



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Національний університет «Запорізька політехніка»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторного заняття **«Визначення типу технічних систем для нормалізації параметрів повітряного середовища»**  
з дисципліни *«Цивільний захист і охорона праці в галузі»*  
для студентів усіх спеціальностей та форм навчання

Методичні вказівки до лабораторного заняття «Визначення типу технічних систем для нормалізації параметрів повітряного середовища» з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі»: для студентів усіх спеціальностей та форм навчання. / Укл. : О.Л. Скуйбіда – Запоріжжя : Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 26 с.

Укладач: О.Л. Скуйбіда, доцент, к.т.н.

Рецензент: О.В. Нестеров, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск: Ю.І. Троян, асистент

Затверджено  
на засіданні кафедри «Охорона праці і  
навколишнього середовища»  
Протокол № 10 від 18.05.2021 р.

Рекомендовано до видання  
НМК Факультету будівництва,  
архітектури та дизайну  
Протокол № 5 від 03.06.2021 р.

## ЗМІСТ

1. Мета заняття.....	4
2. Загальні відомості.....	4
2.1 Вплив параметрів мікроклімату на працездатність людини.....	4
2.2 Вплив шкідливих речовин на працездатність людини.....	6
2.3 Заходи з нормалізації мікроклімату виробничих приміщень.....	7
2.4 Вентиляційні системи для нормалізації повітряного середовища.....	9
3. Завдання на підготовку до лабораторного заняття.....	12
4. Контрольні запитання.....	12
5. Опис приладів.....	13
5.1 Опис приладів для вимірювання температури повітря.....	13
5.2 Опис приладів для вимірювання запиленості повітряного середовища.....	15
5.3 Методика розрахунків.....	16
6. Вказівки з техніки безпеки.....	17
7. Порядок виконання лабораторного заняття.....	18
8. Зміст звіту.....	19
9. Рекомендована література.....	20
Додаток А – Гранично-допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони (ДСН 3.3.6.042-99).....	21
Додаток Б – Оптимальні та допустимі фізичні параметри повітряного середовища.....	22
Додаток В – Завдання для розрахунку природної вентиляції.....	23
Додаток Г – Завдання для розрахунку повітрообміну при використанні загальнообмінної вентиляції за умови виділення шкідливих речовин (газів, парів, пилу).....	24
Додаток Д – Завдання для розрахунку повітрообміну за умови виділення надлишкового тепла.....	25
Додаток Е – Зразок титульного аркуша до звіту з лабораторного заняття.....	26

# 1 МЕТА ЗАНЯТТЯ

При виконанні лабораторного заняття необхідно: ознайомитися з впливом повітряного середовища на працездатність людини; вивчити види технічних систем для нормалізації стану повітряного середовища; засвоїти призначення та особливості використання різних видів вентиляційних систем; навчитися експериментально визначати концентрацію шкідливих речовин в повітряному середовищі і обирати тип технічних систем для забезпечення сприятливих метеоумов та видалення шкідливих речовин; оцінити результати експерименту відповідно до нормативних документів; зробити висновки.

## 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

### 2.1 Вплив параметрів мікроклімату на працездатність людини

Суттєвий вплив на самопочуття, працездатність та здоров'я працівників здійснює **мікроклімат (метеорологічні умови)** у виробничих приміщеннях. До параметрів мікроклімату належать *температура, вологість і швидкість руху повітря*, а також *інтенсивністю теплового випромінювання та температура поверхонь*, які оточують людину.

Метеорологічні умови у виробничому приміщенні в цілому та на окремому робочому місці зокрема часто мінливі та залежать від температури зовнішнього повітря, потужності джерел тепловиділення та теплопоглинання в приміщенні, розташування робочого місця тощо. При цьому температура тіла людини залишається постійною (36,6 °С), що досягається завдяки **терморегуляції** – властивості організму підтримувати тепловий баланс із навколишнім середовищем. Між людиною та навколишнім середовищем проходить постійний теплообмін, який полягає у взаємозв'язку між утворенням теплоти в результаті життєдіяльності організму та віддачу або поглинанням ним теплоти із зовнішнього середовища.

Значне коливання параметрів мікроклімату призводить до погіршення терморегуляції організму і порушень в роботі нервової системи, систем кровообігу та потовиділення. При температурі

повітря в межах 15...25 °С теплоутворення організму знаходиться практично на постійному рівні (зона байдужості). Зі зниження температури повітря теплоутворення підвищується внаслідок м'язової активності (з'являється тремтіння) та підсилення обміну речовин. З підвищенням температури повітря посилюються процеси тепловіддачі. Кількість тепла, що утворюється в організмі людини, залежить передусім від фізичних навантажень, а рівень тепловіддачі – від параметрів мікроклімату.

