

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра „Охорона праці та навколишнього середовища”

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ
ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОЗАХИСНИХ
ОГОРОДЖЕНЬ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи з дисципліни**

«ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ»

Харків - 2009

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Охорона праці та навколишнього

середовища» 25 січня 2008 р., протокол № 1.

Методичні вказівки містять порядок проведення лабораторної роботи з вивчення теплових випромінювань та ефективності теплозахисних огорожень. Практичній частині вказівок передують відомості про фізичну суть випромінювань.

Рекомендуються для всіх спеціальностей та форм навчання.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ
ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ОГОРОДЖЕНЬ

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

Укладачі:

Гончаров А.В.
Бугайченко І.І.

Рецензент

проф. Шапка О.В.

Відповідальний за випуск Гончаров А.В.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 03.04.08 р.
Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 1,0. Обл.-вид.арк. 1,25.
Замовлення № Тираж 300. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, пл. Фейєрбаха, 7

Таблиця 2 - Норми температур і швидкості руху повітря при повітряному душванні

Періоди року	Категорія роботи	При тепловому випромінюванні, ккал/м ² · год									
		від 300 до 600		від 601 до 1200		від 1201 до 1800		від 1801 до 2400		більше 2400	
		Температура повітря, °С	Швидкість руху повітря, м/с	Температура повітря, °С	Швидкість руху повітря, м/с	Температура повітря, °С	Швидкість руху повітря, м/с	Температура повітря, °С	Швидкість руху повітря, м/с	Температура повітря, °С	Швидкість руху повітря, м/с
Теплий (температура зовнішнього повітря +10°С і вище)	Легка	22-24	0,5-1	21-23	0,7-1,5	20-22	1-2	19-22	2-3	19-20	2,5-3,5
	Середня	21-23	0,7-1,5	20-22	1,5-2	19-21	1,5-2	18-21	2-3,5	18-19	3-3,5
	Важка	20-22	1-2	19-21	1,5-2,5	18-20	2-3	18-19	3-3,5	18-19	3-3,5
Холодний і перехідний (температура зовнішнього повітря нижче +1°С)	Легка	22-23	0,5-0,7	21-22	0,5-1	20-21	1-1,5	19-22	1,5-2	19-22	1,5-2
	Середня	21-22	0,7-1	20-21	1-1,5	19-20	1,5-2	19-21	2-2,5	19-21	2-2,5
	Важка	20-21	1-1,5	19-20	1,5-2	18-19	2-2,5	18-19	2,5-3	18-19	2,5-3

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра «Охорона праці та навколишнього середовища»

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ ТА
ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ОГОРОДЖЕНЬ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи

з дисципліни

«Основи охорони праці »

для студентів усіх спеціальностей та форм навчання

Харків 2009

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Охорона праці та навколишнього середовища» 25 січня 2008 р., протокол № 1.

Методичні вказівки містять порядок проведення лабораторної роботи з вивчення теплових випромінювань та ефективності теплозахисних огорожень. Практичній частині вказівок передують відомості про фізичну суть випромінювань.

Рекомендуються для всіх спеціальностей та форм навчання.

Укладачі:

асистенти А.В. Гончаров,
І.І. Бугайченко

Рецензент

проф. О.В. Шапка

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ І ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ОГОРОДЖЕНЬ

Мета роботи

- 1 Вимірювання інтенсивності теплових випромінювань та оцінка їх впливу на організм людини.
- 2 Визначення характеристик теплозахисних екранів.
- 3 Визначення оптимальної відстані установлення вентилятора повітряного душення від робочого місця.

Загальні відомості

Виконання лабораторних робіт студентами, як правило, проходить із деяким випередженням викладу лекційного матеріалу, тому в цих методичних вказівках стисло наведено загальні відомості з даної теми, у додатку А дається опис приладів і порядок користування ними.

На залізничному транспорті джерелами теплового випромінювання є гарячі поверхні котлів, трубопроводів, печей, нагрітого або розплавленого металу, зварювальні відділення, двигуни внутрішнього згоряння, сушильні агрегати, відкрите полум'я та ін.

На виробничу обстановку в цілому впливає стан мікроклімату в робочому приміщенні; у свою чергу на стан мікроклімату іноді значно впливає технологія виробничих процесів у цьому приміщенні.

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 усі виробничі приміщення діляться на дві групи:

- 1 з незначним надлишком явного тепла, до $20 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{год}$;
 - 2 зі значним надлишком тепла, тобто понад $20 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{год}$;
- такі приміщення називаються умовно гарячими цехами.

