

Technologie Materiałowe II

Wykład 5

Urządzenia do obróbki cieplnej

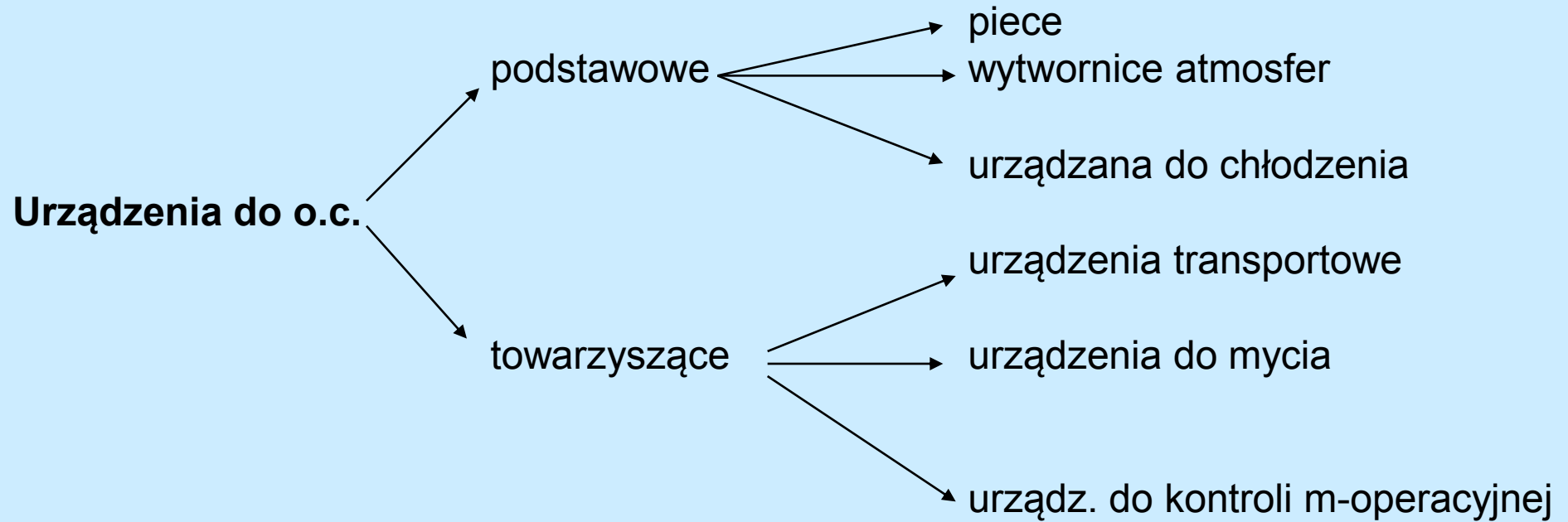
dr hab. inż. Jerzy Łabanowski, prof.nadzw. PG

Kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa

Studia stacjonarne I stopnia

sem. VI

Urządzenia do obróbki cieplnej



Piece

Podział w zależności od sposobu pracy i stopnia mechanizacji

- piece o działaniu okresowym
- piece o ruchu półokresowym
- piece o ruchu ciągłym

