

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Факультет громадського розвитку та здоров'я

Кафедра гігієни, санітарії та загальної
ветеринарної профілактики імені М. В. Демчука

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для лабораторних занять з дисципліни
«ГІГІЄНА У ФАРМАЦІЇ»
Частина 1

Для студентів факультету громадського розвитку та здоров'я
за спеціальністю
226 «Фармація, промислова фармація»

Львів - 2022

Укладачі: Гутий Б. В., Сус Г. В., Козенко О. В., Магрело Н. В., Двилюк І. В., Вус У.М., Сачук Р. М., Кремпа Н. Ю., Мартишук Т. В., Висоцький А. О.

Методичні рекомендації для лабораторних занять за спеціальністю 226 «Фармація, промислова фармація» з дисципліни «Гігієна у фармації» / Б. В. Гутий, Г. В. Сус, О.В. Козенко, Н.В. Магрело, І. В. Двилюк, У.М. Вус, Р. М. Сачук, Н.Ю. Кремпа, Т. В. Мартишук, А. О. Висоцький. Львів, 2022. 54 с.

Рецензенти:

Гуфрій Д.Ф. – д.вет.н., професор, професор кафедри фармакології та токсикології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького;

Остапук А.Ю. – к.вет.н., директор Державного науково-дослідного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок;

Обговорено і схвалено на засіданні кафедри гігієни, санітарії та загальної ветеринарної профілактики імені М.В. Демчука, протокол № 9 від 9.06.2022 р.

Фізичні властивості повітря.

Гігієнічна оцінка мікроклімату приміщень

Терміном «мікроклімат» позначають комплекс фізичних факторів повітряного середовища, що впливають на теплообмін людини з навколишнім середовищем, її тепловий стан і визначають здоров'я та працездатність. Показниками мікроклімату виробничих приміщень є температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, теплове випромінювання й атмосферний тиск.

Провізорам відомості про фізичні властивості повітряного середовища і, зокрема, мікроклімат приміщень необхідні:

— для оцінки умов праці в аптечних установах. Наприклад, мікроклімат може впливати на організм як сприятливо — при оптимальному поєднанні параметрів, так і негативно, викликаючи переохолодження чи, навпаки, перегрівання організму;

— для підвищення ефективності фармакотерапії, оскільки поряд з іншими факторами навколишнього середовища температура, вологість, атмосферний тиск, променева енергія мають суттєвий вплив на фармакокінетику та фармакодинаміку лікарських препаратів;

— для забезпечення відповідних режимів зберігання різних груп лікарських препаратів, лікарської сировини та виробів медичного призначення. Усяке порушення чи відхилення від регламентованих умов зберігання, відсутність урахування впливу факторів навколишнього середовища може призвести до зниження їхньої якості, зміни активності, підвищення токсичності, що небезпечно для хворого.

Мета: знати вплив фізичних факторів повітряного середовища на організм людини, знати і володіти методами оцінки мікроклімату приміщень, вміти розробляти гігієнічні заходи щодо його оптимізації в аптечних установах.

Контроль температури навколишнього середовища

Гігієнічне значення температури повітря. Визначення і гігієнічна оцінка зон комфорту, критичних і оптимальної температур повітря. Класифікація і будова термометрів. Будова і принцип роботи термографів. Робота з приладами для визначення запису температури повітря. Порівняльна характеристика температурних шкал. Гігієнічні норми температури повітря у аптеках.

Санітарно-гігієнічне значення температури оточуючого середовища.

- Температура повітря разом з його вологістю, рухом, атмосферним тиском, освітленням, є основним метеорологічним чинником, що характеризує стан повітряного середовища, погоду, клімат, мікроклімат.
- Організм людини постійно перебуває під дією цих факторів.
- Гігієнічна оцінка температури повітря приміщень здійснюється шляхом порівняння фактично виміряної із встановленими санітарними нормами.

Прилади для вимірювання температури

Температуру повітря вимірюють термометрами. За конструкцією і будовою їх поділяють на ртутні, спиртові (рідинні), самописні та електричні; за призначенням – на нормальні, максимальні, мінімальні і комбіновані. Термометри можуть бути спеціального призначення: для визначення температури поверхні будівельних огорожень; захищені футляром з черпаком для визначення температури води; для вимірювання температури ґрунту; для визначення температури при різних хімічних реакціях. Медичні термометри – ртутні. Ціна поділки шкали – 0,1 °С. Вони призначені для визначення температури тіла.

Ртутні термометри призначені для вимірювання температур у межах від – 39 до +357 °С (ртуть замерзає при температурі – 39,4 °С). *Спиртові (рідинні) термометри* – менш точні порівняно з ртутними, але ними можна визначити температуру – 130 °С. При високих температурах спирт

розширюється нерівномірно, а при $+78,3^{\circ}\text{C}$ закипає. *Самописний термометр (термограф)* використовують для безперервної реєстрації температури протягом доби або тижня. Основною частиною, що сприймає температуру, є біметалева пластинка або плоский металевий резервуар, заповнений толуолом. Під впливом температури змінюється кривизна пластинки, а через систему важелів передається стрілці, яка закінчена пером. Запис здійснюється на паперовій стрічці, укріпленій на барабані з годинниковим механізмом. Для запису термограм (барограм, гігрограм) використовують гліцеринове чорнило (200 мл гліцерину, 2,4 г барвника в порошок, 3,0 г гуміарабіку, розчиненого в 10 мл води, 10 мл спирту). *Електричні термометри* мають різне призначення, але принцип їх будови однаковий і ґрунтується на вимірюванні в електричному колі струму, датчиком якого може бути термопара або термістор – напівпровідниковий термоопір. Реєструючою частиною є мікроамперметр з шкалою, градуйованою у градусах. Ці термометри призначені для вимірювання нормальної температури.

Максимальний термометр – це ртутний термометр, призначений для вимірювання найвищої температури (повітря, води, тіла і т. д.) за певний проміжок часу. До групи максимальних належить медичний термометр. *Мінімальний термометр* – це спиртовий термометр, призначений для вимірювання найнижчої температури, властивої тілу за певний проміжок часу. Робоче положення такого термометра горизонтальне. *Комбінований термометр* – мінімально-максимальний. Капіляр термометра U-подібної форми, нижня частина якої заповнена ртуттю. Кінці капіляра розширені. Одне розширення повністю, а друге – лише на третину заповнене спиртом. Над менісками ртуті в обох капілярах є сталеві покажчики, які при переміщенні ртуті виштовхуються вгору. Перед користуванням покажчики за допомогою магніта підводять до менісків ртуті. При підвищенні температури спирт розширюється і виштовхує ртуть у капіляр, резервуар якого лише частково заповнений спиртом. При зниженні температури спирт зменшується

в об'ємі і ртуть переміщується у капіляр, резервуар якого повністю заповнений спиртом. Температуру визначають за шкалою, яка є з обох боків капілярів.

У нас термометри градуйовані у градусах Цельсія ($^{\circ}\text{C}$). У них 0° на шкалі показує точку танення льоду, а 100° – точку кипіння води при тиску 760 мм рт. ст. Відомі й інші температурні шкали: у термометрах із шкалою Реомюра ($^{\circ}\text{R}$) точка танення льоду – 0° , а точка кипіння води – 30° ; у термометрах із шкалою Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$) танення льоду $+32^{\circ}$, а точка кипіння води $+212^{\circ}$. Отже, 1° шкали Цельсія еквівалентний $0,8^{\circ}$ шкали Реомюра і $1,8^{\circ}$ шкали Фаренгейта.

Для переведення однієї температурної шкали в іншу визначено коефіцієнти:

$$1^{\circ}\text{C} = 4/5^{\circ}\text{R} \text{ або } 9/5^{\circ}\text{F};$$

$$1^{\circ}\text{R} = 5/4^{\circ}\text{C} \text{ або } 9/4^{\circ}\text{F};$$

$$1^{\circ}\text{F} = 5/9^{\circ}\text{C} \text{ або } 4/9^{\circ}\text{R}.$$

За нульову точку в температурній шкалі Кельвіна прийнято температуру $-273,16^{\circ}\text{C}$ (температура абсолютного нуля).

Визначення температурного режиму приміщення

За допомогою термометра вимірюють температуру повітря в трьох точках приміщення по горизонталі на висоті 1,5 м від підлоги: а) біля зовнішньої стіни (10 см від неї) у куті; б) у центрі приміщення; в) біля внутрішньої стіни й трьох точках по вертикалі в центрі приміщення: на висоті 0,1 м від підлоги, 1,5 м від підлоги та 0,2 м від стелі. Термометр слід тримати горизонтально, витримуючи не менше 3-4 хв у кожній точці вимірювання. Показання заносять до протоколу, визначають середнє значення температури як середнє арифметичне всіх вимірювань і перепади температури по горизонталі та вертикалі. Отримані дані порівнюють з нормативними значеннями.

Згідно санітарним нормам № 4088-86 – зміни температури повітря по горизонталі робочої зони, а також протягом робочого

часу допускаються до 4 °С – при легких роботах, до 5 °С – при роботах середньої важкості і до 5 °С – при важких роботах. , по вертикалі – 2,5 °С. Допустимі коливання температури протягом доби для цегляних будівель становлять 2 °С і дерев'яних – 3 °С.

При визначенні температури навколишнього повітря термометр треба захищати від сонячних променів екранами з картону або фанери, встановлюючи їх так, щоб вони затримували сонячну радіацію і не перешкоджали руху повітря навколо термометра. Швидше і точніше можна виміряти температуру за допомогою сухого термометра, аспіраційного психрометра.

Оптимальні мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при довготривалому і систематичному впливові на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без перенавантаження механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють передумови для високого рівня працездатності.

Розрахункові температури приміщень аптек

Назва приміщення	Т°С
Зал обслуговування населення	16
Асистентська, дефектарська, фасувальна контрольномаркірувальна, стерилізаційна, дистиляційна, мийна	18
Приміщення для приготування лікарських форм в асептичних умовах	18
Контрольно-аналітичний кабінет, мийна	18
Приміщення для зберігання лікарських засобів і виробів медичного призначення	18
Аптечний кіоск (пункт)	18

Комфортну температуру повітря у виробничих приміщеннях аптек і фармацевтичних підприємств слід підтримувати на рівні 21 ± 2 °С взимку і 23 ± 2 °С влітку. В аптеках винятком є зал обслуговування населення, в якому допускається зниження температури в холодний період до 16 °С.

Перепади температури по горизонталі не повинні перевищувати 2 °С, по вертикалі 2,5 °С на кожен метр висоти.

При зберіганні термолабільних, сухих і рідких медикаментів у матеріальних необхідно забезпечити відповідну температуру 4 °С.

Прилади для вимірювання та реєстрації температури



1. Ртутний термометр 2. Електронний термоетр 3. Інфрчервоний термометр 4. Безконтактний інфрчервоний термометр 5. Медичний безртутний термометр 6. Портативний точний термометр 7. Термограф

ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

1. Вплив температури на організм людини.
2. Вплив температурного режиму на стабільність лікарських засобів під час зберігання.
3. Прилади для вимірювання температури, їх класифікація.
4. Будова і принцип роботи максимальних термометрів.
5. Будова і принцип роботи мінімальних термометрів.
6. Будова і принцип роботи термографа.
7. Будова і принцип роботи електротермометра.
8. Системи температурних шкал.
9. Температурні режими виробничих приміщень аптек.
10. Способи оптимізації температурного режиму в аптечних установах.

Контроль атмосферного тиску. Значення величини атмосферного тиску для стану здоров'я.

Гігієнічне значення атмосферного тиску. Визначення нормального атмосферного тиску. Одиниці виміру. Будова і класифікація барометрів і барографів.