Люди, які працюють у гарячих цехах, піддаються впливу променистої енергії. Тепловий ефект впливу на організм людини залежить від:

- а) довжини хвилі тепловипромінювання;

- б) інтенсивності потоку випромінювання;
- в) площі тіла, підданої опроміненню;
- г) тривалості опромінення й переривчастості його;
- д) кута падіння променів ;
- е) виду одягу людини.

Сприйнятливість або поглинаюча здатність шкіри залежить від довжини хвилі випромінювань. Найбільшу проникаючу здатність мають червоні промені видимого спектра й короткі інфрачервоні промені з довжиною хвилі 1,5 мкм.

Інтенсивність опромінення організму людини вимірюються в калоріях за квадратний сантиметр за хвилину.

Інтенсивність опромінення людей, що працюють у гарячих цехах, може досягати $18 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{хв}$. Інтенсивність сонячної радіації (для порівняння) у жаркий літній безхмарний день на березі Чорного моря досягає всього лише $1,5 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{хв}$. Саме тому робота в гарячих цехах вважається пов'язаною зі шкідливими умовами праці, й робітники користуються певними пільгами.

У гарячих цехах терморегуляція організму людини вкрай утруднена й відбувається, в основному, за рахунок другої своєї фази - рясного потовиділення й потовідділення. Людина за робочу зміну може втрачати вологи тільки через механізм потовиділення до 9 л (на випар 1 г поту витрачається 600 кал тепла). Разом з вологою організм людини втрачає й солі, головним чином солі хлористого натрію, вітаміни С і В₁ та інші речовини. Іншими словами, у зв'язку зі значним потовиділенням відбувається порушення водно-сольового обміну організму.

У нормальному мікрокліматі через випаровування середня людина (за вагою, та здоров'ям) щохвилини втрачає вагу 0,8-1,0 г, у гарячих же цехах - до 10 г. За робочу зміну загальна втрата ваги може бути 3,5 – 4,0 кг.

В умовах високих температур вживання прісної води анітрошки не вгамовує спрагу, й випита вода тільки підсилює потовиділення. Чим це пояснюється? В 1 кг маси тіла людини містяться приблизно 40 г води. Нестача в організмі води, солей призводить до порушення обміну речовин, до згущення крові. Згущена кров втрачає здатність утримувати вологу, що призводить до швидкого виділення з організму випитої води.

Для відновлення водного балансу в організмі гарячі цехи забезпечуються підсоленою водою з розрахунку 5 г солі на 1 л води.

Щоб приємніше було пити, вода газується вуглекислотою. Для районів з жаркими кліматичними умовами рекомендується пити гарячий чай, але не солодкий, а підсолений.

У зв'язку з підвищенням температури тіла людини в організмі збільшується кількість еритроцитів та гемоглобіну, підвищується вміст цукру, кальцію; пульс у цих випадках частішає, максимальний кров'яний тиск підвищується, мінімальний зменшується; спостерігаються зміни в електрокардіограмі - порушуються процеси серцево-судинної системи. Особливої уваги заслуговують зміни функцій центральної нервової системи: притупляється увага, порушується координація руху, зменшується швидкість реакцій організму на зовнішні роздратування, що не тільки знижує продуктивність праці, але в деяких випадках може бути непрямою причиною виробничого травматизму. Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99, нешкідлива доза опромінення становить $0,25 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{хв}$. Опромінення понад $0,5 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{хв}$ призводить до створення несприятливих умов праці, негативно позначається на самопочутті й здоров'ї людини, природно, зменшує продуктивність праці.

У таблиці 1 наводяться дані, що характеризують переносимість теплового опромінення організмом людини при незахищеному тілі.

Таблиця 1

Інтенсивність опромінення, $\text{кал/см}^2 \cdot \text{хв}$	Характер опромінення	Допустима тривалість перебування людини в умовах безперервного опромінення
0,25	Припустима норма	Невизначено
0,4-0,8	Слабке	довго
0,9-1,5	Помірне	3-5 хв
1,6-2,3	Середнє	40-60 с
2,4-3,0	Значне	20-30 с
3,1-4,0	Високе	12-20 с
4,1-5,0	Сильне	7-11 с
Більше 5,6	Дуже сильне	5 с і менш

Для захисту працівників від впливу теплових випромінювань проводять ряд заходів:

а) удосконалення технології виробництва й впровадження нової техніки, що дає можливість дистанційного керування агрегатами й

окремими операціями;

- б) вентиляція (загальнообмінна й місцева);
- в) повітряне душення;
- г) водоповітряне душення (високодисперсне розпилення води);
- д) екранізація (екрани можуть бути азбестові, азбеститові, вермикулітові, совелітові, алюмінієві, сталеві сітки);
- ж) ширми;
- к) спеціальне харчування;
- л) спеціальний одяг, захисні окуляри, захисні маски.

