

Лекція 3

Загальні відомості та принципи будови засобів для вимірювання температури

План:

1. Класифікація методів виміру температури
2. Принцип будови та роботи приладів для контактного виміру температури
3. Принцип будови та роботи приладів для безконтактного виміру температури

Питання **1.** Класифікація методів
виміру температури

За способом взаємодії з середовищем, яке аналізується:

- **контактні;**
- **безконтактні (дистанційні).**

За методом контактного виміру температури:

- розширення:
 - скляні рідинні;
 - ділатометричні;
 - біметалеві;
- манометричні;
- термоелектричні;
- опору.

Питання 2. Принцип будови та роботи приладів для контактного виміру температури

СКЛЯННІ РІДИННІ ТЕРМОМЕТРИ

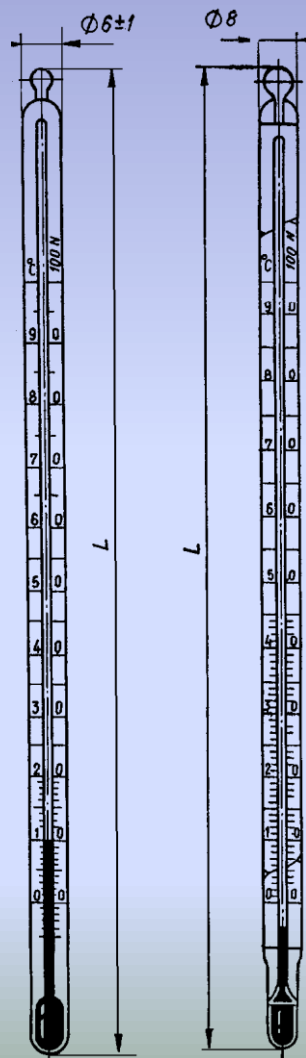
У рідинних термометрах використовується залежність об'єму рідини від температури (спирт, ртуть, лігроїн та ін.).

В залежності від конструкції бувають:

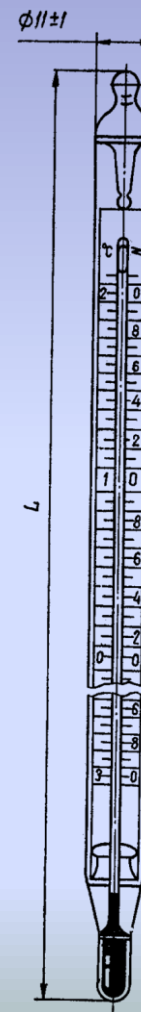
- **термометри палочні (тип А);**
- **термометри зі шкалою, що вкладена всередину скляної оболонки (тип Б);**
- **термометри з зовнішньою шкальною пластиною (тип В).**

Скляні рідинні термометри

Тип А

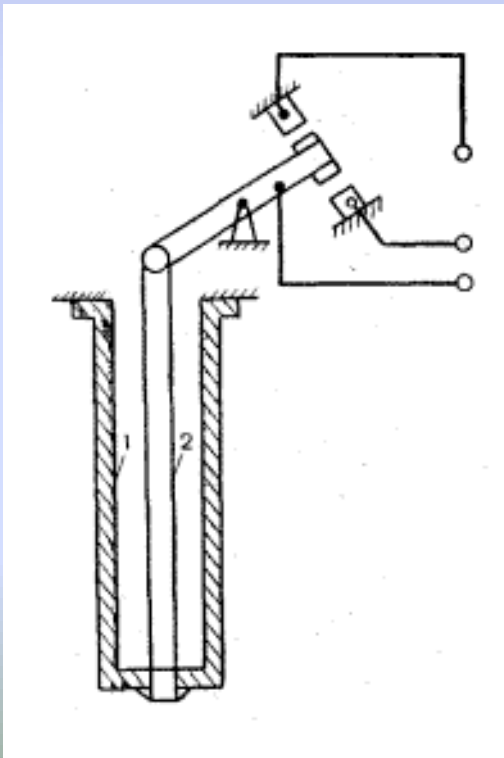


Тип Б



ДІЛАТОМЕТРИЧНІ ТЕРМОДАТЧИКИ

Всі матеріали розширюються при збільшенні температури. При цьому коефіцієнт лінійного розширення залежить від природи матеріалу.

