

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кафедра «Охорона праці та навколишнього середовища»**

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ  
ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до лабораторної роботи  
з дисципліни «Основи охорони праці»**

для студентів всіх спеціальностей і форм навчання

*Завідуючий кафедри ОП та НС* *проф. М.І. Ворожбіян*  
*Методичні вказівки розглянуті та схвалені на засіданні*  
*методичної комісії ф-ту УПП протокол №\_\_ від \_\_\_\_ 2012р.*

*Голова МК факультету УПП*  
*Декан факультету УПП*  
*Автори*

*доц. С.М. Продащук*  
*доц. Д.І. Мкртичьян*  
*доц. Л.А. Катковнікова*  
*ст.викл. Б.К. Гармаш*  
*асист. М.Ю. Іващенко*  
*асист. Є.С. Білецька*

Харків 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Охорона праці та навколишнього середовища» 12 грудня 2012 р., протокол № 4.

В методичних вказівках наведені основні визначення та принципи нормування параметрів мікроклімату робочої зони, особливості впливу цих параметрів на організм людини, відомості про будову та принципи роботи вимірювальних приладів для визначення параметрів мікроклімату.

Рекомендується для студентів усіх спеціальностей і форм навчання.

Укладачі:

доц. Л.А. Катковнікова  
ст.викл. Б.К. Гармаш  
асист. М.Ю. Іващенко  
асист. Є.С. Білецька

Рецензент

доц. Л.М. Козар

## ЗМІСТ

Мета роботи.....	4
1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	4
1.1 Основні визначення.....	4
1.2 Вплив мікроклімату на організм людини.....	5
1.3 Характер впливу метеорологічних факторів на працівників залізничного транспорту.....	9
2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	12
2.1 Вимірювання температури повітря.....	12
2.2 Вимірювання атмосферного тиску повітря.....	13
2.3 Визначення швидкості руху повітря.....	14
2.4 Визначення відносної вологості повітря на робочому місці.....	16
2.5 Принцип дії та режим роботи вимірювача параметрів мікроклімату «Метеоскоп».....	19
2.6 Висновок.....	22
Контрольні запитання.....	22
Перелік використаних джерел.....	23
Додаток А. Засоби та методи забезпечення нормативних метеорологічних умов.....	24
Додаток Б. Оформлення результатів лабораторної роботи.....	25
Додаток В. Пружність насиченої водяної пари за нормальних умов....	26
Додаток Г. Таблиця для визначення відносної вологості за аспіраційним психрометром.....	27
Додаток Д. Номограма для визначення відносної вологості повітря за показаннями аспіраційного психрометра Ассмана.....	28
Додаток Е. Основні технічні характеристики вимірювача «Метеоскоп»	29
Додаток Ж. Оптимальні та допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень згідно ДСН 3.3.6.042-99.....	30

## **Мета роботи:**

- дослідження основних параметрів, які характеризують метеорологічні умови в заданому робочому приміщенні;
- гігієнічна оцінка їх відповідно до ДСН 3.3.6.042–99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;
- визначення заходів забезпечення оптимальних умов праці.

## **1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

### **1.1 Основні визначення**

*Мікроклімат виробничих приміщень* – це умови внутрішнього середовища приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з навколишнім середовищем шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Втрата тепла за рахунок конвекції здійснюється в результаті зіткнення тіла людини з навколишнім повітрям чи з навколишніми предметами (кондукція). Мікрокліматичні умови визначаються через поєднання температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивності теплового (інфрачервоного) опромінення.

*Вологість повітря* – вміст в повітрі водяної пари. Розрізняють абсолютну, максимальну та відносну вологість.

*Абсолютна вологість повітря* – кількість водяної пари, що знаходиться в одиниці об'єму повітря за даних умов (P, T).

*Максимальна вологість повітря* – максимально можлива кількість водяної пари, що знаходиться в одиниці об'єму повітря за даних умов (P, T).

*Відносна вологість повітря* – відношення фактичної кількості водяної пари до максимально можливої при однакових умовах.

*Робоча зона* – простір висотою до 2 м над рівнем підлоги або майданчика, на якому знаходиться місце постійного або непостійного (тимчасового) перебування працівника.

*Робоче місце* – це місце постійного або непостійного (тимчасового) перебування працюючого в процесі його трудової діяльності.

*Постійне робоче місце* – місце, де працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно. Якщо при цьому робота відбувається в різних пунктах робочої зони, то вся ця зона приймається за постійне робоче місце.

*Непостійне (тимчасове) робоче місце* – місце, де працюючий знаходиться менше 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно.

*Оптимальні мікрокліматичні умови* – таке поєднання параметрів мікроклімату, що при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечує зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

*Допустимі мікрокліматичні умови* – таке поєднання параметрів мікроклімату, що при тривалому та систематичному впливі на людину може викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції у межах фізіологічної адаптації, що не супроводжуються ушкодженнями або порушеннями стану здоров'я, але можливі дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

*Теплий період року* – період року, що характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище +10<sup>0</sup>С.

*Холодний період року* – період року, що характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює +10<sup>0</sup>С і нижче.

## **1.2 Вплив мікроклімату на організм людини**

Процес адаптації організму людини до змін фізичного стану навколишнього середовища відбувається за рахунок терморегуляції, тобто сукупності фізіологічних та хімічних процесів, які спрямовані на підтримку

температури тіла людини на постійному рівні  $36,6^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ), незалежно від зовнішніх умов і важкості проведення робіт. Така температура обумовлена двома процесами: внутрішнім виробництвом теплоти в тілі та зовнішнім теплообміном. Результати теплообміну людини з навколишнім середовищем можна виразити рівнянням теплового балансу:

$$Q_s + Q_m = \sum Q_{to}, \quad (1.1)$$

де  $Q_s$  – запас теплоти в організмі людини, Дж;

$Q_m$  – кількість теплоти, що виробляється в організмі (метаболічне тепло), Дж;

$Q_{to}$  – кількість теплоти, що виділяється організмом людини у навколишнє середовище, Дж.