Санітарно-гігієнічне значення барометричного тиску

- Земна атмосфера має вагу і тому тисне на поверхню землі. Значні коливання тиску негативно діють на організм людини.
- В сучасній гігієні має значення коливання атмосферного тиску, що може призвести до розвитку несприятливих змін в організмі.
- Понижений атмосферний тиск сприяє розвитку у людини висотної хвороби (гірська). Одночасно із зниженням атмосферного тиску знижується і парціальний тиск, зменшується поступання кисню в тканини (гіпоксія). Висота до 2 км – індиферентна зона, 2-4 км – повної компенсації, до 4,4-6 км – неповної компенсації, до 6-8 км – критична зона, вище 8 км – смертельна зона.
- Підвищений атмосферний тиск – основний виробничий фактор при будівництві водних тунелів, виконанні водолазних робіт. При опусканні на кожні 10 м тиск підвищується на 1 атм. Наслідком може бути газова емболія (кесона хвороба).

Існування атмосферного тиску в 1644 р. експериментально довів італійський фізик Е. Торрічеллі. Закрити з одного кінця скляну трубку вчений заповнив ртуттю, а відкритий її кінець занурив у посудину з цим же рідким металом. Висота стовпчика ртуті у трубці становила близько 760 мм. Відтоді атмосферний тиск виражали у міліметрах ртутного стовпчика (мм рт. ст.).

Але ж це висота стовпчика ртуті, зрівноваженого атмосферним тиском, її важко узгодити з якоюсь системою одиниць виміру. Тому тиск почали виражати в одиницях тиску – у мілібарах (мбар). 1 мбар дорівнює 0,7501 мм рт. ст. Якщо величину атмосферного тиску, виражену у міліметрах ртутного

стовпчика, помножити на $4/3$, одержимо величину, виражену в мілібарах, і навпаки, якщо величину атмосферного тиску, виражену у мілібарах, помножити на $3/4$, одержимо величину, виражену в міліметрах ртутного стовпчика.

У 1960 р. Генеральна конференція з мір та ваги прийняла рішення про запровадження єдиної міжнародної системи одиниць виміру – Системи інтернаціональної (СІ). У СІ за одиницю тиску прийнято паскаль (Па) – на честь французького фізика Б. Паскаля. 1 Па дорівнює тиску, що створюється силою в 1 Н (0,102 кг), рівномірно розподіленою на площі 1 м². У метеорології вирішили застосувати гектопаскалі (гПа).

Тиск атмосфери, що зрівноважує стовпчик ртуті заввишки 760 мм при температурі 0 °С на рівні моря і на географічній ширині 45°, дорівнює 1013 гПа, прийнято називати нормальним атмосферним тиском.

Прилади для визначення атмосферного тиску

Ртутний барометр має вигляд скляної трубки, заповненої ртуттю. Верхній кінець трубки запаяний, а нижній опущений у чашку з цим же металом.

Металевий барометр-анероїд. Сприймаючою частиною є тонкостінна безповітряна металева коробка. Коливання стінок коробки під дією тиску через систему важелів передається стрілці.

Барограф – самописний прилад для безперервної реєстрації тиску впродовж доби або тижня. Основною сприймаючою частиною барографа є 4-5 анероїдних коробок. Сумарна конфігурація стінок коробок через систему важелів передається стрілці, яка закінчується пером. Запис тиску здійснюється на паперовій стрічці, укріпленій на барабані з годинниковим механізмом. Перед записом тиску перо встановлюється регулюючим гвинтом у положення, яке відповідає показу ртутного барометра.

Атмосферний тиск поряд з температурою впливає на об'ємне розширення тіла (повітря, води, спирту і т. п.) З огляду на це, для одержання точних даних окремих аналізів, у тому числі і повітря, виникає потреба

досліджуваний його об'єм привести до нормальних умов (до об'єму при температурі 0°C і тиску 760 мм рт. ст.). Для цього використовують формулу:

$$V_{760} = \frac{V_1 \times B}{(1 + aT) \times 760}$$

де V_{760} – об'єм повітря при нормальних умовах; V_1 – об'єм проби повітря, взятого для дослідження; B – атмосферний тиск під час відбору проби повітря; T – температура повітря під час проведення аналізу; $1+a$ – коефіцієнт об'ємного розширення повітря на 1° ($a = 0,003667$; 760 – нормальний атмосферний тиск (постійна величина).

Прилади для вимірювання та реєстрації атмосферного тиску



1

2

3

1. Барометр-анероїд 2. Електронний барометр 3. Барограф

Питання для контролю знань студентів

1. Вплив зміни атмосферного тиску на організм людини.
2. Будова і принцип роботи барометра-анероїда.
3. Будова і принцип роботи барографа.
4. Будова і принцип роботи ртутного барометра.
5. Одиниці виміру атмосферного тиску.
6. Як перевести одні одиниці виміру тиску в інші (наприклад, міліметри ртутного стовпчика у гектопаскалі, і навпаки),
7. Профілактика «гірської» хвороби.

Контроль показників вологості повітря.

Гігієнічне значення вологості повітря. Джерела вологості повітря. Характеристика показників вологості: метеорологічних та фізіологічних. Будова і класифікація психрометрів, гігрометрів і гігрографів. Принцип роботи і робота з приладами, норми показників вологості у аптеках, аптечних складах.

Гігієнічне значення вологості повітря

1. Вологість повітря впливає на організм прямо (безпосередньо на шкіру, а також на систему теплорегуляції) і опосередковано внаслідок зміни інших факторів навколишнього середовища, які визначають умови праці і експлуатації приміщень (нагромадження шкідливих газів, інтенсивне розмноження мікроорганізмів, зниження теплозахисних властивостей зовнішніх огорожень приміщень, корозія обладнання, погіршення збереженості препаратів тощо).

2. Вологе холодне повітря більш теплоємне і теплопровідне. За таких умов значно зростає тепловіддача, знижується температура тіла, проявляються простудні хвороби.

3. Вологе повітря гальмує випаровування поту з поверхні тіла, а отже, погіршує тепловіддачу, що призводить до перегрівання організму.

Показники вологості (гігрометричні показники)

Абсолютна вологість (А) – кількість грамів водяної пари в 1 м³ повітря (або пружність водяної пари в міліметрах ртутного стовпчика або в гектопаскалях) при певній температурі і атмосферному тиску.

Максимальна вологість (Е) – найбільша кількість водяної пари у грамах (або пружність водяної пари в міліметрах ртутного стовпчика або в гектопаскалях), що може вміститися в 1 м³ повітря при певній температурі.

Відносна вологість (R) – процентне відношення абсолютної вологості до максимальної при певній температурі.

Дефіцит насичення (Дф) – різниця між максимальною і абсолютною вологістю при певній температурі.

Точка роси (Т) – температура, при зниженні якої водяні пари, що знаходяться в повітрі, досягають насичення і переходять у рідкий стан (конденсація).

Максимальна пружність водяної пари, мм рт. ст.

Десяті частки градуса										
t°	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	4,60	4,63	4,67	4,70	4,73	4,77	4,80	4,84	4,87	4,91
1	4,94	4,98	5,01	5,05	5,08	5,12	5,16	5,19	5,23	5,27
2	5,30	5,34	5,38	5,42	5,45	5,49	5,53	5,57	5,61	5,65
3	5,69	5,73	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,01	6,06
4	6,10	6,14	6,18	6,23	6,27	6,31	6,36	6,40	6,45	6,49
5	6,53	6,58	6,63	6,67	6,72	6,76	6,81	6,86	6,90	6,95
6	7,00	7,05	7,10	7,14	7,19	7,24	7,29	7,34	7,39	7,44
7	7,49	7,54	7,60	7,65	7,70	7,75	7,80	7,86	7,91	7,96
8	8,02	8,07	8,13	8,18	8,24	8,29	8,35	8,40	8,46	8,52
9	8,57	8,63	8,69	8,75	8,81	8,87	8,93	8,99	9,05	9,11
10	9,17	9,23	9,29	9,35	9,41	9,47	9,54	9,60	9,67	9,73
11	9,79	9,86	9,92	9,99	10,05	10,12	10,19	10,26	10,32	10,39
12	10,46	10,53	10,60	10,67	10,73	10,80	10,88	10,95	11,02	11,09
13	11,16	11,24	11,31	11,38	11,46	11,53	11,61	11,68	11,76	11,83
14	11,91	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62
15	12,70	12,78	12,86	12,95	13,03	13,11	13,20	13,28	13,37	13,45
16	13,54	13,62	13,71	13,80	13,89	13,97	14,06	14,15	14,24	14,33
17	14,42	14,51	14,61	14,70	14,79	14,88	14,98	15,07	15,17	15,26
18	15,36	15,45	15,55	15,65	15,75	15,85	15,95	16,05	16,15	16,25
19	16,35	16,45	16,55	16,66	16,76	16,86	16,96	17,07	17,18	17,25
20	17,39	17,50	17,61	17,72	17,83	17,94	18,05	18,16	18,27	18,38
21	18,50	18,61	18,72	18,84	18,95	19,07	19,19	19,31	19,42	19,54
22	19,66	19,78	19,90	20,02	20,14	20,27	20,39	20,51	20,64	20,76
23	20,91	21,02	21,14	21,27	21,41	21,53	21,66	21,79	21,92	22,05
24	22,18	22,32	22,45	22,59	22,72	22,86	23,00	23,14	23,24	23,41
25	23,55	23,69	23,83	23,98	24,12	24,26	24,41	24,55	24,70	24,84
26	24,39	25,14	25,29	25,44	25,59	25,74	25,89	26,05	26,20	26,35
27	26,51	26,66	26,82	26,98	27,14	27,29	27,46	27,62	27,78	27,94
28	28,10	28,27	28,43	28,60	28,77	28,93	29,10	29,27	29,44	29,61
29	29,78	29,96	30,13	30,31	30,48	30,65	30,83	31,01	31,19	31,37
37	46,73	46,99	47,24	47,50	47,76	48,02	48,28	48,55	47,81	49,08
38	49,35	49,61	49,88	50,16	50,70	50,80	50,98	51,25	51,53	51,81
39	52,09	52,37	52,65	52,94	53,22	53,51	53,80	54,09	54,38	54,67
40	54,97	55,26	55,56	55,85	56,15	56,45	56,66	57,06	57,36	57,67

Прилади для визначення вологості повітря

1. Психрометр статичний Августа.
2. Психрометр динамічний (аспіраційний) Ассмана.
3. Гігрометр.
4. Гігрограф.

Психрометр складається з двох термометрів, укріплених на одній панелі. Резервуар одного з них обгорнутий шматком батисту, звисаючий кінець якого занурений у воду. Вода змочує резервуар мокрого термометра і одночасно випаровується. Інтенсивність її випаровування залежить від вологості повітря: чим нижча остання, тим інтенсивніше випаровування і більша різниця у показаннях температури сухого і мокрого термометрів. Якщо повітря повністю насичене паром, то випаровування води з поверхні резервуара припиняється. Тоді різниця у показаннях температури сухого і мокрого термометрів відсутня.

Порядок роботи із статичним психрометром

Кінчик батисту, яким обгорнутий мокрий термометр» опустити у воду, встановити психрометр у приміщенні (точні дослідження прийняті такі ж самі, як і при визначенні температури), Через 10 – 15 хв записати показання термометрів та атмосферного тиску. Абсолютну вологість повітря розраховують за формулою:

$$A = E_1 - [a (T_1 - T_2) B],$$

де A — абсолютна вологість повітря; E_1 – максимальна вологість повітря при температурі мокрого термометра (визначити за таблицею максимальної пружності); a – психрометричний коефіцієнт, який залежить від швидкості руху повітря: 0,0013 – якщо визначення проводиться у приміщенні при закритій вентиляції, 0,0011 – якщо визначення проводиться у приміщенні при діючій вентиляції; 0,0009 – якщо визначення проводиться надворі при відсутності сильного вітру; T_1 – температура сухого термометра; T_2 – температура мокрого термометра; B – атмосферний тиск.

Відносну вологість повітря визначають за формулою:

$$R = \frac{A}{E} \times 100$$

де R – відносна вологість повітря; A – абсолютна вологість повітря; E – максимальна вологість повітря при температурі сухого термометра (за таблицею максимальної пружності).

Дефіцит насичення розраховують за формулою:

$$\text{Дф} = E - A,$$

де Дф – дефіцит насичення; E – максимальна вологість повітря при температурі сухого термометра; A – абсолютна вологість.

