивом Неслера утворює йодид меркурамонію  $\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{IO}$ , що дає при малих кількостях аміаку жовте забарвлення і червоно-бурий осад при більшому його вмісті.

Солі азотистої кислоти (нітрити) – це продукти окислювання (нітрофікації) аміаку під впливом мікроорганізмів. Вміст нітритів у воді більш  $0,002 \text{ мг/л}$  указує на давність забруднення води органічними азотвмісними продуктами. Метод визначення нітритів заснований на тім, що солі азотистої кислоти в присутності реактиву Гріса дають рожеве забарвлення внаслідок утворення азобарвника.

Соли азотної кислоти (нітрати) – це кінцеві продукти мінералізації органічних азотвмісних речовин. Наявність у воді нітратів без аміаку і нітритів вказує на завершення процесу мінералізації, на давнє забруднення, що припинилося. Одночасна присутність усіх трьох компонентів свідчить про незавершеність цього процесу, про давнє і триваюче забруднення води органічними азотвмісними речовинами. Невелика кількість у воді нітратів можлива за рахунок солей, що містяться в ґрунті. Метод визначення нітратів заснований на здатності нітратів у присутності фенолу і сірчаної кислоти утворювати пікринову кислоту. Пікринова кислота за допомогою аміаку переводиться в пікрат амонію, що дає жовте забарвлення.

Хлориди у воді водяних джерел розглядаються як показники побутового забруднення. Однак варто пам'ятати, що у воді присутність хлоридів може досягати великих кількостей за рахунок природного надходження. Метод визначення хлоридів заснований на осадженні хлоридів нітратом срібла. Після повного зв'язування хлоридів надлишок срібла вступає в реакцію з хроматом кальцію, утворює хромат срібла, при цьому забарвлення змінюється від лимонно-жовтого до жовтогарячого.

Приклад задачі.

Оцінити відповідність показників якості дослідної води вимогам ДСАНПіН і зробити висновок щодо можливості її застосування як питної. Якщо це неможливо, вказати показники, які не відповідають вимогам ДСАНПіН.

При лабораторному дослідженні води встановлено: число мікроорганізмів у  $1 \text{ см}^3$  120, колі-індекс 4, нітрати 52 мг/л, свинець 0,03 мг/л, фтор 0,7 мг/дм<sup>3</sup>, сухий залишок 690 мг/дм<sup>3</sup>, хлориди 320 мг/дм<sup>3</sup>, сульфати 300 мг/дм<sup>3</sup>, залізо 0,22 мг/дм<sup>3</sup>, загальна жорсткість 6 мг-екв/дм<sup>3</sup>, запах при 20 °С – 2 бали, присмак 3 бали, кольоровість 32°, мутність 1,8 мг/дм<sup>3</sup>, рН 6,7.

Рішення.

Порівняння показників якості дослідної води і нормативів ДСАНПіН [1, таблиці 3.3-3.7] показує, що дослідна вода відповідає вимогам ДСАНПіН по вмісту фтору, хлоридів, сульфатів, заліза. У межах норми сухий залишок, загальна жорсткість, запах та рН.

Мікробіологічні показники (колі-індекс, та число мікроорганізмів) перевищують нормативні (колі-індекс н/б 3, ОМЧ н/б 100).

Дещо перебільшує нормативи кількість нітратів (н/б 45 мг/дм<sup>3</sup>), свинцю (н/б 0,0145 мг/дм<sup>3</sup>), присмак (н/б 2), мутність (н/б 1,5).

Таким чином дослідну воду не можна вважати безпечною у епідеміологічному відношенні, а також внаслідок високого вмісту нітратів та свинцю органічні показники (мутність і присмак) також роблять неможливим використання.

### **Контрольні запитання**

1 Роль води в процесах життєдіяльності організму.

- 2 Які інфекції можуть передаватися водним шляхом?
- 3 Хімічний склад води і його вплив на здоров'я людини
- 4 Гігієнічні вимоги до якості питної води.
- 5 Мікробіологічні показники якості питної води.
- 6 Органолептичні показники якості питної води.
- 7 Показники радіаційної безпеки питної води.
- 8 Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води.
- 9 Що таке індекс токсичності?
- 10 Види контролю води.
- 11 Що характеризує показник окислення ( $\text{KMnO}_4$ )?
- 12 Про що свідчить наявність аміаку у воді? Метод визначення.
- 13 Про що свідчить наявність нітритів у воді? Метод визначення.
- 14 Про що свідчить наявність нітратів у воді? Метод визначення.
- 15 Про що свідчить наявність хлоридів у воді? Метод визначення.

