### **Лабораторна робота № 1. «Дослідження мікроклімату виробничих приміщень»**

**Мета роботи** Навчитися методам і засобам дослідження метеорологічних умов на робочих місцях у виробничих приміщеннях.

**Короткі теоретичні відомості**

Необхідною умовою життєдіяльності людини є збереження сталої температури його тіла. Самопочуття і працездатність людини залежать від метеорологічних умов виробничого середовища. Сукупність таких показників виробничого середовища, як температура повітря, °С; відносна вологість, %; швидкість руху повітря, м/с; інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м2·год.; барометричний тиск, мм. рт. ст. (Па), називають метеорологічними умовами або мікрокліматом. Таким чином, в поняття «метеорологічні умови», або «мікроклімат», виробничих приміщень входять ті фізичні фактори виробничого середовища, які впливають на тепловий стан організму і які необхідно постійно контролювати.

Атмосферне повітря складається з суміші азоту (78,08 %), кисню (20,95%), аргону (0,93 %), вуглекислоти (0,03 %) і дуже незначної кількості інших газів (всього 0,01 %). Крім того, атмосферне повітря має домішки органічного і неорганічного походження, а також воду у всіх станах. Якщо кількість кисню в повітрі зменшиться до 12 %, то утруднюється дихання. В таких умовах людина напружує дихальний апарат, дихає частіше; такий стан людина витримує до 0,5 години.

Повітря треба розглядати як середовище, що постійно приймає тепло, яке виділяє людський організм. Величина тепловиділення організмом людини залежить від ступеня фізичної напруги в даних кліматичних умовах і складає від 85 (стан спокою) до 500 Дж/с (важка робота). Нормальне теплове самопочуття буде тоді, коли тепловиділення організму людини повністю поглинається навколишнім середовищем, при цьому температура внутрішніх органів постійна на рівні 36,6 °С.

**Терморегуляцією** називається комплекс фізіологічних процесів організму, які спрямовані на підтримання температури тіла на сталому рівні.

Організм людини здатний підтримувати квазістійку температуру тіла при достатньо широких коливаннях параметрів навколишнього середовища. Так, тіло людини зберігає температуру близько 36,6 °С при коливаннях навколишньої температури від – 40 °С до +40 °С. При цьому температура окремих ділянок шкіри та внутрішніх органів може бути від 24 °С до 37,1 °С. Найбільш інтенсивні обмінні процеси відбуваються в печінці – її температура – 38,0…38,5 °С.

У разі відхилення параметрів мікроклімату від комфортних в організмі людини відбуваються процеси, спрямовані на терморегуляцію. Вони відбуваються під контролем центральної нервової системи і забезпечують рівновагу між організмом людини та навколишнім середовищем.

Розрізнюють хімічну та фізичну терморегуляцію. Хімічна терморегуляція організму досягається зниженням рівня обміну речовин у разі загрози його перегріву або посиленням цього обміну під час охолодження. Але роль хімічної терморегуляції в тепловій рівновазі організму з зовнішнім середовищем мала порівняно з фізичною. За фізичної терморегуляції віддача теплоти організмом людини в навколишнє середовище відбувається зазначеними вище теплопровідністю, конвекцією, випаровуванням та випромінюванням.

**Вплив параметрів мікроклімату на самопочуття людини.**

При температурі повітря понад 30 °С працездатність людини починає падати. За такої високої температури та вологості практично все тепло, що виділяється, віддається у навколишнє середовище при випаровуванні поту. При підвищенні вологості піт не випаровується, а стікає краплинами з поверхні шкіри. Вода та солі, котрі виносяться з організму людини з потом, повинні заміщуватися, оскільки їх втрата призводить до згущення крові та порушення діяльності серцево-судинної системи.

Зневоднення організму на 6 % викликає порушення розумової діяльності, зниження гостроти зору. Зневоднення на 15…20 % призводить до смертельного наслідку.

