

29.03.24.

25 група

Сировина і допоміжні матеріали у виробництві

Тема: Будова приладів для ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

Температура є однією з величин, що характеризує тепловий стан системи "атмосфера – земна поверхня". Розподіл температури повітря в атмосфері, її зміни називають *тепловим режимом атмосфери*. Тепловий режим атмосфери є важливою характеристикою клімату певної території. Для вимірювання температури повітря, ґрунту і води користуються термометрами. Принцип дії будь-якого термометра ґрунтується на закономірній залежності вибраної для вимірів фізичної властивості речовини в термометрі. Ці властивості і речовини називають термоелектричними. Метод вимірювання температури і вид термометрів визначає вибрана термометрична характеристика.

Для порівняння показів різних термометрів їх градуюють за шкалою. Одиниця вимірів температури залежить від вибраної температурної шкали.

У метеорології застосовують дві температурні шкали: Цельсія (запропонована в 1748 р.) і Фаренгейта (запропонована в 1715 р.).

Градус температурної шкали Цельсія ($^{\circ}\text{C}$) складає 1/100 інтервалу між точками танення льоду і кипіння води і має значення відповідно 0°C і 100°C .

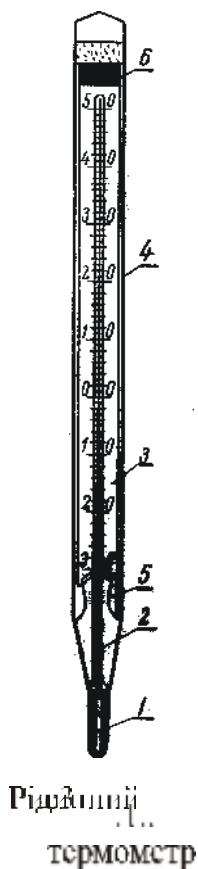
Градус температурної шкали Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$) складає 1/180 інтервалу між точками танення льоду і кипіння води і має присвоєні значення 32°F і 212°F .

Крім того, існує температурна шкала Реомюра (в 1736р.) і Кельвіна (в 1848р.). Градус температурної шкали Реомюра ($^{\circ}\text{R}$) складає 1/80 інтервалу між точками танення льоду і кипіння води і має відповідно значення 0 і 80.

Шкала Кельвіна називається термодинамічною і спирається на реперну точку – потрійну точку води (тобто точку рівноваги стану трьох фаз води).

Градус шкали Кельвіна ($^{\circ}\text{K}$) складає 1/100 інтервалу між точками танення льоду і кипіння води. Але з врахуванням того, що температура потрійної точки води лежить вище точки танення льоду на 0,01, реперній точці шкали дано значення 273.16°K (273°K). Таким чином Кельвін визначається як 1/273.16 інтервалу термодинамічної шкали між абсолютним нулем і потрійною точкою. Часто шкалу Кельвіна називають абсолютною. За абсолютною шкалою температура може бути тільки додатньою.

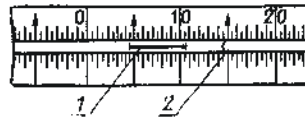
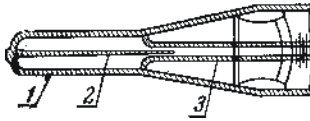
З 1968 року прийнята Міжнародна практична температурна шкала (МПТШ-68), яка дозволяє користуватись як міжнародною температурою, так і Кельвіна. Для переходу значень температури з однієї шкали в іншу служать такі формули:



$$\begin{aligned} C &= R = \frac{4}{5} C = F - 32; & C &= \frac{5}{9} (F - 32); \\ K - 273; & & & \\ F &= C + 32; & & \\ K &= C + 273; & & \end{aligned}$$

На метеорологічних станціях використовують такі види термометрів:

1. Рідинні, дія яких ґрунтується на зміні температури (підвищенні чи зниженні). Як термометричну рідину застосовують ртуть або спирт, які мають такі фізичні властивості: Ртуть (Hg): температура замерзання – 38.9°C, а температура кипіння 356.9°C, коефіцієнт розширення 0.000181 (при 18°C), теплоємність – 0.03 кал/г град; спирт етиловий (C₂H₅OH);



температура
замерзання 117.3°C,
температура кипіння
– 78.5°C, теплоємність
0.58 кал/г град, коефіцієнт
розширення – 0.0011
(при
+18°C).