Віддача теплоти здійснюється *конвекцією, випромінюванням та випаровуванням* вологи. Чим нижче температура повітря і швидкість його руху, тим більше тепла віддається випромінюванням. При високій **температурі** значна частина тепла втрачається випаровуванням поту. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі, виникає обезводнення та погіршується обмін речовин. Тому, наприклад, працівники «гарячих» цехів забезпечуються газованою підсоленою водою.

**Вологість повітря** істотно впливає на віддачу тепла випаровуванням. Через високу вологість випаровування ускладнюється і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровуванням. Однак надто низька вологість викликає висихання слизових оболонок дихальних шляхів.

**Рухомість повітря** визначає рівень тепловіддачі з поверхні шкіри конвекцією і випаровуванням. У жарких виробничих приміщеннях при температурі повітря до 35 °С рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом людини. З підвищенням температури рухоме гаряче повітря віддає своє тепло тілу людини, викликаючи його нагрівання. Рухоме повітря при низькій температурі викликає переохолодження організму. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям (протяг), значно порушують терморегуляцію організму і можуть викликати застуду.

Параметри мікроклімату взаємопов'язані. Наприклад, вищій температурі повітря відповідає більша швидкість його руху, а вищій відносній вологості повітря – менша температура. На людину здійснюють однаковий тепловий вплив наступні співвідношення температури та відносної вологості повітря (за відсутності руху повітря): 17,7 °С – 100 %; 18,3 °С – 90 %; 20,7 °С – 50 %; 22,3 °С – 30 %.

## 2.2 Вплив шкідливих речовин на працездатність людини

Для створення нормальних умов праці на виробництві необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, але і чистоту повітря. В технологічних процесах можуть використовуватись різні шкідливі речовини, які забруднюють повітряне середовище. **Шкідливими** називають такі **речовини** (*пил, гази, пари, хімічно-активні речовини* тощо), які при контакті з організмом людини можуть викликати професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я як під час впливу речовини, так і в подальший період життя. Основним шляхом, яким найчастіше потрапляють шкідливі речовини в організм людини є дихальні шляхи. Шкідливі речовини, що потрапили в організм, спричинюють порушення здоров'я у тому випадку, коли їх кількість у повітрі перевищує граничну величину.

Під **гранично-допустимою концентрацією (ГДК)** шкідливої речовини у повітрі робочої зони розуміють таку максимальну концентрацію даної речовини в повітрі робочої зони, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботи протягом 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 годин та тиждень) не призводить до зниження працездатності і захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє негативного впливу на здоров'я нащадків.

Згідно зі стандартом ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартів безпеки праці. Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки» шкідливі речовини поділяють на чотири **класи небезпеки**:

- **надзвичайно небезпечні речовини** (ГДК < 0,1 мг/м<sup>3</sup>);
- **особливо небезпечні речовини** (ГДК від 0,1 до 1,0 мг/м<sup>3</sup>);
- **помірно небезпечні речовини** (ГДК від 1,0 до 10 мг/м<sup>3</sup>);
- **малонебезпечні речовини** (ГДК > 10 мг/м<sup>3</sup>).

ГДК деяких шкідливих речовин відповідно до ГН 1.1.2.123-2006 «Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини» та ГН 1.1.2.140-2007 «Перелік промислових алергенів» (ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони») наведено в *додатку А*.

Виробничий **пил** є досить поширеним та небезпечним шкідливим виробничим чинником. **Запиленість** повітряного

середовища виробничих приміщень характерна для гірничодобувної промисловості, машинобудування, металургії, сільського господарства, будівництва, текстильної промисловості тощо. Шкідливість виробничого пилу зумовлена його здатністю викликати професійні захворювання легень, передусім пневмоконіози. Негативна дія пилу визначається його токсичністю та особливістю дії на організм людини, концентрацією, розміром частинок пилу, їх формою, твердістю, волокнистістю та питомою поверхнею. Запиленість повітря можна визначити *ваговим, електроіндукційним, фотометричним та іншими методами*. При використанні **вагового методу** зважують спеціальний фільтр до і після протягування через нього певного об'єму запиленого повітря, а потім вираховують вагу пилу в міліграмах на кубічний метр повітря.

### 2.3 Заходи з нормалізації мікроклімату виробничих приміщень

Норми метеорологічних умов на виробництві регламентуються ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» та ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони». Параметри мікроклімату *нормуються* для **робочої зони** – визначеного простору, в якому знаходяться робочі місця постійного або тимчасового (непостійного) перебування працівників. При нормування враховують *теплий та холодний періоди року, тяжкість виконуваної роботи, характеристику приміщень за надлишками теплоти*. В нормах приводяться як оптимальні, так і допустимі метеорологічні умови.