Втрата солі позбавляє кров здатності утримувати воду, що викликає порушення діяльності серцево-судинної системи. За високої температури повітря та при дефіциті води в організмі посилено витрачаються вуглеводи, жири, руйнуються білки.

Для відновлення водяного балансу рекомендується вживати підсолену (0,5 % NаCl) воду (4…5 л на людину за зміну), білково-вітамінний напій.

Тривалий вплив високої температури у поєднанні зі значною вологістю може призвести до накопичення теплоти в організмі і до гіпертермії – стану, при котрому температура тіла піднімається до 38…40 °С. При гіпертермії, як наслідок, тепловому ударі спостерігається головний біль, запаморочення, загальна слабкість, спотворення кольорового сприйняття, сухість у роті, нудота, блювання, потовиділення. Пульс та частота дихання прискорюється, в крові зростає вміст залишкового азоту та молочної кислоти. Спостерігається блідість, посиніння шкіри, зіниці розширені, часом виникають судоми, втрата свідомості.

За зниженої температури, швидкості руху та вологості повітря виникає **переохолодження організму** (гіпотермія). Охолодження організмуможливе найчастіше в зимовий і перехідний періоди року при виконанні робіт на відкритому повітрі, або робіт, які проводяться в неопалюваних виробничих і складських приміщеннях.

Загальне і місцеве охолодження організму є причиною різних захворювань: міозитів, невритів, радикулітів тощо, а також загальних та інфекційних захворювань. Будь-який ступінь охолодження характеризується зниженням частоти серцебиття і гальмує діяльність кори головного мозку, що суттєво впливає на працездатність людини. Місцеве переохолодження може настати навіть при температурі вище 0°С. Наприклад, при тривалому охолодженні ніг в гумовому взутті водою, температура якої 8°С, а також внаслідок потіння ніг в гумових чоботах при таких же температурах.

**Вологість повітря** визначається ступенем його насиченості водяною парою. Розрізняють наступні основні параметри вологого повітря:

**Абсолютна вологість** (вологомісткість) – це маса водяної пари в одиниці об'єму вологого повітря; може бути виміряна і виражена як масовий вміст парів води в грамах на 1 кг сухого повітря, або як парціальний тиск парів води Рх (Па , мм рт. ст).

**Вологоємкість повітря** – це абсолютна вологість **за умов насиченості** повітря водяною парою (знаходять у довідниках). Вологоємкість повітря залежить від температури, а саме збільшується із підвищенням температури.

**Відносна вологість повітря** φ – виражене у відсотках відношення вологомісткості до вологоємкості повітря при тій же температурі.

Вологість повітря суттєво впливає на терморегуляцію людського організму. Підвищення відносної вологості повітря у виробничому приміщенні (75...85 %) ускладнює терморегуляцію, зменшує тепловиділення організмом. Фізіологічно оптимальною є відносна вологість в межах 40...60%.

**Швидкість руху повітря**залежно від його температури може впливати по-різному на людину. При високих температурах рух повітря забезпечує нормальне самопочуття людини, а при відсутності руху повітря стан організму погіршується, що може викликати тепловий удар. Людина здатна відчувати рух повітря при його швидкості 0,1 м/с. Залежно від характеру виконуваних робіт, температури, вологості допускається швидкість руху повітря в межах 0,3...0,5 м/с і не повинна перевищувати 1,0... 1,5 м/с.

**Комфортні параметри виробничого мікроклімату** визначаються в нормативному документі – Системі стандартів безпеки праці (ССБП) ГОСТ 12.1.005-88 і є обов'язковими для всіх виробництв.

Під **оптимальними** мікрокліматичними умовами розуміють такі співвідношення параметрів мікроклімату, котрі при дії на людину забезпечують нормальний функціональний тепловий стан організму без залучення механізму терморегуляції. Внаслідок цього забезпечується тепловий комфорт.