Теплообмін організму людини з навколишнім середовищем за рахунок втрати теплоти шляхом конвекції ( $Q_k$ ), випромінювання ( $Q_v$ ), контактної тепловіддачі ( $Q_t$ ), випаровування ( $Q_{\text{вип}}$ ) та дихання ( $Q_d$ ) виражається рівнянням:

$$\sum Q_{to} = Q_k + Q_v + Q_t + Q_{\text{вип}} + Q_d. \quad (1.2)$$

Рівняння (1.1) вказує, що тепловий баланс встановлюється тоді, коли загальна кількість теплоти, що виробляється в організмі, та запас теплоти дорівнюють сумарній тепловіддачі в навколишнє середовище, тому тільки за умов теплового балансу між організмом людини та навколишнім середовищем мікроклімат сприймається людиною як комфортний. Порушення теплообміну призводить або до перегріву, або до переохолодження організму людини, що, в свою чергу, може негативно впливати на стан здоров'я людини та продуктивність праці.

Теплова рівновага залежить від багатьох факторів, основними з яких є:

- характер трудової діяльності людини, в результаті якого організм людини виробляє ту чи іншу кількість тепла  $Q_m$ ;
- температура повітря, а також температура поверхонь, які оточують людину;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря в межах робочої зони;
- тиск повітря, який може дорівнювати атмосферному, однак, може й відрізнятись від нього (наприклад, в герметичних кабінах локомотиву тиск може бути вищим за атмосферний);
- характер одягу людини та її теплозахисні властивості.

На основі кількості тепла, яке виробляється організмом людини, та загальних енерговитрат організму людини в залежності від важкості фізичного навантаження, всі види робіт відповідно до ДСН 3.3.6.042–99 поділяються на категорії:

– *категорія I (легкі фізичні роботи)* охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105 – 175 Вт (90 – 150 ккал/год). Прикладом професій, що відносяться до цієї категорії, можуть служити робота під'їзного або маневрового локомотиву. Легкі фізичні роботи поділяються на категорії:

категорія Ia – енерговитрати 105 – 140 Вт (90 – 120 ккал/год). До категорії Ia належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження;

категорія Ib – енерговитрати 140 – 175 Вт (121 – 150 ккал/год). До категорії Ib належать роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

– *категорія II (фізичні роботи середньої важкості)* охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії складає 176 – 290 Вт (151 – 250 ккал/год). До даної категорії можна віднести роботу помічника машиніста локомотива. Фізичні роботи середньої важкості поділяються на:

категорія IIa – енерговитрати 176 – 232 Вт (151 – 200 ккал/год). До категорії IIa належать роботи, які пов'язані з ходінням, переміщенням

дрібних (до 1 кг) виробів або предметів у положенні стоячи або сидячи, і потребують певного фізичного напруження.

категорія Пб – енерговитрати 233 – 290 Вт (201 – 250 ккал/год). До категорії Пб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

– *категорія Пв (важкі фізичні роботи)* охоплюють види діяльності, під час яких витрати енергії становлять 291 – 349 Вт (251 – 300 ккал/год). До категорії Пв належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль. Прикладом професій даної категорії можуть бути монтери шляху, слюсарі вагонного депо, електромонтери контактної мережі.

Теплообмін є одним з основних видів взаємодії організму людини та середовища, що його оточує. Всі види енергії всередині організму людини перетворюються в теплову енергію. Процес окислювання живильних речовин, що надходять до організму людини, супроводжується утворенням тепла, частина якого витрачається на процеси обміну й на виконання роботи, а інша частина (надлишки тепла) надходить у навколишнє середовище. Чим більша витрата енергії, тим більше утворюється тепла  $Q_M$ , отже, тим інтенсивніше має бути тепловіддача в навколишнє середовище для збереження нормального стану організму та працездатності людини.

Як показує рівняння (1.2) віддання теплоти організмом людини в навколишнє середовище відбувається декількома видами теплообміну: шляхом контактної теплопровідності  $Q_T$  через поверхні, з якими людина має безпосередній контакт (сидіння, підлога, одяг та ін.); конвекції біля тіла  $Q_K$ ; випромінювання на навколишні поверхні  $Q_B$ ; випаровування вологи з поверхні шкіри  $Q_{вип}$ , а також за допомогою дихання  $Q_D$ , причому, основна частина тепла віддається шляхами конвекції, випромінювання та випаровування поту. Нормальне теплове самопочуття (комфортні умови, що



відповідають важкості виконуваної роботи) забезпечується при дотриманні теплового балансу між людиною та навколишнім середовищем.

Система терморегуляції людини здатна підтримувати тепловий баланс із навколишнім середовищем в інтервалі температур від +14<sup>0</sup>С до + 23<sup>0</sup>С (якщо інші умови незмінні), інші температурні умови ведуть до порушення теплового балансу. Збільшення швидкості руху повітря за підвищених температур на терморегуляцію людини впливає позитивно, а за низьких – збільшує тепловіддачу, і це викликає переохолодження організму людини. Підвищення вологості повітря при низьких температурах ускладнює випаровування вологи з поверхні шкіри, що може сприяти перегріванню організму людини. За низьких температур підвищена вологість повітря підсилює тепловіддачу, що негативно впливає на терморегуляцію людини.

Таким чином, нормальне (комфортне) теплове самопочуття людини (за умов непорушених функцій терморегуляції та одягу, що відповідає сезону) визначається поєднанням усіх параметрів мікроклімату. Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 для робочих зон виробничих приміщень встановлено оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря з урахуванням періоду року та категорії робіт. Для виробництв, на яких, за технологічними або іншими обставинами, оптимальні умови забезпечити неможливо, встановлені допустимі параметри мікроклімату.

### **1.3 Характер впливу метеорологічних факторів на працівників залізничного транспорту**

Значна група професій залізничників (монтери путей, електромонтери контактної мережі, електромеханіки зв'язку та інші) виконують більшість своїх трудових обов'язків в умовах відкритого повітря, тому їхнє теплове самовідчуття суттєво залежить від стану зовнішньої атмосфери, теплозахисних властивостей одягу і взуття, а також від тривалості безперервного перебування на відкритому повітрі.

Влітку, при високих температурах повітря та великій сонячній радіації, механізм терморегуляції людини може не діяти. Під час перегрівання, за умов  $Q_s + Q_m > \sum Q_{то}$ , відбувається повільне зростання температури тіла. Зниження або втрата працездатності під час цього може виражатися у формі зростаючої слабкості, запаморочення або теплового удару, який супроводжується легкими судомками, блювотою чи розладом кровообігу і дихання. Під час робіт, що виконуються влітку, під впливом сильного перегріву голови (особливо не прикритої) прямими сонячними променями може виникнути сонячний удар, наслідком чого стає різке порушення кровообігу головного мозку людини.

