

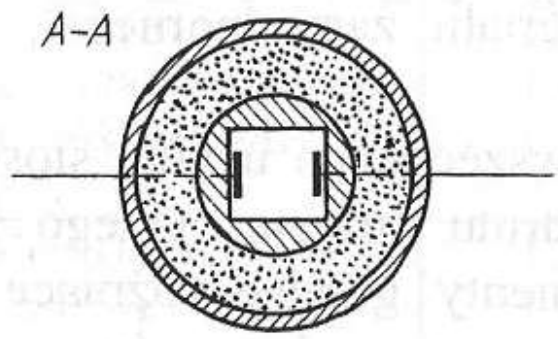
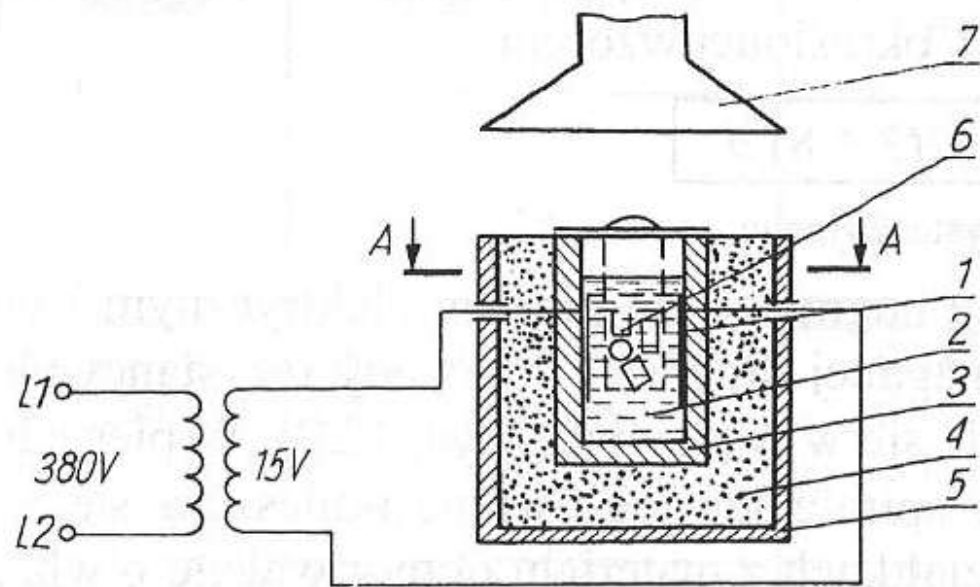
Lekcja. Elektrodowe urządzenia grzejne, piece łukowe, indukcyjne urządzenia grzejne

Urządzenia do nagrzewania elektrodowego można podzielić na dwie grupy:

1. Kotły i wanny elektrodowe — wykorzystujące tylko energię cieplną wydzielaną w czasie przepływu prądu elektrycznego. Są to urządzenia zasilane prądem przemiennym.
2. Termoelektrolizery — wykorzystujące, oprócz energii cieplnej, zjawiska elektrochemiczne. Są to urządzenia zasilane prądem stałym.

Kotły elektrodowe służą do nagrzewania wody lub wytwarzania pary wodnej. **Wanny elektrodowe** (rys. 12.4) służą do obróbki cieplnej wsadu zanurzonego w kąpeli z roztopionych soli potasu, sodu, baru, wapnia i innych. Temperatura pracy zawiera się w granicach $250 \div 900^{\circ}\text{C}$. Moc pobierana z sieci wynosi $10 \div 150 \text{ kW}$ przy zasilaniu jednofazowym i trójfazowym, a napięcie zasilania $8 \div 25 \text{ V}$.

Termoelektrolizery służą głównie do produkcji i rafinacji aluminium. Są zasilane prądem stałym $70 \div 150 \text{ kA}$, przy napięciu ok. 5 V na jednej wannie. Wanny łączy się szeregowo po 50 do 200 szt. Moc pobierana przez jeden ciąg wanien może zatem przekraczać 100 MW .



