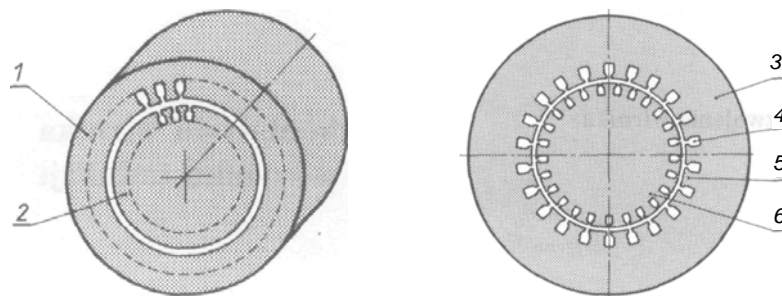


Budowa silników indukcyjnych.

Silnik indukcyjny (asynchroniczny) składa się z dwóch podstawowych części (Rys. 1). Część nieruchoma - **stojan** (ang. *stator*) - ma kształt wydrążonego wewnątrz walca. W wewnętrznej przestrzeni stojana znajduje się część wirująca maszyny, zwana **wirnikiem** (ang. *rotor*), również w kształcie walca.



Rys. 1. Stojan i wirnik maszyny indukcyjnej (1- stojan, 2 – wirnik, 3 – blacha stojana, 4 – żłobek, 5 – ząb, 6 – blacha wirnika).

Obwód magnetyczny

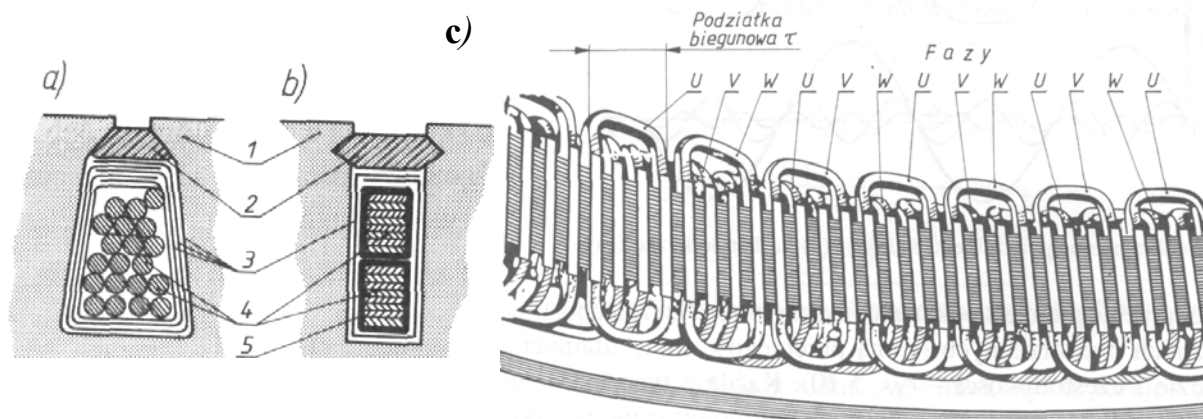
Obwód magnetyczny maszyny składa się z dwóch części: rdzenia stojana i rdzenia wirnika, oddzielonych od siebie szczeliną powietrzną. Szczelina powietrzna między stojanem a wirnikiem ma w małych maszynach grubość kilku dziesiątych milimetra. Rdzenie stojana i wirnika są wykonane w formie pakietu z blach izolowanych między sobą, najczęściej o grubości 0,5mm. Cienkie blachy minimalizują straty od prądów wirowych; byłyby one znacznie większe gdyby stojan wykonano np. jako jeden odlew stalowy. Blachy o odpowiednim kształcie wykrawa się za pomocą wykrojników, przy czym w maszynach małej i średniej mocy wykrawa się całą blachę rdzenia (Rys. 1). Na całym obwodzie rdzenia stojana i wirnika wycina się rowki o specjalnym kształcie, zwane żłobkami, w których umieszcza się uzwojenia. Elementy obwodu magnetycznego między żłobkami noszą nazwę zębów.