Точку роси встановлюють за таблицею максимальної пружності. Для цього треба знайти ту величину, яка відповідає або близька до абсолютної вологості повітря, і визначити, при якій температурі вона перетворюється на максимальну.

Аспіраційний психрометр відрізняється від статичного тим, що в його головці встановлений вентилятор, який створює навколо резервуарів термометрів постійну швидкість руху повітря. У зв'язку з цим формула для визначення абсолютної вологості повітря набуває такого вигляду:

$$A = E_1 - [0,5 \times (T_1 - T_2) \times \frac{B}{755}];$$

де 0,5 і 755 — постійні величини.

Визначення абсолютної вологості повітря психрометром можливе лише при температурах повітря, які вказані на шкалі термометрів, але не нижче – 5 °С при користуванні статичним і не нижче – 10 °С – при користуванні динамічним психрометром.

В умовах понижених температур, коли визначити вологість повітря психрометром неможливо, доцільно користуватися попередньо перевіреними і відрегульованими *гігрометрами та гігрографами*. Прилади встановлюють у зоні визначення вологості повітря і за положенням стрілки визначають показник вологості. У гігрометрі знежирений людський волос (або капронова нитка) при збільшенні вологості повітря видовжується, а при її зниженні скорочується. У гігрографі волосинка замінена пучком знежиреного волосся.

Зміна його довжини через систему важелів передається стрілці, до якої прикріплене перо, що пише криву вологості на паперовій стрічці, закріпленій на обертовому барабані з годинниковим механізмом. Крім того, для визначення вологості повітря використовують *баротермогігрометр* – прилад, у якому вмонтований термометр, барометр та гігрометр.

Відносна вологість повітря у виробничих приміщеннях повинна складати 30-50 % з урахуванням технологічних вимог. У виробничих приміщеннях, в яких не проводиться контроль на вміст механічних часток та мікроорганізмів у повітряному середовищі, відносну вологість підтримують в межах 40-60 %, у матеріальних (зберігання лікарської рослинної сировини) — від 30 до 40 %.

Прилади для вимірювання та реєстрації гігрометричних показників



1



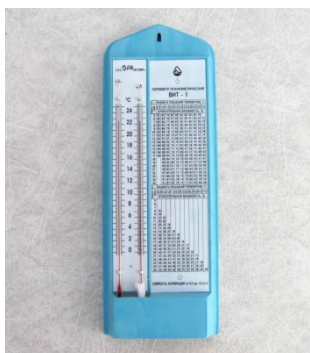
2



3



4

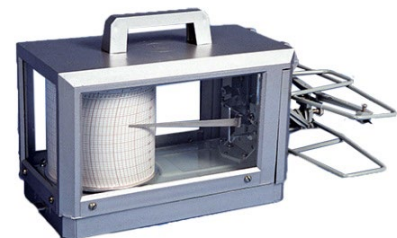


1.

5



6



7

1. Психрометр динамічний Ассмана 2. Гігрометр 3. Термогігрометр 4. Цифровий гігрометр 5. Психрометр статичний Августа 6. Гігрометр з визначенням точки роси 7. Гігрограф

Питання для контролю знань студентів

1. Гігієнічне значення вологості повітря.
2. Визначення і одиниці виміру гігromетричних показників повітря.
3. Вплив високої вологості і низької температури повітря на організм.
4. Вплив високої вологості і високої температури повітря на організм.
5. Залежність гігromетричних показників від температури повітря.
6. Будова і принцип роботи психрометра Августа (статичного).
7. Будова і принцип роботи психрометра Ассмана (динамічного).
8. Будова і принцип роботи гігromетра (волосяного).
9. Будова і принцип роботи гігрографа.
10. Дати визначення відносної вологості.
11. Дати визначення точки роси.
12. Дати визначення абсолютної вологості.
13. Норми гігromетричних показників.
14. Навести формулу визначення абсолютної вологості повітря за статичним психрометром.

Гігієнічна контроль швидкості руху повітря.

Санітарно-гігієнічне значення швидкості руху повітря. Методика визначення швидкості руху повітря за допомогою кататермометра та анемометра.

Гігієнічні норми.

Гігієнічне значення швидкості руху повітря.

1. Рух повітря впливає на тепловіддачу з поверхні тіла (шкіри) шляхом конвекції. Чим швидший рух повітря, тим більша тепловтрата.
2. Дія руху повітря залежить від його температури і вологості.
3. При низьких температурах повітряні потоки зумовлюють простудні захворювання, оскільки мають значну охолоджувальну силу.
4. Охолоджувальна сила повітря виражається у мілікалоріях на 1 см^2 за секунду ($\text{мкал}/\text{см}^2/\text{с}$), $1 \text{ мкал}/\text{см}^2/\text{с}$ від» повідає $36 \text{ ккал}/\text{м}^2/\text{год}$.

Прилади для визначення швидкості руху повітря

1. Кататермометр циліндричний.
2. Кататермометр кульковий.
3. Анемометр чашковий.
4. Анемометр крильчастий.
5. Анемометр ультразвуковий
6. Анемометр тепловий
7. Електричний термоанемометр.

Кататермометр нагадує звичайний спиртовий термометр. Його резервуар у вигляді циліндра або кульки заповнений забарвленим спиртом і переходить у капіляр, у верхній частині якого є розширення. Шкала приладу градуйована в межах від 33 до 35 °С у циліндричному і від 40 до 33 °С – у кульковому середньоградусному кататермометрі. На зворотному боці шкали нанесені величини фактора кататермометра. Фактор кататермометра (Φ) – це величина тепловтрати у мілікалоріях (мкал) з 1 см² поверхні резервуара при охолодженні від 38 до 35 °С.

Хід визначення.

1. Підігріти воду до 70–80 °С, занурити в неї резервуар кататермометра і тримати його у воді (точно у вертикальному положенні) доти, доки спирт не займе 1/2–1/3 частину об'єму верхнього розширення.

2. Прилад вийняти з води, резервуар витерти насухо і підвісити кататермометр на штативі в зоні визначення швидкості руху повітря. Резервуар охолоджується повітряними потоками і спирт, зменшуючись в об'ємі, опускається по капіляру.

3. Встановити, за який час спирт опуститься від мітки 38 до мітки 35 °С. Одночасно записати показання термометра. Процедуру повторити три рази, після чого вирахувати середньоарифметичне значення часу охолодження (a).

4. Охолоджувальну силу повітря (H) ката-індекс визначити за формулою:

$$H = \frac{F}{a},$$

де H – охолоджувальна сила повітря (ката-індекс), мкал/см²/с; F – фактор кататермометра; a – час охолодження від 38 до 35 °С, с.

5. Встановити різницю між середньою температурою кататермометра і температурою повітря Q за формулою:

$$Q = \frac{38+35}{2} - T,$$

де T — температура повітря.

6. Встановити відношення $\frac{H}{Q}$.

7. Знаючи частку від ділення $\frac{H}{Q}$, за таблицею визначити швидкість руху повітря.

Таблиця для визначення швидкості руху повітря.

$\frac{H}{Q}$	V, м/с	$\frac{H}{Q}$	V, м/с	$\frac{H}{Q}$	V, м/с ¹	$\frac{H}{Q}$	V, м/с
0,28	0,040	0,39	0,226	0,50	0,563	0,61	1,04
0,29	0,051	0,40	0,250	0,51	0,601	0,62	1,09
0,30	0,063	0,41	0,276	0,52	0,640	0,63	1,13
0,31	0,076	0,42	0,303	0,53	0,681	0,64	1,18
0,32	0,090	0,43	0,331	0,54	0,723	0,65	1,22
0,33	0,106	0,44	0,360	0,55	0,766	0,66	1,27
0,34	0,122	0,45	0,391	0,56	0,810	0,67	1,32
0,35	0,141	0,46	0,423	0,57	0,856	0,68	1,37
0,36	0,160	0,47	0,456	0,58	0,903	0,69	1,42
0,37	0,181	0,48	0,490	0,59	0,951	0,70	1,47

8. При відсутності таблиці швидкість руху повітря (V) вираховують за формулою:

$$V = \left(\frac{\frac{H}{Q} - 0,20}{0,40} \right)^2$$

Цією формулою користуються, якщо частка від ділення $\frac{H}{Q}$ менша ніж 0,6.

Якщо частка від ділення $\frac{H}{Q}$ становить 0,6 і більше, швидкість руху повітря визначають за формулою:

$$V = \left(\frac{\frac{H}{Q} - 0,14}{0,49} \right)^2$$

де 0,20; 0,40; 0,14; 0,49 — емпіричні коефіцієнти.

Принцип дії анемометрів полягає в тому, що під час руху повітря, починають обертатися крила анемометра. Швидкість обертання залежить від швидкості руху повітря. Через систему зубчаток обертання передається стрілкам, які рухаються по циферблату і дають можливість робити відлік. Чашковий анемометр дозволяє вимірювати лише великі швидкості руху повітря (від 1 до 20 м/с). Крильчастий анемометр чутливіший, він може вимірювати швидкості руху повітря від 0,4 до 12 м/с.

Хід визначення.

1. Вимкнути аретир і записати показання шкали лічильника. Встановити анемометр у точці дослідження вітроприймачем назустріч потоку.

2. Через 10-15 с одночасно на 1–2 хв увімкнути аретир приладу і секундомір.

3. Одночасно вимкнути аретир і секундомір. Записати показання лічильника (на всіх шкалах).

4. Визначити різницю в показаннях шкали лічильника. Одержану величину поділити на час експозиції в секундах. Наприклад, на початку вимірювання стрілки анемометра показували 1270, а після закінчення – 1360. Вимірювання тривало 120 секунд. Тоді швидкість руху повітря дорівнюватиме $(1360-1270):120=0,75$ м/с. Уточнення показів анемометра проводять за допомогою поправочного коефіцієнта, який зазначений у паспорті даного приладу. Невідчутною на тепловий стан є швидкість руху повітря 0,05-0,2 м/с. Нормою прийнято вважати швидкість руху

повітря в житлових приміщеннях 0,1-0,3 м/с. норма швидкості руху повітря в аптечних приміщеннях 0,1-0,2 м/с. В «чистих» приміщеннях при використанні ламінарної вентиляції даний показник повинен складати 0,3 м/с для вертикального і 0,45 м/с для горизонтального повітряного потоку. Збільшення швидкості руху повітря може сприйматися як неприємне відчуття протягу.

Прилади для визначення швидкості руху повітря



1



2



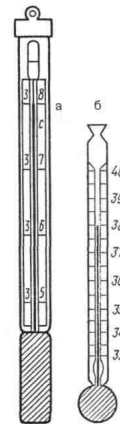
3



4



5



6

1-, 2-, 3-,4-, 5- анемометри, 6 - кататермометри

Питання для контролю знань студентів

1. Назва приладів для вимірювання швидкості руху повітря.
2. Джерела швидкості руху повітря у приміщеннях.
3. Гігієнічне значення швидкості руху повітря.
4. Будова і принцип роботи кататермометра.
5. Дати визначення фактора кататермометра.

6. Дати визначення індексу кататермометра (ката-індекс).
7. Принцип роботи анемометра

Гігієнічний контроль освітленості приміщень у фармацевтичній галузі.

Класифікація і гігієнічна характеристика променів сонячного спектра. Гігієнічне значення природного освітлення приміщень різного призначення (виробничих, аптекарських та інших). Будова і правила роботи з люксометром. Визначення природної освітленості геометричним і світлотехнічним методами. Джерела штучного оптичного випромінювання. Гігієнічне значення освітленості приміщень. Гігієнічне значення УФ- та ІЧ-променів. Визначення кутів падіння і отвору робочих місць.

Гігієнічне значення освітленості

Робота в аптечних установах пов'язана із значним напруженням зорового аналізатора, тому важливе гігієнічне значення має забезпечення раціонального освітлення приміщень. При нераціональному, недостатньому освітленні робочих місць знижується зорова й загальна працездатність, підвищується ймовірність помилок, травматизму, створюються умови для виникнення захворювань органа зору. Усі приміщення аптеки повинні мати природне й штучне освітлення.