При інтенсивності теплового опромінення від 0,25 до 1,0 кал/см²·хв на постійних робочих місцях повинна бути забезпечена рухливість повітря не менше 0,3 м/с при загальній вентиляції та в межах 0,7 ÷ 2,0 м/с при місцевій вентиляції.

При інтенсивності опромінення на робочому місці більше 1,0 кал/ см² хв) необхідно влаштовувати повітряне чи водоповітряне душення.

Температура й швидкість руху повітря повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 2.

Теплозахисні екрани є високоефективним колективним засобом захисту від теплового опромінення.

Для оцінки захисних властивостей екрана застосовуються такі характеристики:

- кратність ослаблення теплового випромінювання

$$m = \frac{E_o}{E_{\text{эк}}} ; \quad (1)$$

- коефіцієнт пропускання теплового випромінювання

$$\tau = \frac{1}{m} = \frac{E_{\text{эк}}}{E_o} ; \quad (2)$$

- коефіцієнт ефективності екрана

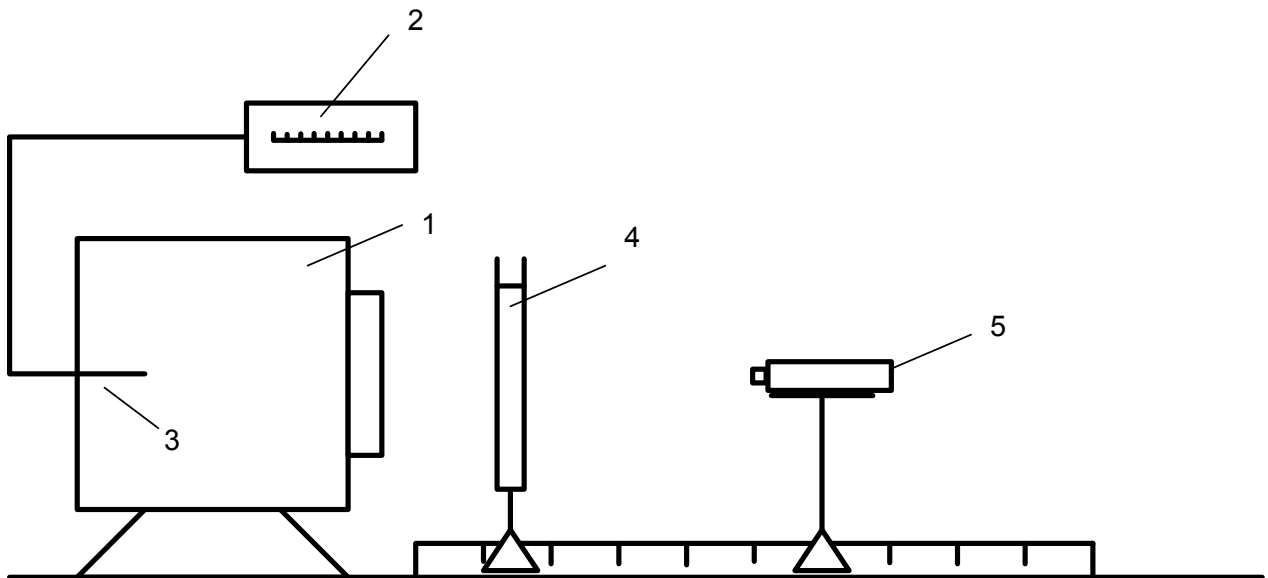
$$\gamma = \frac{E_o - E_{\text{эк}}}{E_o} \cdot 100\% , \quad (3)$$

де E_0 - інтенсивність теплового випромінювання на даній відстані від джерела випромінювання без екрана;
 $E_{\text{эк}}$ - те ж з екраном.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1 Увімкнути термітномуфельну піч (або рефлектор) в електричну мережу.

