

Lekcja 173, 174

Temat: Silniki indukcyjne i pierścieniowe.

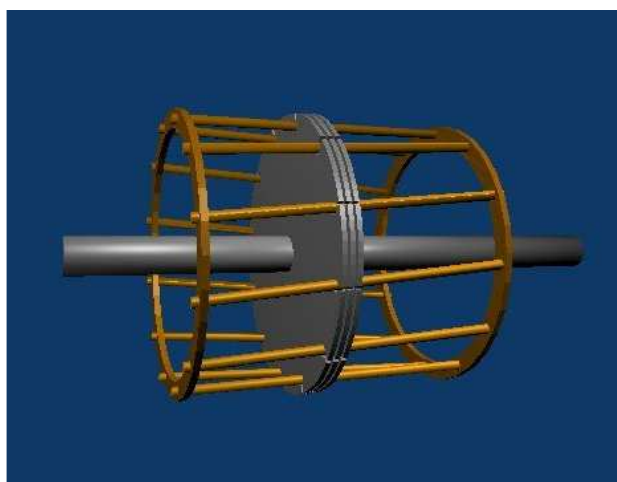
Silnik elektryczny asynchroniczny jest maszyną elektryczną zmieniającą energię elektryczną w energię mechaniczną, w której wirnik obraca się z poślizgiem w stosunku do wirującego pola magnetycznego wytworzonego przez uzwojenia stojana.

Silnik asynchroniczny składa się z 2 podstawowych części: nieruchomego stojana i ruchomego wirnika. Przemienny prąd w symetrycznym trójfazowym uzwojeniu stojana powoduje powstanie zmiennego pola magnetycznego dla każdej z faz w taki sposób, że wypadkowe pole jest polem wirującym. Pole to w wyniku indukcji elektromagnetycznej (stąd inna nazwa silnika silnik indukcyjny) powoduje powstanie siły elektromotorycznej w uzwojeniach wirnika, pod wpływem której płynie przez uzwojenia wirnika prąd elektryczny. Oddziaływanie pól magnetycznych stojana i wirnika wywołuje powstanie momentu elektromagnetycznego i ruch.