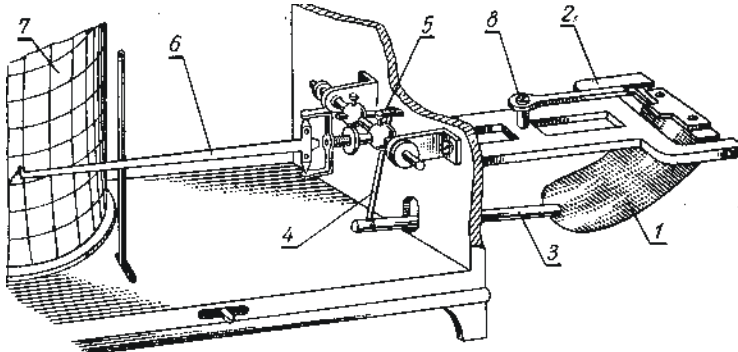
Мал. 3.3. Пристосування для
Мал. 3.2. Пристосування для
визначення мінімальної температури
зосередження максимальних
показів термометра.

Всі
рідинні термометри
складаються з

трьох основних частин скляного резервуара (1), наповненого ртуттю або спиртом, який переходить у капіляр (2); скляної шкали з поділками (3); скляної захисної трубки (4).

2. Деформаційні термометри (М-16АС), дія яких ґрунтується на змінах лінійних розмірів твердих речовин через зміну температури. В метеорології застосовується

переважно один вид деформаційних термометрів – біметалічні термометри, в яких існує біметалічна пластинка 1 (з інвару і сталі), яка дуже чутлива на зміну температури. При зміні



Термограф біметалічний.

температури
біметалічна пластинка
вигинається внаслідок
розширення металів, які її
утворюють. Вимірює
температуру в діапазоні від
–45 до +35°C; –35 до +45°C;
–25 до +55°C.
Біметалічні
пластинки застосовуються в
термографах, радіозондах.

Мал. 6.7

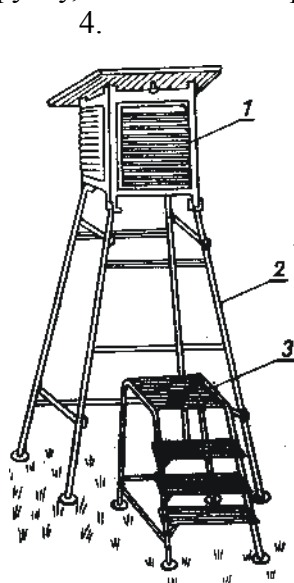
3. Термометри опору,
дія яких ґрунтується на зміні
електричного опору матеріалів
(провідності) зі
зміною

температури. Така властивість температурної залежності електроопору характерна в більшій чи меншій мірі для всіх матеріалів. У якості перетворювачів термометрів опору застосовують дріт'яні (платинові, мідні) і напівпровідникові терморезистори (окисли урану, марганцю, міді, заліза, магнію), які входять до складу вимірювальних схем як один із її елементів. Найчастіше застосовується схема моста Уїтстона.

Терморезистори застосовують у дистанційному термометрі ґрунту М-54-2, електротермометрі АМ-2м-1, АМ-29. Термометри опору мають переваги перед рідинними термометрами. Один термометр опору може забезпечити всі виміри температури на метеорологічній станції. Крім того, термометри опору дозволяють проводити виміри температури.

3. Термоелектричні термометри, дія яких ґрунтується на зміні електрорухомої

сили термоелементів при зміні різниці температури спайів. Як перетворювачі температури використовуються металічні напівпровідникові термопари. В замкнутому колі, що складається з різних провідників і напівпровідників, виникає електрострум, якщо температура місць їх сполучення є різною. У метеорології термоелектричні термометри застосовують для вимірювання градієнтів температури, а також температури повітря, ґрунту, води. Але ці термометри мають суттєвий недолік – малу чутливість.