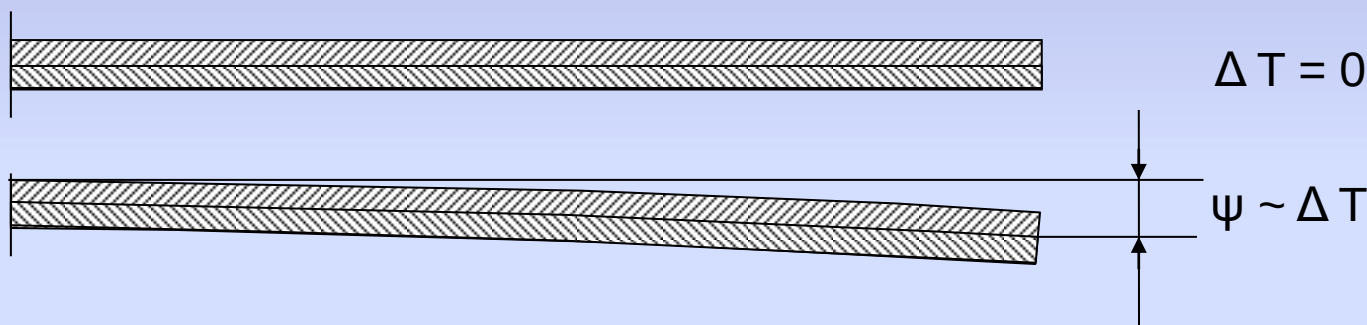


1- трубка з металу з великим коефіцієнтом лінійного розширення;

2 - стержень з металу з малим коефіцієнтом лінійного розширення.

БІМЕТАЛЕВІ ТЕРМОДАТЧИКИ

Якщо пластини з суттєво різним коефіцієнтом лінійного розширення спаяти (спресувати) між собою, то при зміні температури система буде деформуватися.



Дилатометричні і біметалічні датчики температури можуть застосовуватися в різного роду термореле, для замикання (розмикання) контактів при досягненні заданого рівня температури.

МАНОМЕТРИЧНІ ТЕРМОМЕТРИ

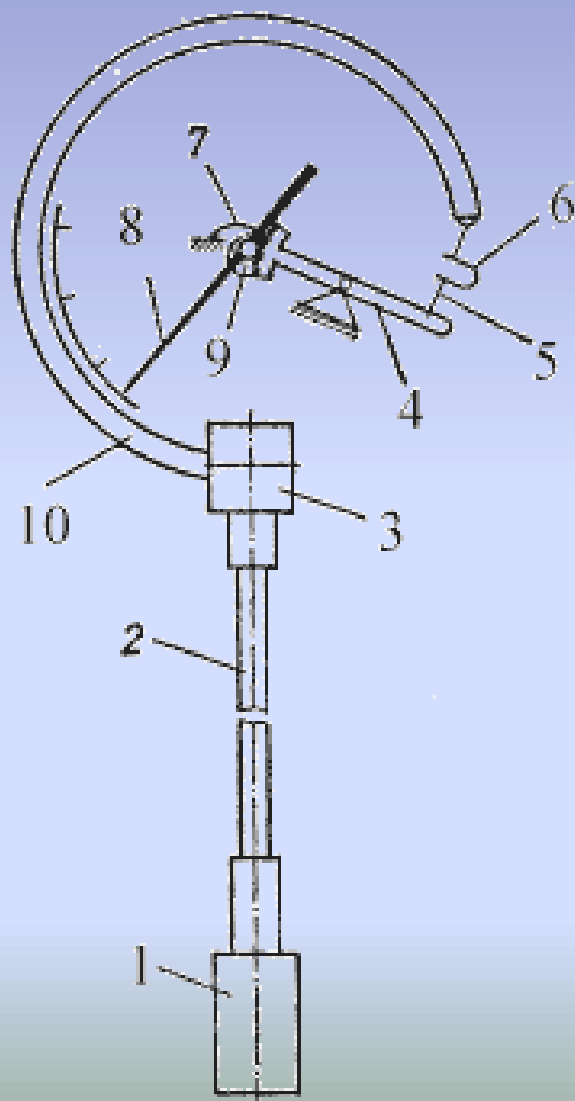
У манометричних термометрах використовується залежність тиску газу від температури