Podział w zależności od źródła energii cieplnej

- piece gazowe
- piece elektryczne

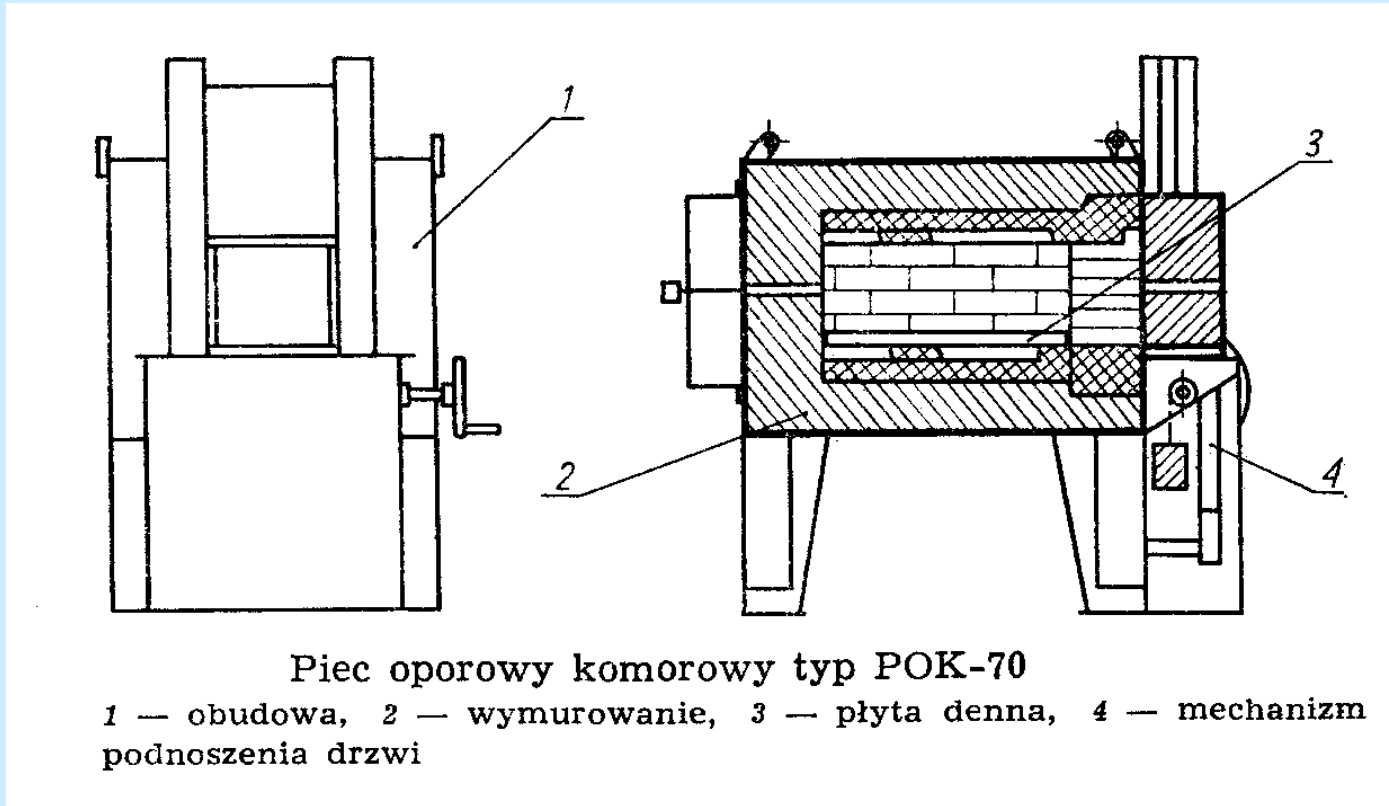
Podział pod względem rodzaju atmosfery w piecu

- piece z atmosferą naturalną
- piece z atmosferą regulowaną
- piece kąpielowe na kąpiel solną, olejową, ołowiową
- piece próżniowe z gorącą i zimną komorą

Podział w zależności od wysokości temperatury znamionowej

- niskotemperaturowe (do 700°C)
- średnotemperaturowe (700 - 1000°C)
- wysokotemperaturowe (powyżej 1000°C)

Piece komorowe



Przeznaczenie:

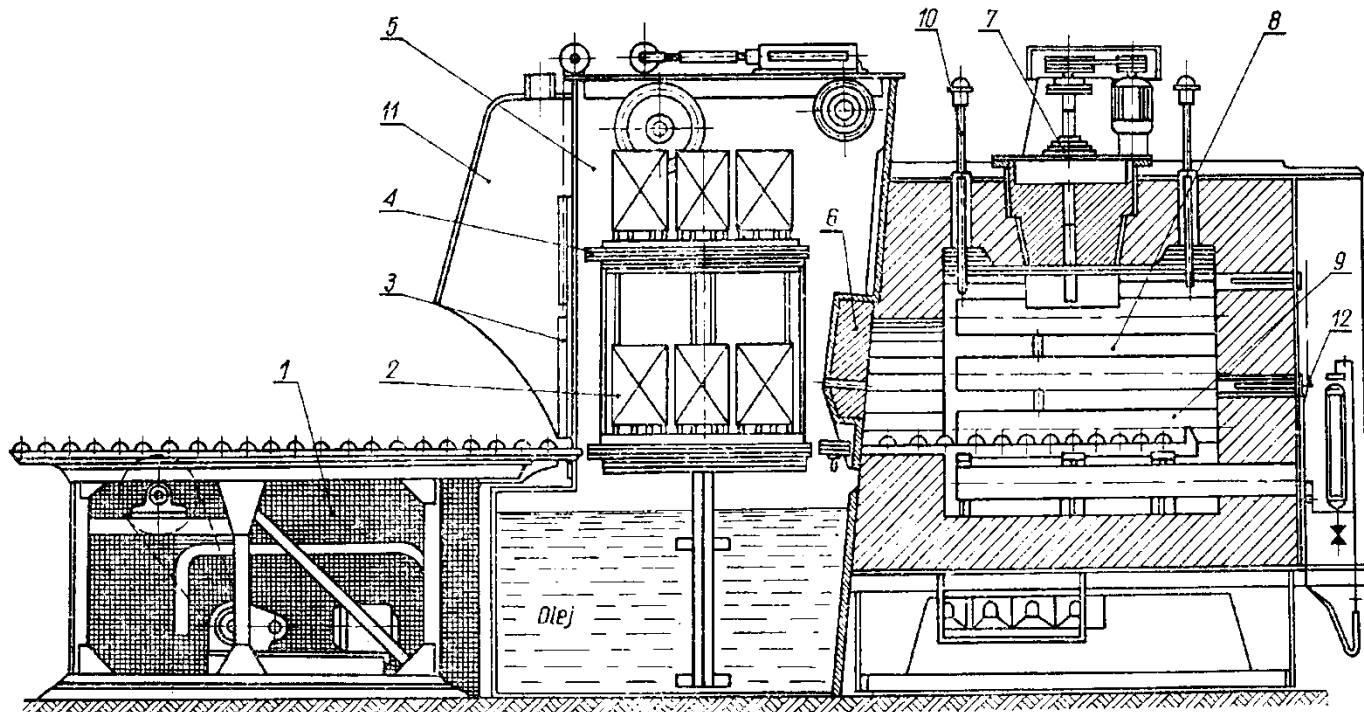
podgrzewanie przed kuciem i hartowaniem

wyżarzanie

ulepszanie cieplne

odpuszczanie

Piece komorowe



Rys. 7-2. Uniwersalny piec komorowy typu PEKat-1 do jasnego wyżarzania i hartowania [20]

1 — urządzenie załadowcze, 2 — wsad w dźwigu, 3 — drzwi zewnętrzne, 4 — dźwig dwupoziomowy, 5 — komora wstępna, 6 — drzwi wewnętrzne, 7 — wentylator, 8 — komora grzejna, 9 — rury promieniujące, 10 — termoelementy, 11 — okap odprowadzający spaliny, 12 — doprowadzenie atmosfery