Основними гігієнічними вимогами до освітлення приміщень є:

- достатній рівень за інтенсивністю;
- рівномірність освітлення по всій площі приміщення;
- відсутність засліплюючої дії на очі;
- безпечність;
- наближеність штучного освітлення за своєю спектральною характеристикою до природного.

Основними показниками природного освітлення приміщень є: світловий

коефіцієнт, кут падіння світлових променів, кут отвору, коефіцієнт природного освітлення.

Однак слід враховувати можливість негативної дії світла на лікарські препарати при їхньому зберіганні. Дія прямих світлових променів може ініціювати реакції рацемізації, що супроводжуються появою в препараті оптичних ізомерів, які відрізняються зниженою фармакологічною дією, і інші ефекти. Одночасна дія світла і кисню призводить до швидкого руйнування ліків, що робить їх непридатними, а часом небезпечними для здоров'я. З урахуванням здатності руйнуючої дії світла на лікарські засоби розроблені відповідні режими їх зберігання.

Норми освітлення та рекомендовані типи джерел світла для приміщень аптек

Найменування приміщення	Освітленість робочих поверхонь, лк	Джерело світла	Площа, для якої нормується освітленість і її висота над підлогою, м	Рекомендований тип джерела світла
Зал обслуговування	150	ЛЛ	Г-0,8	ЛП, ЛБ
Рецептурний відділ і відділ готових лікарських засобів ручного продажу, оптики	300	ЛЛ	Г-0,8	ЛП, ЛБ
Асистентська, асептична, аналітична, фасувальна, заготівельна, контрольномаркувальна	500	ЛЛ	Г-0,8	ЛПК, ЛХП, ЛДК
Стерилізаційна, дистиляційна, мийна	150	ЛЛ	Підлога	ЛБ
Приміщення для зберігання лікарських, перев'язувальних засобів і чистого посуду	150	ЛЛ	В-1,0 На стелажах	ЛБ
Приміщення для зберігання кислот і деззасобів, легкозаймистих речовин	75	ЛЛ	Підлога	ЛБ
Комора тари	10	ЛЛ	Підлога	ЛР

Примітка: 1Г – горизонтальна поверхня, 2В – вертикальна поверхня, ЛБ – лампа білого світла, ЛП – лампа природна, ЛПК – лампа природна, передає колір, ЛХП – лампа холодно-природна, ЛДК – лампа денна, передає колір, ЛЛ – лампа люмінесцентна, ЛР – лампа розжарювання

Видиме світло має довжину хвилі 330-760 нм, ультрафіолетові промені – менше 180-400 нм, інфрачервоні короткохвильові – 750-1500 нм, інфрачервоні довгохвильові – 1500-2300 нм.

Освітленість – кількість світла, що падає на дану поверхню. За одиницю освітленості прийнято люкс (лк). Природне освітлення – освітлення приміщень, світлом неба, яке проходить крізь світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях будівлі. Інтенсивність природного освітлення приміщень визначається світловим кліматом місцевості, орієнтацією вікон за сторонами світу, розміром та розташуванням вікон у приміщеннях. Відстань від верхнього краю вікна до стелі повинна складати 15-30 см. З гігієнічної точки зору більш раціональними вважаються вікна прямокутної форми. Штучне освітлення створюється за допомогою електричних ламп різних типів. Найбільш широко застосовуються лампи розжарювання і газорозрядні лампи низького та високого тиску (люмінесцентні, ксенонові, галогенові та ін.).

Нормування природної освітленості приміщень

Нормування природної освітленості приміщень здійснюється двома методами. *Геометричним* — визначають світловий коефіцієнт, тобто відношення освітленої площі вікон до площі підлоги (площу вікон при цьому приймають за одиницю):

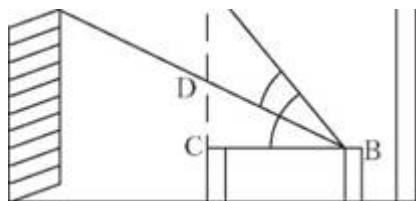
$$СК = \frac{S_{\text{вікон}}}{S_{\text{підлоги}}}$$

У приміщеннях аптек, в яких здійснюється напружена зорова робота (асистентська, асептична, фасувальна), світловий коефіцієнт повинен становити не менше $\frac{1}{4}$, а в інших приміщеннях – $\frac{1}{6}$.

Кут падіння характеризує кут, під яким світлові промені падають на робочу горизонтальну поверхню в приміщенні. Це кут, утворений у конкретній точці двома лініями: тією, що йде від конкретної точки горизонтально до вікна, і тією, що йде від даної точки до верхнього краю вікна.

Таким чином, утворюється прямокутний трикутник (ABC): висота вікна,— протилежний щодо кута падіння катет; горизонтальна лінія — прилеглий катет і лінія, що йде до верхнього краю вікна, — гіпотенуза.

Освітлення робочого місця вважається нормальним, як що кут падіння світлового променя становить не менш як 27°. Виходячи з цього, робоче місце слід розміщувати від вікна не далі його подвійної висоти. Ближче до вікна освітлення робочого місця буде кращим, а кут падіння перевищить 27°. Отже, вікна, витягнуті по вертикалі, забезпечують краще освітлення порівняно з вікнами, витягнутими по горизонталі.



Кут отвору утворюється двома лініями, що йдуть від точки визначення: верхня — така ж сама, що й у кута падіння, йде до верхнього краю вікна, а нижня — спрямована до верхнього краю об'єкта, що затіняє вікно (до гребеня даху будинку; верхівки дерева, вершини гори тощо). Таким чином, кут отвору (ABD) — це кут у конкретній точці приміщення (наприклад, на робочому місці), під яким видно небосхил. При нормальному куті падіння кут отвору має бути не менш як 5°.

Світлотехнічний методом (люксметром) визначають коефіцієнт природної освітленості (КПО) як відношення горизонтальної освітленості усередині приміщення до одночасної освітленості під відкритим небом, виражене в процентах.

$$\text{КПО} = \frac{E_n}{E_3} \times 100$$

де E_n — освітленість всередині приміщення, лк; E_3 — те ж, під відкритим небом, лк; 100 — для переведення у проценти.

КПО в приміщеннях аптек, в яких здійснюється напружена зорова робота має дорівнювати 2 %, в інших приміщеннях 1-1,5 %.



1



2

1, 2 Люксметри

Питання для контролю знань студентів

1. Назва приладів для вимірювання освітленості.
2. Гігієнічне значення освітленості.
3. Основні гігієнічні вимоги до освітленості приміщень.
4. Норми освітленості для приміщень аптек.
5. Нормування природної освітленості.
6. Дати визначення, що таке кут падіння та кут отвору.

Пилове та мікробне та забруднення повітря аптечних закладів.

Нормування. Гігієнічна оцінка пилового та мікробного забруднення повітря виробничих приміщень.

Методика визначення та гігієнічна оцінка забруднення повітря виробничої зони аптечних закладів та хіміко-фармацевтичних підприємств шкідливими речовинами (пил, мікробне забруднення). Пил та його класифікація за походженням, хімічним складом, дисперсністю. Види пилової патології. Мікробна контамінація.

Гігієнічне значення запиленості приміщень

Виробничий пил (аерозоль) - це аерозоль, тобто всебічно вільна дисперсна система, в якій дисперсною фазою є частинки твердої речовини, а дисперсійним середовищем – повітря. Залежно від принципу оцінки існує кілька класифікацій виробничого пилу. Пилом називають завислі у повітрі частинки розміром не більш як 100 мкм. За ступенем дисперсності розрізняють: власне пил - частинки розміром 100-10 мкм, видимі неозброєним оком (цей пил швидко осідає); хмари і тумани - частинки розміром 10-0,1 мкм (вони осідають повільно); дими - частинки розміром 0,1-0,001 мкм (вони розсіюються навіть у нерухомому повітрі).

За походженням пил поділяється на: 1) органічний, який поділяється на рослинний і тваринний; 2) неорганічний, який поділяється на мінеральний (розчинний, нерозчинний) та металевий (розчинний, нерозчинний).

До *прямої дії* пилу на організм відносять:

механічну - подразнення слизових оболонок, закупорку протоків потових і сальних залоз;

загальнотоксичну - таку дію має розчинний мінеральний і металевий пил (свинцевий, фтористий, миш'яковистий);

місцево подразнювальну - таку дію має цементний і тютюновий пил;

алергічну - таку дію має пил різного походження, у тому числі прядильний, сінний, борошняний;

канцерогенну - властиву пилу різного походження, у тому числі хромовому, азбестовому;

іонізуючу - властиву радіоактивному пилу.

Непряма дія пилу на організм:

- зумовлює конденсацію водяних парів, у результаті чого утворюються тумани;

- поглинає промені сонячного світла, зменшуючи інтенсивність сонячної радіації, особливо ультрафіолетової частини. Шар пилу на вікнах знижує природну освітленість приміщень;

- є переносником мікроорганізмів у повітрі, в тому числі патогенних

Виробничий пил спричинює розвиток різних порушень в організмі: – захворювань шкіри і слизових оболонок (гнійничкові захворювання, дерматити, кон'юнктивіти ін.); – неспецифічних захворювань органів дихання (риніти, фарингіти, пилові бронхіти, пневмонії); – захворювань шкіри і органів дихання алергічної природи (алергічні дерматити, екземи, астмоїдний бронхіт, бронхіальна астма); – професійних отруєнь (від впливу токсичного пилу); – онкологічних захворювань (від впливу канцерогенного пилу); – пневмоконіозів (від впливу фіброгенного пилу), які становлять найбільший інтерес, оскільки займають перше місце серед профпатологій в усьому світі. Пилові фібрози називають пневмоконіозом. Пневмоконіози поділяють на: силікоз - зумовлюється кварцевим пилом; антракоз - вугільним пилом; азбестоз - азбестовим пилом; табакоз - тютюновим пилом; амілоз - спричинюється борошняним пилом.

Методи визначення кількості пилу у повітрі

1. Вагові методи — гравіметричні.

а) Спеціальну трубку, заповнену 1 г вати, висушують при 100 °С до постійної маси і зважують. Потім по цій трубці крізь вату із швидкістю 10-20 л/хв. протягують не менш як 100 л досліджуваного повітря. Для відбору такої кількості повітря застосовують спеціальні прилади - аспіратори або попередньо відградуйовані пиლოსоси. Після відбору проби повітря трубку знову висушують і зважують. Різниця між показниками зважування вказує на кількість пилу в тому об'ємі повітря, який було взято для аналізу при даній температурі і певному атмосферному тиску.

Для того щоб одержані дані можна було б порівняти з аналогічними, одержаними за інших умов (температура повітря, атмосферний тиск), а також із гігієнічними нормами, взятий для аналізу об'єм досліджуваного повітря слід привести до нормальних умов, тобто до об'єму при температурі 0 °С і атмосферного тиску 760 мм.рт.ст.

б) Зручнішими у користуванні є аналітичні аерозольні фільтри марки АФА, що являють собою диски із перхлорвінілової тканини ФПП. Крізь них можна

протягувати повітря із швидкістю до 100 л/хв. Якщо фільтри зберігають при кімнатній температурі, то їх не треба висушувати до постійної маси. А якщо їх висушують в ексикаторі протягом 2 год. або в термостаті при 55-60 °С протягом 20 -30 хв. то потім 1 год. витримують при кімнатній температурі. Такі фільтри добре розчиняються в органічних розчинниках. Концентрацію пилу в повітрі визначають за формулою:

$$X = \frac{(a-b) \times 1000}{V_0}$$

де X – кількість пилу в 1 м³ повітря, мг;

a – маса фільтра після взяття проби повітря (мг);

b – маса фільтра до взяття проби повітря (мг); 1000 – перерахування об'єму повітря з літрів у 1 м³ ;

V₀ – об'єм досліджуваної проби повітря, приведений до нормальних умов.

Отриманий результат порівнюють з ГДК.

При встановленні запиленості повітря ваговим методом одиницею визначення є міліграм пилу в 1 м³ повітря.