Під **оптимальними мікрокліматичними умовами** розуміють поєднання параметрів мікроклімату, що при тривалому і систематичному впливі на організм людини забезпечує збереження нормального теплового стану організму без напруження терморегуляційного апарату. Оптимальні мікрокліматичні умови забезпечують відчуття комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

**Допустимі мікрокліматичні умови** – це поєднання параметрів мікроклімату, яке при тривалому та системному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко

минають та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому патологічні зміни в організмі людини не виникають, проте можуть спостерігатися дискомфорт, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату наведені в *додатку Б*. Період року визначається за середньодобовою температурою зовнішнього середовища. Якщо температура зовнішнього середовища нижча ніж  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  – це холодний період року, якщо вище ніж  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  – теплий період року.

Допустимі величини параметрів мікроклімату встановлюються тоді, коли на робочих місцях внаслідок технологічних вимог виробництва, технічної недосяжності та економічної недоцільності не можливо забезпечити оптимальних умов мікроклімату.

Найбільш поширеними **способами нормалізації мікроклімату** у виробничих приміщеннях є вентиляція, опалення та кондиціонування повітря.

Окрім цього, використовують наступні заходи з нормалізації мікроклімату:

- *удосконалення технологій та устаткування* (наприклад, заміна гарячого способу обробки металу холодним, нагрів полум'ям – індуктивним, горнових печей – тунельними тощо);
- *раціональне розміщення технологічного устаткування* (наприклад, розташування джерел теплоти під аераційним ліхтарем або біля зовнішніх стін будівлі);
- *автоматизація та дистанційне керування технологічними процесами*;
- *раціоналізація режимів праці і відпочинку* (наприклад, скорочення тривалості робочої зміни та додаткові перерви в роботі);
- *застосування захисних екранів для огороження джерела теплового випромінювання від робочих місць*;
- *використання засобів індивідуального захисту* (спецодяг, каски, окуляри, маски, плащі, гумові чоботи і т.п.).

## **2.4 Вентиляційні системи для нормалізації повітряного середовища**

Для забезпечення сприятливих параметрів мікроклімату в приміщеннях та видалення шкідливих речовин використовують

природну та (або) штучну вентиляцію. **Вентиляція** – це організований і регульований обмін повітря, який забезпечує на робочих місцях метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам.

Санітарно-гігієнічне призначення вентиляції полягає в підтриманні в приміщеннях параметрів повітряного середовища, яке відповідає б вимогам ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони». Технологічна мета вентиляції полягає в забезпеченні в приміщеннях чистоти, температури, відносної вологості та швидкості руху повітря виходячи з особливостей технологічного процесу. Основне призначення вентиляції – вилучити з приміщення забруднене, вологе або нагріте повітря та подати чисте повітря.

**Вентиляція класифікується** за такими ознаками:

- за способом переміщення повітря (*природна, штучна та суміщена*);
- за напрямком потоку повітря (*припливна, витяжна, припливно-витяжна*);
- за місцем дії (*загальнообмінна, місцева, комбінована*);
- за призначенням (*робоча, аварійна*).

**Вентиляційною технічною системою** називають сукупність пристроїв для обробки, транспортування, подачі та видаленні повітря. За способом спонукання руху повітря розрізняють системи вентиляції з використанням природних сил (вітру та гравітації) та механічних пристроїв (вентиляторів, ежекторів тощо).

*Природна вентиляція* відбувається внаслідок теплового та вітрового напорів. Тепловий напір обумовлений різницею температур і густини внутрішнього та зовнішнього повітря. Вітровий напір обумовлений тим, що при обдуванні вітром будівлі, з її навітряної сторони утворюється підвищений тиск, а підвітряної – розрідження.

Природна вентиляція поділяється на неорганізовану та організовану. Неорганізована природна вентиляція включає *інфільтрацію* – просочування повітря через нещільності у вікнах, дверях, перекриттях тощо та провітрювання, яке здійснюється при відкриванні вікон та кватирок. Організована природна вентиляція називається *аерацією*. Для аерації в стінах будівлі роблять отвори для

надходження зовнішнього повітря, а на даху чи у верхній частині будівлі встановлюють спеціальні пристрої (ліхтарі) для видалення відпрацьованого повітря.

Внаслідок незначного тиску радіус дії систем природної вентиляції порівняно невеликий. Системи природної вентиляції є простими за улаштуванням, проте їх робота визначається нестійкими факторами (температурою та силою вітру). Окрім того, при штучній вентиляції немає можливості обробити повітря (підігріти, зволожити, охолодити, очистити), а також подати його до робочих місць. Організований природний повітрообмін (аерація) здійснюється в наперед розрахованих об'ємах і регулюється відповідно до зовнішніх метеорологічних умов. Аерація застосовується в приміщеннях із значними тепловиділеннями, якщо концентрація пилу і шкідливих газів у припливному повітрі не перевищує 30 % ГДК в робочій зоні.