**Допустимими** мікрокліматичними умовами називають такі співвідношення параметрів мікроклімату, котрі за тривалої та систематичної дії на людину можуть викликати зміни і швидко нормалізувати функціональний і тепловий стан організму при напруженій роботі механізму терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічної рівноваги. Водночас може виникнути дискомфортне тепловідчуття, погіршується самопочуття, знижується працездатність.

Оптимальні і допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочих місцях для різного періоду року залежно від категорії роботи подано в табл. 1.1.-1.2 (ДСН 3.3.6.042-99).

Таблиця 1.1 –Допустимі метеорологічні фактори виробничих приміщень

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Період року | Категорія робіт | Температура, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху, м/с |
| Холодний та перехідний | Легка – Іа | 21-25 | 75 | >0,1 |
| Легка – Іб | 20-24 | 75 | >0,1 |
| Середньої важкості - ІІа | 17-23 | 75 | >0,2 |
| Середньої важкості - ІІб | 15-21 | 75 | >0,2 |
| Важка - ІІІ | 13-19 | 75 | >0,3 |
| Теплий | Легка – Іа | 22-28 | 55 (при 28°С) | 0,1 – 0,2 |
| Легка – Іб | 21-28 | 60 (при 27°С) | 0,1 – 0,3 |
| Середньої важкості - ІІа | 18-27 | 65 (при 26°С) | 0,2 – 0,4 |
| Середньої важкості - ІІб | 16-27 | 70 (при 25°С) | 0,2 – 0,5 |
| Важка - ІІІ | 15-26 | 75 (при 24°С і нижче) | 0,2 – 0,6 |

Таблиця 1.2 – Оптимальні метеорологічні фактори виробничих приміщень

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Період року | Категорія робіт | Температура,  оС | Відносна вологість, % | Швидкість руху, м/с |
| Холодний  та перехідний | Легка – Іа | 22-24 | 40-60 | 0,1 |
| Легка – Іб | 21-23 | 40-60 | 0,1 |
| Середньої важкості - ІІа | 18-20 | 40-60 | 0,2 |
| Середньої важкості - ІІб | 17-19 | 40-60 | 0,2 |
| Важка - ІІІ | 16-18 | 40-60 | 0,3 |
| Теплий | Легка – Іа | 23-25 | 40-60 | 0,1 |
| Легка – Іб | 22-24 | 40-60 | 0,2 |
| Середньої важкості - ІІа | 21-23 | 40-60 | 0,3 |
| Середньої важкості - ІІб | 20-22 | 40-60 | 0,3 |
| Важка - ІІІ | 18-20 | 40-60 | 0,4 |

**Опис лабораторної установки**

В лабораторній роботі необхідно за допомогою різних приладів заміряти основні параметри мікроклімату, а саме вологість повітря, температура та швидкість повітря в приміщенні.

Для визначення вологості повітря в лабораторній роботі використовується аспіраційний психрометр Ассмана (рис. 1.1). Прилад складається з двох ртутних термометрів - сухого *1* і вологого *3*, закріплених в оправі, і оснащений вентилятором *2*, що забезпечує транспортування повітря через прилад.

Ртутні резервуари термометрів мають подвійний трубчастий захист (з повітряним зазором між трубками), що оберігає їх від нагрівання сонячними променями. Для досягнення більшого ефекту зовнішня поверхня трубок ретельно полірується і нікелюється. Трубки пластмасовим трійником сполучені з повітропровідною трубкою, на верхньому кінці якої укріплена вентиляційна головка.

За допомогою вентилятора через прилад транспортується досліджуване повітря, завдяки чому забезпечується постійність психрометричого коефіцієнта в розрахунковій формулі, а також усувається вплив теплового випромінювання.