2 Після встановлення постійної температури (перевіряється пірометричним гальванометром) виміряти інтенсивність теплових випромінювань E_0 за допомогою радіометра на відстанях 80, 70, 60, 50, 40, 30, 25, 20, 15 і 10 см від джерела тепла згідно з рисунком 1.



1 - Джерело теплових випромінювань; 2 - пірометричний гальванометр;
3 - термометр; 4 - екран; 5 - радіометр

Рисунок 1 – Схема лабораторної установки для дослідження теплових випромінювань

3 Орієнтуючись на дані таблиці 1, дати гігієнічну оцінку впливу теплових випромінювань на організм людини.

4 Виміряти інтенсивність випромінювань $E_1 \div E_n$. Для цього виконати пункти 2, 3, установивши між джерелом тепловиділення й радіометром екран (матеріал і кількість екранів задається

викладачем).

5 Визначити характеристики екрана за формулами (1) - (3).

6 Дані вимірювань і розрахунків пунктів 2÷4 занести у звітну таблицю 3.

7 За даними вимірювань і розрахунків, зведених у таблицю 3, у загальній координатній системі побудувати графік залежностей (рисунок 2) $E_o = f(l)$, $E_1 = f(l)$... $E_n = f(l)$ і $\gamma = f(l)$ одного з екранів, визначеного викладачем.

Таблиця 3

Відстань від джерела тепловиділень l , см		10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
Інтенсивність теплового випромінювання E , кал/см ² хв	без екрана E_o										
	з екраном	E_1									
		...									
		E_n									
Характеристики захисних властивостей екранів	Кратність ослаблення										
	Коефіцієнт пропускання										
	Коефіцієнт ефективності, %										

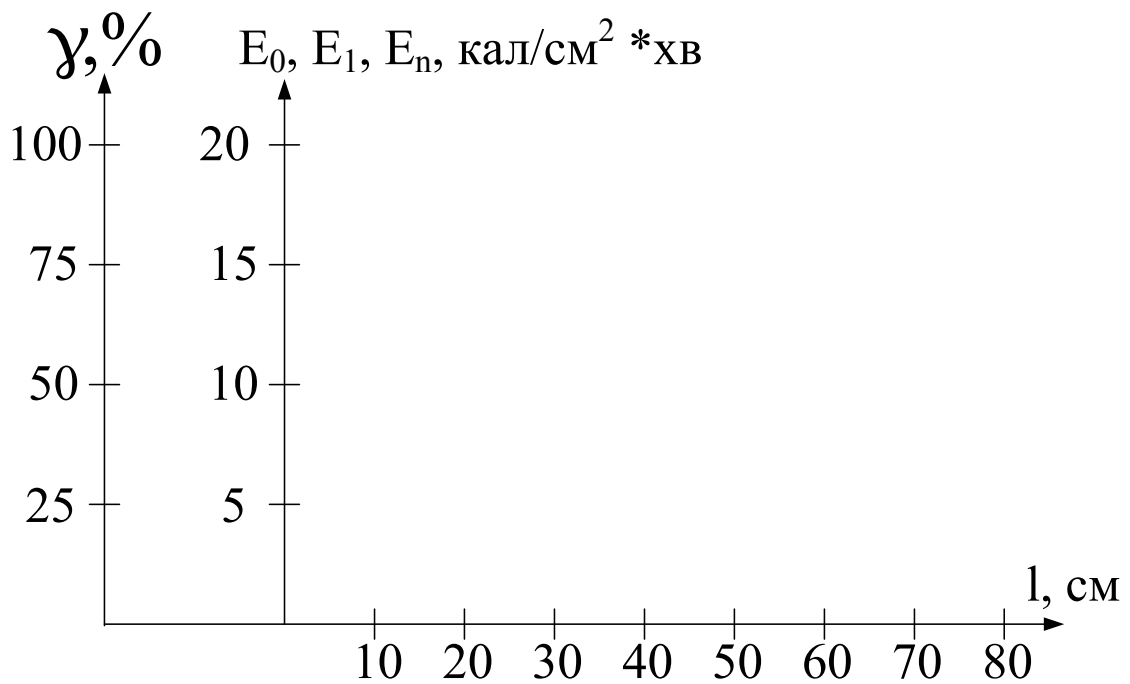


Рисунок 2

Як уже вказувалося вище, одним із заходів для оздоровлення повітряного середовища є повітряне душування. Якщо швидкість руху повітря душування перевищує нормативне значення (див. таблицю 2), людина застуджується, якщо ж менше нормативного - повітряне середовище не оздоровлене.