Rdzeń stojana umieszcza się w kadłubie maszyny, natomiast rdzeń wirnika, w maszynach małej mocy bezpośrednio na wale, a w dużych na piaście.

Stojan silnika indukcyjnego

Najczęściej stosowane silniki indukcyjne są zasilane z trójfazowej sieci prądu przemiennego. Silnik taki ma w stojanie **uzwojenie trójfazowe**, czyli trzy uzwojenia zwane fazami, które w czasie pracy są połączone w gwiazdę lub trójkąt. W małych silnikach stosuje się często w stojanie uzwojenia **jednofazowe lub dwufazowe**. Uzwojenia stojanów wykonuje się z drutu nawojowego izolowanego, dodatkowo są one impregnowane (izolacja, usztywniane), by na skutek drgań silnika nie uległy uszkodzeniu. Niezależnie od tego, uzwojenia te muszą być odizolowane od rdzenia odpowiednią **izolacją żłobkową** oraz muszą być zabezpieczone przed wypadaniem ze żłobka za pomocą **klinów** (Rys. 2).

Silniki indukcyjne - budowa



Rys. 2. Przekrój żłobka maszyny indukcyjnej: a) z uzwojeniem wsypanym, b) z uzwojeniem wkładanym
1 - ząb rdzenia, 2 - klin, 3 - izolacja żłobkowa, 4 - przewody uzwojenia, 5 - izolacja zezwoju.
c) uzwojenie rozłożone – widok.

Wirnik silnika indukcyjnego

Istnieją dwie odmiany silników asynchronicznych, zależnie od budowy wirnika: silnik klatkowy (z wirnikiem klatkowym) oraz silnik pierścieniowy (z wirnikiem pierścieniowym).

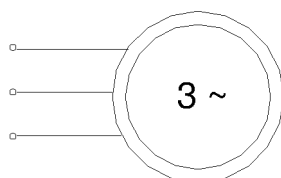
Silnik klatkowy.

Wirnik klatkowy składa się z nieizolowanych prętów, najczęściej aluminiowych (materiał lekki i dobrze przewodzący prąd) o dużym przekroju, całkowicie wypełniających żłobek (najczęściej półzamknięty lub zamknięty), połączonych na końcach metalowymi przewodzącymi pierścieniami (najczęściej z aluminium, miedzi, mosiądzu). Widok takiej klatki przedstawia rysunek 4-a. Dla silników małej mocy często cały wirnik wykonywany jest w postaci jednolitego odlewu.

Wykonana w ten sposób klatka stanowi wielofazowe uzwojenie zwarte. Indukowane w takiej klatce napięcia (pod wpływem pola stojana) są małe, prądy natomiast stosunkowo duże ze względu na mały opór elektryczny takiej klatki.

Pręty klatki nie są w praktyce prowadzone równoległe do osi obrotu, lecz z lekkim skosem (rys.4 c), a to ze względu na cichszą pracę silnika i łatwiejszy rozruch. Podobnie jak stojan wirnik także posiada rdzeń z blach elektrotechnicznych ze żłobkami, w których prowadzone są pręty klatki lub uzwojenie.