Przeznaczenie:

jasne hartowanie

cyjanowanie + hartowanie

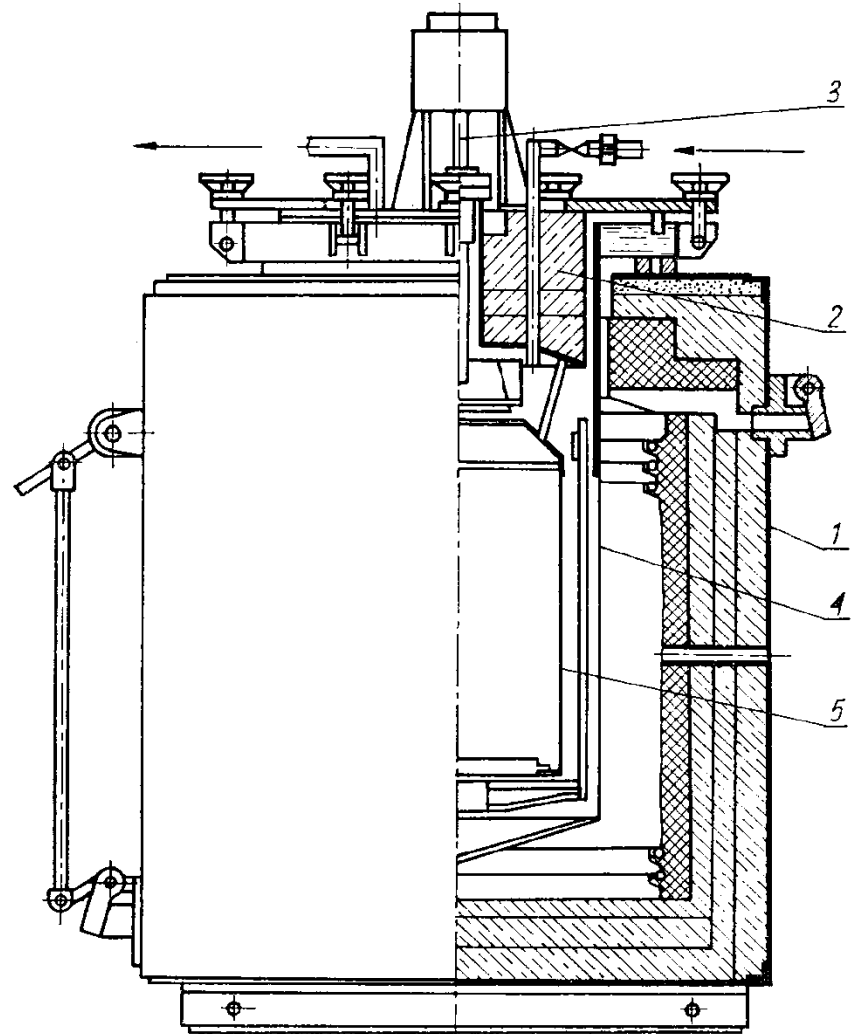
nawęglanie + hartowanie

jasne wyżarzanie

Piece szybowe (wglębne)

Przeznaczenie:

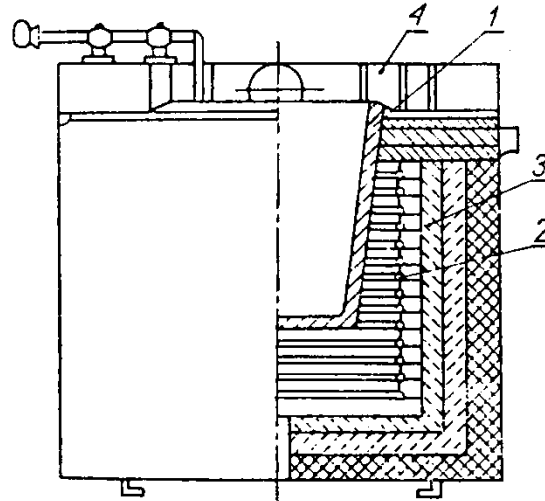
- jasne hartowanie
- cyjanowanie + hartowanie
- nawęglanie + hartowanie
- jasne wyżarzanie