Для попередження перегріву робітників необхідно передбачити комплекс заходів, що здатні знизити негативний вплив умов важкого виробничого мікроклімату (додаток А).

До профілактики теплового удару відносять зниження температури й вологості на робочому місці, збільшення швидкості руху повітря, легкий одяг, періодичне охолодження тіла (душом, обливанням або зміною охолоджувальних жилетів), рясне пиття. Для запобігання сонячному удару необхідно захистити голову від сонячної радіації головними уборами зі світлої та пористої тканини. У спеку не рекомендується перенавантажувати шлунок і спати на сонці.

Взимку може виникнути переохолодження або навіть обмороження окремих частин тіла (найчастіше, пальців рук та ніг, а також окремих частин обличчя) за рахунок підвищеної тепловіддачі організму під впливом низьких температур. Це ускладнюється тим, що одяг продувається вітром, тому організм людини інтенсивно втрачає тепло.

Необхідно знати, що за температур, нижчих за  $-30^{\circ}\text{C}$ , одяг не запобігає втраті тепла, а лише уповільнює інтенсивність тепловіддачі, тому для нормальної працездатності людини обов'язково необхідно враховувати тривалість перебування на холоді в різних видах одягу, характер фізичної діяльності, а також температуру, вологість і швидкість руху повітря.

Для запобігання небажаному переохолодженню зазвичай передбачають спеціальні заходи, такі як: перерви у роботі для обігріву в приміщеннях із нормальним мікрокліматом, спеціальний не продувний теплий і відносно неважкий одяг, забезпечення людей гарячою їжею і напоями, та ін. Під час сильного морозу, особливо з вітром, роботи на відкритому повітрі не проводяться. Такі дні оформлюються спеціальним актом.

Під час розгляду умов теплообміну в характерних для депо виробничих приміщеннях, треба звертати увагу на можливість переохолодження робочих, які обслуговують рухомий склад взимку.

Рухомий склад, що заходить на огляд або ремонт у депо і на заводи, має великі поверхні, які взимку являють собою потужне джерело холоду, що обумовлює знижену температуру повітря в депо. Так, відповідно до умов вказаних приміщень, низькі температури поверхонь, навіть при температурі повітря в приміщеннях  $+20^{\circ}\text{C}$ , визначають відчуття людини, яке характеризується суб'єктивною оцінкою «холодно».

До особливостей теплового режиму виробничих приміщень залізничного транспорту відносять наявність великих коливань температури повітря впродовж дня та нерівномірність розповсюдження теплових втрат за робочими зонами. Особливо, це стосується умов роботи на місцях взимку, розташованих поблизу воріт та в оглядових канавах, а також у приміщеннях із великою кількістю людей (на вокзалах, у касових залах та ін.) під час постійного відкривання дверей. Нерівномірність теплової обстановки на робочих місцях може викликати простудні захворювання, це пояснюється тим, що після адаптації до тепла у приміщенні, людина відчуває зміну температури у межах  $0,5 - 1,0^{\circ}\text{C}$ .

## 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Вимірювання температури повітря

Згідно кінетичної молекулярної теорії температура – це фізична величина, прямо пропорційна середній кінетичній енергії молекул тіла. Температуру вимірюють за допомогою пристроїв, що використовують термодинамічні властивості рідин, газів та твердих тіл, тому що безпосереднє вимірювання її неможливо.

Прилади, які використовуються для вимірювання температури, називають термометрами:

а) найстарішими приладами для вимірювання температури є *рідинні скляні термометри*, в яких використовуються термодинамічні властивості теплового розширення тіл. В якості термодинамічної речовини найчастіше використовують хімічно чисту ртуть. Вона не змочує скло і залишається рідкою в широкому інтервалі температур (від  $-35^{\circ}\text{C}$  до  $+600^{\circ}\text{C}$ ). Окрім ртуті, також використовують інші рідини, переважно органічного походження (спирти, ефіри та ін.).

Основними перевагами скляних термометрів є простота у використанні і достатньо висока точність вимірювання. До їх недоліків можна віднести: погану видимість шкали та неможливість автоматичного запису показань, передачу показань на відстань і ремонт;

б) *біметалічні й дилатометричні термометри*, дія яких заснована на термометричній властивості теплового розширення різних твердих тіл.

В біметалічних термометрах використовуються стрічки, які складаються із двох шарів різнорідних металів, що характеризуються різними коефіцієнтами теплового розширення. На практиці їх використовують рідко;

в) до електричних методів вимірювання температури належать:

– *термоелектричний метод вимірювання температури (метод термопар)* засновано на виникненні електрорушійної сили (ЕРС) у ланцюзі, що складається із різнорідних провідників (термопар), при порушенні

теплової рівноваги (при нерівності температур у містах з'єднання провідників);

– вимірювання температури по електричному опорі тіл (термометри опору та термістори). Дія термометрів опору заснована на зміні електричного опору металевих провідників від температури. Термістори застосовуються на метеорологічних супутниках, кулях-зондах і в більшій частині кімнатних цифрових термометрів.

Переваги електричних термометрів – можливість дистанційних вимірювань, використання вимірювальних приладів з простими шкалами, градуювання на практично довільні температурні інтервали, можливість автоматичної реєстрації за допомогою самописних приладів (самописні гальванометри та електронні автоматичні потенціометри).

Після ознайомлення з обладнанням для вимірювання температури, яке є в наявності, визначити температуру повітря в трьох точках приміщення (вказаних викладачем), а потім визначити середнє значення температури,  $^{\circ}\text{C}$ :

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}, \quad (2.1)$$

де  $t_1, t_2, t_3$  – температура у відповідних точках приміщення,  $^{\circ}\text{C}$ .

## **2.2 Вимірювання атмосферного тиску повітря**

Тиск характеризується силою, яка рівномірно діє на поверхню. Основною одиницею тиску в міжнародній системі одиниць SI є паскаль (Па).

1 мм рт. ст. = 133,322 Па;

1 мм вод. ст. = 9,80665 Па.