$$P_T = P_0 \cdot (1 + \beta T)$$

$\beta = 1/273$ - температурний коефіцієнт розширення газу

МАНОМЕТРИЧНІ ТЕРМОМЕТРИ



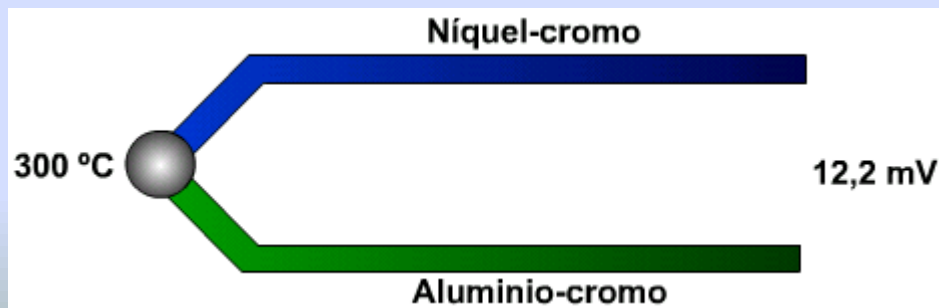
- 1—термобалон; 2 — капіляр;
- 3 — тримач; 4 — сектор;
- 5 — поводок;
- 6 — компенсатор;
- 7 — спіральний волосок;
- 8 — вказуюча стрілка;
- 9 — трубка;
- 10 — манометрична пружина

Промислові манометричні термометри

Тип термометру	Діапазон вимірів, °C	Робоча речовина	Довжина капіляру, м
Газові ТГП, ТГС, ТГ	-150 ÷ 600	азот, аргон	0,6 – 60
Рідинні ТПЖ, ТЖС, ТЖ	-150 ÷ 300	пропіловий спирт, метаксилол, ртуть, поліметилсилоксанова рідина	до 10
Конденсаційні ТКП, ТПП	-50 ÷ 300	пропілен (C ₃ H ₆), фреон- 22 (CHF ₂ Cl), хлористій метил (CH ₃ Cl), ацетон (C ₃ H ₆ O)	до 25

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ТЕРМОМЕТРИ (термопари)

Термопара — чутливий елемент термоелектричного перетворювача у вигляді двох ізольованих провідників із різнорідних матеріалів, з'єднаних на одному кінці, принцип дії якого ґрунтується на використанні термоелектричного ефекту.

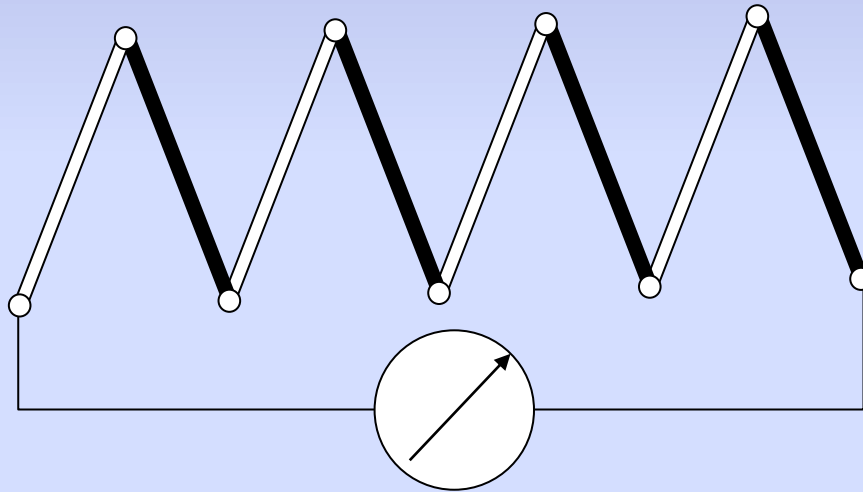


Принцип дії термопари - термоелектричний ефект, або ефект Зеєбека.