При аерації обмін повітря регулюють за допомогою прорізів (фрамуг або жалюзійних решіток), розташованих у нижній частині будівлі, через які надходить ззовні більш холодне повітря, а тепле забруднене повітря виходить через витяжний аераційний ліхтар на даху будинку. Жалюзійні решітки – це отвори, які відкриваються влітку на висоті 1,2...1,8 м, а взимку – 4...6 м. Для підсилення витяжки на даху будинку встановлюють на виході дефлектори – пристрої, які створюють тягу при обдуванні їх вітром.

Аерація – це загальнообмінна вентиляція, яка характеризується кратністю обміну повітря. **Кратність обміну повітря ( $K$ )** – це відношення об'єму повітря, яке ( $V_{пов}$ ) подається ззовні, до об'єму приміщення ( $V_{прим}$ ). Кратність обміну повітря показує, скільки разів за годину поміняється весь об'єм повітря в даному приміщенні.

$$K = \frac{V_{пов}}{V_{прим}}, 1/\text{год.} \quad (2.1)$$

*Загальнообмінна вентиляція* здійснює обмін повітря у всьому приміщенні. Її дія базується на розбавленні шкідливостей, які виділяються в приміщенні, свіжим повітрям до ГДК або температур. Загальнообмінну вентиляцію використовують переважно у тих випадках, коли шкідливі речовини, тепло та волога виділяються рівномірно по всьому приміщенні. *Місцева вентиляція* використовується для видалення забрудненого повітря безпосередньо

з місця утворення шкідливих речовин і не допускає їх поширення по всьому приміщенню. При значному надходженні шкідливих речовин у повітря робочої зони застосовуються комбіновані системи – загальнообмінна та місцева.

*Штучна (механічна) вентиляція*, на відміну від природної, дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати тощо), більш цілеспрямовано подавати повітря в робочу зону. Механічна вентиляція забезпечує підтримання постійного обміну повітря, незалежно від зовнішніх метеорологічних умов. Окрім того, механічна вентиляція дає можливість організувати повітрязабір у найбільш чистій зоні території підприємства і навіть за її межами. Штучна вентиляція застосовується в тих випадках, коли тепловиділення у виробничому приміщенні недостатні для постійного протягом року використання аерації, або коли кількість чи токсичність шкідливих речовин, які виділяються у приміщення, є такою, що виникає необхідність постійного повітрообміну незалежно від метеорологічних умов навколишнього середовища.

*Припливна вентиляція* нагнітає чисте повітря в приміщення і застосовується у виробничих приміщеннях зі значним тепловиділенням і низькою концентрацією шкідливих речовин. Припливна вентиляційна система складається з таких елементів: повітрязабірного пристрою (повітроприймача), фільтра для очищення повітря, повітрянагрівача (калорифера), вентилятора, повітропроводів та повітророзподільчих пристроїв (насадок, патрубків). Забруднене повітря витісняється свіжим через двері, вікна, ліхтарі і щілини будівельних конструкцій.

*Витяжна загальнообмінна вентиляція* застосовується у виробничих приміщеннях, в яких відсутні шкідливі речовини, а необхідна кратність повітрообміну є невеликою, а також у допоміжних, побутових та складних приміщеннях. Витяжна вентиляція складається із очисного пристрою, вентилятора, центрального та відсмоктувального повітропроводів.

*Припливно-витяжна загальнообмінна вентиляція* застосовується у приміщеннях, в яких необхідно забезпечити підвищений та надійний повітрообмін. У виробничих приміщеннях, де виділяється значна кількість шкідливих газів, парів, пилу витяжка повинна бути на 10 %

більшою, ніж приплив, щоб шкідливі речовини не витіснялись у суміжні приміщення з меншою шкідливістю. В системі припливно-втяжної вентиляції можливе використання не лише зовнішнього повітря, але й повітря самих приміщень після його очищення. Таке повторне використання повітря приміщень називається рециркуляцією і здійснюється в холодний період року для економії тепла, що витрачається на нагрівання припливного повітря.

### **3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ**

В процесі лабораторного заняття студенти повинні:

- ознайомитись із впливом параметрів повітряного середовища на працездатність людини;
- ознайомитись із поняттям шкідливої речовини та впливом шкідливих речовин на працездатність людини;
- ознайомитись з нормуванням параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях;
- ознайомитись зі способами нормалізації мікроклімату;
- ознайомитись з поняттям вентиляційної технічної системи та типами систем вентиляції;
- засвоїти методику розрахунку продуктивності природної вентиляції;
- засвоїти методику розрахунку повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин (газів, парів, аерозолів, пилу), що надходять у робочу зону, з метою розбавлення їх концентрацій до граничнодопустимих рівнів;
- засвоїти методику розрахунку повітрообміну за умови виділення надлишкового тепла;
- засвоїти основні вимоги щодо техніки безпеки при дослідженні мікроклімату у виробничих приміщеннях.