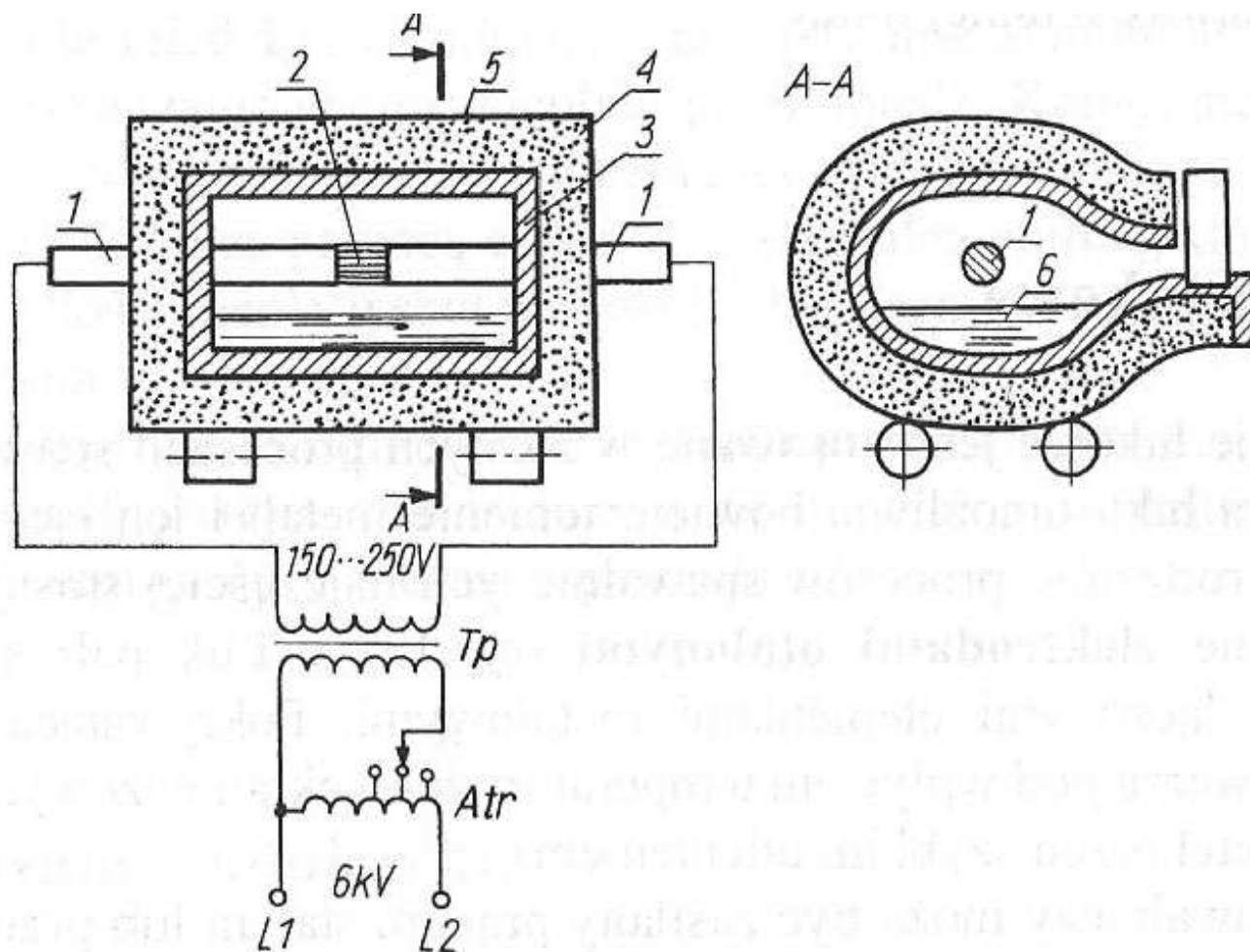
Rys. 12.4. Schemat budowy wanny elektrodowej jednofazowej
 1 — elektroda; 2 — kapiel solna; 3 — warstwa ogniotrwała; 4 — warstwa termoizolacyjna; 5 — obudowa stalowa; 6 — pojemnik z wsadem; 7 — osłona pieca i wyciąg; L1, L2 — przewody fazowe

Piece łukowe

Źródłem ciepła w piecach łukowych (rys. 12.5 i 12.6) jest łuk elektryczny, palący się między dwiema elektrodami węglowymi (piece z nagrzewaniem pośrednim) lub między elektrodami i wsadem (piece z nagrzewaniem bezpośrednim). Są budowane piece łukowe o mocach dochodzących do kilkudziesięciu megawatów i zasilane za pośrednictwem transformatora piecowego, najczęściej z sieci wysokiego napięcia.

— W piecach trójfazowych istnieje możliwość regulacji napięcia każdej fazy za pomocą autotransformatora lub za pomocą zacze­pów na transformatorze piecowym. Regulacja napięcia umożliwia regulację mocy wydzielonej z łuku każdej fazy oddzielnie.