Мал. 3.5. Психрометрична будка.

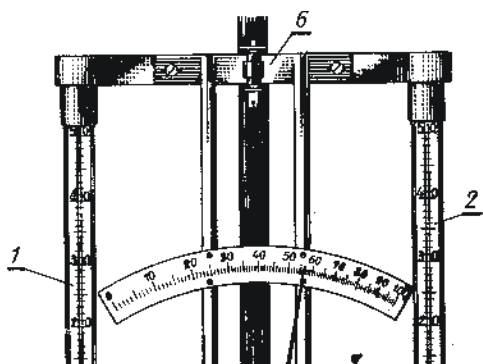
переважно рідинними термометрами, які поміщають на метеомайданчику в психрометричній

Термотранзисторні термометри (ТЕТ-2), дія яких ґрунтується на залежності напруги "емітер-база" транзистора від температури. В цих термометрах перетворювачами температури є транзистори. Термотранзистори застосовуються при вимірах температури в межах від -70 до $+200^{\circ}\text{C}$. Серійно випускається транзисторний електротермометр ТЕТ-2, який дає можливість вимірювати температуру ґрунту на глибинах, на яких стаціонарно встановлюються датчики (до глибини 50 см). Прилад має такі переваги, як стабільність, висока чутливість, малі габарити. Основна погрішність приладу при вимірах в широкому діапазоні – 2°C , в піддіапазонах $-0,5^{\circ}\text{C}$. Тепер широко для експериментальних спостережень використовують технології автоматичного отримання і опрацювання даних з температури повітря та ґрунту з використанням комп'ютерних технологій, що включає використання "датолагерів" – приладів автоматичної фіксації з наступним опрацюванням метеорядів з допомогою програмного комп'ютерного забезпечення.

Термометри для вимірювання температури повітря.

Для вимірювання температури повітря користується переважно рідинними термометрами, які поміщають на метеомайданчику в психрометричній будці. Психрометрична будка – це невелика дерев'яна шафка розміром $29 \times 46 \times 59$ см, бічні стінки якої зроблені з подвійного ряду нахилених планок у вигляді жалюзі (Мал. 3.5). Одна зі стінок має дверцята. Зверху будки – горизонтальна стела, над нею – піднятий дах з нахилом на південь. Дно будки складається з трьох окремих планок, середня з них розташована трохи вище від двох крайніх. Між планками утворюються широкі щілини. Така будова будки (жалюзі і щілини) дають можливість вільному доступу повітря до приладів. Будка встановлюється на дерев'яній підставці так, щоб резервуари термометрів були на висоті 2 м від ґрунту. Двері будки орієнтовані на північ (під час спостережень сонячні промені не попадатимуть на термометри). Вся будка, підставка і драбинка пофарбовані в білий колір. Психрометрична будка захищає термометри від впливу на них сонячної радіації.

На метеорологічних станціях температуру повітря вимірюють за допомогою сухого термометра станційного психрометра, яким також визначають характеристики вологості (ТМ-4). Психрометричні термометри мають вставну шкалу з молочного скла з ціною поділки $0,2^{\circ}\text{C}$. Відліки проводяться з точністю до $0,1^{\circ}\text{C}$. Межі вимірювань -35°C до $+50^{\circ}\text{C}$.



Для вимірювання максимальної температури (Рис. 3.2) поміж термінами спостережень служить максимальний ртутний термометр (ТМ 1) із шкалою молочного скла і ціною поділки $0,5^{\circ}\text{C}$. Діапазон шкали від -30 до $+50^{\circ}\text{C}$, або від -20 до $+70^{\circ}\text{C}$. У дно резервуара

впаяний скляний конічний стержень (2), який вузьким кінцем входить у капіляр. Через таку будову на початку капіляра (3) утворюється звуження, яке перешкоджає вільному рухові ртуті з капіляра в резервуар. При підвищенні температури ртуть під дією теплового розширення проходить через звуження з резервуару в капіляр. Коли температура знижується, ртуть із капіляру в зворотньому напрямку в резервуар не проходить, бо сили зчеплення між частками ртуті не в змозі перемогти сили тертя в звуженні, і в цьому місці відбувається розрив ртуті. В капілярі залишиться стовпчик ртуті, який і буде показувати найвищу температуру між термінами спостережень. Після кожного відліку під час спостережень декілька разів сильними, але плавними рухами руки струшують термометр для того, щоб

ртуть повернулась у резервуар (такий же принцип дії в медичних термометрах) і зайняла положення, що відповідає даній температурі, і тим самим готують максимальний термометр до наступних спостережень.