**Рекомендована література:** [1; 2].

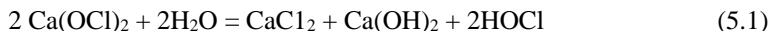
**Тема: Знезараження та покращення якості питної води.**

Мета: Знайомство з основними засобами знезараження води, з засобами визначення залишкового хлору у воді після хлорування; з засобами отримання води очищеної для фармацевтичних цілей.

**Основні теоретичні відомості.**

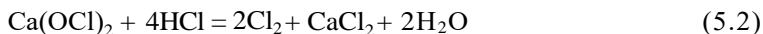
Для знезараження води застосовують хімічні методи – хлорування, озонування, а також фізичні методи – кип'ятіння, УФ-опромінення, ультразвук та ін.

Знезараження води хлоруванням є найбільш простим і широко розповсюдженим методом. Для цього використовують газоподібний хлор і 1 % розчин хлорного вапна (гіпохлорит кальцію). В основі бактерицидного ефекту лежить здатність впливати на цитоплазму бактерій недисоційованої молекули хлорнуватистої кислоти, що утворюється при введенні у воду сполук хлору за рівнянням

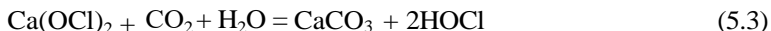


Визначену бактерицидну властивість мають також іони гіпохлориту ( $\text{OCl}^-$ ) і хлору ( $\text{Cl}^-$ ), що утворюються при дисоціації хлорнуватистої кислоти. Для знезараження індивідуальних запасів води використовують хлорвмісні таблетки: паноцид, акваsept та ін.

**Визначення активного хлору в хлорному вапні.** Хлорне вапно випускається зі вмістом 32-35 % активного хлору. Активний хлор – це хлор, що виділяється з хлорного вапна при дії на нього хлористоводневої кислоти за рівнянням



При збереженні під впливом вологи і світла зміст хлору знижується.



Для знезараження води допускається використовувати хлорне вапно зі вмістом не менш 25 % активного хлору, тому необхідно попередньо визначити вміст у ній активного хлору.

Хід аналізу.

Готують 1 % розчин хлорного вапна. Для цього в ступці 1 г хлорного вапна розчиняють після ретельного роздрібнення в невеликій кількості дистильованої води, потім переливають у мірну колбу і доводять до обсягу 100 см<sup>3</sup>. Ретельно перемішують і залишають розчин на 10 хвилин для освітлення. У колбу наливають 50 см<sup>3</sup> дистильованої води, 5 см<sup>3</sup> 1 % освітленого розчину хлорного вапна, 5 см<sup>3</sup> 5 % розчину йодиду калію, 1 см<sup>3</sup>

хлористоводневої кислоти в розведенні 1:3 і перемішують. У результаті реакції між хлором, хлорним вапном і йодидом калію виділяється визначена кількість йоду, еквівалентна вмісту хлору.

Йод титрують 0,01 н. розчином тіосульфату натрію до слабо-жовтого забарвлення, після чого вводять 1 мл 1 % розчину крохмалю і титрують до зникнення синього забарвлення.

1 см<sup>3</sup> 0,01 н розчину тіосульфату натрію зв'язує 1,269 мг йоду, що відповідає 0,355 мг хлору.

Приклади задач.

#### Приклад 1.

На титрування пішло 27,45 см<sup>3</sup> 0,01н розчину тіосульфату натрію. У 5 см<sup>3</sup> 1 % розчину хлорного вапна буде утримуватися наступна кількість активного хлору:  $27,45 \cdot 0,355 = 9,744$  мг, а в 1 см<sup>3</sup> –  $9,744 : 5 = 1,94$  мг.

1 см<sup>3</sup> 1 % розчину містить 0,01 г сухої речовини хлорного вапна. Отже, у даному розчині утримується

$$\begin{array}{l} 0,01 \text{ — } 0,00194 \\ 100 \text{ — } x \end{array}$$

$$P = \frac{0,00194 \cdot 100}{0,01} = 19,4 \text{ \% активного хлору}$$

#### Визначення дози хлорного вапна для хлорування води.

Для здійснення надійного знезараження води необхідно правильно вибрати дозу 1 % розчину хлорного вапна з урахуванням витрат його на окислювання різних органічних і легкоокислюваних речовин, які присутні у воді. Необхідна доза хлору складається з хлорпоглинаємості (кількості хлору, що йде на окислювання органічних речовин, і кількості, що йде на окислювання мікробних клітин) і залишкового хлору.

Оцінку ефективності хлорування проводять по залишковому вмісту активного хлору, що обов'язково повинний бути присутнім у воді після 30-хвилинного контакту його з хлором у кількості 0,3-0,5 мг/дм<sup>3</sup>. Цю кількість визначають дослідним шляхом.