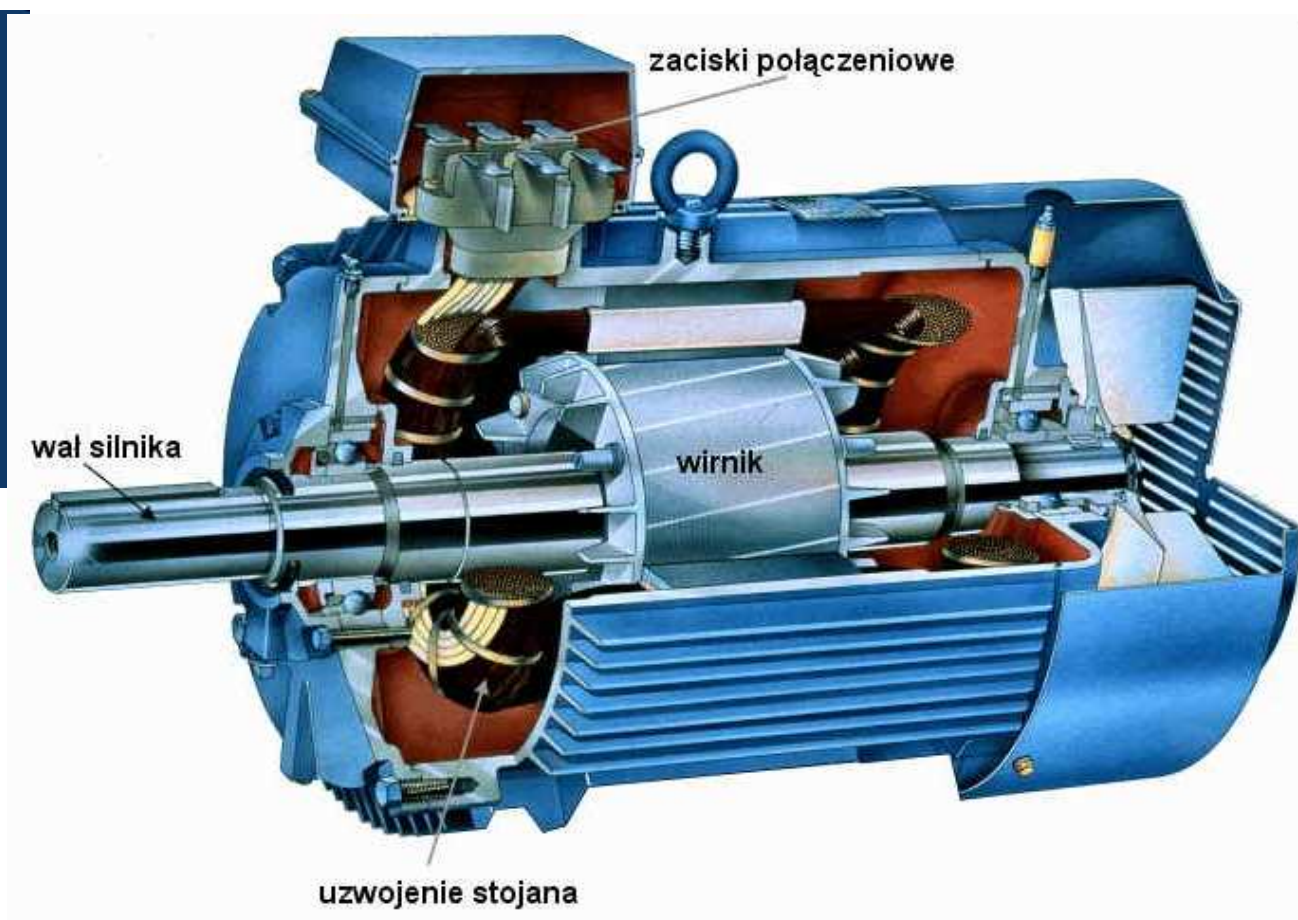


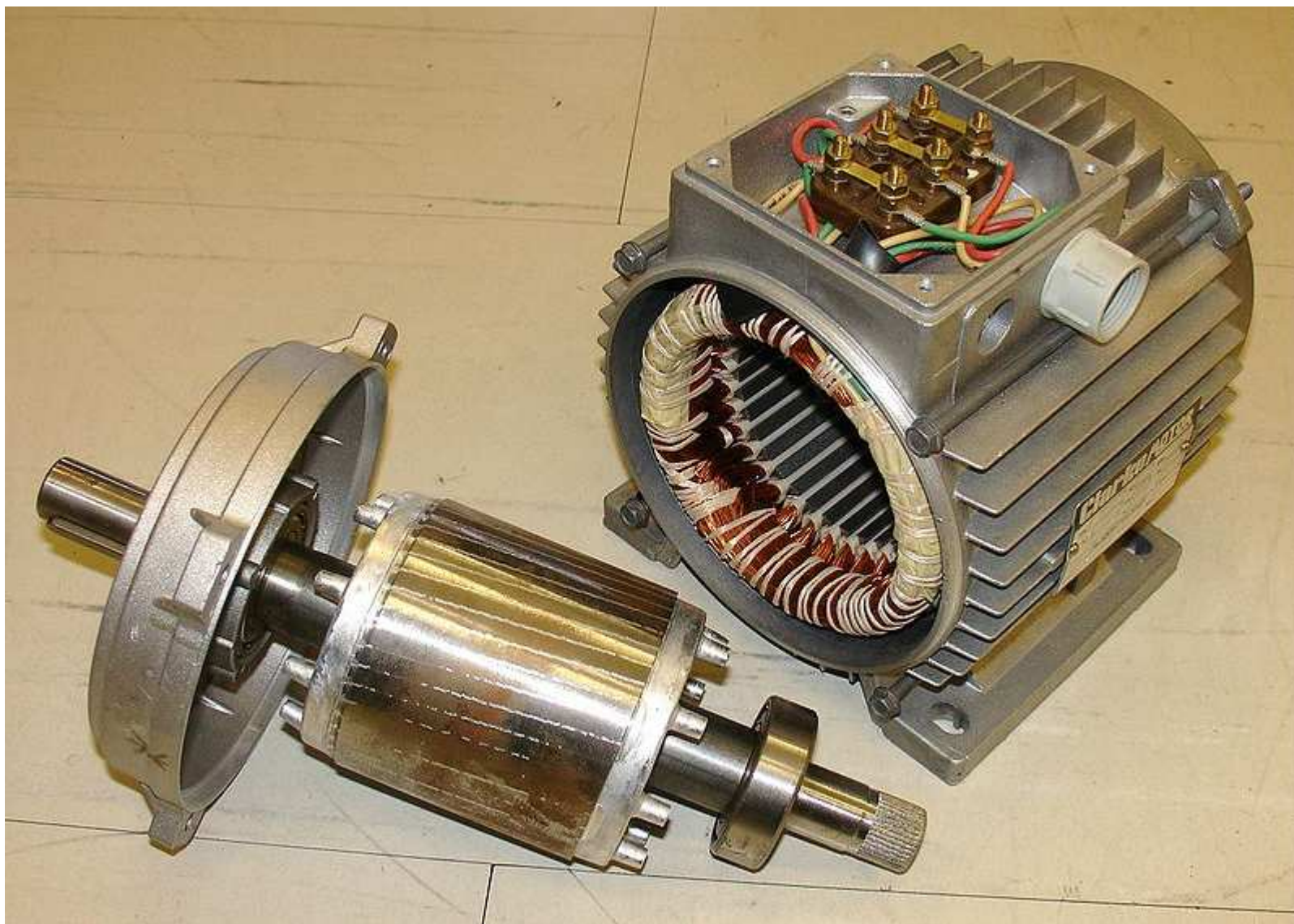
Siła elektromotoryczna w uzwojeniach wirnika powstaje gdy wirnik obraca się z prędkością inną niż prędkość wirowania pola magnetycznego. W typowych silnikach przy obciążeniu znamionowym jest to o dwa do czterech procent mniej niż szybkość wirowania pola magnetycznego (poślizg). Silnik asynchroniczny bez obciążenia uzyskuje obroty prawie równe obrotom silnika synchronicznego (poślizg < 1%).