2. Підрахункові методи – седиментальні – коніметричні. До підрахункових методів визначення пилу в повітрі належать метод Оуенса, метод Матусевича та ін. Порівняно з попередніми вони трудомісткі і в даний час застосовуються рідше.

3. Мають поширення й інші методи, зокрема, з використанням поточного ультрамікроскопа ВДК-4, яким можна встановити не лише кількість пилу в об'ємі повітря, а й дисперсність аерозолю. Принцип роботи цього приладу ґрунтується на реєстрації числа коротких спалахів, що виникають у момент проходження аерозолю через яскраво освітлену кювету.

Також для визначення дисперсності пилу проводять мікроскопічне дослідження пилового препарату. Фільтр, що залишився після кількісного визначення пилу, кладуть запиленою стороною вниз на предметне скло, яке потім поміщають у скляну посудину з підігрітим ацетоном. Тканина фільтра швидко стає прозорою й тонким прозорим шаром фіксується на поверхні

скла. У разі, коли пил розчиняється в органічних розчинниках, пиловий препарат готують шляхом осадження пилових часток на горизонтально чи вертикально поміщене скло, змазане будь-якою клейкою речовиною (гліцерин, вазелін, 2 %-й розчин канадського бальзаму в ксилолі). Отриманий пиловий препарат вивчають під мікроскопом при великому збільшенні (або з імерсією) за допомогою окуляра-мікрометра, вставленого в окуляр мікроскопа. Окуляр-мікрометр – лінійка, нанесена на скло округлої форми, з поділками від 0 до 50. Попередньо визначають ціну поділки лінійки за допомогою об'єктива-мікрометра, ціна поділки якого складає 10 мкм. Далі з предметного столика мікроскопа знімають об'єктив-мікрометр, а на його місце поміщають досліджуваний пиловий препарат. Визначають, скільки поділок шкали окуляра-мікрометра займає діаметр пилової частки. При мікроскопії пилового препарату визначають розмір не менше 100 пилових часток, постійно змінюючи поле зору.

Приведення об'єму взятих проб повітря до нормальних умов, тобто до об'ємів при звичайній температурі і барометричному тиску 760 мм рт. ст., проводять, використовуючи наведені нижче формули. Для аспіраційного методу:

$$V_0 = \frac{V \times B}{(1 + at) \times 760}$$

де V_0 – шуканий об'єм повітря за нормальних умов, л;

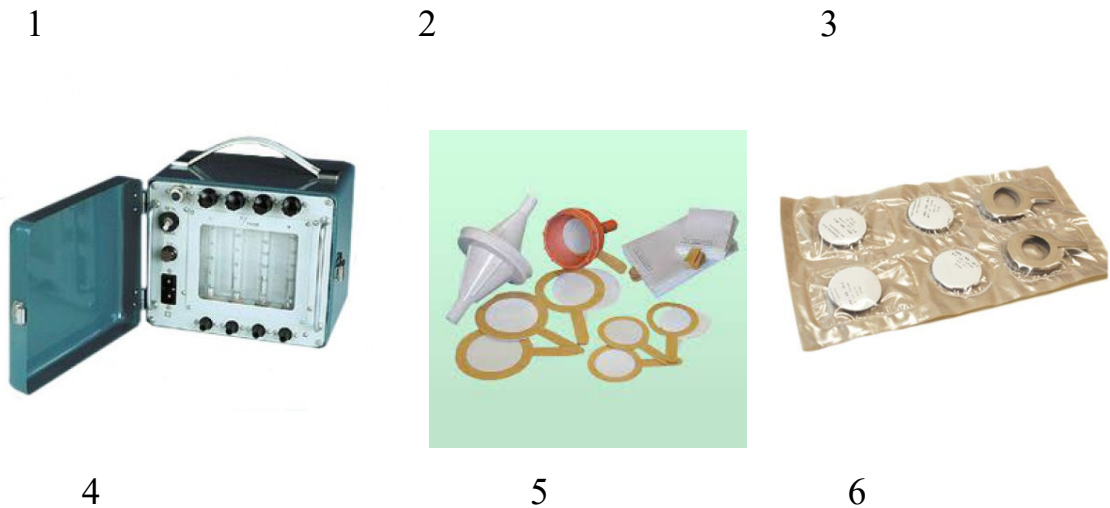
V – об'єм повітря, взятий для аналізу;

B – барометричний тиск, мм рт. ст.;

a – коефіцієнт розширення повітря при нагріванні на 1°C (0,003667);

t – температура повітря у момент взяття проби повітря.





1 Тестер запиленості 2 Портативний лічильник дрібнодисперсних частинок пилу в повітрі 3, 4 Аспіратори 5, 6 Фільтри АФА

Гігієнічне значення мікробного забруднення повітря.

Навколишнє повітря містить велику кількість мікроорганізмів, різноманітних за своєю природою. В процесі аптечного та заводського виробництва лікарські засоби знаходяться в безпосередньому контакті з повітрям робочої зони, тому основною вимогою до санітарно-гігієнічних умов виробництва лікарських засобів є забезпечення та підтримка заданого рівня чистоти повітря та зведення до мінімуму ризику мікробної контамінації лікарських засобів.

До наслідків мікробної контамінації ліків належать:

- ризик інфікування хворого в разі присутності в готовому препараті патогенної мікрофлори;

- біодеградація препарату внаслідок забрудненості в основному сапрофітними мікроорганізмами, що супроводжується зміною його фізико-хімічних властивостей з втрачанням фармакологічної активності, а іноді придбанням токсичних властивостей. В цьому випадку мікроорганізми використовують лікарський препарат як джерело живильних речовин для свого росту й розвитку. Крім того, патогенна й умовно-патогенна мікрофлора, що знаходиться в повітрі, може викликати внутрішньоаптечну та внутрішньовиробничу інфекцію.

Основною причиною високого рівня мікробного забруднення повітря приміщень аптек і фармацевтичних підприємств є порушення санітарно-протиепідемічного режиму – погане прибирання приміщень, неякісна дезінфекція повітря, недотримання правил особистої гігієни персоналом; низька ефективність роботи вентиляційної системи; порушення гігієнічних вимог до планування виробничих приміщень тощо.

Джерелами забруднення повітряного середовища і лікарських засобів (ЛЗ) в умовах аптеки може бути: персонал, вихідні речовини – тваринного, рослинного і синтетичного походження, навколишнє повітряне середовище, вода очищена, яка може бути забруднена після її отримання, наприклад, на етапах транспортування та зберігання.

Державний санітарно-епідеміологічний контроль з відбором проб для санітарно-бактеріологічного контролю в аптеках здійснюється за участі закладів державної санітарно-епідеміологічної служби за графіком, а також за епідеміологічними показниками і як нормативні використовують такі документи: Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 275 від 15.05.2006 року «Інструкція із санітарно-протиепідемічного режиму аптечних закладів»; Наказ МОЗ України № 812 від 17.10.2012 р. «Правила виробництва (виготовлення) та контролю якості лікарських засобів в аптеках»; Методичні вказівки по мікробіологічному контролю в аптеках № 3182 від 29 грудня 1984р.

В умовах фармацевтичного виробництва, в тому числі і аптечного, показником високих технологій і забезпечення якості на сьогоднішній день є «чисті» приміщення. «Чисте» приміщення - це штучно створене середовище з нормованим рівнем вмісту часток і життєздатних мікроорганізмів в 1 м³ повітря. Клас чистоти приміщення визначають за вмістом часток і життєздатних мікроорганізмів 1 м³ повітря.

Чисті зони класифікують за максимально допустимою кількістю часток в 1 м³ повітря окремо в оснащеному (умова, за якої система чистого приміщення повністю підготовлена, виробниче обладнання повністю

встановлено і готове до роботи, але персонал відсутній) і функціонуючому (умова, за якої система чистого приміщення і обладнання функціонують у встановленому режимі з певною кількістю працюючого персоналу) стані приміщень і за кількістю мікроорганізмів (табл. 1, 2).

Для виробництва стерильних лікарських засобів (ін'єкційні, інфузійні препарати, очні краплі, мазі, креми, емульсії, що наносяться на стерильні ділянки слизових оболонок або відкриті рани і пошкоджені шкірні покриви) та нестерильних ЛЗ виділяють чотири класи чистоти приміщень А, В, С і D.

Таблиця 1

Допустимі значення кількості пилу у виробничих приміщеннях

Клас чистоти	Максимально допустиме число часток в 1 м ³ повітря			
	Оснащений стан		Функціонуючий стан	
	0,5 мкм	5 мкм	0,5 мкм	5 мкм
A	3 500	0	3 500	0
B (a)	3 500	0	350 000	2 000
C (a)	350 000	2 000	3 500 000	20 000
D (a)	3 500 000	20 000	Не визначається	

Таблиця 2

Рекомендовані межі мікробіологічної контамінації «чистих» приміщень

Клас	Проба повітря, КУО/м ³	Седиментація на пластину (d=90мм) КУО/4 год	Контактна пластина (d=55мм) КУО/пластина	Відбиток 5 пальців у рукавичці, КУО/рукавичка
A	1 <	1 <	1 <	1 <
B	10	5	5	5
C	100	50	25	-
D	200	100	50	-

Клас А: локальні зони для технологічних операцій, що вимагають самого мінімального ризику контамінації, наприклад, зони наповнення, закупорювання, розкриття ампул і флаконів, змішування розчинів в асептичних умовах. Клас В: навколишнє середовище для зони класу А у випадках приготування і наповнення в асептичних умовах. Класи С і D: «чисті» зони для проведення технологічних операцій, що допускають більш високий ризик контамінації, ніж при виробництві стерильної продукції. Виробництво нестерильних ЛФ рекомендується здійснювати в приміщеннях класів чистоти С і D.

Об'єктами бактеріологічного контролю, крім повітряного середовища в приміщеннях для виготовлення ЛЗ, в аптечних установах є: вода очищена і вода для ін'єкцій; сировина і ЛЗ, виготовлені в аптеці; аптечний посуд, пробки та інші допоміжні матеріали; інвентар, обладнання, яке використовується в приміщеннях з виробництва (виготовлення) лікарських засобів; руки і одяг персоналу, який безпосередньо задіяний в процесі виробництва (виготовлення) лікарських засобів.

Санітарно-гігієнічну оцінку чистоти повітря проводять на основі визначення кількості мікроорганізмів, що містяться в 1 м³ повітря. Контроль вмісту мікроорганізмів в повітрі аптек необхідно проводити не рідше 1 разу на квартал (Наказ МОЗ України № 812 від 17.10.2012 р. «Правила виробництва (виготовлення) та контролю якості лікарських засобів в аптеках»). Якщо виробничі приміщення аптеки сертифіковані за класами «чистоти» контроль здійснюють під час виробничого процесу в приміщеннях класу С - не рідше 2-х разів на тиждень; в приміщеннях класу D - не рідше 1-го разу на тиждень. У виробничих приміщеннях, в яких здійснюють подрібнення та фасування лікарської рослинної сировини, що підлягає подальшій термічній обробці, контроль вмісту мікроорганізмів в повітрі під час виробничого процесу не проводять.

У виробничих приміщеннях аптеки відбір проб повітря здійснюють на рівні висоти робочого столу при дотриманні наступних умов:

- чисте підготовлене до роботи приміщення;
- закриті кватирки і двері;
- не раніше ніж за 30 хвилин після вологого прибирання приміщення;
- визначення в приміщенні відносної вологості повітря.

Ефективність мікробіологічного контролю істотно залежить від того, наскільки правильно будуть обрані контрольні точки, частота випробувань та методи досліджень.

Методи контролю мікробіологічної чистоти повітря.

Для мікробіологічного дослідження повітря використовують седиментаційний і аспіраційний методи.