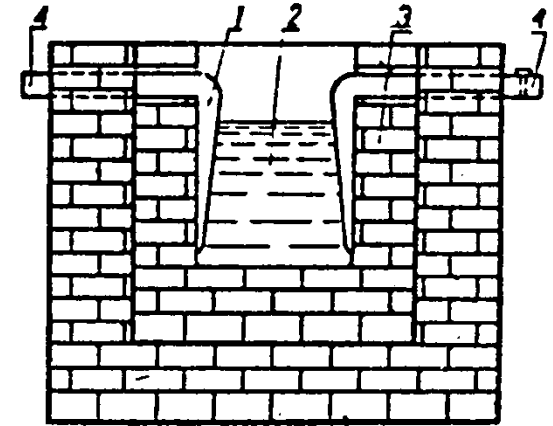
Piec elektryczny wglębny typu PEGat-950 z atmosferą regulowaną

1 — obudowa pieca, 2 — pokrywa, 3 — napęd mieszarki, 4 — retorta, 5 — kosz

Piece elektryczne tyglowe



Piec elektryczny tyglowy typu PET-15/30: 1 — tygiel, 2 — elementy grzejne, 3 — izolacja ceramiczna, 4 — odciąg szczelinowy



Piec elektrodowy: 1 — elektrody, 2 — kąpiel solna, 3 — wyłożenie ogniotwale, 4 — przewody elektryczne

Piece tyglowe (do 850°C)

hartowanie w soli
cyjanowanie w soli
nawęglanie w soli

Piece elektrodowe (do 1350°C)

hartowanie stali wysokostopowych i
szybkotnących

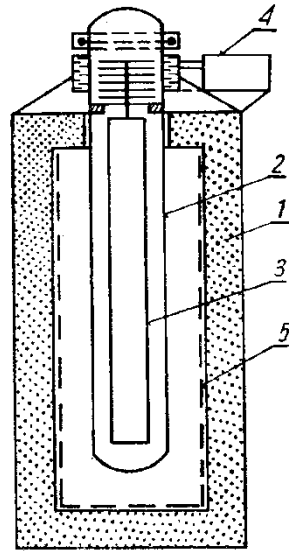
Zalety pieców kąpielowych:

- szybkość nagrzewania wielokrotnie większa niż w atmosferze gazowej
- równomierność grzania,
- zabezpieczenie przedmiotów przed utlenianiem i nawęglaniem.

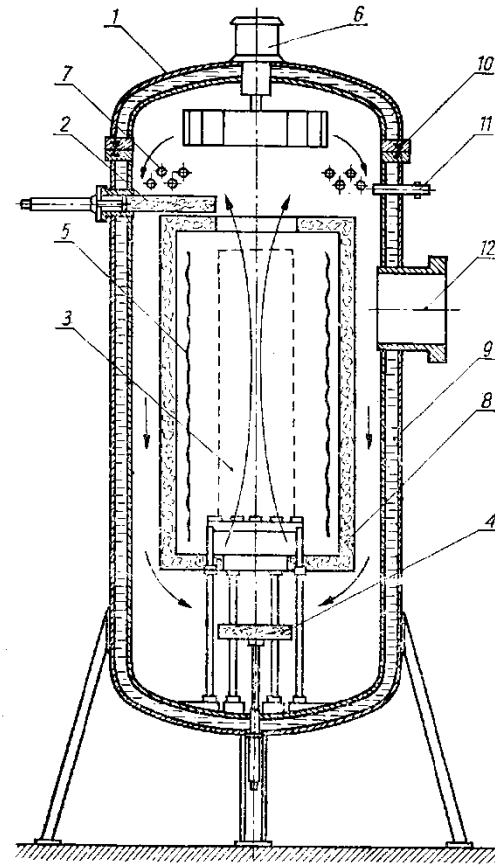
Wady:

- wrażliwość na wilgoć,
- wydzielanie podczas pracy oparów soli,
- trudne mycie i oczyszczanie p obróbce resztek przylegającej soli.