Суть явища: в замкнутому ланцюзі з двох різнорідних провідників, якщо місця їх з'єднання, або спай підтримувати при різній температурі, виникає електрорушійна сила (термо-ЕРС). Величина термоелектрорушійної сили залежить від матеріалу провідників і різниці температур контактів, напрямку струму в контурі - від того, температура якого спаяний вище.

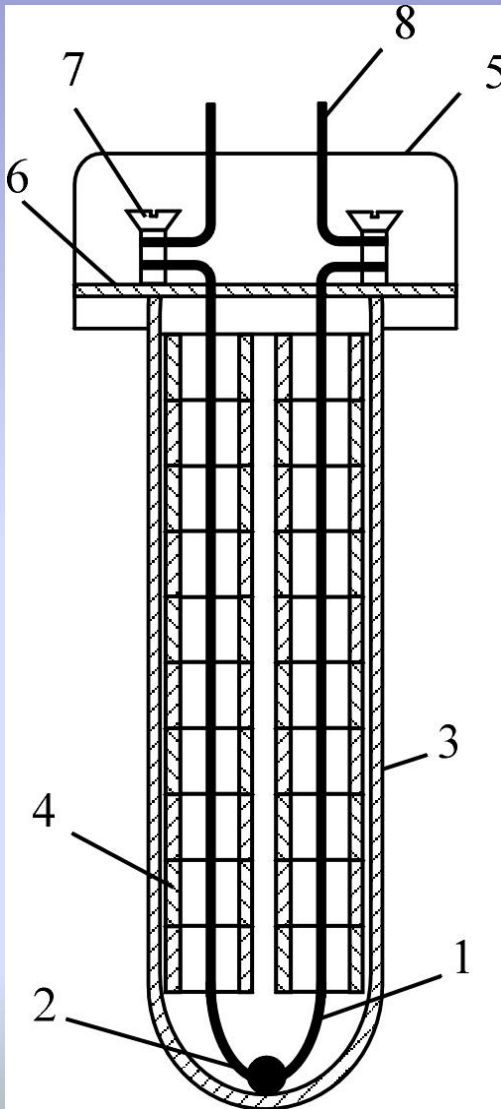
Для підвищення потужності вихідного сигналу можуть використовуватися декілька термопар включених послідовно.

Такий комплект з термопар називається батареєю.



Батарея термопар

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ТЕРМОМЕТРИ



- 1-Термоелектроди;
- 2- Спай;
- 3- Захисний чохол;
- 4- Ізоляційні гірлянди;
- 5- Головка термометру;
- 6- Колодка;
- 7- Затискувачі;
- 8- Термоелектроди і сполучні проводи.

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ТЕРМОМЕТРИ

Тип термопар	Діапазон вимірів, °C	Матеріал
ХА	−300 ÷ 1300	хромель—алюмель
ХК	−50 ÷ 800	хромель — копель
ПП	0 ÷ 1600	платинородий — платина
ПР	0 ÷ 1800	платинородієві
ВР	0 ÷ 2500	вольфрамренієві

Найбільш розповсюджені матеріали для термопар

- **хромель** - хром - 8,7-10%; нікель - 89-91%; кремній, мідь, марганець, кобальт – домішки;
- **алюмель** - Ni (93-96%); Al (1,8-2,5%); Mn (1,8-2,2%); Si (0,8-1,2%);
- **копель** -Ni (42,5÷44)%, Fe 0,15 %, Mn (0,1÷1,0)% , решта - Cu.

Переваги термопар:

- великий температурний діапазон виміру;
- вимір високих температур до 1800—2200°C;
- можливість використання в автоматичних системах.

Недоліки:

- точність більше 1°C важко досягти;
- на покази впливає температура вільних кінців, на яку необхідно вносити поправку.