У 3 склянки наливають по 200 см<sup>3</sup> води. У кожену склянку обережно, по скляній паличці вводять 2, 4, 6 краплі 1 % розчину хлорного вапна. Потім ретельно перемішують і залишають на 30 хв. За цей час органічні речовини і мікробні тіла піддаються окислюванню. Після цього в кожену склянку доливають 1 см<sup>3</sup> хлористоводневої кислоти (1:5), 1 см<sup>3</sup> 5 % розчину йодиду калію і 1 см<sup>3</sup> 1 % розчину крохмалю. Суміш розчинів ретельно перемішують. При наявності залишкового хлору вода забарвлюється в синій колір. Воду в склянках, де мало місце забарвлення, титрують по краплях 0,7 % розчином

тіосульфату натрію до знебарвлення, перемішуючи її після додавання кожної краплі.

Розрахунок дози починають з тієї склянки, де відбулося знебарвлення від 2 крапель тіосульфату натрію. Вміст залишкового хлору в цій склянці складає  $0,4 \text{ мг/дм}^3$  (1 крапля  $0,7 \%$  розчину тіосульфату натрію зв'язує  $0,04 \text{ мг}$  хлору, що відповідає при перерахуванні на  $1 \text{ дм}^3 : 0,04 \cdot 5 = 0,2 \text{ мг/дм}^3$ ). Якщо знебарвлення відбулося від 1 краплі, вміст залишкового хлору недостатній –  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ , при знебарвленні від 3 крапель вміст залишкового хлору занадто великий –  $0,6 \text{ мг/дм}^3$ .

### Приклад 2.

З трьох склянок після додавання крохмалю синє забарвлення відбулося у 2 і 3-й склянках. Отже, залишкового активного хлору в 1-й склянці немає. Для розрахунку дози виберемо 2-у склянку, на визначення залишкового хлору в якій пішло 2 краплі  $0,7 \%$  розчину тіосульфату натрію. У дану склянку на  $200 \text{ см}^3$  води було додано 2 краплі  $1 \%$  розчину хлорного вапна. Таким чином, на  $1 \text{ л}$  води необхідно додати  $2 \cdot 5 = 10$  крапель або  $0,4 \text{ мл}$   $1 \%$  розчину хлорного вапна ( $1 \text{ мл}$  містить  $25$  крапель).

### Визначення залишкового хлору у водопровідній воді.

У конічну колбу місткістю  $500 \text{ см}^3$  вносять  $250 \text{ см}^3$  водопровідної води (перед добором проби воду  $1-2$  хвилини спускають),  $10 \text{ мл}$  буферного розчину з  $\text{pH} = 4,6$  і  $5 \text{ см}^3$   $10 \%$  розчину йодиду калію. Для приготування буферного розчину з  $\text{pH} = 4,6$  змішують  $102 \text{ см}^3$   $1\text{M}$  розчину оцтової кислоти ( $60 \text{ см}^3$   $100 \%$  кислоти в  $1 \text{ дм}^3$  води) і  $98 \text{ см}^3$   $1\text{M}$  розчину ацетату натрію ( $136,1 \text{ г}$  кристалічної солі в  $1 \text{ дм}^3$  води) і доводять об'єм до  $1 \text{ дм}^3$  прокип'яченою дистильованою водою. Після цього йод, що виділився, титрують  $0,005\text{н}$  розчином тіосульфату натрію до блідо-жовтого забарвлення. Потім доливають  $1 \text{ см}^3$   $1 \%$  розчину крохмалю і титрують розчин до зникнення синього забарвлення. Вміст залишкового хлору у воді  $X$ ,  $\text{мг/дм}^3$ , розраховують за формулою

$$X = \frac{n \cdot K \cdot 0,177 \cdot 1000}{V}, \quad (5.4)$$

де  $n$  – кількість  $0,005\text{н}$  розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування,  $\text{см}^3$ ;

$K$  – поправочний коефіцієнт розчину тіосульфату натрію;

$0,177$  – кількість активного хлору, що відповідає  $1 \text{ см}^3$   $0,005\text{н}$  розчину тіосульфату натрію,  $\text{мг}$ ;

$V$  – об'єм води, узятої для аналізу,  $\text{см}^3$ .

## Контрольні запитання

- 1 Методи поліпшення якості води.
- 2 Хімічні методи знезараження води.
- 3 Фізичні методи знезараження води.
- 4 Метод контролю ефективності знезараження води.
- 5 Методи очищення води.
- 6 Як визначити активний хлор у хлорному вапні?
- 7 Як визначити дозу розчину хлорного вапна для хлорування води?
- 8 Як визначити залишковий хлор у водопровідній воді?
- 9 Метод одержання води очищеної для фармацевтичних цілей.
- 10 Вода для ін'єкцій.