Джерелом рухливості повітря даної лабораторної установки є осьовий вентилятор. Для визначення оптимальної відстані установки вентилятора (дані продуктивності) від робочого місця необхідно анемометром виміряти швидкість руху повітря в 4-5 точках на різних відстанях від увімкненого вентилятора (відстані задається викладачем).

Дані вимірювань звести у звітну таблицю 4.

Таблиця 4

Відстань, м					
Швидкість руху повітря, м/с					

Згідно з таблицею 2 і звітною таблицею 4, заміряна швидкість руху повітря в одній із заданих точок буде відповідати необхідній. Ця відстань від вентилятора до робочого місця й буде оптимальною.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Охрана труда на железнодорожном транспорте; Под ред. В.Г. Сибарова. - М.: Транспорт, 1981.
- 2 Навроцкий В. К. Гигиена труда. - М.: Медицина, 1976.

ДОДАТОК А

ОПИС ПРИЛАДІВ І ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАННЯ НИМИ

А.1 Вимірювання інтенсивності теплового випромінювання за допомогою актинометра

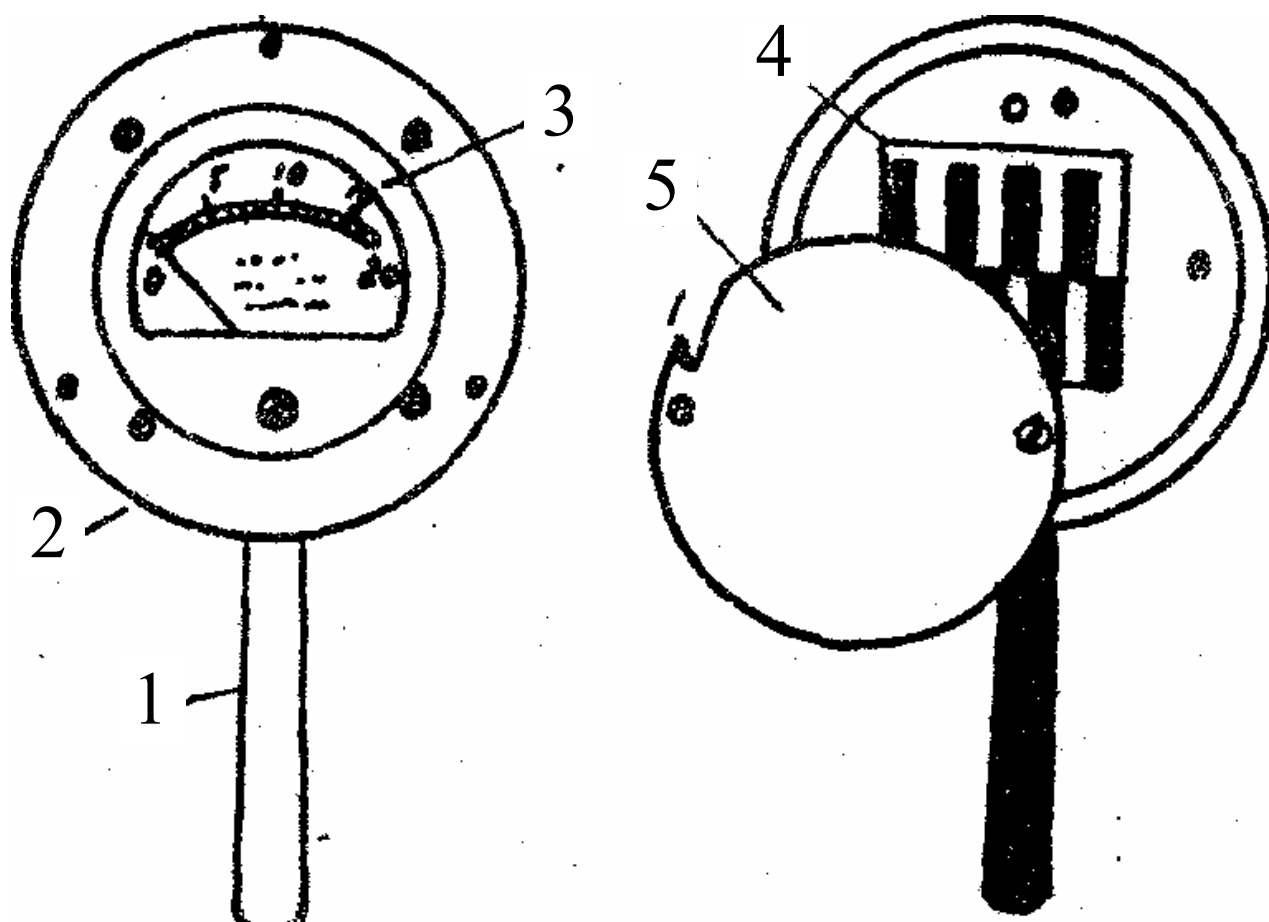
Інтенсивність теплового випромінювання можна вимірювати за допомогою звичайного термометра й парного. При рухливості повітря 0,5 м/с і вище цими приладами користуватися не рекомендується, тому що в цих умовах обмірювана інтенсивність виявляється нижче дійсної.