Прилади для вимірювання тиску за принципом дії (ГОСТ 8.271-77) поділяються на наступні групи:

а) *рідинні*, в яких вимірювання тиску врівноважується тиском стовбцю рідини відповідної висоти (скляні, U-образні рідинні манометри, скляні барометри);

б) *деформаційні (анероїди)*, в яких вимірювання тиску визначається за величиною деформації різних пружних чутливих елементів або за силою, яку вони розвивають (деформаційні барометри, манометри, мановакууметри та ін.);

в) *електричні*, дія яких заснована на залежності електричних параметрів манометричного перетворювача від вимірюваного тиску.

Під час лабораторної роботи необхідно ознайомитись із конструкцією барометру, зафіксувати тиск повітря і занести данні в таблицю Б.1 (додаток Б).

### **2.3 Визначення швидкості руху повітря**

Вимірювання швидкості руху повітря здійснюється у різних місцях робочого приміщення, в залежності від цілей використання:

- в самому робочому приміщенні;
- у відкритих перетинах вентиляційних повітропроводів;
- в отворах світлоприймачів (вікна, світлові ліхтарі).

Для вимірювання швидкості руху повітря використовують анемометри різних конструкцій: механічні (крильчастий та чашковий) та електричні (електроанемометри, термоанемометри). Вибір типу анемометру визначається відповідно до величини швидкості руху повітря:

- крильчастий анемометр вимірює швидкість від 1 м/с до 10 м/с;
- чашковий анемометр – від 3 м/с до 30 м/с;
- диференційний мікроанемометр – від 0,02 м/с до 2 м/с;
- електроанемометр – від 0 м/с до 5 м/с.

Для вимірювання швидкості руху повітря і температури одночасно використовують термоанемометри різних типів і конструкцій (наприклад: ЕА-2М, ТА, ТП-45 та ін.). В залежності від моделі приладу можна

вимірювати швидкість руху повітря у межах 0,1 – 5 м/с і температуру у межах 0 – 60°C.

Анемометри мають велику інерційність; вони починають працювати тільки тоді, коли рух повітря досягає швидкості близько 0,5 м/с. Тому, для вимірювання малих швидкостей руху повітря у виробничих приміщеннях, використовують кататермометри – циліндричний та шаровий. Кататермометр представляє собою спиртовий термометр, шкала якого поділена на три градуси (від 35°C до 38°C). Для визначення швидкості руху повітря кататермометр нагрівають у воді з температурою 65 – 75°C так, що спирт заповнює половину верхнього капіляру. Нагрітий прилад виймають із води, обтирають насухо та підвішують у точці дослідження. За допомогою секундоміра вимірюють час, на протязі якого кататермометр охолоне з температури  $T_1$  до  $T_2$ . Ці температури обирають так, щоб їх напівсума дорівнювала 36,5°C. Вимірювання проводять декілька разів і для подальших розрахунків приймають середнє значення часу охолодження  $t_{cp}$ .

Для вимірювання великих швидкостей руху повітря використовують крильчастий і чашковий анемометри (рис. 2.1). Чашковий сприймає рух повітря чотирма порожніми алюмінієвими півкулями; крильчастий – колесом із пластинами з алюмінію, що обертаються під дією набігаючого потоку повітря. Це обертання через систему зубчастих коліс передається стрілкам, які рухаються по градуйованим циферблатам, за якими проводиться відлік.

Методика визначення швидкості руху повітря:

- 1) записують початкове положення стрілок на циферблатах (прилад на «нуль» не встановлюється);
- 2) встановлюють прилад повітроприймачем назустріч потоку повітря;
- 3) дають обертючим частинам приладу (чашкам або крильцям) подолати інерцію та набрати максимальну швидкість;
- 4) поворотом важелю вмикають рух стрілок і в цю мить відміряють час;
- 5) через деякий час (визначається викладачем) вмикають рух стрілок (одночасно відмічають час).

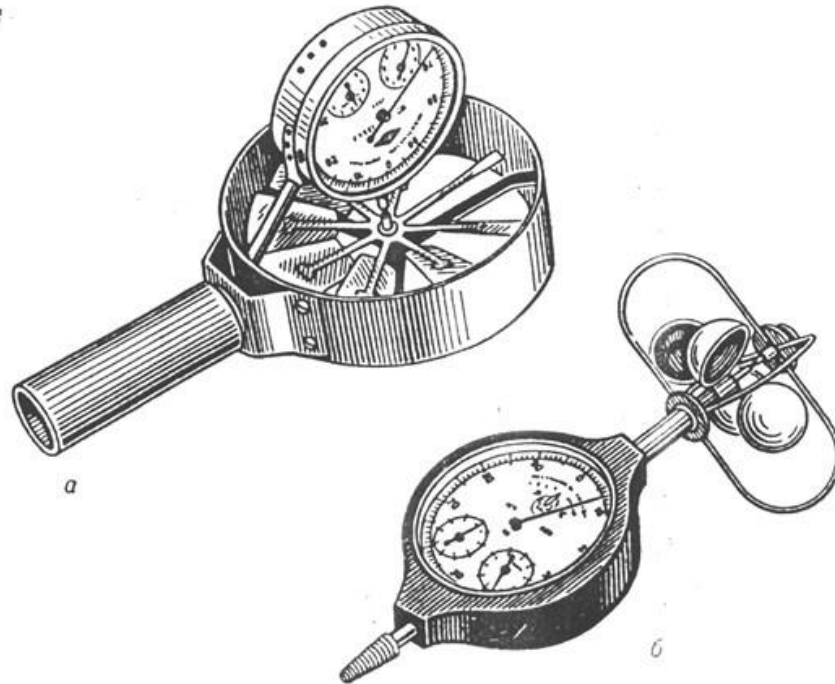


Рисунок 2.1 – Анемометри: *а* – крильчастий; *б* – чашковий.

Таким чином, отримують показання приладу до та після виміру. Розрахувати число ділень шкали за 1с та по тарувальній кривій анемометра (додається до приладу) визначити швидкість руху повітря. Результати вимірювань записати у таблицю Б.2 (додаток Б).

#### **2.4 Визначення відносної вологості повітря на робочому місці**

Вологість повітря в приміщеннях обумовлена багатьма факторами, основними з яких є:

- вологовиділення під час технологічних процесів, тобто відкриті резервуари, виробничі умови;
- виділення вологи людьми, за рахунок біологічних процесів під час роботи;
- вологість зовнішнього повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації.