Piece próżniowe



Piec próżniowy z gorącą komorą węgelną
1 — obudowa pieca, 2 — retorta, 3 — wsad, 4 — pompa próżniowa, 5 — elementy grzejne



Piec z zimną komorą węgelną do hartowania
1 — zdejmowana pokrywa pieca, 2 — ruchoma przesłona górna, 3 — kosz z wsadem, 4 — ruchoma przesłona dolna, 5 — elementy grzejne, 6 — wentylator cyrkulacyjny, 7 — wymiennik ciepła, 8 — izolacja cieplna, 9 — płaszcz pieca chłodzony wodą, 10 — uszczelnienie pokrywy, 11 — wlot gazu obojętnego

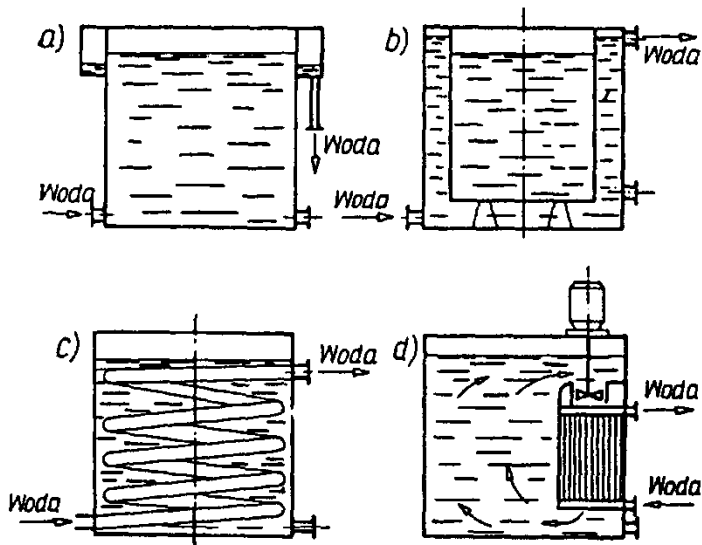
piece nisko i średniotemperaturowe

- chłodzenie wsadu przez wpuszczenie do komory próżniowej gazu – wodoru lub azotu,
- uzyskuje się jasną, nieutlenioną powierzchnię wsadu,
- brak nawęglania/odwęglania,
- dobre warunki bhp
- zastosowanie do hartowania stali stopowych o dużej hartowności
- wyżarzanie metali reaktywnych (W, Mo, V, Re)
- spiekanie proszków

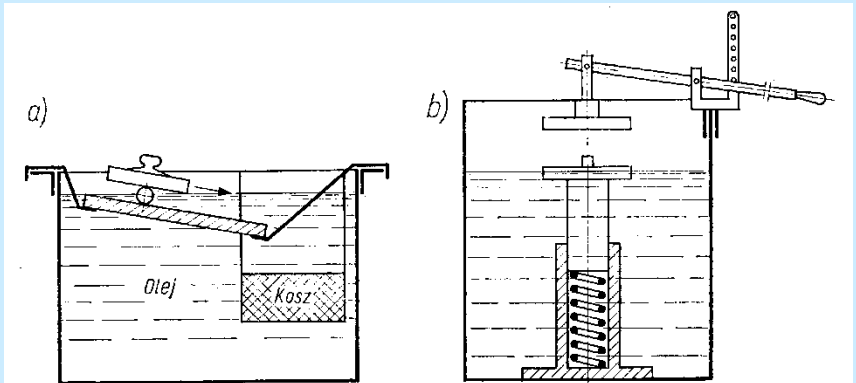
Wanny hartownicze

Wymagania:

- odpowiednia pojemność dla danych warunków technologicznych
- określona temperatura ośrodka z możliwością jej regulacji,
- cyrkulacja ośrodka
- prosty wyładunek i załadunek wsadu
- możliwość czyszczenia zbiornika