Для вимірювання інтенсивності теплового випромінювання широке розповсюдження одержав актинометр системи ЛІОТ (рисунок А.1). Прилад має широкий діапазон показань, він портативний, простий в експлуатації, малоінертний. Його дія заснована на принципі термоелектричного ефекту. Якщо із замкнутого електричного кола, що складається із двох різних металів, місця контактів яких мають різну температуру, в колі виникає термоелектричний струм, величина якого пропорційна перепаду температур на термоспаях.

Як термоприймач в актинометрі використана так звана термобатарей – система з ряду термоелементів, послідовно спаяних між собою. Ці спаї мають по черзі білий і чорний колір. При дії на таку систему теплового випромінювання сусідні спаї набувають різної температури внаслідок поглинання променистого тепла чорним прямокутником і відбитті його білим. Різниця температур обумовлює появу в батареї термоелектричного струму, що вимірюється вбудованим у прилад гальванометром. Шкала останнього градуйована в одиницях виміру теплової радіації - малих калоріях на 1 см^2 у хвилину. Діапазон вимірювання приладу – від 0 до $20 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{хв}$.

Вимірювання інтенсивності теплової радіації виконується таким способом.

Перед вимірюванням стрілку гальванометра встановлюють у нульове положення за допомогою коректора при закритому термоприймачі. Потім відкривають кришку й прилад у вертикальному положенні направляють термоприймачем у бік джерела випромінювання. Відлік показань гальванометра роблять через 2-3 с на місці виміру, після чого термоприймач негайно закривають кришкою. Актинометр не можна тривалий час безупинно тримати під опроміненням, а також його необхідно охороняти від поштовхів і струсів.



1 – ручка, 2 – корпус, 3 – шкала показань, відградуєвана в калоріях на квадратний метр за хвилину; 4 – чутливий термоелемент; 5 – задня відкидна кришка

Рисунок А.1 - Актинометр

А.2 Вимірювання інтенсивності теплового випромінювання за допомогою радіометра

Радіометр енергетичної освітленості переносний РАТ-2П-кварц-41 (рисунок А.2) призначений для вимірювання енергетичної освітленості об'єктів у діапазоні довжин хвиль від 0,2 до 25 мкм у нормальних кліматичних умовах:

- 1) температура навколишнього повітря від 5 до 40°C;
- 2) відносна вологість повітря при 25°C не більше 80%;
- 3) атмосферний тиск від 96 до 104 кПа (720-780 мм рт.ст.).



Рисунок А.2 - Радіометр енергетичної освітленості переносний РАТ-2П-кварц-41

Радіометр може бути використаний в організаціях охорони праці, медицині, сільському господарстві, для вимірювання щільності потоку випромінювання від нагрітих об'єктів, теплових втрат у теплоенергетиці, машинобудуванні та ін.

Радіометр складається з електронного блока з вбудованою в нього радіометричною голівкою й блока живлення (див. рисунок А.2). На лицевій панелі приладу розташоване цифрове табло (три повних і один неповний десятковий розряд), перемикач із двома положеннями «І» (включене) і «ЗО» (заряд акумуляторної батареї й відключене) і два регулювання для установлення нуля - грубо « ∇ » і плавно « $\nabla\nabla$ ».

На торці приладу встановлене гніздо для підключення блока живлення (залежно від положення перемикача на блоці живлення «Р-3» здійснюється живлення радіометра або підзарядка акумуляторної батареї).

Електричний монтаж приладу виконаний на двох друкованих платах.