Вологість має великий вплив на терморегуляцію організму людини. Особливо несприятлива висока вологість повітря (більш ніж 75%) при температурі повітря 30<sup>0</sup>С і вище, яка сприяє перегріву організму. При низькій температурі повітря висока вологість сприяє переохолодженню організму.

Існує багато методів вимірювання вологості газоподібних середовищ, вони класифікуються на наступні групи: спектрально-оптичні, сорбційні, електролітичні, хімічні, конденсаційні, випарно-психрометричні та ін.

Найбільш часто у виробничих умовах для вимірювання вологості повітря використовують стаціонарні психрометри, аспіраційні психрометри, гігрометри, гідрографи, що реєструють на смузі зміну відносної вологості в часі.

В лабораторній роботі відносну вологість визначаємо за допомогою психрометричного методу аспіраційним психрометром Ассмана (рис. 2.2). Для цього піпетку з водою внести у праву трубку психрометра для зволоження батисту на термометрі. Завести ключем механізм вентилятора (або вимкнути в електричну мережу) і через 4–5 хв. зняти показання з сухого та вологого термометрів. Впродовж виміру повітря, яке охоплює поверхню кулі вологого термометра, адіабатично насичується, а температура води, що знаходиться в порах тканини, встановлюється на деякому постійному рівні. Похибка показань аспіраційного психрометра не перевищує за н.у. 1 – 1,5%.

Різниця показань сухого  $t_c$  і вологого  $t_v$  термометрів ( $t_c - t_v$ ) називається психрометричною різницею, чим вона більша, тим сухіше повітря. За психрометричною різницею температур з таблиць, за номограмою або аналітично можна визначити відносну вологість в приміщенні.

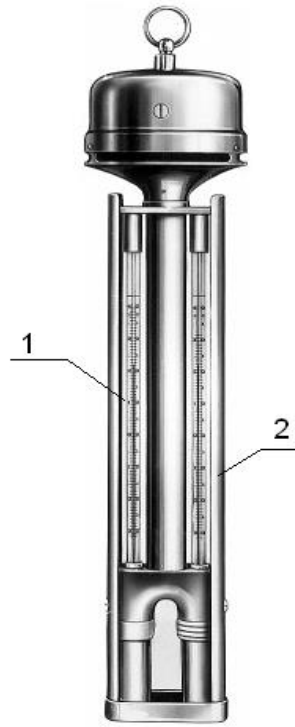


Рисунок 2.2 – Аспіраційний психрометр Ассмана:

1 – сухий термометр; 2 – вологий термометр.

Для визначення відносної вологості повітря в аналітичний спосіб визначають:

а) абсолютну вологість повітря за формулою, мм рт. ст.,

$$A = F_{\theta} - \alpha \cdot (t_c - t_{\theta}) \cdot B / 755, \quad (2.2)$$

де  $F_{\theta}$  – максимальна вологість повітря за температурою вологого термометру, мм рт. ст. (додаток В);

$\alpha$  – психрометричний коефіцієнт, що залежить від швидкості руху повітря; для психрометра з вентилятором швидкість руху повітря дорівнює 4 м/с, а  $\alpha = 0,00067$ ;

$t_c, t_{\theta}$  – температура, виміряна за сухим та вологим термометрами відповідно,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$B$  – тиск повітря за умов досліду, мм рт. ст.

б) відносну вологість повітря за формулою, %:

$$R = \frac{A}{F_c} \cdot 100, \quad (2.3)$$

де  $F_c$  – максимальна вологість повітря за температурою сухого термометру, мм рт. ст. (додаток В).

Отримані значення відносної вологості занести до таблиці Б.3 (додаток Б) і порівняти з отриманими даними, встановленими за таблицями визначення відносної вологості аспіраційним психрометром (додаток Г) та за номограмою (додаток Д).

## **2.5 Принцип дії та режим роботи вимірювача параметрів мікроклімату «Метеоскоп»**

Вимірювач параметрів мікроклімату «Метеоскоп» призначений для вимірювання параметрів мікроклімату в режимі однократних або періодичних вимірів під час здійснення контролю щодо санітарно-гігієнічних вимог до повітря робочої зони та житлових приміщень для відповідності вимогам нормування параметрів мікроклімату.

Вимірювач забезпечує:

- вимірювання поточних значень параметрів мікроклімату;
- усереднення результатів вимірювання поточних значень параметрів мікроклімату за інтервал часу, що обирається користувачем (від 1 до 60 хв.);
- зберігання в пам'яті процесора середніх значень параметрів мікроклімату (сумарна кількість до 300 результатів);
- встановлення часу роботи за таймером.

Робочі умови використання вимірювача:

- температура навколишнього повітря від  $+10^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- відносна вологість повітря до 90% при температурі  $+25^{\circ}\text{C}$ ;
- атмосферний тиск від 84 кПа до 106,7 кПа (від 630 мм рт. ст. до 800 мм рт. ст.).

Основні технічні характеристики вимірювача наведені у додатку Е.

Конструктивно вимірювач складається із сенсометричного щупа (рис. 2.3), в якому розміщені термістори – вимірювальні датчики (температури, вологості, анемометра), та індикаторного блоку (рис. 2.4), в якому розміщені: датчик тиску, операційні посилювачі каналів нагріву та вимірювання опору термісторів, аналого-цифрові перетворювачі результатів, мікропроцесор, блок індикації результатів та акумуляторна батарея живлення прибору.

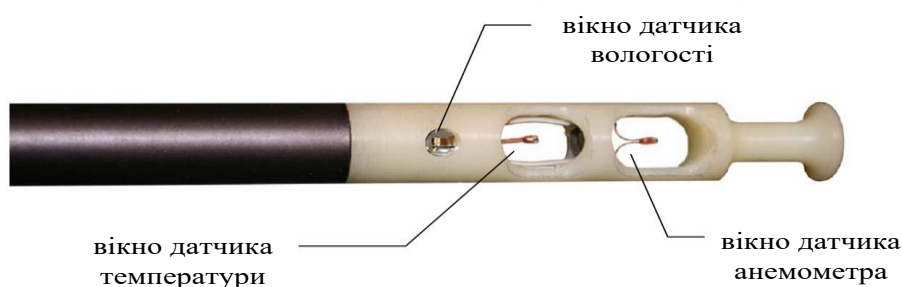


Рисунок 2.3 – Сенсометричний щуп вимірювача.