ТЕРМОМЕТРИ ОПОРУ

Принцип дії заснований на явищі зміни електричного опору провідника в залежності від його температури

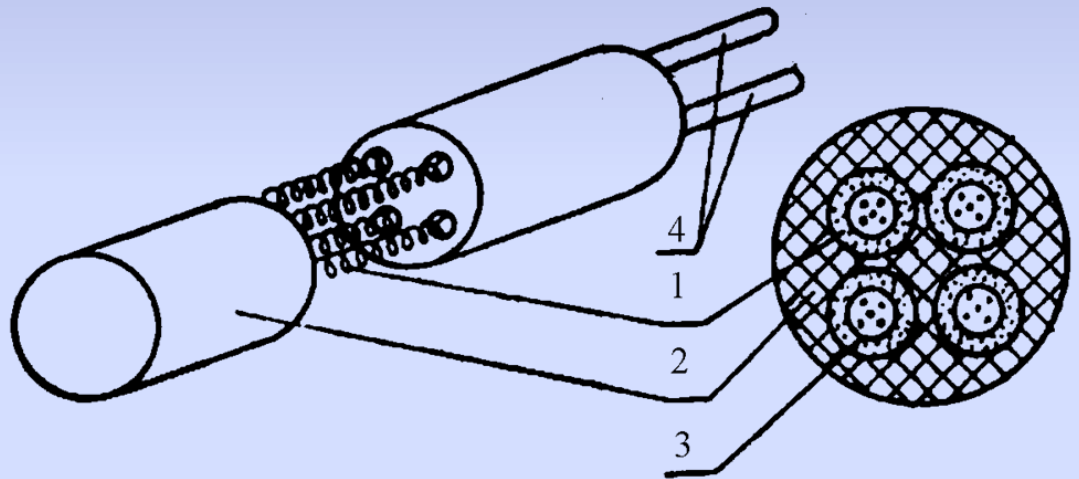
$$R_t = R_0(1 + a_t),$$

де R_0 – опір дроту при 0°C ,

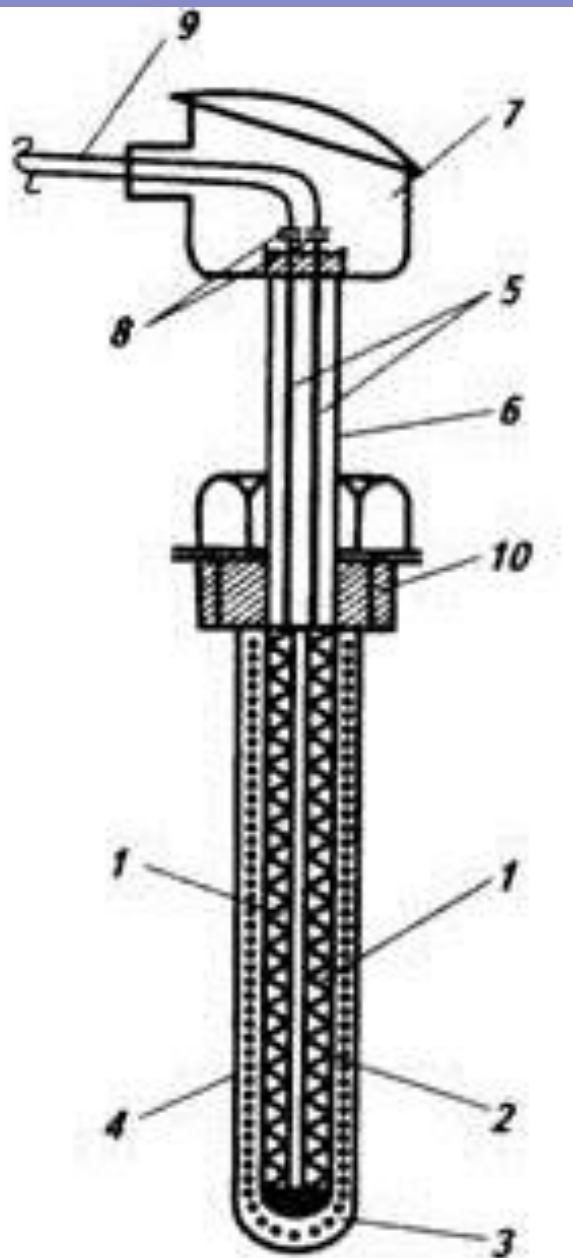
R_t – опір дроту при $t^\circ\text{C}$,

a_t — температурний коефіцієнт опору
термочутливого елемента.

Термометр опору являє собою конструкцію, в якій дріт з платини або міді намотаний на спеціальний діелектричний каркас, розміщений всередині герметичного захисного корпусу, зручного за формою для монтажу.