Мал. 4.6. Встановлення термометрів в психрометричній будці для вимірювання температури повітря.

Для вимірювання найнижчої температури за час між строками спостережень (Мал. 3.3) служить мінімальний термометр (ТМ 9). Мінімальний термометр спиртовий має вставну шкалу із молочного скла і ціну поділки 0.5°C . Нижня межа вимірів є від -70 до -40°C , верхня – від $+20$ до $+40^{\circ}\text{C}$.

У капілярі мінімального термометра всередині спирту знаходиться невеличкий тонкий скляний штифт (1) з потовщеними тупими кінцями. Він і зберігає мінімальне значення температури поміж строками спостережень. При вертикальному положенні (резервуаром вгору) штифт вільно рухається всередині спирту до плівки поверхневого натягу (2). В горизонтальному положенні, при пониженні температури, штифт рухається в зворотню сторону, до резервуара (під тиском плівки поверхневого натягу). Якщо температура підвищується, менікс відходить в сторону більш високих температур, а штифт залишається на рівні мінімальної температури.

Під час спостережень, не торкаючи руками термометра, відраховують мінімальну температуру по кінцю штифта, віддаленого від резервуара, а строкову температуру за положенням менікса спирту. Після зняття відліку термометр перевертають резервуаром догори поки штифт дійде до менікса спирту і тим самим термометр підготовлений до наступних спостережень.

Максимальний і мінімальний термометри в психрометричній будці встановлюють у горизонтальному положенні.

Для вимірювання температури повітря в польових умовах застосовують сухий термометр аспіраційного психрометра і термометр-пращ.

Аспіраційний психрометр складається з двох ртутних термометрів, які мають вставні шкали з молочного скла з ціною поділки шкали $0,2^{\circ}\text{C}$. Обидва термометри поміщені в металічну оправу, на верху якої знаходиться аспіратор, що забезпечує постійну швидкість повітря (2м/сек) біля приймальної частини термометрів. На відміну від стаціонарного

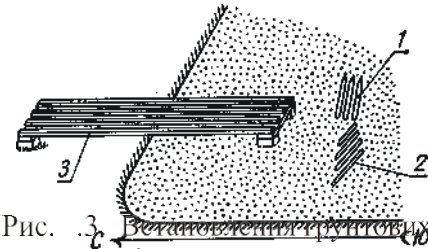


Рис. 3. Аспіраційний психрометр

психрометра, термометри в ньому мають менші розміри і іншу форму резервуара. Аспіраційний психрометр служить також для вимірювання вологості повітря в польових умовах (другий термометр "змочений", резервуар якого під час спостережень зволожуються за допомогою мокрої батишту).

Термометр – пращ – ртутний термометр з паличковою шкалою молочного скла і ціною поділки шкали $0,5^{\circ}\text{C}$. На верхньому кінці термометра є кулька, до якої прив'язують шнур. При вимірюванні температури

повітря термометр крутять за допомогою шнура на висоті витягнутої догори руки по горизонтальній площині (2-3хв). Потім шнур намотують на вказівний палець і швидко

знімають відлік. Крім рідинних термометрів на метеостанціях використовують

термографи (деформаційні термометри М-16АС), які поміщають у психрометричну (метеорологічну) будку. В залежності від швидкості оберту барабана термографи поділяються на добові і тижневі. Їх розрізняють згідно положення шестерні на барабані (позначається "Д" або "Т"). Зміну стрічки в добовому термографі проводять щодня о 12-годині: в тижневому – кожного понеділка в цей же час.

Д\3 Опрацювати тему.