Piece łukowe z nagrzewaniem pośrednim (rys. 12.5) stosuje się głównie do wytopu metali nieżelaznych i wytwarzania stopów tych metali. **Piece łukowe z nagrzewaniem bezpośrednim** (rys. 12.6) stosuje się do produkcji stali jakościowych i stopów żelaza.



Rys. 12.5. Schemat budowy pieca łukowego jednofazowego z nagrzewaniem pośrednim do topienia metali

1 — elektroda węglowa; 2 — łuk elektryczny; 3 — warstwa ogniotrwała; 4 — warstwa termoizolacyjna; 5 — obudowa stalowa; 6 — wsad; *Atr* — autotransformator regulacyjny; *Tp* — transformator piecowy; *L1*, *L2* — przewody fazowe

Indukcyjne urządzenia grzejne

Nagrzewaniu indukcyjnemu poddaje się przedmioty metalowe, umieszczając je w zmiennym polu magnetycznym. Wskutek działania zmiennego pola magnetycznego w przedmiotach metalowych indukuje się siła elektromotoryczna i płynie prąd elektryczny, co powoduje wydzielanie się ciepła. Jeśli w zmiennym polu magnetycznym umieści się przedmioty ferro-

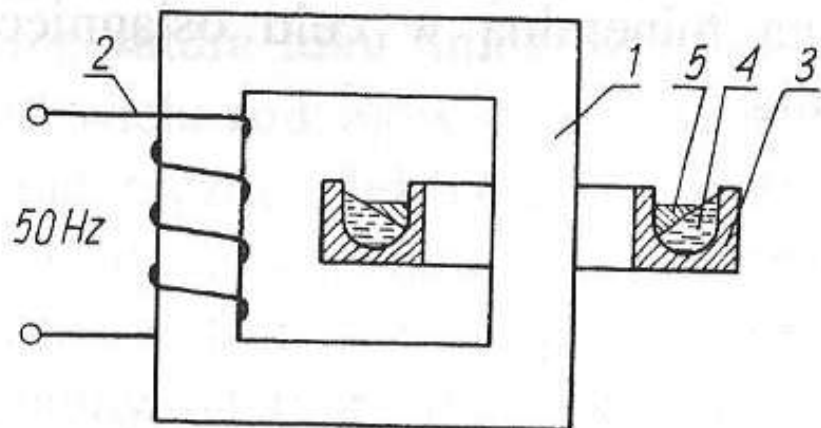
magnetyczne (np. stalowe), to wydzielą się dodatkowa energia cieplna wskutek występowania zjawiska histerezy magnetycznej.

Nagrzewanie indukcyjne wykorzystuje się w różnego rodzaju **piecach indukcyjnych** do topienia metali, wytwarzania stopów oraz w **nagrzewnicach indukcyjnych**, używanych głównie do hartowania elementów stalowych.

Piece indukcyjne rdzeniowe działają na zasadzie transformatora (rys. 12.8). Uzwojenie wtórne w postaci jednego zwoju zwartego jest utworzone przez wsad umieszczony w korycie z materiału ogniotrwałego. Siła elektromotoryczna indukowana we wsadzie powoduje przepływ prądu przez wsad i jego nagrzewanie. Lustro stopionego metalu nie układa się poziomo wskutek oddziaływań elektrodynamicznych. Piece rdzeniowe z kanałem zamkniętym (rys. 12.9) działają na podobnej zasadzie jak rdzeniowe z kanałem otwartym. Piec taki musi być zalany metalem płynnym. Piece rdzeniowe zasila się jednofazowo lub trójfazowo napięciem o częstotliwości 50 Hz. Moc pieców $30 \div 400$ kW.

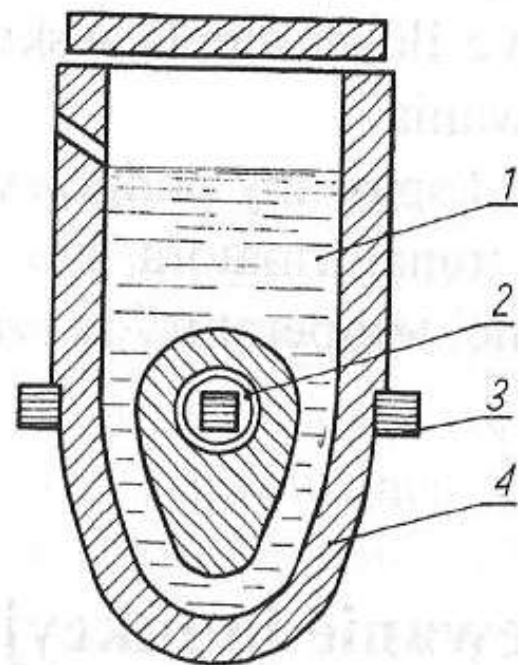
Piece indukcyjne bezrdzeniowe (rys. 12.10) są zasilane napięciem o częstotliwości $50 \div 3000$ Hz. Moc pieców wynosi $60 \div 1200$ kW. Wsad metalowy jest nagrzewany dzięki prądom wirowym, a wsad ferromagnetyczny dodatkowo wskutek zjawiska histerezy magnetycznej.