Тепловий потік, потрапляючи на чутливий елемент голівки, генерує струм, який перетворюється в пропорційну йому напругу постійного струму. Аналого-цифровий перетворювач перетворює напругу в цифровий код і виводить його на рідкокристалічний індикатор.

А.2.1 Порядок роботи

1 Увімкнути радіометр. Для цього перемикач установити в положення «І».

Якщо після увімкнення радіометра на цифровому табло у всіх розрядах висвітлюються коми, підзарядити акумуляторну батарею, підключивши блок живлення до гнізда й установивши перемикач у положення «ЗО», а перемикач блоку живлення в режим «З». Підзарядку проводити протягом 12 год.

2 Затемнити радіометричну голівку ковпачком.

3 Установити нуль радіометра резисторами грубо « ∇ » і плавно з точністю ± 2 одиниці молодшого розряду.

4 Спрямувати радіометр на джерело випромінювання.

5 Зняти ковпачок із вхідного вікна радіометричної голівки.

6 Зробити відлік значення енергетичної освітленості по цифровому табло.

Для проведення вимірювань в інфрачервоній (ІЧ) області необхідно скористатися знімним фільтром (діапазон довжин хвиль із ІЧ-фільтром лежить у межах 1...15 мкм). При цьому значення енергетичної освітленості в ІЧ-області $E_{iч}$ розраховується за формулою

$$E_{iч} = E/k,$$

де E - показання приладу з фільтром;

k - коефіцієнт ослаблення фільтра ($k = 0,6$).

Увага! Індикація «1» у старшому розряді та при відсутності показань в інших означає, що енергетична освітленість перевищує 2000 Вт/м². Для вимірювань енергетичної освітленості, що перевищує 2000 Вт/м², необхідно встановити діафрагму. При цьому істинне значення освітленості $E_{iст}$ визначається за формулою

$$E_{iст} = E_{п} \cdot 10,$$

де $E_{п}$ - показання радіометра з діафрагмою.

Примітка. Для того, щоб перевести одиниці виміру для енергетичної освітленості, слід враховувати таке:

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}; 1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}.$$

7 Вимкнути радіометр. Для цього перемикач установити в положення «ЗО».