Платиновий чутливий елемент:
1 - спіраль; 2 - каркас; 3 - порошок;
4 - контакти



- 1 - чутливий елемент з платинової або мідного дроту, в формі спіралі;
- 2 - пористий керамічний циліндр;
- 3 - керамічний порошок;
- 4, 6 - захисна зовнішня трубка;
- 5 - струмопередаючі контакти;
- 7 - головка термометра;
- 8 - клеми для приєднання вивідного дроту;
- 9 - дріт до фіксуючого приладу;
- 10 - втулка з різьбою для монтажу в трубопровід.

Переваги термометрів опору:

- висока точність (близько $0,1^{\circ}\text{C}$);
- стабільність параметрів;
- майже лінійна залежність опору від температури;
- взаємозамінність.

Недоліки:

- відносно малий діапазон вимірювань (у порівнянні з термопарами);
- значна вартість приладів (в порівнянні з термопарами з неблагородних металів) для платинових термометрів опору.

Питання 3. Принцип будови та роботи
приладів для безконтактного виміру
температури

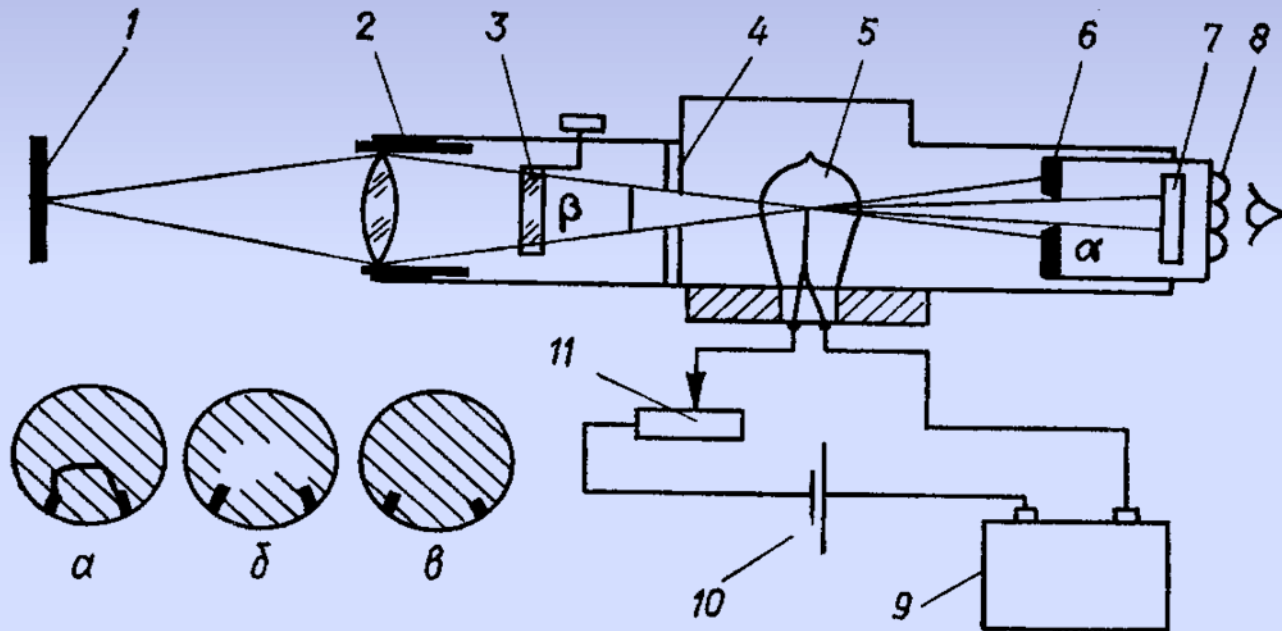
Для виміру температури **безконтактним**
методом, застосовують **пірометри**

За принципом дії, пірометри
поділяються на:

- яркісні (оптичні);
- радіаційні;
- колірні.

ЯРКІСНІ ПРОМЕТРИ (ОПТИЧНІ)

Загальний принцип роботи - порівняння яскравості світіння об'єкту і еталону (вольфрамовій ниті). При збігу яскравості (нитка зникає на тлі об'єкту) вважають, що температура об'єкту і еталону однакова.