Efekt wirowania pola jest uzyskiwany automatycznie w instalacjach trójfazowych, w instalacjach jednofazowych konstruuje się układy uzwojeń, w których płynie prąd z przesunięciem fazowym, co uzyskuje się przez zasilanie jednej fazy uzwojenia przez kondensator lub dodatkowe uzwojenie zwarte. Prędkość wirowania silnika zależy od prędkości wirowania pola stojana. Prędkość wirowania pola stojana zależy od częstotliwości napięcia zasilania oraz od konstrukcji uzwojeń (tzw. liczby par biegunów).



Schemat wirnika klatkowego

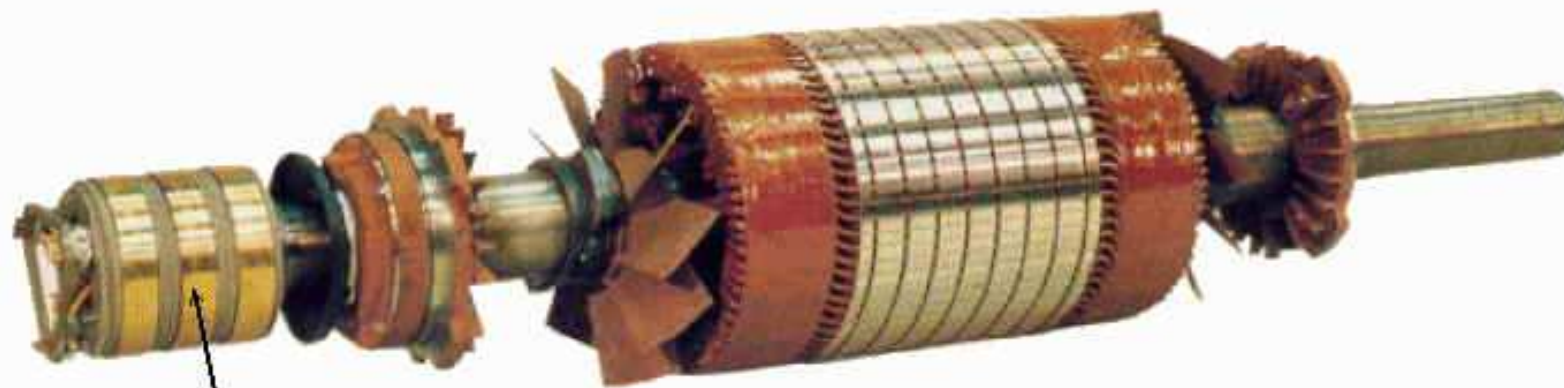




Stojan i wirnik silnika klatkowego

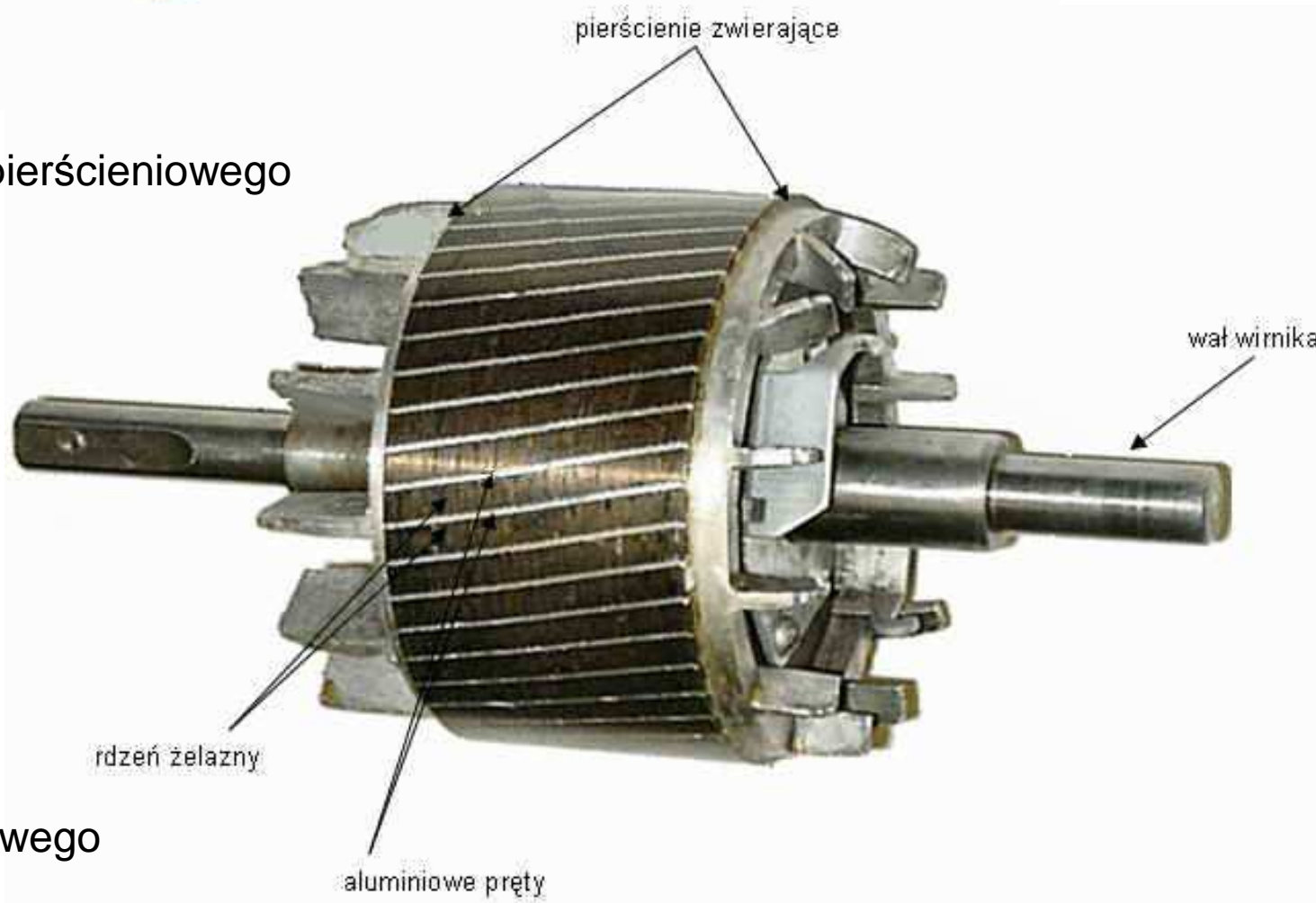


Pojedyncze blachy stojana i wirnika



Pierścienie ślizgowe

Wirnik silnika pierścieniowego



pierścienie zwierające

wał wirnika

rdzeń żelazny

alumińowe pręty

Wirnik silnika klatkowego

Uzwojenia wirnika mogą być wewnętrznie połączone (zwarte) lub ich końcówki są przyłączone do pierścieni ślizgowych przekazujących przez szczotki prąd na zewnątrz silnika (silnik pierścieniowy). Wyprowadzone na zewnątrz uzwojenia są połączone przez oporniki lub zwarte. Oporniki podłącza się na czas rozruchu silnika, następnie zmniejsza się opór i zwiera uzwojenia. Oporniki ograniczające prąd uzwojeń wirnika stosuje się w celu zwiększenia momentu obrotowego i zmniejszenia prądu pobieranego przez silnik (by nie przeciążyć instalacji zasilającej) szczególnie podczas rozruchu silnika lub w celu uzyskania łagodnego startu silnika.

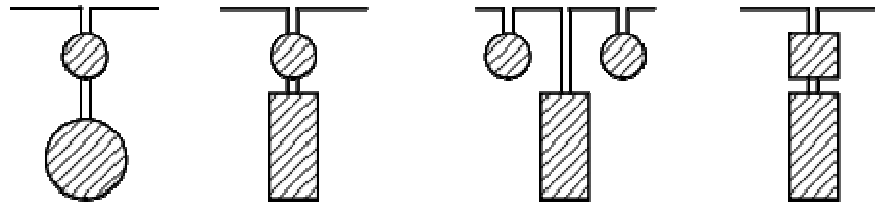