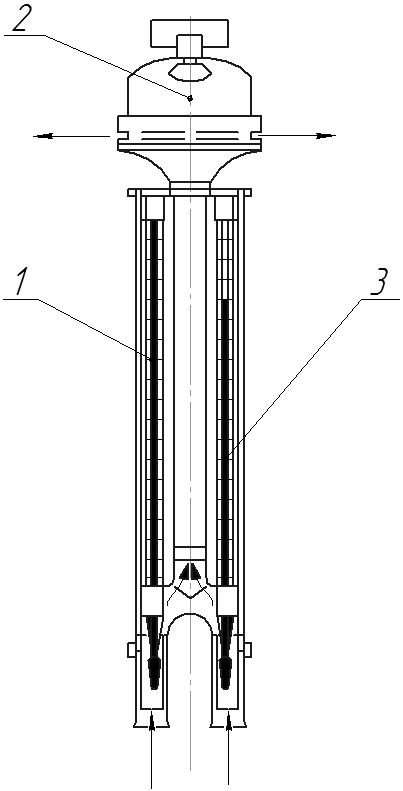


Рисунок 1.1 - Аспіраційний психрометр Ассмана

**Відносну вологість повітря** визначають за показами сухого і вологого термометрів психрометра двома способами: або розрахунком через парціальний тиск водяної пари (таблиця 1.3 і формула 1.2), або з використанням психрометричного графіка (рисунок 1.3).

Психрометрична формула для аспіраційного психрометра має вигляд:

, (1.2)

де *Рв. нас*, *Рс.нас*– парціальний тиск насичених водяних парів при температурі відповідно мокрого й сухого термометрів, мм.рт.ст.; значення *Рв. нас* і *Рс.нас*визначають за таблицею насиченого пару 1.4;

*А* – психрометричний коефіцієнт, для аспіраційного психрометра дорівнює 0,000677;

*Ра* – дійсний барометричний тиск, мм.рт.ст.;

*tс, tв* – температура відповідно сухого й вологого термометрів, °С.

Таблиця 1.3 – Тиск насичених водяних парів (при нормальному атмосферному тиску)

| Темпера-  тура повітря, °С | Тиск насичених водяних парів, мм.рт.ст | Темпера-  тура повітря, °С | Тиск насичених водяних парів, мм.рт.ст | Темпера-  тура повітря, °С | Тиск насичених водяних парів, мм.рт.ст |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| +7 | 7,513 | +13 | 11,231 | +19 | 16,477 |
| +7,5 | 7,775 | +13,5 | 11,604 | +19,5 | 16,999 |
| +8 | 8,045 | +14 | 11,987 | +20 | 17,735 |
| +8,5 | 8,323 | +14,5 | 12,382 | +20,5 | 18,085 |
| +9 | 8,609 | +15 | 12,788 | +21 | 18,650 |
| +9,5 | 8,905 | +15,5 | 13,205 | +21,5 | 19,231 |
| +10 | 9,209 | +16 | 13,634 | +22 | 19,827 |
| +10,5 | 9,521 | +16,5 | 14,046 | +22,5 | 20,440 |
| +11 | 9,884 | +17 | 14,530 | +23 | 21,068 |
| +11,5 | 10,176 | +17,5 | 14,997 | +23,5 | 21,714 |
| +12 | 10,518 | +18 | 15,477 | +24 | 22,377 |
| +12,5 | 10,870 | +18,5 | 15,971 | +24,5 | 23,060 |

**На психрометричному графіку** (рис. 1.3) на верхній шкалі вказано температуру (вертикальні лінії відповідають температурі сухого термометру, діагональні – вологого термометру). На перехресті виміряних температур сухого й вологого термометрів визначають відносну вологість у відсотках по горизонтальним лініям.