Zastosowanie nagrzewania indukcyjnego do hartowania stali umożliwia hartowanie określonych stref przedmiotu, przy czym warstwa zahartowana może mieć określoną grubość. Pozwala to na uzyskanie korzystnych właściwości mechanicznych. Im większa częstotliwość prądu przepływającego przez wzbudnik nagrzewniczy, tym mniejsza grubość warstwy nagrzewanej i hartowanej. Kształt wzbudnika musi być dobrany do kształtu hartowanego przedmiotu (rys. 12.11).



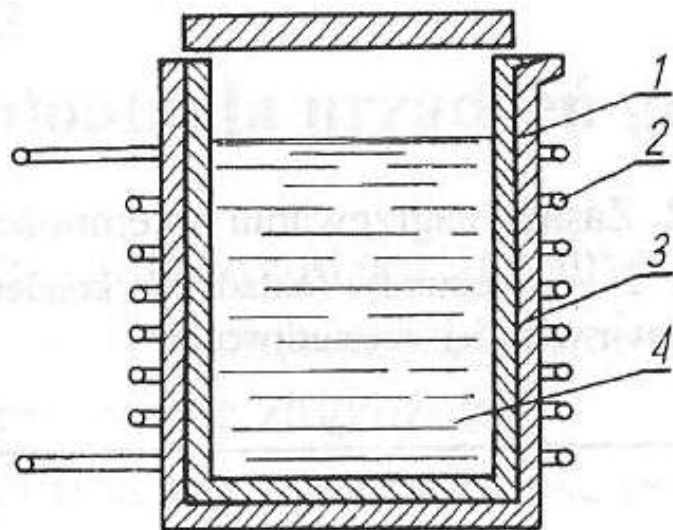
Rys. 12.8. Schemat budowy pieca indukcyjnego rdzeniowego z kanałem otwartym

1 — rdzeń, 2 — uzwojenie wzbudzające, 3 — kanał z materiału ogniotrwałego w kształcie pierścienia, 4 — metal stopiony, 5 — żużel stopiony



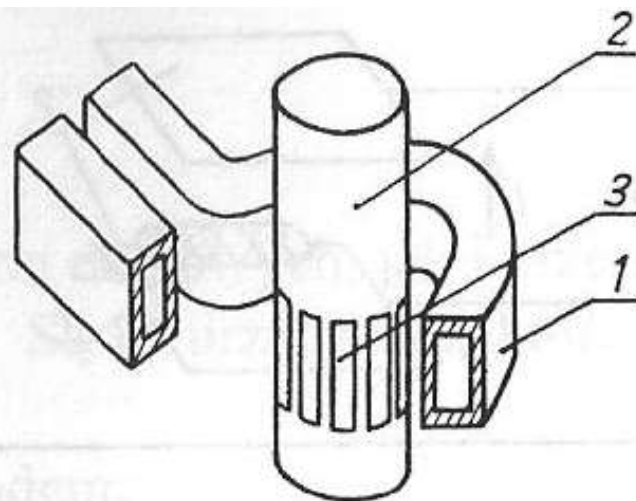
Rys. 12.9. Schemat budowy pieca indukcyjnego kanałowego

1 — metal stopiony, 2 — rdzeń, 3 — uzwojenie wzbudzające, 4 — obudowa z materiału ogniotrwałego



Rys. 12.10. Schemat budowy pieca indukcyjnego bezrdzeniowego tyglowego

1 — obudowa z materiału ogniotrwałego, 2 — uzwojenie wzbudzające, 3 — rdzeń, 4 — metal stopiony



Rys. 12.11. Wzbudnik nagrzewnicy indukcyjnej do hartowania strefowego wałków

1 — wzbudnik chłodzony wodą, 2 — wałek hartowany, 3 — strefa nagrzewania