### **4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Які мікрокліматичні умови вважають оптимальними?
2. Які мікрокліматичні умови вважають допустимими?
3. Які параметри характеризують метеорологічні умови?

4. Які існують способи нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях?
5. Які речовини називають шкідливими?
6. Які існують класи небезпек шкідливих речовин?
7. В чому полягає санітарно-гігієнічне призначення вентиляції?
8. В чому полягає технологічне призначення вентиляції?
9. Які існують види вентиляції?
10. В яких випадках застосовують природну (неорганізовану, аерацію) вентиляцію?
11. В яких випадках застосовують загальнообмінну вентиляцію?
12. Яка різниця між витяжною, припливною та припливно-витяжною вентиляцією?
13. Як параметри повітряного середовища впливають на працездатність людини?
14. Як шкідливі речовини впливають на працездатність людини та безпеку праці?
15. Що таке вентиляційна технічна система?

## **5 ОПИС ПРИЛАДІВ**

### **5.1 Опис приладів для вимірювання температури повітря**

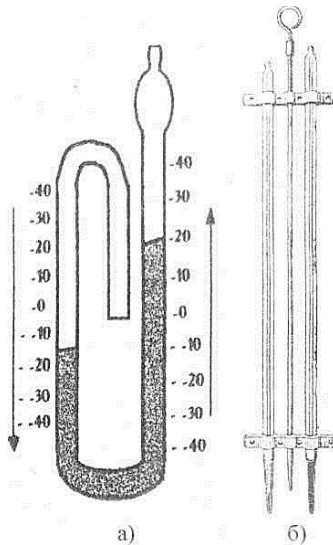
Вимірювання температури повітря у виробничих приміщеннях проводиться за допомогою звичайних, парних або максимально-мінімальних термометрів, а також термоанемометрів. Звичайні та максимально-мінімальні термометри застосовують у виробничих приміщеннях, у яких відсутні джерела суттєвого теплового випромінювання. У разі наявності суттєвих теплових випромінювань у приміщенні, для вимірювання температури повітря використовують парний термометр. В Україні прийнята Міжнародна практична температурна шкала (шкала Цельсія), за якою здійснюється відлік температури.

Звичайні рідинні термометри бувають двох типів: ртутні та спиртові. Границі вимірювання ртутних термометрів варіюються від -25°C до +45°C, спиртових – від -65°C до +25°C. Ртутні термометри використовуються переважно для вимірювання температур вище 0°C (ртуть при нагріві розширюється рівномірно, при охолодженні – нерівномірно). Спиртові термометри використовуються переважно

для вимірювання температур нижче 0°C (спирт при охолодженні розширюється рівномірно, при нагріванні – нерівномірно). Границі вимірювання термоанемометрів варіюються від +10 до +60°C.

Максимально-мінімальні термометри (рис. 5.1, а) використовують з метою визначення границь коливання температури впродовж визначеного проміжку часу. Конструктивно максимально-мінімальний термометр виконаний у формі U-подібної трубки, заповненої ртуттю та спиртом. На рисунку спирт заповнює одне коліно трубки повністю, а інше - до половини розширення, у верхній частині якого розміщені покажчики, які рухаються при підвищенні рівня ртуті та вказують найнижче та найвище значення температури. На початку роботи покажчики мінімально-максимального термометру встановлюють на рівень ртуті за допомогою магніту.

Конструктивно парний термометр складається з двох термометрів (рис. 5.1, б). Резервуар одного термометра містить ртуть і покритий сріблом, що забезпечує відбивання теплового випромінювання; резервуар іншого термометра зачорнений, тому він поглинає випромінювання.

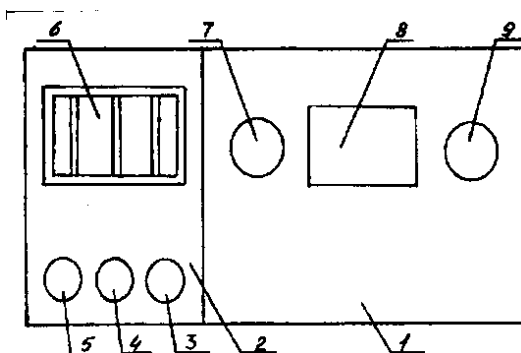


а - максимально-мінімальний термометр; б – парний термометр  
Рисунок 5.1 – Термометри для вимірювання температури повітряного середовища у виробничих приміщеннях

## 5.2 Опис приладів для вимірювання запиленості повітряного середовища

Загальний вигляд пристрою для вагового визначення концентрації пилу, який знаходиться в повітрі, наведено на рис. 5.2.