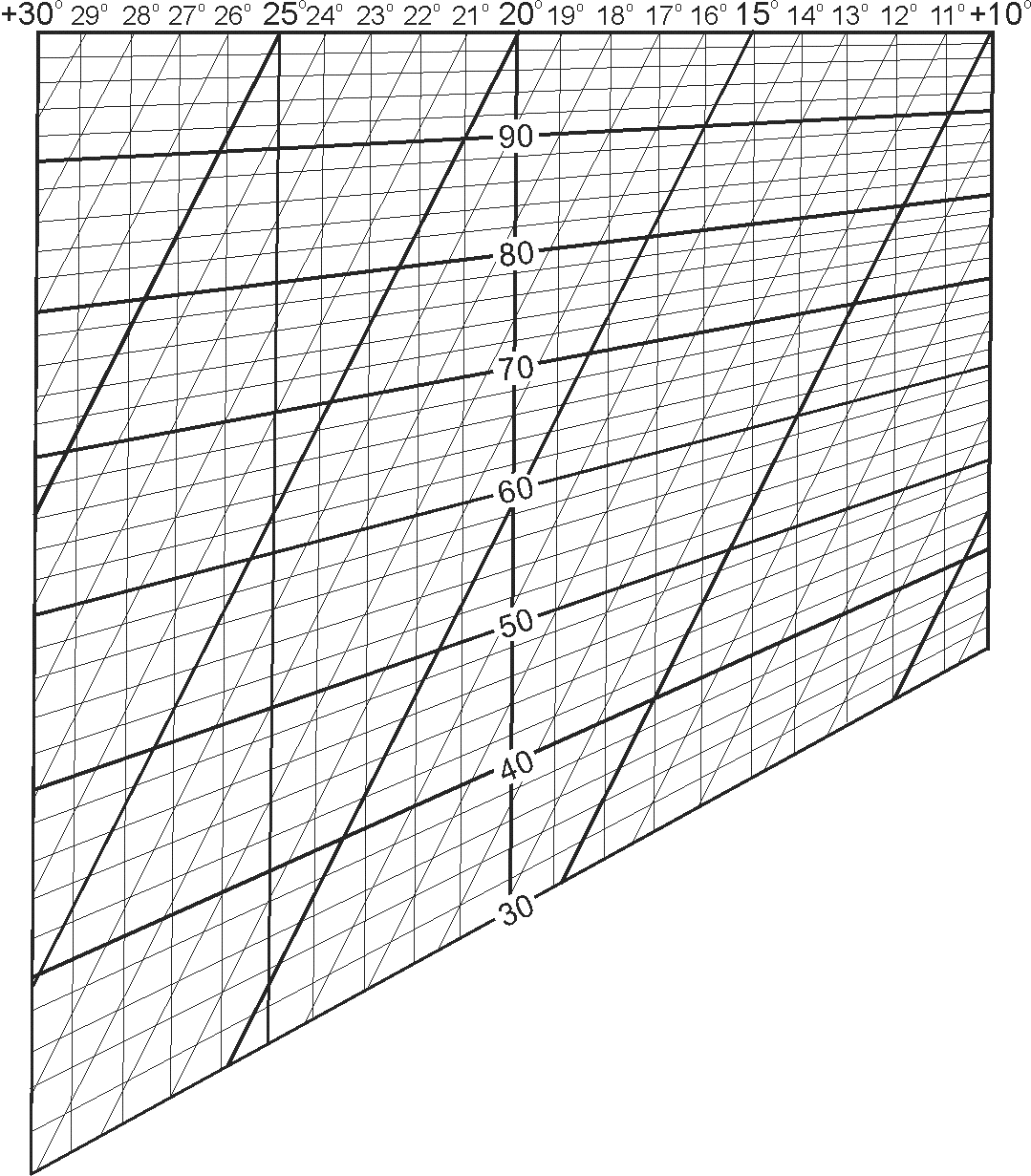
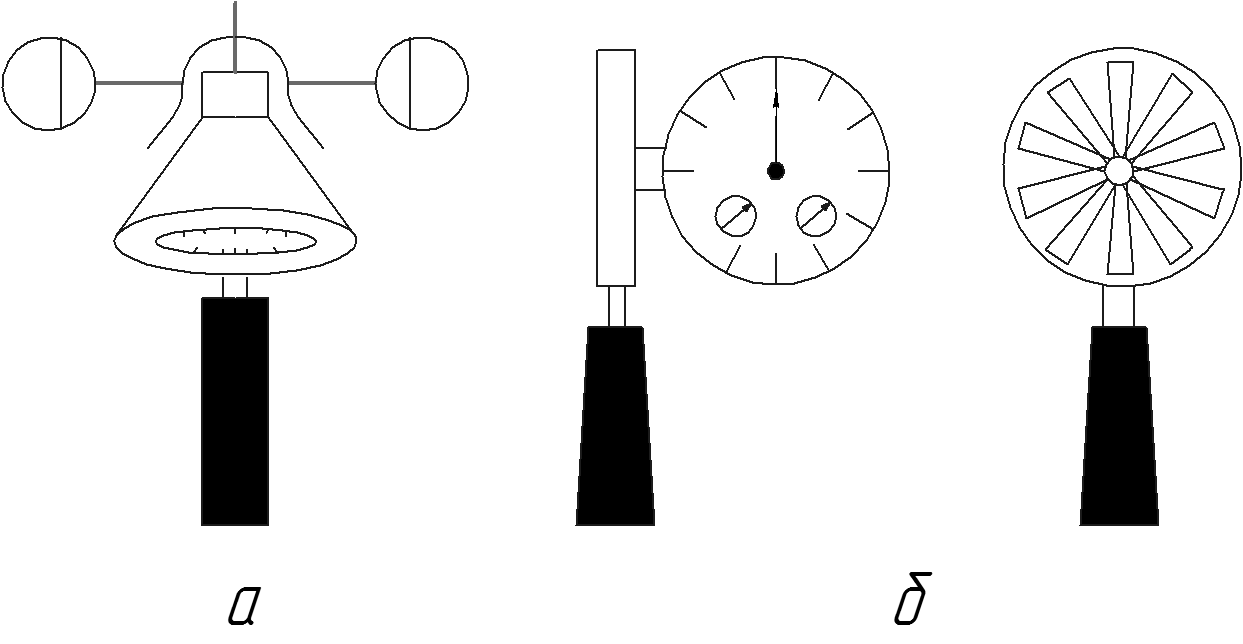