Szczególnym przypadkiem silnika zwartego jest silnik klatkowy. Rdzeń wirnika w takim silniku ma kształt klatki. Uzwojenia wirnika otrzymuje się poprzez zalanie klatki aluminium, bądź (szczególnie w silnikach większych mocy) klatka wykonana jest ze spawanych mosiężnych prętów. Silnik klatkowy charakteryzuje wyjątkowo wysoka trwałość, brak przekazywania prądu do części ruchomych przez styki eliminuje iskrzenie i zużywanie się szczotek. Jedynymi elementami podlegającymi zużyciu są w nim łożyska. Jego wadą jest trudny rozruch: przy dużym (bliskim znamionowemu) obciążeniu, silnik może w ogóle nie ruszyć z miejsca, natomiast przy niewielkim lub braku obciążenia rusza bardzo gwałtownie. Regulacja prędkości obrotowej przy zasilaniu bezpośrednio z sieci jest niemożliwa.

W sieci elektroenergetycznej w Polsce prąd elektryczny ma częstotliwość 50 Hz co odpowiada prędkości synchronicznej 3000 obrotów na minutę, a obroty znamionowe silnika asynchronicznego 2800 - 2900 obr/min. Najpopularniejsze są silniki o dwóch parach biegunów, których obroty synchroniczne wynoszą 1500 obr/min, zaś znamionowe 1410-1480 obr/min.

Największymi wadami silnika asynchronicznego jest brak bezpośredniej możliwości regulacji prędkości obrotowej, a w silnikach klatkowych także gwałtowny rozruch.

Dlatego też dawniej stosowano silniki pierścieniowe. Zastosowanie oporników włączanych w obwód uzwojeń wirnika umożliwiało łagodny rozruch. Obecnie powszechnie stosowanym rozwiązaniem, mającym na celu ograniczenie prądu podczas rozruchu, jest podłączanie uzwojeń silnika na czas rozruchu w gwiazdę, a po uzyskaniu właściwych obrotów - przełączenie w trójkąt. Połączenie w gwiazdę zmniejsza moc silnika i może być stosowane także podczas pracy silnika jeżeli nie ma zapotrzebowania na moc.