1. Седиментаційний метод (Коха або метод вільного осідання) є найбільш простим. Перевагами цього методу є: легкість виконання, економічність, можливість застосування різноманітних поживних середовищ і чашок. Однак його істотними недоліками є: на поверхні поживного середовища переважно осідають більші частки; ефективність методу залежить від температури повітря, напрямку і швидкості руху повітряних потоків; межа виявлення не визначена і мінлива. Метод седиментації може бути використаний в тих випадках, коли у «чистому» приміщенні небажане застосування приладів-пробовідбірників через ризик контамінації повітря, наприклад, в приміщеннях з високим класом чистоти повітряного середовища, або коли приміщення відноситься до вибухої пожежонебезпечних. Для виявлення росту бактерій використовують поживне середовище №1 (МПА), для виявлення росту грибів – середовище №2 (агар Сабуро). Підготовлені чашки поміщають в бокс. Перед передачею боксів із чашками у виробниче приміщення їх зовнішні поверхні обробляють 76 % спиртом етиловим. У кожній контрольній точці відбирають проби на 2 чашки з поживним середовищем № 1 і на 2 чашки з поживним середовищем № 2. Для цього стерильні чашки Петрі із поживними середовищами відкривають в місцях відбору проб повітря і експонують протягом певного часу (не менше 4 годин), після чого закривають кришками, переносять у термостат і інкубують

не менше 5 діб дотримуючись температурного режиму: для бактерій (МПА) – $32,5 \pm 2,5^\circ\text{C}$, для грибів (агар Сабуро) – $22,5 \pm 2,5^\circ\text{C}$. Після закінчення інкубації проводять підрахунок колоній, які виростили на всіх чашках Петрі з кожним поживним середовищем, знаходять середнє арифметичне значення, округлюють його до цілого і обчислюють кількість колонієутворюючих одиниць (КУО) бактерій або грибів в одній чашці. Кількість КУО (сумарно) бактерій і грибів в одній чашці Петрі діаметром 90-100 мм для приміщень класу С не повинна перевищувати 50, а для приміщень класу D – 100.

2. Аспіраційний метод дослідження, заснований на фільтрації або аспірації (протягуванні) повітря через спеціальні фільтри, рідини, порошки, матеріали, які адсорбують мікрофлору, передбачає використання різних приладів-пробовідбірників. Найчастіше використовується апарат Кротова, який відноситься до пробовідбірників-імпакторів щілинного типу. Апарат Кротова має вигляд циліндра, всередині якого є мотор, вентилятор, рухомий столик і мікроманометр. Стерильну бактеріологічну чашку з поживним середовищем ставлять на столик, що рухається із швидкістю 1 об./с. Повітря вентилятором засмоктується через щілину кришки, якою закрита чашка. Мікроорганізми осідають на поверхні поживного середовища, а повітря проходить через мікроманометр і виводиться назовні. За секундоміром встановлюють час проходження за кількістю повітря, яка проходить через мікроманометр за 1 хв. Бактеріологічні чашки з МПА витримують у термостаті при $32,5 \pm 2,5^\circ\text{C}$, а з агаром Сабуро – при температурі $22,5 \pm 2,5^\circ\text{C}$ впродовж 5 діб. Кількість бактерій і грибів в 1 м³ повітря вираховують за формулою:

$$X = \frac{a \times 1000}{b},$$

де: X – число мікроорганізмів в 1 м³ повітря,

a – середнє арифметичне колоній, що виростили в чашках Петрі,

b- кількість досліджуваного повітря, що приведене до нормальних умов, л

Максимально допустима кількість мікроорганізмів в 1 м³ (бактерій та грибів сумарно) у приміщеннях класу чистоти С - 100, D - 200 (допускається 500 якщо у процесі валідації доведено, що при цьому не погіршується якість ЛС за показниками мікробіологічної чистоти).

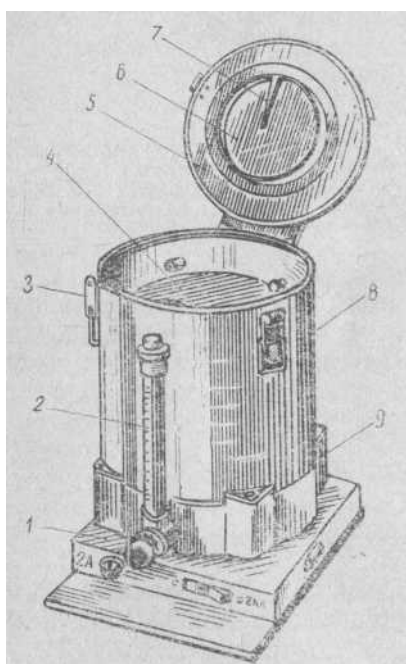
3. При застосуванні методу уловлювання бактерій за допомогою фільтрів і рідини досліджуване повітря протягують аспіратором або шприцом через певну кількість стерильного фізіологічного розчину, налитого в поглинач. Після цього поглинач переносять у лабораторію, стерильною піпеткою відбирають з нього певну кількість розчину і висівають його на чашку з МПА. Після 48-годинної інкубації в термостаті підраховують кількість пророслих колоній і розраховують кількість мікробних тіл в 1 м³ повітря.

Для санації (знезараження) повітря приміщень аптек використовують бактерицидні лампи – штучне джерело ультрафіолетового випромінювання в діапазоні довжин хвиль 205-315 нм з піком випромінювання на довжині хвилі 253,7 нм. Бактерицидний опромінювач складається з бактерицидної лампи або декількох ламп. За конструкцією опромінювачі поділяються на три групи: відкриті (стельові або настінні), екрановані (настінні, з використанням відбивача), закриті (рециркулятори). Бактерицидні опромінювачі слід встановлювати таким чином, щоб відстань від їх ультрафіолетової бактерицидної лампи до стелі була не меншою за 20-25 см, а висота розташування опромінювача була не меншою, ніж 2,1-2,15 м. Всі приміщення, де розміщені бактерицидні опромінювачі, повинні бути оснащені загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією або мати умови для інтенсивного провітрювання за допомогою вентиляторів, через віконні отвори, що забезпечують одноразовий повітрообмін не більше, ніж за 15 хв. Кількість та потужність бактерицидних ламп необхідно підбирати з таким розрахунком, щоб при прямому опроміненні на 1 м³ об'єму приміщення потрапляло 2-2,5 Вт потужності неекранованих (відкритих) бактерицидних ламп, а для екранованих бактерицидних ламп, які

експлуатують у присутності персоналу – 1 Вт. Неекрановані лампи включають за 1–2 години до початку роботи за відсутності персоналу, вхід в приміщення дозволяється тільки через 15 хвилин у зв'язку з тим, що при експлуатації бактерицидних опромінювачів у повітрі накопичуються токсичні озон і окиси азоту. Тривалість роботи бактерицидних ламп (не менше 30 хвилин) реєструють у спеціальних журналах. Після закінчення терміну роботи їх необхідно замінити на нові. Термін роботи бактерицидних опромінювачів варіює від 3000 (для ламп БУВ15) до 5000 (для ламп БУВ-30) годин.



1



2



1. Чашка Петрі 2. Апарат Кротова: 1 - вентиль роометра; 2 - реометр; 3- накладні замки; 4 — обертовий диск; 5 - кришка; 6 - диск; 7 - щілина; 8 - корпус; 9 - основа приладу.

Питання для перевірки знань студентів.

1. Класифікація та властивості виробничого пилу.
2. Класифікація пилу за ступенем дисперсності.
3. Яку дію чинить пил на організм людини? Специфіка дії лікарського пилу.
4. Фактори, які впливають на біологічну дію пилу.
5. Профілактика пилових захворювань.
6. Визначення концентрації пилу в повітрі.

7. Визначення дисперсності пилу.
8. Джерела мікробного забруднення повітря приміщень аптек і фармацевтичних підприємств.
9. Методи дослідження мікробного забруднення повітря.
10. Нормування мікробного забруднення повітря виробничих приміщень аптек і фармацевтичних підприємств.
11. Бактерицидні опромінювачі повітря.
12. Заходи щодо зниження рівня мікробного забруднення повітря виробничих приміщень аптек і фармацевтичних підприємств.

Гігієнічний контроль вмісту шкідливих газів та парів у повітрі.

Гігієнічне значення шкідливих газів та парів повітря. Джерела шкідливих газів та парів в повітрі аптечних приміщень. Принцип і порядок визначення в повітрі хімічними методами (експрес-методи). Будова і принцип роботи газоаналізатора УГ-2. Гігієнічні норми вмісту шкідливих газів та парів в повітрі приміщень. Санітарні заходи боротьби і профілактики з загазованістю повітря в аптечних приміщеннях і на території фарм. підприємств.

Гігієнічне значення шкідливих газів повітря. Джерела шкідливих газів в повітрі аптечних приміщень. Стан повітряного середовища виробничих приміщень аптек і фармацевтичних підприємств визначається технологічним процесом, що супроводжується виділенням у повітря різних шкідливих речовин у вигляді газів, парів і пилу. Потрапляючи в організм працівників різними шляхами, вони можуть призвести до розвитку професійних захворювань.

Вивчення стану повітряного середовища виробничих приміщень аптечних установ і фармацевтичних підприємств проводиться:

- при здійсненні санітарного контролю за дотриманням гранично допустимих концентрацій (ГДК) у повітрі робочої зони;
- при оцінці ефективності санітарно-технічних заходів (вентиляції, герметизації апаратів та ін.);

- при встановленні зв'язку між забрудненням повітряного середовища та захворюваністю персоналу;
- при коригуванні ГДК.

Гранично допустима концентрація - це така концентрація речовин в робочій зоні (простір висотою до 2 м над рівнем підлоги, де знаходяться робочі місця), яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі (не більше 41 години на тиждень) не може викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, які виявляються сучасними методами дослідження, як в процесі трудової діяльності, так і в окремі строки життя теперішнього і наступних поколінь. За величиною ГДК усі шкідливі речовини розділяють на 4 класи небезпеки: 1 – надзвичайно небезпечні ГДК у повітрі робочої зони до 0,1 мг/м³ (ртуть, свинець, бензпірен, озон, оксид хлору та ін.); 2 – високо небезпечні – ГДК у повітрі робочої зони від 0,1 до 1,0 мг/м³ (оксиди азоту, бензол, йод, марганець, мідь, хлор, сірководень, сірчана та соляна кислоти, їдкі луги та ін.); 3 – помірно небезпечні – ГДК у повітрі робочої зони від 1,1 до 10 мг/м³ (ацетон, ксилол, фенол, толуол, метиловий спирт та ін.); 4 – малонебезпечні – ГДК у повітрі робочої зони понад 10,0 мг/м³ (аміак, бензин, скипідар, етиловий спирт, оксид вуглецю та ін.).

Таблиця 1

*Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин
в повітрі робочої зони (ДСТ 12.1.005-88)*

Речовини	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки	Агрегатний стан
Аміак	20	4	П
Аміназин +	0,3	2	А
p-Амінобензолсульфауанідін (сульгин)	1	2	А
2-(Амінобензолсульфамідо) - 4,6- диметилпіримідин	1	2	А
Анальгін	0,5	2	А
Ангідрид арсенистий	0,3	2	А
Ангідрид сірчаний	1	2	А
Ангідрид сірчистий	10	3	П

Анілін	0,1+	2	П
Ацетилсаліцилова кислота (аспірин)	0,5	2	А
Ацетон	200	4	П
Бензилпеніцилін	0,1	2	А
Бензол	5 +	2	П
3,4-бензпірен	0,00015	1	А
Бром	0,5	2	П
Дихлоретан	10+	2	П
Діетиловий ефір (етиловий ефір)	300	4	П
Йод	1	2	П
Камфора	3	3	П
Кислота борна	10	3	П
Кислота сірчана	1	2	А
Кислота соляна	5	2	П
Кофеїн-основа	0,5	2	А
Кофеїн-бензоат натрію (в перерахунку на кофеїносові)	0,5	2	А
Левоміцетин	1	2	А
Марганець (у перерахунку на Mn ₂ O)	0,3	2	А
Нікотинамід	1	2	А
Нікотинова кислота	1	2	А
Рифампіцин	0,02	1	А
Ртуть металева	0,01/0,0005 ·	1	П
Свинець і його неорганічні сполуки	0,01/0,007 ·	1	А
Сірководень	10+	2	П
Сірковуглець	1	1	П
Спирт метиловий	5 +	3	П
Спирт етиловий	1000	4	П
Стрептоміцин	0,1	2	А
Тетрациклін	0,1	2	А
Формальдегід	0,5	2	П
Фенол+	0,3	2	П
Хлор	1	2	П
Хрому оксид	1	2	А
Цинку оксид	6	3	А

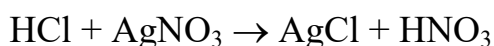
Примітки: + – речовина небезпечна при надходженні через шкіру; · – середньозмінні величини ГДК; П – пари і/або газу; А – аерозоль.