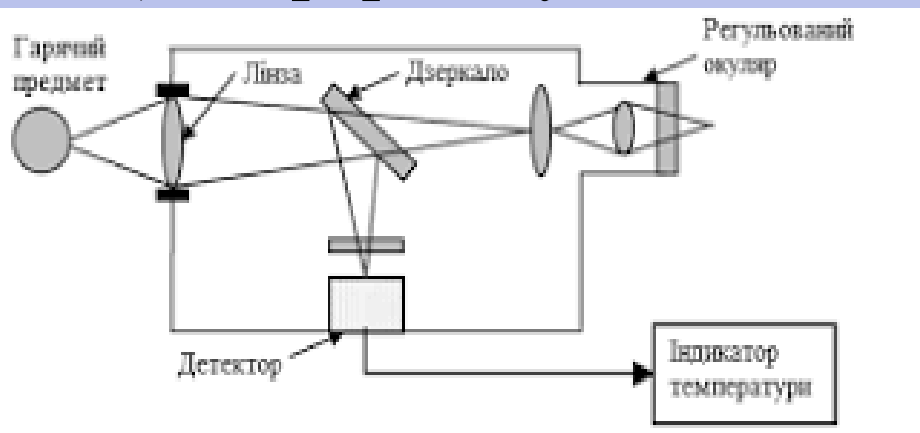
1- випромінювач, 2- лінза об'єктиву, 3- поглинаюче скло, 4,6- діафрагма, 5- пірометрична лампа, 7- червоній фільтр, 8- окуляр, 9- показуючий прилад, 10- джерело струму, 11- реостат.

Оптичний пірометр Промінь М-1



РАДІАЦІЙНІ ПІРОМЕТРИ

Загальний принцип роботи – інтенсивність теплового потоку від нагрітого тіла, що поступає через лінзу приладу і потрапляє на термометр (опору, термопару та ін.), перераховується в температуру.



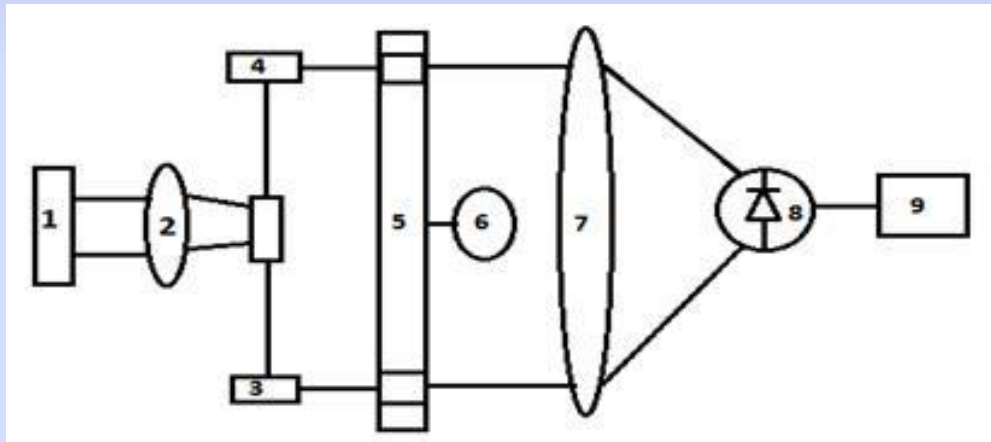
ПВ-6



4ПМ1

КОЛІРНІ ПІРОМЕТРИ

Загальний принцип роботи - визначається відношення інтенсивності випромінювання нагрітого тіла в променях обраних довжин хвиль. Це відношення для кожної температури буде різним, і воно однозначно визначає температуру тіла.



1- нагріте тіло; 2 оптична лінза, яка поєднана з призмою; 3,4-дзеркала; 5-диск зі світлофільтрами; 6-електродвигун; 7-обтюратор; 8-фотоприймач; 9-вимірювальний прилад.

Завдання на самопідготовку

- Автоматика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янка О.А. та інш. – Харків: АЦЗУ, 2006.– С. 57-70.