Aby polepszyć parametry rozruchowe silników klatkowych, zmodyfikowano kształt klatki wirnika i w ten sposób powstały wirniki dwuklatkowe i głębokożłobkowe. W silnikach dwuklatkowych występują dwa zestawy prętów - zewnętrzne - mają mniejszą średnicę, a wewnętrzne, mają średnicę większą. Są to niejako dwie klatki, jedna w drugiej. W wirnikach głębokożłobkowych zasadniczą rolę odgrywa kształt zastosowanych prętów. W silnikach z wirnikami dwuklatkowymi i głębokożłobkowymi w czasie rozruchu występuje tzw. zjawisko wypierania prądu powodujące zmniejszenie prądu rozruchowego.



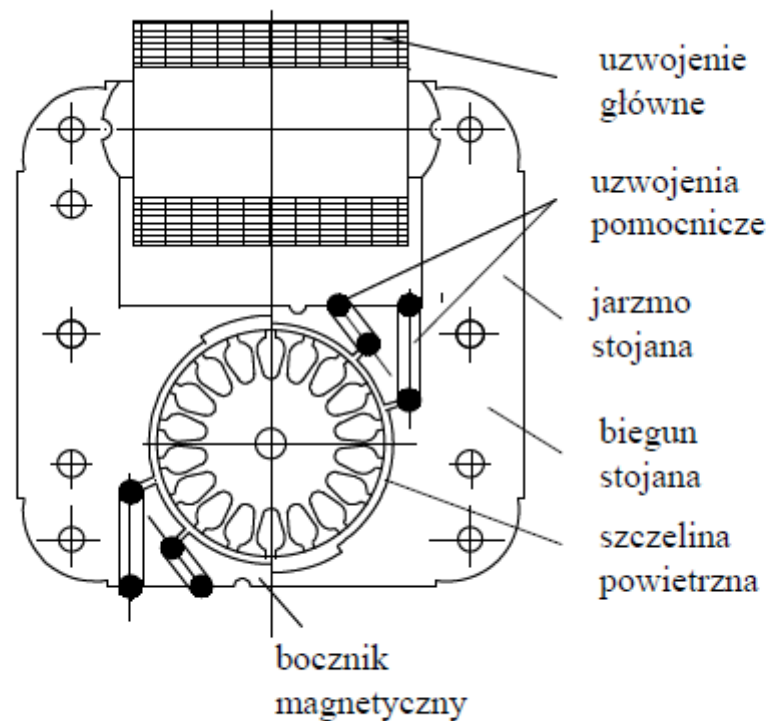
Przekrój prętów klatek wirnika dwuklatkowego i dwuklatkowego głębokożłobkowego

Regulacji prędkości obrotowej dokonywano dawniej przez łączenie silników pierścieniowych z prądnicą i silnikiem prądu stałego w układy Leonarda. Rozwiązanie to stosowane było tylko w silnikach dużej mocy. Stosowano też układy uzwojeń, w których w zależności od podłączenia uzyskiwano różną liczbę biegunów, a tym samym i różne obroty. Silniki z takimi układami były stosowane w pralkach automatycznych, uzyskując małe obroty podczas prania a duże podczas wirowania.

Wraz z rozwojem elektroniki, a w szczególności tranzystorów mocy, triaków i mikroprocesorów, zaczęto stosować układy łagodnego rozruchu (soft start) oraz regulować prędkość obrotową przemiennikami częstotliwości (falownikami). Rozwój technologiczny i spadek kosztów układów falownikowych są przyczyną coraz częstszego stosowania tego typu urządzeń dla silników klatkowych. Układy z regulacją obrotów, umożliwiają uzyskanie znacznych oszczędności energii zastępując układy, w których maszyna (pompa, wentylator) pracowała cyklicznie, przepływ był dławiony lub tracony.

Silniki pierścieniowe dzisiaj są wobec tego coraz rzadziej stosowane.