Рисунок 2.4 – Індикаторний блок вимірювача.

Принцип дії вимірювача в режимі вимірювання швидкості повітряного потоку полягає у порівнянні температур двох термісторів – один знаходиться в тепловій рівновазі з навколишнім середовищем, другий нагрівається заданим струмом. Данні вимірювань температур оброблюються вбудованим у прилад мікропроцесором згідно закладеної програми. Результати обробки –

швидкість обдування термістору, що нагрівається, та температури повітря – відображаються на рідкокристалічному дисплеї приладу.

Датчиком вологості є конденсатор, ємність якого пропорційна відносній вологості повітря. Датчик вологості і термістори вимірювача розміщені в сенсометричному щупі, який поєднано з блоком електрики сигнальним кабелем.

Датчик тиску виконаний на основі тензометричного моста опору і встановлений безпосередньо на корпусі індикаторного блоку. Тензометричний міст опору включає до себе тензодатчик, котрий являє собою резистор, опір якого вимірюється під час деформації.

Розташування і призначення органів управління на зовнішній панелі вимірювача представлено на рис. 2.5.

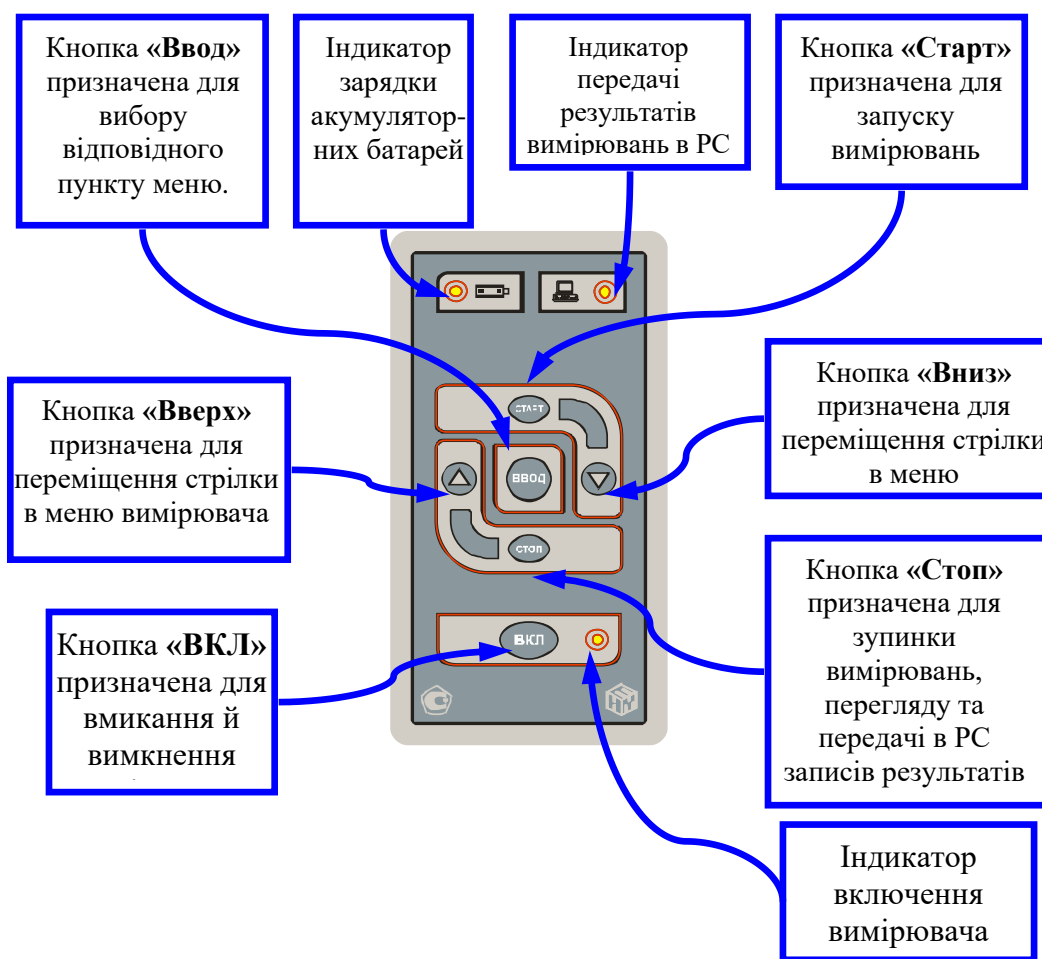


Рисунок 2.5 – Зовнішня панель вимірювача параметрів мікроклімату «Метеоскоп».

За допомогою вимірювача параметрів мікроклімату «Метеоскоп» визначити температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря в робочій зоні, отримані данні занести до таблиці Б.4 (додаток Б).

## **2.6 Висновок**

Результати лабораторних досліджень дійсних параметрів мікроклімату повітря в робочому приміщенні порівняти з допустимими та оптимальними їх значеннями згідно ДСН 3.3.6.042-99 (додаток Ж) і занести до таблиці Б.5 (додаток Б).

За результатами лабораторних досліджень зробити висновок про відповідність виміряних параметрів мікроклімату їх нормованим оптимальним значенням за ДСН 3.3.6.042-99. У випадку невідповідності виміряних параметрів мікроклімату оптимальним значенням, запропонувати заходи по нормалізації вказаних параметрів.

## **Контрольні запитання**

1. Що називають мікрокліматом виробничих приміщень?
2. Якими показниками характеризується мікроклімат виробничих приміщень?
3. Надати визначення поняттям температура, вологість та швидкість руху повітря.
4. Які параметри мікроклімату нормуються?
5. Що називають робочою зоною?
6. Що таке оптимальні та допустимі параметри мікроклімату?
7. Що розуміють під теплим та холодним періодами року?
8. За рахунок чого відбувається теплообмін організму людини з навколишнім середовищем?
9. Які основні фактори, що впливають на теплову рівновагу між організмом людини та навколишнім середовищем?

10. На які категорії поділяють всі види робіт, в залежності від важкості фізичного навантаження?
11. Що розуміють під терморегуляцією організму людини?
12. Які заходи передбачаються для запобігання небажаному переохолодженню чи перегріву організму людини?
13. Як впливають параметри мікроклімату робочої зони на теплообмін між організмом людини і навколишнім середовищем?
14. Як визначаються абсолютна і відносна вологість повітря робочої зони виробничих приміщень?
15. В чому полягає принцип дії вимірювача параметрів мікроклімату «Метеоскоп»?
16. Які основні заходи щодо попередження перегріву і переохолодження організму людини застосовують у виробничих умовах?