Пилова камера 1 імітує виробниче приміщення, в яку за допомогою бункера-дозатора 7 висипають порцію пилу, що розвіюється вентилятором. На передній стінці камери є отвір з алонжем-фільтроутримувачем 9 для закріплення в ньому фільтра для відбору проби пилу. В приладовому відсіці знаходиться аспіратор 6, за допомогою якого проводять прокачування запиленого повітря через фільтр. У роботі використовують пластмасовий фільтроутримувач з аналітичним фільтром типу АФА.



- 1- камера пилова, 2 - відсік приладовий, 3 - тумблер вмикання вентилятора,  
4 - тумблер вмикання аспілятора, 5 - тумблер вмикання пристрою,  
6 - аспіратор, 7-бункер-дозатор, 8 - вікно оглядове,  
9 - алонж-фільтроутримувач

Рисунок 5.2 – Схема пристрою для відбору проб пилу

В умовах виробництва проби повітря беруть, як правило, в зоні дихання працюючого, тобто на висоті 1,5...2,0 м від рівня підлоги. У кожній точці робочої зони беруть декілька проб (не менше трьох).

В роботі також використовують аналітичні терези, барометр-анероїд, термометр, годинник.

### 5.3 Методика розрахунків

**5.3.1 Розрахунок продуктивності природної вентиляції** здійснюється за наступною формулою:

$$L = k \cdot V_n \cdot n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.1)$$

де  $L$  - кількість повітря, що необхідно подати в приміщення,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$k$  - кратність повітрообміну (приймається відповідно до галузевих норм);

$V_n$  - об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ .

**5.3.2 Розрахунок повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин (газів, парів, аерозолів, пилу), що надходять у робочу зону, з метою розбавлення їх концентрацій до граничнодопустимих рівнів** здійснюється за формулою:

$$L = \frac{G_{\text{впр}}}{q_{\text{ГДК}} - q} \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.2)$$

де  $L$  - кількість приточного або видаляемого повітря в залежності від схеми механічної вентиляції,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$G_{\text{впр}}$  - кількість шкідливої речовини, що виділяється у виробничому приміщенні,  $\text{мг}/\text{с}$ ;

$q_{\text{ГДК}}$  - граничнодопустима концентрація шкідливої речовини в повітрі приміщення,  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Визначається за ГОСТ 12.1005-88 (1991) «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

$q$  - концентрація шкідливої речовини в зовнішньому повітрі, що подається в приміщення і дорівнює:

$$q = 0,3 \cdot q_{\text{ГДК}}, \text{ мг}/\text{м}^3 \quad (5.3)$$

**5.3.3 Розрахунок повітрообміну за умови виділення надлишкового тепла** кількість припливного (видаляемого) повітря визначається при компенсації надлишків цього тепла здійснюється формулою:

$$L = \frac{Q_d}{c \cdot \rho \cdot (t_{\text{внд}} - t_{\text{пр}})}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.4)$$

де  $Q_d$  - надлишки теплоти в виробничому приміщенні, Вт;

$C$  - масова теплоємність припливного повітря, що дорівнює 1000 Дж/(кг·К);

$\rho$  - густина припливного повітря, що дорівнює 1,2 кг/м<sup>3</sup>;

$t_{вид}$  - температура видаляемого з приміщення повітря, °С;

$t_{нр}$  - температура приточного (зовнішнього) повітря, °С.

Надлишки теплоти в виробничому приміщенні розраховують за формулою:

$$Q_d = q \cdot V, \text{ Вт} \quad (5.5)$$

де  $q$  - питомий надлишок теплоти, Вт/м<sup>3</sup>;

$V$  - об'єм виробничого приміщення, м<sup>3</sup>.

В холодних цехах (механічних, складальних, інструментальних тощо) питомий надлишок теплоти складає  $q=20\div30$  Вт/м<sup>3</sup>. В гарячих цехах (ливарні, ковальські, прокатні, термічні тощо) надлишок теплоти варіюється в межах  $100\div200$  Вт/м<sup>3</sup>.

Температуру видаляемого з приміщення повітря знаходять як:

$$t_{вид} = t_{норм} + \Delta t \cdot (H - 2), \text{ °С} \quad (5.6)$$

де  $t_{норм}$  – нормована (оптимальна) температура в приміщенні, обирається в залежності від категорії приміщення для теплого періоду року (додаток Б) з урахуванням верхньої межі оптимальних температур;

$\Delta t$  – градієнт температури, що приймається рівним 1,5 °С/м);

$H$  - відстань від підлоги до центрів витяжних проїомів, м.

залежить від взаємної дії усіх метеорологічних параметрів.

