



Studia Podyplomowe

EFEKTYWNE UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

w ramach projektu

**Śląsko-Małopolskie Centrum Kompetencji
Zarządzania Energią**

Efektywność energetyczna w urządzeniach elektrotermicznych

dr hab. inż. Jerzy Pasternak, prof. AGH

Studia Podyplomowe

EFEKTYWNE UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Moduł 5: Efektywność energetyczna
w urządzeniach elektrotermicznych

**Zamiana energii elektrycznej w ciepłą
w urządzeniach elektrotermicznych.
Sprawność elektryczna i ciepła.
Podział urządzeń ze względu na metody
nagrzewania.**

dr hab. inż. Jerzy Pasternak, prof. AGH

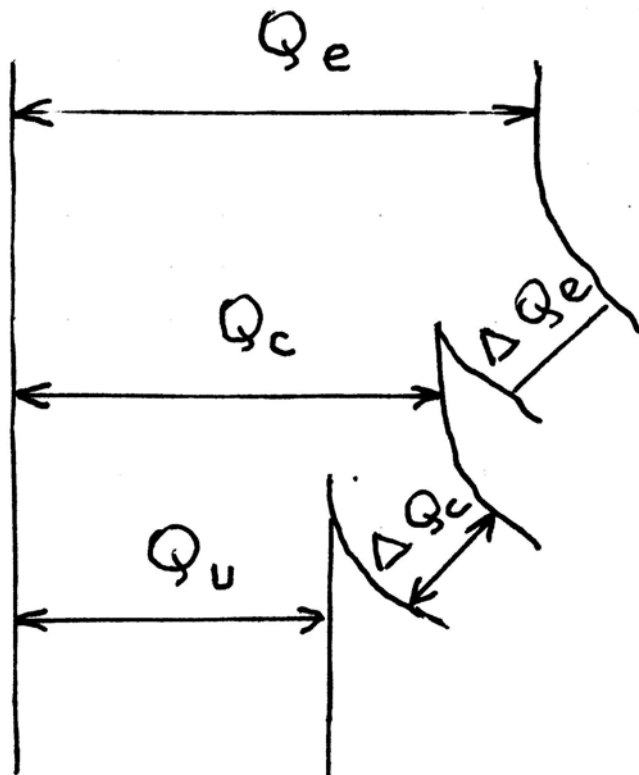
Elektrotermia

Elektrotermia jest działem nauki i techniki zajmującym się przemianami energii elektrycznej w ciepło do celów użytkowych.

Urządzenie elektrotermiczne jest to zespół środków technicznych przeznaczonych do przekształcania energii elektrycznej w ciepło oraz do wykorzystania go w procesach grzejnych.

Bilans energii – wykres Sankeya

Wykres Sankeya (irlandzki inżynier mechanik) = wykres strumieniowy, graficzna poglądowa ilustracja.



Q_e – energia elektryczna na wejściu do urządzenia elektrotermicznego,

ΔQ_e – straty energii elektrycznej w urządzeniu przed zamianą w energię cieplną,

Q_c – energia cieplna,

ΔQ_c – straty energii cieplnej w urządzeniu,

Q_u – energia użyteczna nagrzewająca wsad.

Sprawność urządzenia elektrotermicznego

Moc cieplna określana jest jako energia cieplna w czasie.

Dla urządzenia elektrotermicznego bilans mocy wynosi

$$P_e = P_u + \Delta P_e + \Delta P_c$$

$$P_c = P_u + \Delta P_c$$

zaś sprawność elektrotermiczna

$$\eta_{et} = \frac{P_u}{P_e} = \frac{P_c}{P_e} \cdot \frac{P_u}{P_c} = \eta_e \cdot \eta_c$$

jest iloczynem sprawności elektrycznej η_e i sprawności cieplnej η_c .

Systemy klasyfikacyjne w elektrotermii

Jest wiele systemów klasyfikacyjnych w elektrotermii. Odnoszą się one do metod nagrzewania, konstrukcji urządzeń, częstotliwości roboczych, technologii realizowanych w tych urządzeniach itd.

Wydaje się, że kryterium metody nagrzewania prowadzi do klasyfikacji najbardziej uniwersalnej. Wielu autorów (prof. Hauser, prof. Hering, prof. Kurbiel, twórcy różnych poradników itd.) przyjmuje to kryterium za podstawowe. Według niego wyodrębnia się obecnie 12 metod nagrzewania.

Metody nagrzewania

1. Rezystancyjna (oporowa)
2. Promiennikowa
3. Elektrodoowa
4. Łukowa
5. Indukcyjna
6. Pojemnościowa
7. Mikrofalowa
8. Plazmowa
9. Elektronowa
10. Laserowa (fotonowa)
11. Jarzeniowa (jonowa)
12. Ultradźwiękowa

Nagrzewanie rezystancyjne

Nagrzewanie rezystancyjne (oporowe) jest to nagrzewanie elektryczne wykorzystujące efekt Joule'a w *ośrodku przewodzącym stałym*, połączonym galwanicznie ze źródłem energii.