**Рекомендована література:** [1; 2]

**Тема: Гігієна праці у фармацевтичному виробництві**

Мета: Знайомство з професійними шкідливостями у виробництві лікарських засобів та заходами попередження їх впливу на організм.

**Основні теоретичні відомості.**

Студенти готують доповіді для аудиторного розбору по рекомендованих темах і планові. Для закріплення матеріалу на заняттях проводиться розбір одного або декількох повідомлень по найбільш актуальних темах. Вихідними даними для підготовки доповідей є матеріали, отримані під час загально-інженерної практики.

Розбір проводиться за планом, що дозволяє студентів оцінити найбільш значні фактори, що діють на робітників у виробництві хіміко-фармацевтичних препаратів. При цьому звертається особлива увага на оцінку мікроклімату приміщень, освітлення на робочих місцях, стану повітряного середовища й інших виробничих факторів.

Необхідно висвітлити характер впливу виробничих факторів на організм працюючих і оцінити їхній стан здоров'я. У висновку пропонується оцінити характер і повноту комплексу оздоровчих заходів, проведених на виробництві.

**Контрольні запитання**

1 Основні несприятливі фактори на підприємствах хіміко-фармацевтичної промисловості.

2 Основні джерела виділення шкідливих речовин у виробництві синтетичних лікарських засобів.

3 Заходи щодо поліпшення умов праці у виробництві синтетичних лікарських засобів.

4 Процес отримання антибіотиків. Їхня негативна дія на організм людини.

5 Профілактичні заходи у виробництві антибіотиків.

6 Фітопрепарати і несприятливий вплив на організм людини при їхньому виробництві.

7 Гігієнічна характеристика умов праці при виготовленні таблеток.

8 Засоби захисту працюючих від шкідливих факторів при виробництві таблеток.

**Рекомендована література: [1]**

### **Тема: Чисті приміщення у фармацевтичному виробництві**

Мета: Знайомство з сучасними вимогами до організації виробництва лікарських засобів, засобами контролю забруднень у чистих приміщеннях та засобами забезпечення чистоти.

#### **Основні теоретичні відомості**

Студенти повинні усвідомити принципову основу сучасного підходу до забезпечення якості лікарських засобів, важливою частиною яких є технологія чистоти; познайомитися з вимогами GMP до чистоти приміщень, у яких виготовляються стерильні лікарські засоби, з поняттями «чисті приміщення» і «чисті зони». Необхідно знати, який рівень гарантії стерильності досягається при фінішній стерилізації та в асептичному виробництві, і які методи захисту застосовують в асептичному виробництві для поліпшення цього показника.

Необхідно вивчити методи контролю аерозольних забруднень (оптичні лічильники часток) і біозабруднень, як у повітрі (інерційний, седиментаційний, метод фільтрації), так і на поверхні (контактний метод, метод змиву).

Необхідно ознайомитися з методами забезпечення чистоти, що включають: організацію фільтрації повітря в чистих приміщеннях; дезінфекцію повітря і поверхонь у чистих приміщеннях; внутрішню обробку приміщень; спеціальний одяг; застосування ізолюючої технології.

#### **Контрольні запитання**

- 1 Що таке «чисте приміщення»? Класифікація «чистих приміщень».
- 2 Що таке чиста зона? Які типи зон ви знаєте?
- 3 Вимоги до чистоти повітря при виробництві продуктів, що підлягають фінішній стерилізації.
- 4 Вимоги до чистоти повітря в асептичному виробництві.
- 5 Вимоги до чистоти у виробництві нестерильних лікарських засобів.
- 6 Які основні джерела мікрозабруднень у чистих приміщеннях?
- 7 Методи контролю аерозольних забруднень.
- 8 Методи контролю біозабруднень у повітрі.
- 9 Методи контролю біозабруднень поверхні.
- 10 Фільтрація повітря в чистих приміщеннях.
- 11 Дезінфекція приміщень.
- 12 Обробка поверхонь чистих приміщень.
- 13 Одяг для чистих приміщень.
- 14 Що таке ізолююча технологія?

**Рекомендована література: [1]**

**ЛІТЕРАТУРА**

1 Конспект лекцій з дисципліни: «Гігієна і промислова санітарія фармацевтичного виробництва» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація» освітнього ступеню бакалавр) (Електронне видання) / Уклад.: В.П. Шапкін, Л.Ф. Горбас, В.Ю. Тарасов. – Київ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2023. – 100 с.

2 Большаков А.М. Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене. М.: Медицина. 1987. – 176 с.

3 Общая гигиена / Е.И. Гончарук, Ю.И. Кундиев, В.Г. Бардов и др. – К.: Вища школа, 1999. – 652 с.