ГДК речовин в повітрі виробничих приміщень встановлюються з розрахунку вмісту даної сполуки в мг в 1 м³ повітря. Для аналізу хімічного складу повітря використовують хімічні, фізичні та фізико-хімічні методи з використанням різних приладів і апаратури. У разі відсутності апаратури, оцінку проводять візуально за допомогою експресметодів: – колориметричний (полягає у визначенні ступеня інтенсивності забарвлення розчину в результаті кольорової реакції); – нефелометричний (оснований на визначенні ступеня каламутності, яка з'являється при взаємодії відомих реагентів з досліджуваною речовиною). Проби повітря для хімічного аналізу в виробничих приміщеннях відбирають на рівні дихання людини – близько 1,5 – 2,0 м від підлоги, фіксуючи при цьому навколишню температуру повітря, вологість, атмосферний тиск. Використовуються динамічні і одномоментні методи взяття проб повітря для аналізу. Динамічний (аспіраційний) метод дозволяє відібрати тверді (пил), пароподібні (пар), газоподібні (газ) сполуки, коли їх вміст у повітрі незначний. Метод заснований на протягуванні досліджуваного повітря за допомогою аспіратора через спеціальні тверді або рідкі середовища, здатні поглинати відповідні інгредієнти у необхідних для дослідження кількостях. Поглинальні середовища розміщують у спеціальних скляних приладах-поглиначах Петрі, Полежаєва, Зайцева, Дрекслея та ін.

Існує кілька способів забору повітря: – спосіб виливання полягає в тому, що ємності попередньо заповнюються рідиною індиферентною до досліджуваної речовини (наприклад, гіпертонічним розчином NaCl), у місці взяття проб рідина виливається і досліджуване повітря надходить всередину; – спосіб обміну, при якому через ємність багаторазово пропускається досліджуване повітря за допомогою аспіратора або гумової груші (використовується в ситуаціях, коли речовина не повинна контактувати з середовищем); – вакуумний спосіб передбачає попереднє видалення «зайвого» повітря з ємності за допомогою вакуумного насоса або електронасоса і визначення ступеня розрідженості (за манометром), потім в

місці взяття проби ємність відкривають і заповнюють необхідною кількістю повітря.

Визначення хлору в повітрі приміщення. Метод взяття проби – аспіраційний. Метод визначення хлору в повітрі – нефелометричний, що ґрунтується на відновленні хлору миш'яковистою кислотою з наступним визначенням його в хлориді срібла та порівнянні ступеня помутніння зі стандартною шкалою:



Хід роботи. Повітря в кількості 10 л протягують за допомогою електричного аспіратора зі швидкістю 0,5 л/хв через два послідовно з'єднані поглинальні прилади з пористою пластинкою, що містять по 10 мл поглинального розчину миш'яковистої кислоти. При відборі проби повітря необхідно визначити температуру та барометричний тиск. Пробу в кількості 1 і 5 мл з першого поглинача та 5 мл з другого вносять у колориметричні пробірки. Об'єм розчину з 1 мл проби доводять поглинальним розчином до 5 мл. У три пробірки з пробами вносять по 1 мл 1%-го розчину нітрату срібла, вміст струшують і через 5–10 хв порівнюють на чорному тлі ступінь помутніння проби зі стандартною шкалою.

Таблиця 2

Шкала стандартів для визначення хлору в повітрі

№ пробірки	0	1	2	3	4	5	6	7
Кількість хлору, мг	0	0,005	0,01	0,015	0,02	0,03	0,04	0,05

Розрахунок концентрації хлору (мг/м³) проводять за формулою:

$$X = \frac{ab}{cV_0} \times 1000, \text{ де:}$$

a – кількість хлору, яка виявлена в об'ємі повітря, що аналізується, мг;

b – об’єм досліджуваного поглинального розчину (в двох поглиначах), мл;

c – об’єм поглинального розчину, взятого для аналізу (в двох пробірках з першого поглинача й у пробірці з другого поглинача), мл;

V_0 – об’єм досліджуваного повітря, приведений до нормальних умов, л. ГДК хлору в повітрі робочої зони 1 мг/м^3 .

Визначення концентрації парів йоду в повітрі. Метод взяття проби – вакуумний, з використанням сухого каліброваного бутля (дані про залишковий тиск і барометричний тиск в момент взяття зазначені на бутлі). Метод визначення концентрації парів йоду в повітрі – колориметричний, що ґрунтується на розчиненні йоду в хлороформі й наступному порівнянні отриманого фіолетового забарвлення зі стандартною шкалою.

Хід роботи. Відкривши пробку бутля, швидко вносять 10 мл хлороформу (відміряють за допомогою циліндра). Бутель закривають і ретельно омивають його стінки. Для аналізу відбирають в колориметричні пробірки 1 і 5 мл проби, об’єм доводять хлороформом до 10 мл, після чого порівнюють інтенсивність забарвлення проби зі стандартною шкалою.

Таблиця 3

Шкала стандартів для визначення йоду

№ пробірки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість йоду, мг	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1

Концентрацію парів йоду в повітрі (мг/м^3) розраховують за формулою

$$X = \frac{ab}{cV_0} \times 1000, \text{ де:}$$

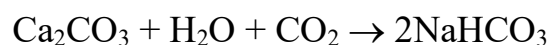
a – кількість йоду, яка виявлена в об’ємі повітря, що аналізується, мг;

b – об’єм всього досліджуваного поглинального розчину, мл;

c – об’єм поглинального розчину, взятого для аналізу, мл;

V_0 – об’єм досліджуваного повітря, приведений до нормальних умов, л. ГДК йоду в повітрі 1 мг/м^3 .

Експрес-метод визначення двоокису вуглецю в повітрі (за допомогою карбонату натрію). Метод ґрунтується на знебарвленні зафарбованого фенолфталеїном розчину карбонату натрію (Na₂CO₃) при взаємодії з вуглекислою повітря в той момент, коли увесь карбонат натрію перетворюється в гідрокарбонат натрію:



$$pH > 8,2$$

$$pH < 8,2$$

Таблиця 4

Залежність вмісту вуглекислого газу в повітрі від об'єму повітря, який знебарвив 20 мл 0,005% розчину карбонату натрію

Об'єм повітря, мл	Вміст CO ₂ , %	Об'єм повітря, мл	Вміст CO ₂ , %
85	0,317	270	0,138
90	0,310	280	0,134
95	0,298	290	0,130
100	0,286	300	0,128
110	0,270	310	0,123
120	0,259	320	0,120
130	0,235	330	0,116
140	0,228	340	0,112
150	0,216	350	0,108
160	0,209	360	0,102
170	0,201	370	0,098
180	0,195	380	0,093
190	0,190	390	0,089
200	0,184	400	0,085
210	0,174	410	0,081
220	0,168	420	0,076
230	0,162	430	0,073
240	0,156	440	0,068
250	0,150	450	0,063
260	0,144		

Хід роботи. Готують 0,005 %-й розчин карбонату натрію: 1 г хімічно чистого безводного карбонату натрію розчиняють у 200 мл

свіжоприготованої дистильованої води, додають 0,5 мл 1 %-го розчину фенолфталеїну. Для приготування робочого розчину 1мл 0,005 %-го розчину Na_2CO_3 поміщають в мірну колбу на 100 мл, доводять об'єм дистильованою водою до позначки й ретельно перемішують. Для визначення двоокису вуглецю в повітрі приміщення в медичний шприц на 100 мл набирають 20 мл робочого розчину Na_2CO_3 , потім відтягують поршень до позначки 100 мл, засмоктуючи досліджуване повітря, після чого струшують протягом 1 хв. Якщо розчин не знебарвлюється, набирають нову порцію повітря, перед тим виштовхуючи попередню й залишаючи в шприці той же об'єм Na_2CO_3 , струшують протягом 1 хв. Цю операцію повторюють 3-4 рази до повного знебарвлення розчину вуглекислою повітря. Об'єм повітря щоразу знижують до 40-20-10 мл. Вміст двоокису вуглецю у повітрі визначають за об'ємом досліджуваного повітря, що знадобилося для знебарвлення розчину карбонату натрію (табл. 4).

Допустимий вміст CO_2 в повітрі приміщень 0,1%.

Експрес-метод визначення вуглекислого газу в повітрі (за допомогою гідроксиду барію). Метод ґрунтується на зв'язуванні вуглекислого газу слабким (0,005н) розчином гідроксиду барію ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) з утворенням карбонату барію: $\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 - \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

При цьому необхідно знати: концентрацію розчину гідроксиду барію; кількість цього розчину, взяту для дослідження; кількість пропущеного крізь розчин гідроксиду барію досліджуваного повітря.

Хід роботи. Для приготування 0,005 н розчину гідроксиду барію у скляну банку з тубусом наливають 0,5 л дистильованої води, додають 0,5 г гідроксиду барію, 0,5 г хлористого барію і 2,5-3,0 мл 1 %-го спиртового розчину фенолфталеїну. В отвір корка, яким закрита банка, вставляють патрон, заповнений натронним вапном (прожарена на вогні суміш гідроксиду натрію та гашеного вапна). Через 24 год. встановлюють концентрацію приготовленого розчину. Для цього у чисту хімічну склянку

наливають точно 1 мл 0,01н розчину соляної кислоти. В чисту піпетку на 5 см³ набирають приготовлений розчин бариту (для цього піпетку з'єднують з гумовою трубкою, надітою на тубус, і відкривають затискач), і титрують ним соляну кислоту до появи блідо-рожевого кольору. Кількість мілілітрів розчину бариту, витраченого на титрування 1 мл соляної кислоти, становить титр розчину бариту.

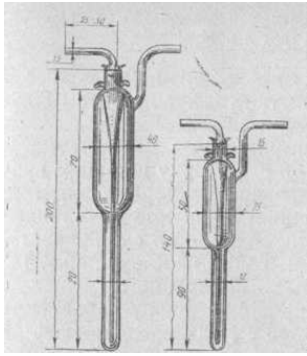
Приготовлений розчин зберігають у темному місці. В процесі зберігання розчин поступово може зменшувати свою концентрацію. Тому систематично через кожні 5-6 днів її слід перевіряти.

Необхідно підготувати хімічну пробірку, в якій відбуватиметься реакція зв'язування вуглекислого газу баритом. Це звичайна хімічна пробірка, яка щільно закрита гумовим корком з просвердленим отвором, через який до дна пробірки опущена тонка піпетка. Поряд з піпеткою крізь корок проходить тонка і коротка ін'єкційна голка так, щоб отвори голки і піпетки вище корка були на одному рівні. Крім того, треба встановити об'єм пробірки в готовому до роботи вигляді і нанести на стінку мітку, що відповідає об'єму 2 мл в пробірці. У місці визначення концентрації вуглекислого газу пробірку, в якій відбуватиметься реакція, за допомогою шприца продувають досліджуваним повітрям. Для цього шприц надівають на голку і відтягують поршень. Після заповнення пробірки досліджуваним повітрям відкрити її і налити розчин бариту до мітки 2 мл. Пробірку щільно закрити корком. Пробірку фіксують у руці так, щоб отвори голки і піпетки можна було закрити пальцем, та енергійно збовтують вміст; протягом 30-40 с. Якщо розчин після цього має рожевий колір, то в пробірку шприцем вводять ще порцію досліджуваного повітря. Для цього шприц з'єднують з голкою і поршнем відтягують 2-2,5 см³ прореагованого повітря.