Рисунок 1.3 – Психрометричний графік

Для вимірювання швидкості руху повітря в лабораторній роботі використовуються чашковий (рис. 1.2, а) і крильчастий (рис. 1.2, б) анемометри.

Чашковий анемометр дозволяє визначити швидкість повітря в приміщенні по показанням шкали, розміщеної на корпусі приладу.



а) б)

Рисунок 1.2 – Анемометри: а) чашковий; б) крильчастий

Чашковий анемометр служить для виміру швидкості руху повітря від 1 до 20м/с. Звичайно чашкові анемометри застосовують при вимірах великих швидкостей (до 15-18 м/с) і в умовах часто змінних напрямів або турбулентних рухів повітря.

Крильчастий анемометр застосовується для вимірів невеликих швидкостей руху повітря від 0,5 до 10 м/с. Швидкість повітря в приміщенні за допомогою крильчастого анемометра визначається розрахунком по показникам циферблату приладу.

**Порядок виконання лабораторної роботи**

1. Визначити температуру повітря в приміщенні ртутним термометром.

2. Заміряти відносну вологість повітря в приміщенні з використанням аспіраційного психрометра.

1. Установити психрометр на стаціонарний штатив. Психрометр встановлюють за допомогою крюка підвісу, який угвинчують в стовпчик горизонтально так, щоб резервуари термометрів знаходилися на висоті 2 м від поверхні землі.
2. Ввести гумову піпетку з дистильованою водою до внутрішньої захисної трубки термометру й змочити батист на резервуарі. Змочують батист термометра взимку за 30 хв., влітку за 4 хв. до зняття свідчень термометрів. При швидкості вітру більше 3 м/с на аспіратор надівають з навітряного боку вітровий захист.
3. Завести майже до кінця вентилятор психрометра.
4. За 4 хвилини після пуску вентилятора зробити відлік температури оточуючого повітря по сухому і вологому термометрам. Відлік знімати з точністю до половини поділки шкали.
5. Використовуючи величини температур сухого й вологого термометрів визначають відносну вологість двома способами – за психрометричним графіком і розрахунком за формулою.