#### **Перелік використаних джерел**

1. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
2. Охрана труда: Учебник для студентов вузов [текст] / Князевский Б.А., Долин П.А., Марусова Т.П. и др.; [Под ред. Б.А. Князевского. – 2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. школа, 1982. – 311 с.
3. Эксплуатация оборудования, безопасность работ и охрана труда в строительстве [текст] / [В.Н. Иванов, Б.Н. Коржик, М.Б. Смирнитская и др.]. – Х.: «Форт», 2009. – 336 с.
4. Основи охорони праці: Підручник [текст] / Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О.; [За ред. М.П. Гандзюка. – 3-є вид.]. – К.: Каравела, 2006. – 392 с.

## ДОДАТОК А (довідковий)

### ЗАСОБИ ТА МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНИХ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ

1. Механізація та автоматизація технологічних процесів. Дистанційне керування процесами та апаратами, що випромінюють тепло.

2. Організація природної або механічної вентиляції, опалення й кондиціонування виробничих приміщень та робочих місць.

3. Зменшення виділення тепла з поверхонь шляхом їх терморегуляції й огороження; встановлення щитів-екранів для захисту від прямої дії променевого тепла.

4. Обладнання робочих місць повітряними душами, що спрямовують на працюючих, зі швидкістю повітря 2-6 м/с.

5. Обладнання приміщень для періодичного обігріву робітників, що працюють тривалий час на холоді.

6. Створення умов відпочинку й спеціального режиму пиття (кімнати відпочинку, сатуратори з підсоленою газованою водою на робочих місцях).

7. Використання індивідуальних засобів захисту (спецодяг та спецвзуття з теплоізоляційними властивостями, окуляри з цвітними та димчатими стеклами та ін.).



## ДОДАТОК Б

### ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Таблиця Б.1 – Результати визначення атмосферного тиску повітря

Тип барометра	Атмосферний тиск повітря, мм рт. ст.

Таблиця Б.2 – Результати визначення швидкості руху повітря

Ділення за шкалою анемометра		Різниця показань	Час виміру, с	Число ділень шкали за 1 с	Швидкість руху повітря, м/с
до виміру	після виміру				

Таблиця Б.3 – Результати визначення відносної вологості повітря

Найменування приладу	Показання термометрів, °С		Відносна вологість, %		
	сухого	вологого	за таблицею	за номограмою	аналітично

Таблиця Б.4 – Результати визначення параметрів мікроклімату

Найменування приладу	Параметри мікроклімату в приміщенні		
	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Вимірювач «Метеоскоп»			

Таблиця Б.5 – Результати лабораторних досліджень

№ п/ч	Параметри мікроклімату в приміщенні	Дійсні	Нормовані згідно ДСН 3.3.6.042-99	
			оптимальні	допустимі
1	Температура, °С			
2	Відносна вологість, %			
3	Швидкість руху повітря, м/с			

## ДОДАТОК В

### ПРУЖНІСТЬ НАСИЧЕНОЇ ВОДЯНОЇ ПАРИ ЗА НОРМАЛЬНИХ УМОВ

Температура повітря, °С	Пружність насиченої водяної пари, мм рт. ст.	Температура повітря, °С	Пружність насиченої водяної пари, мм рт. ст.
0	4,579	+16	13,634
+1	4,926	+17	14,530
+2	5,294	+18	15,477
+3	5,685	+19	16,477
+4	6,101	+20	17,735
+5	6,543	+21	18,650
+6	7,103	+22	19,827
+7	7,513	+23	21,068
+8	8,045	+24	22,377
+9	8,609	+25	23,756
+10	9,209	+26	25,209
+11	9,844	+27	26,739
+12	10,518	+28	28,344
+13	11,231	+29	30,043
+14	11,987	+30	31,842
+15	12,788		