JEDNOFAZOWE SILNIKI INDUKCYJNE Z UZWOJENIEM POMOCNICZYM ZWARTYM

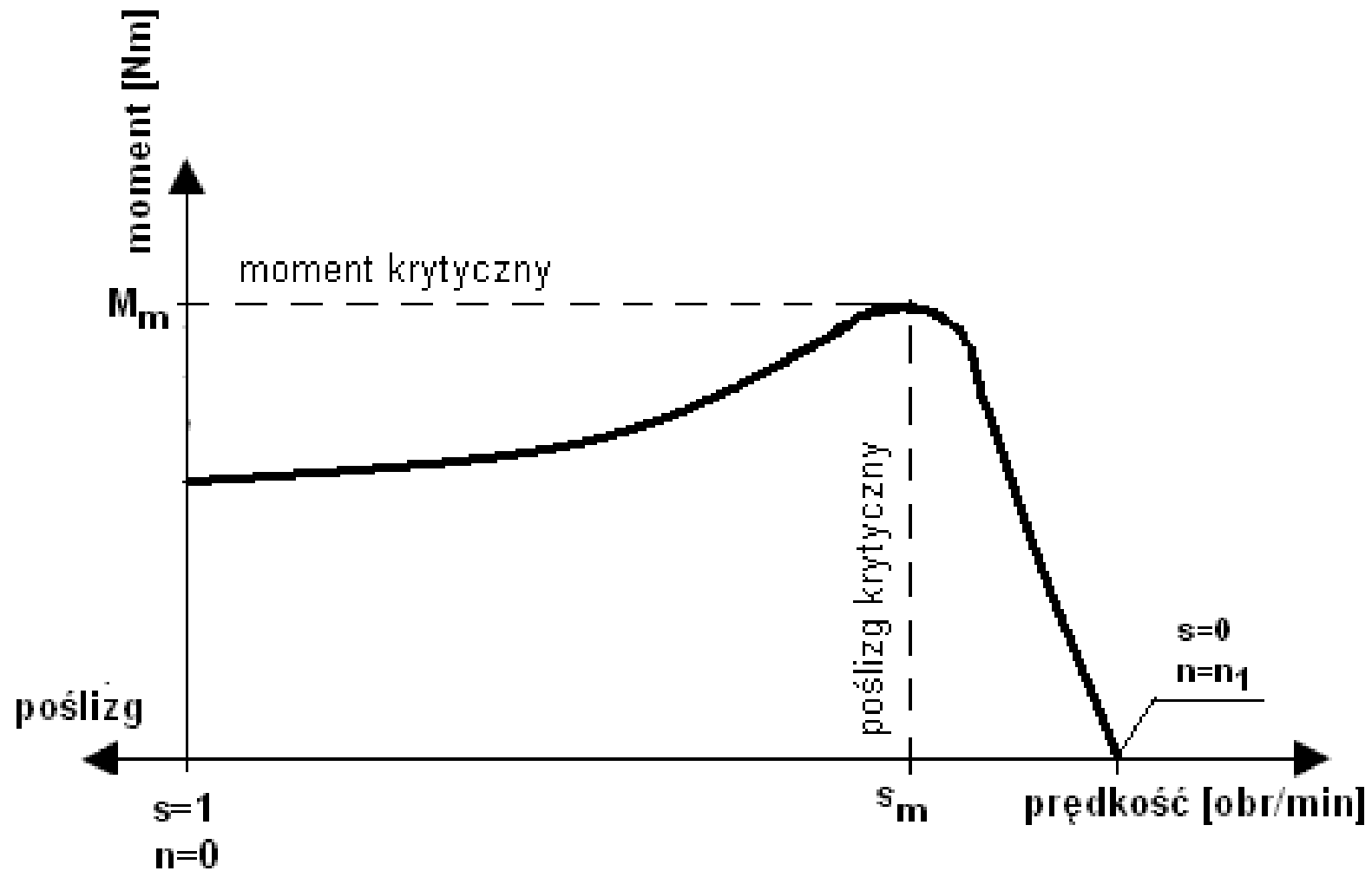


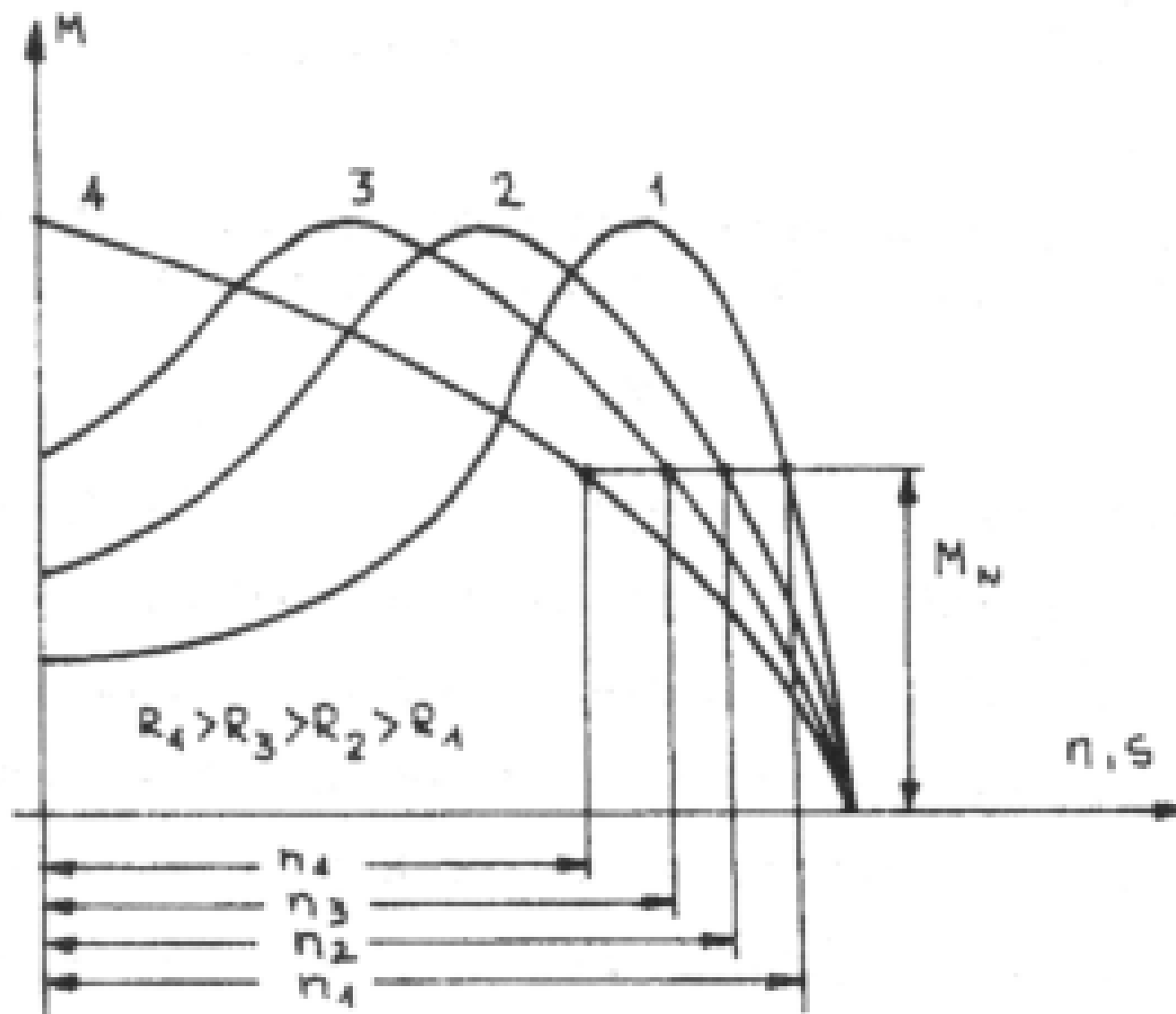
Schemat budowy silnika indukcyjnego z pomocniczym uzwojeniem zwartym

[Graficzna wizualizacja procesu składania silnika](#)

Charakterystyka mechaniczna

Charakterystyka mechaniczna silnika indukcyjnego ukazuje zależność momentu na jego wale od prędkości obrotowej silnika.





Charakterystyki mechaniczne silnika pierścieniowego dla różnych wartości rezystancji w obwodzie wirnika (1 – najmniejsza rezystancja, 4 – największa rezystancja)