Nagrzewanie promiennikowe

Nagrzewanie promiennikowe jest to nagrzewanie elektryczne oparte na zjawisku promieniowania temperaturowego i luminescencyjnego emitowanego przez specjalnie do tego celu zbudowane źródła promieniowania.

Głównie podczerwień, ale także nadfiolet oraz światło widzialne.

Promienniki składają się z dwu podstawowych elementów:

- emitującego promieniowanie,
- kierującego promieniowanie.

Urządzenia promiennikowe można podzielić na:

- atmosferyczne,
- próżniowe.

Nagrzewanie elektrodowe

Nagrzewanie elektrodowe jest to nagrzewanie elektryczne oparte na wydzielaniu ciepła przy przepływie prądu przez *ośrodek ciekły* połączony ze źródłem energii za pośrednictwem elektrod.

Konwersja energii elektrycznej w ciepło jest głównie wynikiem efektu Joule'a:

- czasem dochodzi też ciepło pochodzące z reakcji egzotermicznych.

Nagrzewanie to może być:

- bezpośrednio (celem jest nagrzewanie samego ośrodka ciekłego),
- pośrednio (celem jest nagrzewanie ciał umieszczonych w ośrodku ciekłym).

Tak można nagrzewać wodę, roztopione szkło itd.

Nagrzewanie łukowe

Nagrzewanie łukowe jest to nagrzewanie elektryczne oparte na efekcie Joule'a w *gazach* dopływających swobodnie do przestrzeni wyładowczej.

Piece łukowe prądu:

- przemiennego,
- stałego.

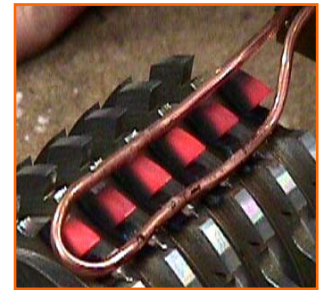
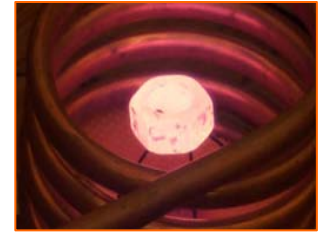
Piece łukowe należą do największych odbiorników energii elektrycznej.

Nagrzewanie indukcyjne

Nagrzewanie indukcyjne – nagrzewanie elektryczne polegające na generacji ciepła przy przepływie prądów wirowych wywołanych zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej w elementach sprzężonych magnetycznie.

Nagrzewanie indukcyjne może być:

- bezpośrednio (ciepło wydziela się bezpośrednio we wsadzie) - najczęściej stosowane
- pośrednie (np. ciepło z tygla przewodzącego przekazywane jest do znajdującego się w tyglu materiału)



Nagrzewanie pojemnościowe

Nagrzewanie pojemnościowe jest to nagrzewanie elektryczne związane z efektem polaryzacji i przewodnictwa w *ośrodkach dielektrycznych* i *półprzewodnikowych*, do których energia elektromagnetyczna wielkiej częstotliwości jest doprowadzona za pośrednictwem elektrod.

Nagrzewanie mikrofalowe

Nagrzewanie mikrofalowe jest to nagrzewanie elektryczne związane z efektem polaryzacji w ośrodkach dielektrycznych i półprzewodnikowych, do których energia elektromagnetyczna wielkiej częstotliwości jest doprowadzona *falowodem*.

Nagrzewanie plazmowe

Nagrzewanie plazmowe jest to nagrzewanie elektryczne polegające na wykorzystaniu energii strumienia plazmy niskotemperaturowej.

Plazma niskotemperaturowa - często przyjmuje się, że górną granicą temperatury tej plazmy jest wartość z przedziału 20 000 ÷ 100 000 K.

Podstawowe rodzaje plazmotronów:

- łukowe – najbardziej rozpowszechnione,
- indukcyjne,
- pojemnościowe,
- mikrofalowe.

Nagrzewanie elektronowe

Nagrzewanie elektronowe jest to nagrzewanie elektryczne polegające na powstawaniu ciepła w wyniku pochłaniania przez wsad energii kinetycznej wiązki elektronowej przyspieszanej w polu elektrycznym.

Nagrzewanie laserowe (fotonowe)

Nagrzewanie laserowe jest to nagrzewanie elektryczne polegające na pochłanianiu promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez lasery, których ośrodki aktywne wzbudzone są kosztem energii elektrycznej.

Nagrzewanie jarzeniowe (jonowe)

Nagrzewanie jarzeniowe jest to nagrzewanie elektryczne polegające na wykorzystaniu niskociśnieniowego anormalnego wyładowania jarzeniowego jako źródła ciepła oraz aktywatora procesów fizycznych i chemicznych przy wytwarzaniu i modyfikacji warstw wierzchnich.

Nagrzewanie ultradźwiękowe

Nagrzewanie ultradźwiękowe jest to nagrzewanie elektryczne polegające na wykorzystaniu zamienianych na ciepło drgań mechanicznych powstających w wyniku absorpcji energii ultradźwiękowej.