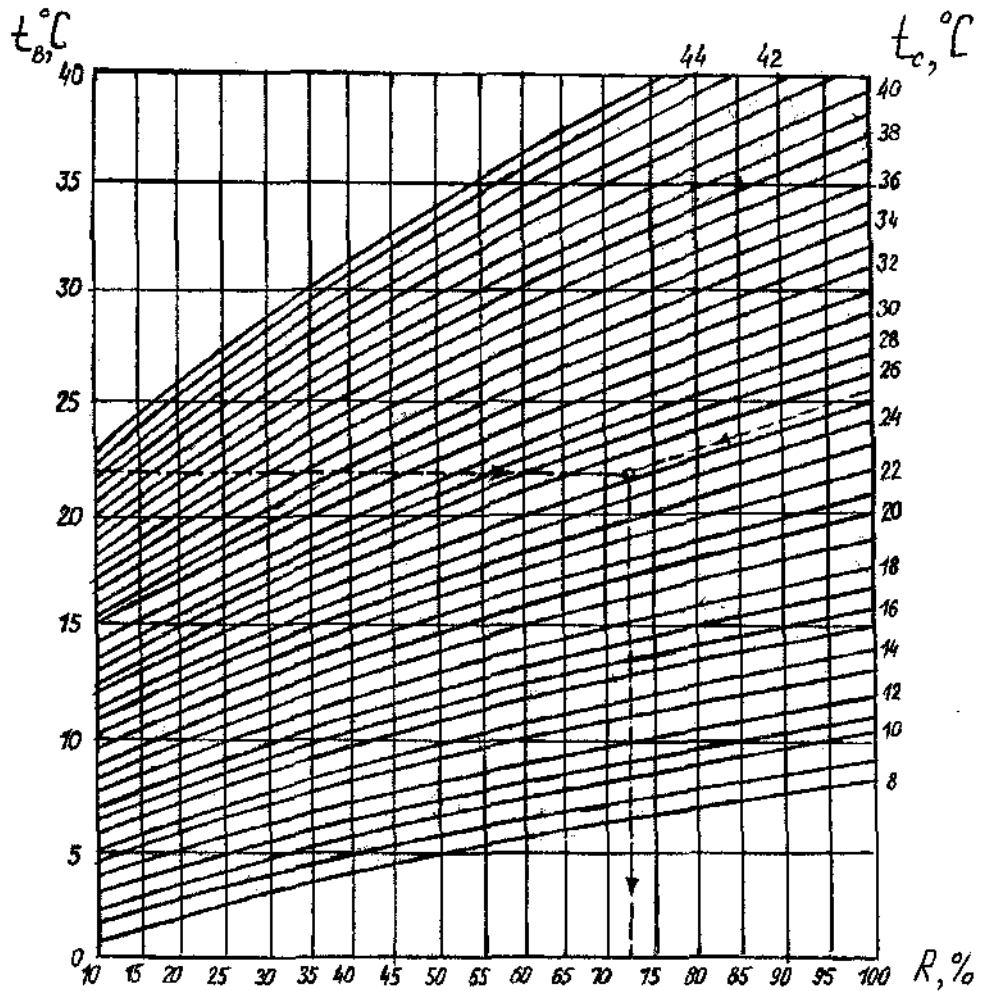
## ДОДАТОК Г

### ТАБЛИЦЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ ЗА АСПІРАЦІЙНИМ ПСИХРОМЕТРОМ

Показання сухого термометру, °С	Відносна вологість повітря, %, при показаннях вологого термометру, °С																										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
8	29	40	51	63	75	87	100																				
9	21	31	42	53	64	78	88	100																			
10	14	24	34	44	54	65	76	88	100																		
11		17	26	36	46	56	66	77	89	100																	
12			20	29	38	48	57	68	78	89	100																
13			14	23	31	40	49	59	69	79	89	100															
14				17	25	33	42	51	60	70	79	89	100														
15					20	27	36	44	52	61	71	80	90	100													
16					15	22	30	37	46	54	63	71	81	90	100												
17						17	24	32	39	47	55	64	72	81	90	100											
18						13	20	27	34	41	49	56	65	73	82	91	100										
19							15	22	29	36	43	50	58	66	74	82	91	100									
20								18	24	30	37	44	52	59	66	74	83	92	100								
21								14	20	26	32	39	46	53	60	67	75	83	92	100							
22									16	22	28	34	40	47	54	61	68	76	84	92	100						
23									13	18	24	30	36	42	48	55	62	69	76	84	92	100					
24										15	20	26	31	37	43	49	56	63	70	77	84	92	100				
25											17	22	27	33	38	44	50	57	63	70	77	84	92	100			
26											14	19	24	29	34	40	46	52	57	64	71	77	85	92	100		
27												16	21	25	30	36	41	47	52	58	65	71	78	85	92	100	

## ДОДАТОК Д

НОМОГРАМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ  
ЗА ПОКАЗАННЯМИ АСПІРАЦІЙНОГО ПСИХРОМЕТРА АССМАНА



## ДОДАТОК Е

### ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИМІРЮВАЧА «МЕТЕОСКОП»

Найменування характеристики	Значення
Діапазон вимірювання швидкості руху повітря, $V$ , м/с	от 0,1 до 20
Межі допустимої основної похибки вимірювача, м/с: під час вимірювання швидкості в діапазоні до 1 м/с під час вимірювання швидкості в діапазоні 1 – 20 м/с	$\pm(0,05+0,05V)$ $\pm(0,1+0,05V)$
Діапазон вимірюваної температури повітря, °С	від –10 до + 50
Межа допустимої основної похибки вимірювача температури, °С	$\pm 0,2$
Діапазон вимірюваної вологості, %	від 3 до 97
Межа допустимого значення основної абсолютної похибки вимірювача відносної вологості, %	$\pm 3$
Діапазон вимірюваного тиску повітря, кПа	від 80 до 110
Межа допустимого значення основної абсолютної похибки вимірювача тиску, кПа	$\pm 0,13$
Основна відносна похибка, %	3
Потужність, споживана від джерела живлення, не більше, ВА	0,35
Час безперервної роботи вимірювача, не менш, год	8
Середнє напрацювання на відмові вимірювача, не менш, год	10000
Маса, не більше, кг: вимірювального пристрою вимірювача в сумці	0,4 0,6

**ДОДАТОК Ж**  
**(довідковий)**

**ОПТИМАЛЬНІ ТА ДОПУСТИМІ ВЕЛИЧИНИ ТЕМПЕРАТУРИ,  
ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ ТА ШВИДКОСТІ РУХУ ПОВІТРЯ В РОБОЧІЙ  
ЗОНІ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ЗГІДНО ДСН 3.3.6.042-99**

Таблиця Ж.1 – Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень згідно ДСН 3.3.6.042-99

Період року	Категорія робіт	Температура повітря $t, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість $R, \%$	Швидкість руху, м/с
Холодний період року	Легка Іа	22 – 24	60 – 40	0,1
	Легка Іб	21 – 23	60 – 40	0,1
	Середньої важкості Іа	19 – 21	60 – 40	0,2
	Середньої важкості Іб	17 – 19	60 – 40	0,2
	Важка ІІІ	16 – 18	60 – 40	0,3
Теплий період року	Легка Іа	23 – 25	60 – 40	0,1
	Легка Іб	22 – 24	60 – 40	0,2
	Середньої важкості Іа	21 – 23	60 – 40	0,3
	Середньої важкості Іб	20 – 22	60 – 40	0,3
	Важка ІІІ	18 – 20	60 – 40	0,4

Таблиця Ж.2 – Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень згідно ДСН 3.3.6.042-99

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість на робочих місцях (постійних і непостійних), %	Швидкість руху на робочих місцях (постійних і непостійних), м/с
		верхня межа		нижня межа			
		на постійних робочих місцях	на непостійних робочих місцях	на постійних робочих місцях	на непостійних робочих місцях		
Холодний період року	Легка Іа	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Легка Іб	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	Середньої важкості Іа	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	Середньої важкості Іб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	12	75	не більше 0,5
Теплий період року	Легка Іа	28	30	22	20	55 - при 28°С	0,2 - 0,1
	Легка Іб	28	30	21	19	60 - при 27°С	0,3 - 0,1
	Середньої важкості Іа	7	29	18	17	65 - при 26°С	0,4 - 0,2
	Середньої важкості Іб	27	29	15	15	70 - при 25°С	0,5 - 0,2
	Важка ІІІ	26	28	15	13	75 - при 24°С і нижче	0,6 - 0,5