3. Визначити крильчатим анемометром швидкість руху повітря в приміщенні і місцях, заданих викладачем. Для визначення швидкості руху повітря крильчастим анемометром необхідно:

* записати покази стрілок приладу до вимірювання;
* вимірювання швидкості крильчастим анемометром виконується протягом 3 хвилин;
* записати покази стрілок приладу після вимірювання;
* різниця між показами приладу до і після виміру, віднесена до часу в секундах, протягом якого проводиться вимірювання, - це швидкість обертання крильчатки, що є пропорційною до вимірюваної швидкості руху повітря;
* знаючи ціну ділення по графіку, що додається до кожного приладу, визначають швидкість руху повітря (м/с).
* всі знайдені значення та результати розрахунків заносять до табл. 1.5.

4. Дані досліджень порівняти з нормами допустимих і оптимальних умов мікроклімату, приведеними в табл. 1.1, табл. 1.2 (ДСН 3.3.6.042-99), результати занести в таблицю 1.6. Зробити висновки та запропонувати заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.

**Результати експериментальних вимірювань**

Таблиця 1.4 - Вимірювання вологості повітря психрометром:

|  |  |
| --- | --- |
| Показники | Значення |
| Покази «сухого» термометра *tс,* °С |  |
| Покази «вологого» термометра *tв,* °С |  |
| Різниця температур (tс - tв), °С |  |
| Атмосферний тиск Р*a*, мм.рт.ст. |  |
| Парціальний тиск насичених водяних парів при температурі «сухого термометра», *Рс. нас*,  мм.рт.ст. |  |
| Парціальний тиск насичених водяних парів при температурі «вологого» термометра, *Рв.нас*, мм.рт.ст. |  |
| Відносна вологість *ϕ*, %  *А* – психрометричний коефіцієнт, = 0,000677 |  |
| Відносна вологість *ϕ*, % за психрометричним графіком |  |

Таблиця 1.5 - Вимірювання швидкості руху повітря крильчастим анемометром:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Час зняття показань τ, с. | Покази приладу до виміру, П1 | Покази приладу після виміру, П2 | Швидкість обертання, | Швидкість руху повітря (за калібрувальним графіком), м/с |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Середня величина швидкості руху повітря, м/с | | | |  |

**Висновок:**

Таблиця 1.5 - Порівняння фактичних, оптимальних та допустимих метеорологічних факторів у приміщенні лабораторії при виконані легкої роботи

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметри мікроклімату | Значення | | | Відхилення | |
| фактичне | оптимальне | допустиме | від оптимального | від допустимого |
| Температура, оС |  |  |  |  |  |
| Відносна вологість, % |  |  |  |  |  |
| Швидкість руху повітря, м/с |  |  |  |  |  |

**Зміст звіту**

1. Назва та мета роботи.
2. Короткі теоретичні відомості.
3. Опис приладів для виконання лабораторної роботи та їх схеми – рис.1.1, рис. 1.2.
4. Порядок виконання лабораторної роботи.
5. Таблиці експериментальних даних (табл. 1.4, 1.5, 1.6).
6. Висновки щодо стану мікроклімату в приміщенні. Заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.

**Контрольні запитання**

1. Які основні параметри визначають мікроклімат виробничих і службових приміщень?
2. Оцініть вплив температури на терморегуляцію людини.
3. Як впливає швидкість руху повітря на стан людини влітку і взимку?
4. Що таке абсолютна та відносна вологість повітря?
5. Поясніть фізичний стан навколишнього середовища при 100% вологості.
6. Чи можна працювати взимку в неопалювальних приміщеннях і поза них?
7. Яким чином забезпечуються нормальні параметри мікроклімату?