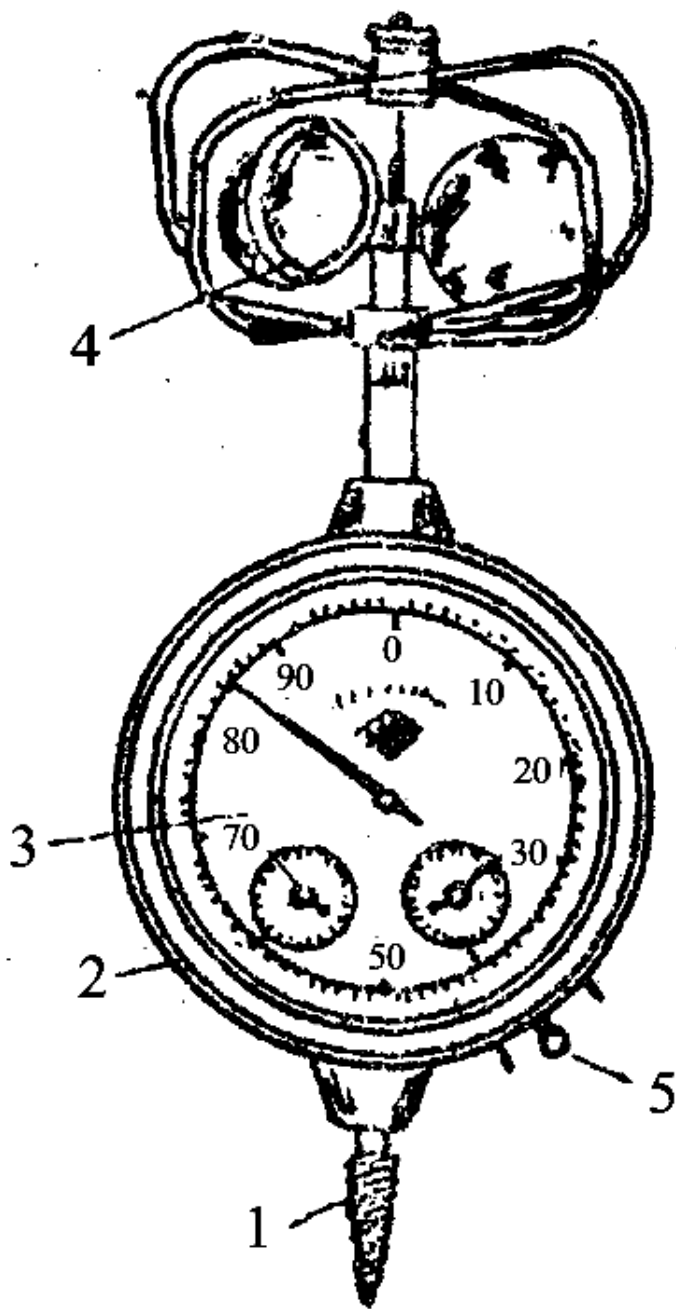
А.3 Вимірювання швидкості руху повітря

Для вимірювання швидкості руху повітря використовують анемометри різних конструкцій. Анемометри дозволяють вимірювати швидкість руху повітря в широких межах: крильчастий анемометр - від 1 до 30 м/с, чашковий - від 1 до 30 м/с.

Перші сприймають рух повітря крильчастим колесом із пластинками з алюмінію, що обертаються під тиском потоку повітря, другі - чотирма порожніми алюмінієвими півкулями; цей рух системою зубчастих коліс передається стрілкам, що рухаються по градуйованих циферблатах, по яких здійснюється відлік.

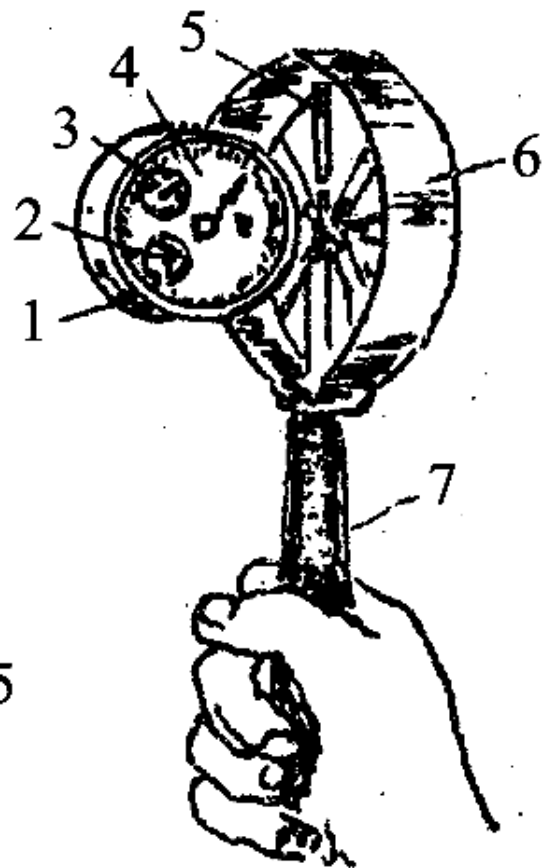
Вимірювання швидкості руху повітря виконується так: записавши вихідне показання стрілок на циферблатах (на маленьких циферблатах беруться до уваги тільки цілі поділки) і від'єднавши за допомогою важільця, що знаходиться на бічній стороні приладу, частину приладу, що рухається, від стрілок, поміщають прилад у струмінь повітря таким чином, щоб вісь обертання колеса або чашок була паралельна напрямку потоку повітря; дають крилам або чашкам анемометра перебороти інерцію приладу й набути максимальної швидкості обертання. Потім зворотним поворотом важільця вмикають стрілки й у цей момент відзначають час; через 100 с, не відводячи приладу з місця дослідження, вмикають стрілки (одночасно відзначають час). Записавши нові показання стрілок і віднявши перші показання від других, ділять отриманий результат на час експозиції приладу (100 с). Одержавши число поділок у секунду, за тарувальною залежністю приладу визначають швидкість руху повітря.

Анемометри показані на рисунках А.3, А.4.



1 – гвинт для кріплення;
 2 – корпус; 3 – циферблат рахункового механізму, що має три шкали: одиниць, сотень і тисяч; 4 – метеорологічна вертушка; 5 – аретир для вмикання й вимикання механізму

Рисунок А.3 - Анемометр ручний, чашковий



1 - аретир; 2 - шкала тисяч;
 3 - шкала сотень; 4 - шкала одиниць; 5 - крильчатка;
 6 - корпус; 7 - ручка

Рисунок А.4 - Анемометр ручний, крильчастий