## **6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

1. До виконання лабораторного заняття допускаються студенти, які прослухали первинний інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки при роботі у даній лабораторії.

2. Не починати практичне виконання лабораторного заняття, не ознайомившись з порядком його виконання.

3. Працювати з приладами, лабораторним обладнанням

необхідно тільки у відповідності з методичними вказівками.

4. Бути обережним при роботі з приладами, які містять в собі ртуть.

5. Усі завдання під час лабораторного заняття, виконувати під безпосереднім керівництвом викладача.

6. Не можна торкатися та включати без дозволу викладача прилади і обладнання, які не мають відношення до лабораторного заняття, яке виконується.

7. По закінченню дослідної частини заняття привести в початкове становище усі прилади і обладнання.

## **7 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЗАНЯТТЯ**

1. Вимірювання температури за допомогою лабораторного термометра.

2. Визначення вмісту шкідливих речовин в повітрі дослідною пиловою камерою. Для цього необхідно увімкнути аналітичні терези в електричну мережу і упевнитись, що вони застопорені рукояткою на передній панелі; розгорнути пакет з фільтром, розкрити захисні кільця і за допомогою пінцету обережно покласти фільтр на ліву чашку терезів. Розстопорити терези і, маніпулюючи поворотами більшого кільця (сотні міліграм) і меншого кільця (десятки міліграм) на передній панелі терезів, досягти мінімального відхилення стрілки терезів від 0, потім підрахувати масу фільтра. Зважений фільтр пінцетом вкладають в захисні кільця і закріплюють у фільтроутримувачі 9. Увімкнути електричний струм тумблером 5 та аспіратор тумблером 4.

Ручкою вентилятора, який з'єднаний з фільтроутримувачем, встановити швидкість відбору проби повітря 10...20 л/хв. по верхньому зрізу поплавка на шкалі і вмикають аспіратор. Вмикають вентилятор тумблером 3 і поворотом ручки 7 бункера-дозатора подають пил у камеру.

Після утворення в камері достатнього рівня запиленості вентилятор вмикають, одночасно вмикають аспіратор 1 на протязі 1...3 хв. вибирають пробу запиленого повітря. Запилений фільтр за допомогою пінцета дуже обережно, щоб не струсити пил, витягують з фільтроутримувача і вкладають на терези і зважують.

3. Провести розрахунки ефективності природньої та механічної

загальнообмінної вентиляції відповідно до завдання (додатки В – Д):

- визначити, яку кількість зовнішнього повітря при використанні природної вентиляції необхідно подати в приміщення (додаток В)

- провести розрахунок повітрообміну, необхідного для створення нормальних метеоумов при використанні загальнообмінної вентиляції. Під час виконання робіт в повітря робочої зони приміщення надходять шкідливі речовини (додаток Г).

- розрахувати об'єм повітря, необхідний для поглинання надлишково тепла.

Об'єм цеху складає  $8000 \text{ м}^3$ , відстань від підлоги до центрів витяжних проїомів – 6 м. При розрахунках використовувати верхнє значення границі оптимальних температур в теплий період року та нижнє значення границі оптимальних температур в холодний період року (додаток Д). Температуру зовнішнього повітря ( $t_{\text{внд}}$ ) виміряти за допомогою термометра.

6. Зробити висновки.

## 8 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш до звіту (додаток Е);
- тему та мету заняття;
- основні пункти загальних теоретичних положень до лабораторного заняття;
- результати розрахунків;
- висновки.

## 9 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Основи охорони праці: підручник для студентів вищ. навч. закладів / О. І. Запорожець, О. С. Протоєрейський, Г. М. Франчук, І. М. Боровик. – Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 264 с.

2. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності: короткий навчальний словник-довідник: для студентів вищ. навч. закладів / Я. І. Бедрій, В. М. Піча; за ред. В. М. Пічі. – Львів: Магнолія 2006, 2015. – 217 с.

3. Правові основи охорони праці: навчальний посібник: рек. МОНУ/ О. Б. Горностай, О. Л. Мірус, О. В. Станіславчук, Б. О. Білінський. – Київ: Знання, 2015. – 215 с.

4. Лазуткін М. І., Слинько Г. І., Журавель М. О., Журавель С. М. Термінологічний словник з охорони праці, цивільного захисту та безпеки життєдіяльності : навч. посіб. для студентів усіх спеціальностей та форм навчання : 3-тє вид., доп. [Електронний ресурс] / Укл. : М. І. Лазуткін, Г. І. Слинько, М. О. Журавель, С. М. Журавель – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 212 с. – URI : <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/7209>.

5. Санітарно-епідеміологічна безпека: навчальний посібник / В. П. Петков, С. В. Петков, Є. Ю. Соболев, Р. С. Алімов; за заг. ред. С. В. Петкова. – Київ: Видавничий дом "Скіф", 2017. – 128 с.

6. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці [Текст] : підручник / В. Ц. Жидецький. – 5-тє вид., доп. – К. : Знання, 2014. – 373 с. + 1 ел. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-617-07-0134-3

7. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці [Текст] : навч. посібник / В. Ц. Жидецький В. С. Джигирей, В. М. Сторожук [та ін.] ; ред. В. Ц. Жидецький ; Українська акад. друкарства, Український держ. лісотехн. ун-т. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с. : іл., табл. – ISBN 966-7760-09-X.

## Додаток А

### Гранично-допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони (ДСН 3.3.6.042-99)

№	Речовина	ГДК, %	Клас шкідливості
1	Азоту оксиди	5	3
2	Аміак	20	4
3	Ацетон	200	4
4	Гас	300	4
5	Кислота сірчана	1	2
6	Масла мінеральні нафтові	5	3
7	Озон	0,1	1
8	Оксид вуглецю (СО)	20	4
9	Пил з вмістом діоксиду кремнію більше 70%	1	3
10	Пил з вмістом діоксиду кремнію менше 2%	10	4
11	Силікати та силікатовмісні пили:		
	азбест природний і штучний	2	3
	азбоцемент	6	3
	тальк, слоуда-флагоніт, мусковіт	4	3
	мінеральне і скляне волокно	4	3
12	Мідь	1	2
13	Ртуть металічна	0,1	1
14	Свинець та його сполуки	0,1	1
15	Марганець	0,3	2
16	Залізний та нікелевий концентрат (пил)	4	3
17	Чавун	6	3
18	Вугілля (пил)	10	3
19	Кокс пековий, сланцевий, електродний	6	3
20	Хлор	1	2
21	Луги їдкі	0,5	2
22	Кислота соляна	5	3

## Додаток Б

### Оптимальні та допустимі фізичні параметри повітряного середовища

Період року	Категорія робіт	Температура, °С					Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Верхня границя		Нижня границя					
			На робочих місцях							
постійних	непостійних	постійних	непостійних							
Холодний	Легка Іа	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	0,1
	Легка Іб	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	0,2
	Середньої важкості Іа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	0,3
	Середньої важкості Іб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	0,4
	Важка ІІІ	16-18	17	20	13	12	40-60	75	0,3	0,5
Теплий	Легка Іа	23-25	28	30	22	20	40-60	55	0,1	0,1-0,2
	Легка Іб	22-24	28	30	21	19	40-60	60	0,2	0,1-0,3
	Середньої важкості Іа	21-23	27	29	18	17	40-60	65	0,3	0,2-0,4
	Середньої важкості Іб	20-22	27	29	16	15	40-60	70	0,3	0,2-0,5
	Важка ІІІ	18-20	26	28	15	13	40-60	75	0,4	0,2-0,6

## Додаток В

### Завдання для розрахунку природної вентиляції

Задані параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Приміщення	Компютерний клас	Перукарня	Кафе	Ремонт радіоапаратури	Кабінет лікаря	Вестибюль	Фотосалон	Ремонт взуття	Ремонт металовиробів	Душові плавальний басейн
Довжина x ширина, м <sup>2</sup>	8x6	6x4	15x12	6x5	5x4	10x3	7x5	4x3	5x3	18x6
Висота, м	3,2	2,4	3,2	2,4	3,2	4,0	3,2	2,4	2,4	4,0
Кратність повітрообміну	3	2	2	4	1	2	1	2	2	10

## Додаток Г

Завдання для розрахунку повітрообміну при використанні загальнообмінної вентиляції за умови виділення шкідливих речовин (газів, парів, пилу)

Задані параметри	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Речовина	оксид азоту	озон	оксид вуглецю	тальк	фенол	хлор	пил вугілля	їдкі луги	мінеральні масла	азбест
G <sub>вр</sub> , мг/с	12,0	0,3	60,0	24,0	1,7	3,0	55,0	1,5	13,5	5,0

## Додаток Д

### Завдання для розрахунку повітрообміну за умови виділення надлишкового тепла

Задані параметри	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цех	ливарний	ковальський	термічний	складальний	інструментальний	прокатний	ливарний	термічний	складальний	інструментальний
Категорія робіт	Ia	III	Iб	IIa	IIб	Ia	Iб	IIa	IIб	III

## Додаток Е

**Зразок титульного аркуша до звіту з лабораторного заняття**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра охорони праці і  
навколишнього середовища

### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ

з курсу «Цивільний захист і охорона праці в галузі»  
змістовний модуль – «Охорона праці в галузі»

«Визначення типу технічних систем для нормалізації  
параметрів повітряного середовища»

Виконав: *студент гр.* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Перевірив:

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)