Schematy wanień hartowniczych z indywidualnym chłodzeniem: a) przelewowym, b) płaszczem wodnym, c) węzownicą wodną, d) chłodnicą wodną wewnętrzną przy wymuszonym obiegu ośrodka



Wanny z urządzeniami pomocznymi: a) do hartowania wiertel, b) do hartowania pił i frezów tarczowych

Pomiary temperatury

Ocena subiektywna (dla stali):

Ocena na podstawie barw nalotowych (200 - 350°C)

ocena na podstawie barwy żaru (powyżej 550°C)

Termometry oporowe

Zależność przewodności od temperatury

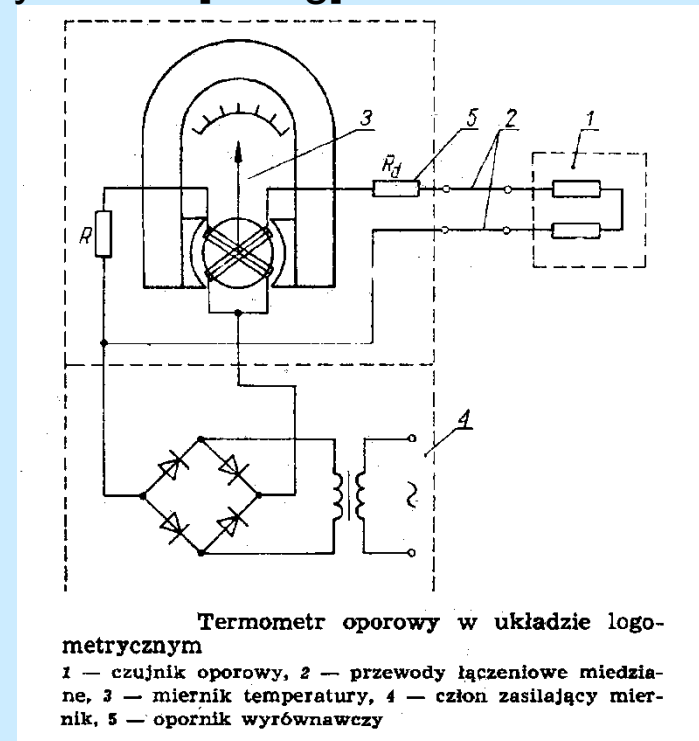
ρ - rezystywność , [$\mu\Omega$ m]

ρ_{20} - rezystywność w temperaturze 20°C

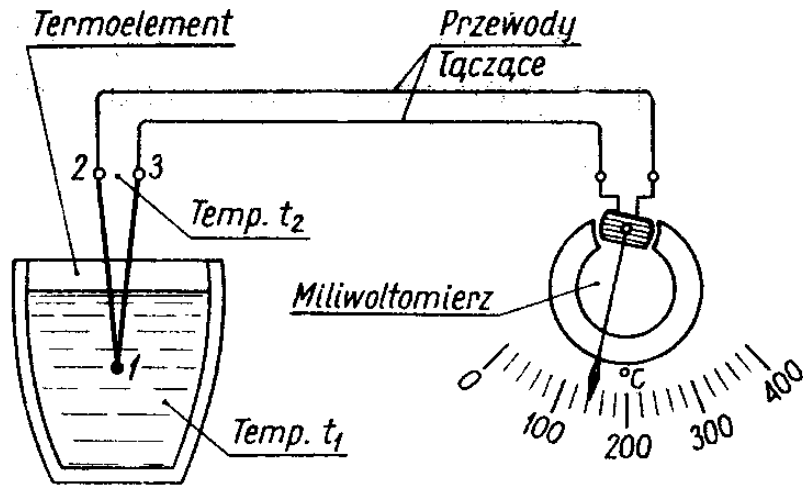
α - współczynnik temperaturowy rezystywności [1/deg]