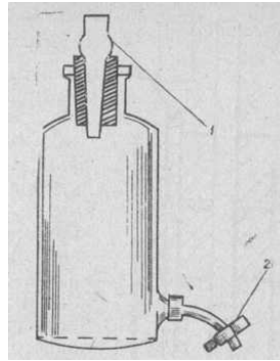
Таблиця 5

Визначення концентрації вуглекислого газу

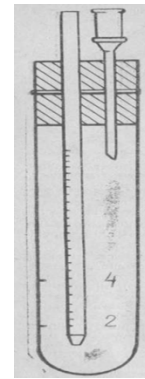
Об'єм проби	На 1 мл 0,01 н розчину HCl витрачено мл розчину Ba(OH) ₂									
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,03	2,4	2,5
20	0,70	0,66	0,62	0,59	0,56	0,52	0,51	0,49	0,47	0,45
25	0,56	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37	0,36
30	0,47	0,44	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,31	0,30
35	0,40	0,38	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
40	0,35	0,33	0,31	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22
45	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
50	0,28	0,26	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18
55	0,25	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19*	0,18	0,17	0,17	0,16
60	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15
65	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14
70	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13
75	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,12
80	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11
85	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10
90	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10
95	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09
100	0,14	0,13	0,12	1,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09
105	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09
110	0,13	0,12	0,11	1,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08
115	0,12	0,11	0,11	1,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
120	0,12	0,11	0,10	1,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07
125	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07
130	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
135	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
140	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06
145	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06
20	0,43	0,41	0,40	0,39	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32
25	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25
30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21
35	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18
40	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16
45	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14
50	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
55	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12
60	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
65	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10
70	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09
75	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09
80	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
85	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
90	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
95	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
100	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
105	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
110	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
115	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
120	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06



Поглинач
(велика і мала моделі)



Прилад для зберігання розчину
гідроксиду барію: 1-натрон з
натронним ванном; 2-трубка
для забору розчину

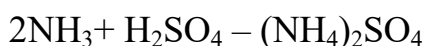


Пробірка для визначення
концентрації CO₂

Тоді в пробірку зайде така ж кількість досліджуваного. Вміст пробірки знову збовтують протягом 30-40 с і так продовжують до повного знебарвлення розчину бариту. Знаючи об'єм взятого для аналізу повітря і тигр розчину бариту, концентрацію вуглекислого газу в повітрі визначають за таблицею 5.

Прилад розрахунку: об'єм пробірки підготовленої для аналізу (закрита корком з піпеткою і голкою) - 20 см³; об'єм взятого для реакції розчину бариту - 2 см³; шприцом введено в пробірку досліджуване повітря - 22 см³; об'єм всього повітря, взятого для аналізу 20 - 2 + 22=40 см³; титр розчину бариту — 2,1; концентрація вуглекислого газу в повітрі – 0,27%.

Визначення концентрації аміаку в повітрі експрес-методом (титрометрично). Метод ґрунтується на зв'язуванні аміаку 0,0002 н. розчином сірчаної кислоти з утворенням сірчаноокислого амонію:



При цьому необхідно знати: концентрацію розчину сірчаної кислоти; кількість цієї кислоти, взяту для дослідження, та кількість пропущеного крізь кислоту досліджуваного повітря.

Хід роботи. Для приготування 0,0002 н розчину сірчаної кислоти у мірну колбу на 500 мл необхідно налити трохи дистильованої води, 1 мл 0,1 н розчину сірчаної кислоти (приготовленої з фіксаналу), кілька крапель індикатора Таширо і довести

до мітки дистильованою водою. 1 мл такої кислоти зв'язує 0,0034 мг аміаку.

У чистий поглинач піпеткою або дозатором налити 2 мл 0,0002 н розчину сірчаної кислоти з індикатором і крізь неї за допомогою шприца протягувати досліджуване повітря, доти, доки кислота не забарвиться у зелений колір. За кількістю взятого для аналізу повітря визначити концентрацію аміаку (табл. 6).

Таблиця 6

Визначення концентрації аміаку в повітрі, мг/м³

	Об'єм проби повітря взятого для аналізу, мл				
	0	20	40	60	80
100	68,0	56,6	48,5	42,2	37,7
200	34,0	30,9	28,8	26,1	24,2
300	22,6	21,2	20,0	18,8	17,8
400	17,0	16,2	15,5	14,8	14,2
500	13,6	13,1	12,6	12,1	11,7
600	11,3	11,0	10,6	10,3	10,0
700	9,7	9,4	9,2	8,9	8,7
800	8,5	8,3	8,1	7,9	7,7
900	7,6	7,4	7,2	7,1	6,9

Приклад розрахунку: для переходу 2 мл розчину сірчаної кислоти в зелений колір крізь неї протягнуто 620 мл повітря. Тоді концентрація аміаку становить 11,0 мг/м³. Поріг сприйняття – 0,035 мг/л; подразнення верхніх дихальних шляхів – 0,3 мг/л; подразнення очей – 0,5 мг/л; подразнення шкіри – 7,21 мг/л (почервоніння, пухирі); кашель задушливий – 1,25 мг/л; токсична доза – 1,5 мг/л протягом 1 години (50 % персоналу може загинути від набряку легенів); концентрація 3,5 мг/л за кілька хвилин призводить до смерті.

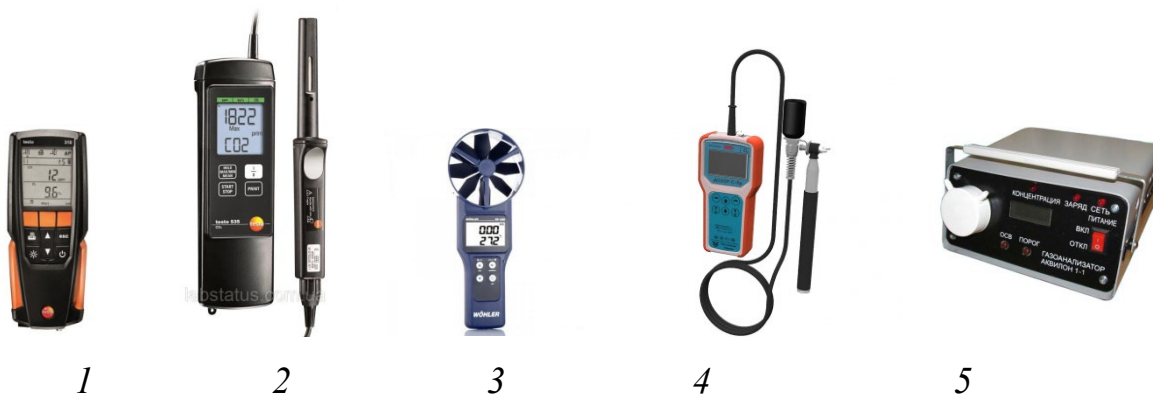
Концентрацію шкідливих речовин також визначають за допомогою **газоаналізаторів**. Газоаналізатор – це ручний або автоматичний пристрій, що визначає якість і кількість суміші газів, її компонентів. Це ефективний спосіб уникнення небезпечних вибухів, спровокованих ними пожеж, а також отруєнь та інших нещасних випадків на виробництві або в домашніх умовах. Сучасні моделі газоаналізаторів багатофункціональні, характеризуються надійністю і зручністю в експлуатації. Пристрої для аналізу газу здобули широке застосування в у найрізноманітніших сферах промисловості та життєдіяльності людини. Так, за їхньою допомогою відстежують, скільки шкідливих речовин перебуває в повітрі, без газоаналізаторів не обійтися на

небезпечних виробництвах хімічної промисловості. За способом управління розрізняють *газоаналізатори з ручним і автоматичним контролем*. Найбільше застосування з ручних аналізаторів отримали моделі абсорбції, які передбачають почергове поглинання елементів газової суміші різноманітними реагентами. Автоматичні пристрої визначають фізичні або фізико-хімічні дані самої суміші газів або її складових безперервно. Також аналізатори газу діляться на 3 види за основною функцією:

1. Індикатори. Призначення: відображення якісної оцінки газової суміші шляхом відстеження наявності контрольованого компоненту. Індикатори, зазвичай, також відображають дані за допомогою лінійки.

2. Сигналізатори. Так само, як і індикатори, приблизно визначають концентрацію контрольованої складової. Особливою ж рисою є наявність одного або декількох порогів сигналізації.

3. Газоаналізатори. Суть же, власне, газоаналізаторів полягає у вимірюванні фізичних, фізико-хімічних даних газової суміші кожного з її компонентів.

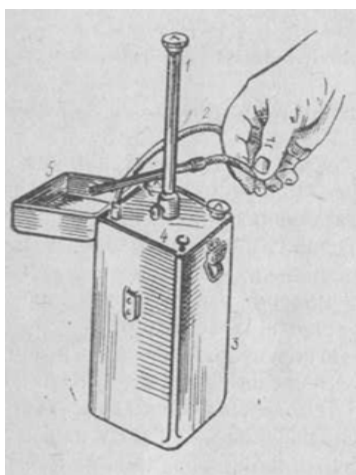


1. Тесто-310, 2. Тесто-535, 3. Анемометр-газоаналізатор, 4. Переносний газоаналізатор Дозор С-Пв, 5. Газоаналізатор «Аквілон»

Визначення загазованості повітря універсальним переносним газоаналізатором (аміак, ацетон, бензол, ксилол, оксид азоту, оксид вуглецю, хлор, сірчаний ангідрид). До комплекту газоаналізатора (УГ-2) входять: пристрій для відбору проби повітря; індикаторні порошки та скляні трубки; вимірювальна шкала; мандрен; лійка.

Хід роботи. Якщо в наборі відсутні готові, наповнені індикаторним порошком трубки, то слід такі приготувати. Один кінець скляної трубки

закрити маленьким шматочком вати, після чого за допомогою маленької лійки заповнити її індикаторним порошком, призначеним для визначення даного газу, і закрити другий отвір шматочком вати.



1



2

1. Універсальний газоаналізатор УГ-2: 1 - калібрувальний шток;
2 - гумова трубка; 3-корпус; 4-фіксатор

2. Індикаторні трубки

На місці проведення досліду відвести фіксатор з пристроєм для відбору проби повітря, у втулку вставити шток так, щоб наконечник фіксатора легко ковзався по борозенці штока, над якою вказаний об'єм проби повітря. Стискати сифон доти, доки наконечник фіксатора не збіжиться з верхнім заглибленням на борозенці штока. Гумову трубку повітрязабірного пристрою з'єднати з трубкою, заповненою індикаторним порошком, і відпустити фіксатор. Досліджуване повітря проходить через індикаторний порошок, який під впливом газу, що визначається, змінює свій колір. Після відбору проби повітря трубку з індикаторним порошком прикласти до вимірювальної лінійки і визначити концентрацію даного газу у повітрі.

Примітка. Об'єм проби досліджуваного повітря повинен відповідати вказаному на вимірювальній шкалі.

Контрольні питання

1. Нормальний хімічний склад атмосферного повітря, гігієнічне значення складових компонентів.
2. Фізіологічне та гігієнічне значення вуглекислого газу.

3. Основні забруднювачі атмосферного повітря, їхні джерела, вплив на організм.
4. Типові забруднювачі повітря в аптечних установах і на фармацевтичних заводах, їхня токсикологічна характеристика
5. Дія шкідливих газів та парів на організм людини.
6. ГДК шкідливих речовин у повітрі, види, гігієнічне значення
7. Методи взяття проб повітря для хімічного аналізу.
8. Принципи визначення в повітрі хлору, йоду
9. Експрес-методи визначення в повітрі вуглекислого газу.
10. Методика визначення аміаку у повітрі.
11. Будова та принцип роботи універсального аналізатора.

ЗМІСТ

Фізичні властивості повітря. Гігієнічна оцінка мікроклімату приміщень	3
Контроль атмосферного тиску. Значення величини атмосферного тиску для стану здоров'я.....	9
Контроль показників вологості повітря.....	12
Гігієнічна контроль швидкості руху повітря.....	17
Гігієнічний контроль освітленості приміщень у фармацевтичній галузі.....	22
Пилове та мікробне та забруднення повітря аптечних закладів. Нормування. Гігієнічна оцінка пилового та мікробного забруднення повітря виробничих приміщень.....	26
Гігієнічний контроль вмісту шкідливих газів та парів у повітрі.....	39