$$\rho = \rho_{20}(1 + \alpha\Delta T)$$

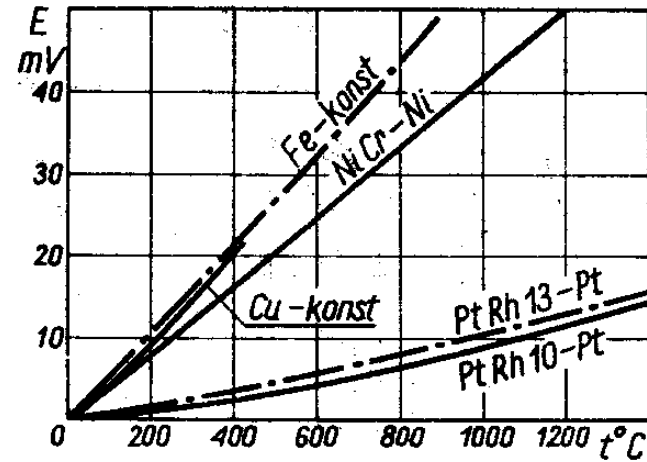
czujniki platynowe	-200 +550°C
czujniki niklowe	-60 + 180°C
czujniki miedziane	-50 +150°C



Pirometry termoelektryczne

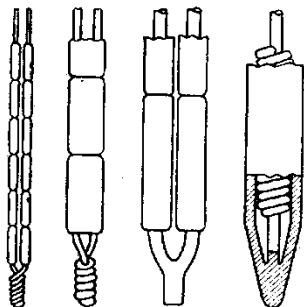


Schemat pomiaru temperatury za pomocą termoparny

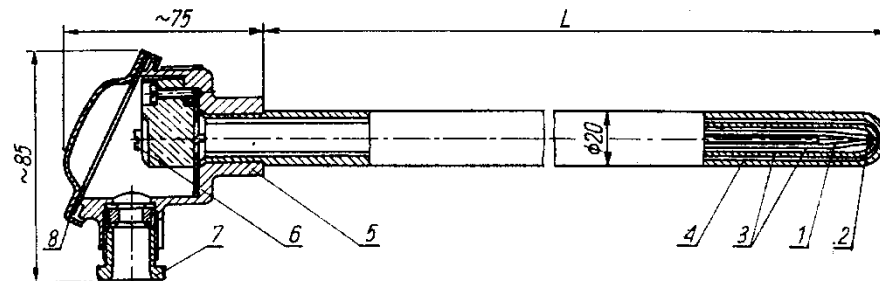


Charakterystyki termometryczne najważniejszych termoelementów

Pirometry termoelektryczne



Różne wykonania spoiny pomiarowej termoelementu



Czujnik termoelektryczny

1 — termoelement, 2 — spoina pomiarowa, 3 — kształtki ceramiczne, 4 — osłona zewnętrzna, 5 — głowica, 6 — zaciski, 7 — dławik, 8 — pokrywka

Najczęściej stosowane termoelementy

Skład termoelementu		Granice zastosowania °C (K)			Uwagi
Termoelek- troda +	Termoelek- troda —	dolna	górna		
			trwała	chwilowa	
miedź	— konstantan	-200 (ok. 70)	400 (ok. 670)	600 (ok. 870)	wrażliwy na utlenienie
żelazo	— konstantan	-200 (ok. 70)	700 (ok. 970)	900 (ok. 1170)	wrażliwy na utlenienie
nichrom	— kopel	0 (ok. 270)	600 (ok. 870)	800 (ok. 1070)	wrażliwy na utlenienie
nichrom	— nikiel	0 (ok. 270)	1000 (ok. 1270)	1300 (ok. 1570)	wrażliwy na gazy zawierające siarkę
platynarod	— platyna	0 (ok. 270)	1300 (ok. 1570)	1600 (ok. 1870)	wrażliwy na związki siarki, krzemu i pary metali