Na duże moce (rzędu setek kW i pojedynczych MW) wykonywane są silniki klatkowe głębokożłobkowe i dwuklatkowe. Posiadają one korzystne charakterystyki rozruchowe. Symbol trójfazowego silnika indukcyjnego, klatkowego na schematach elektrycznych jest przedstawiony na rysunku

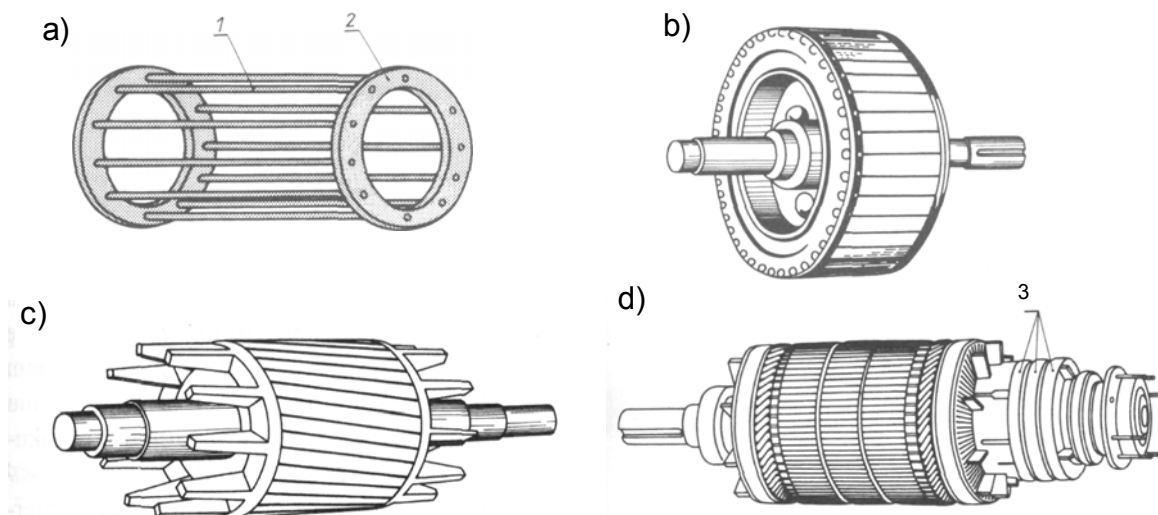


Rys. 3. Symbol silnika klatkowego.

Po lewej stronie zaznaczone są przewody sieci zasilającej (w tym przypadku trójprzewodowej). Zasilany jest stojan, symbolicznie przedstawiony jako zewnętrzny, większy okrąg. Wirnik nie ma żadnych wyprowadzeń.

Silnik pierścieniowy

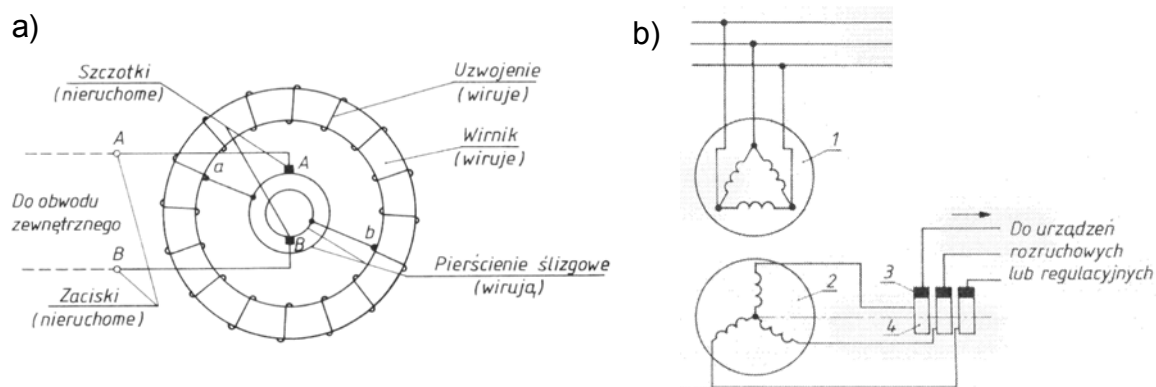
Uzwojenia wirników silników indukcyjnych pierścieniowych mogą być wykonane podobnie jak w stojanie, z drutu nawojowego. Prowadzone są one w żłobkach blach wirnika. Wszystkie fazy tego uzwojenia najczęściej zwarte są początkami (tworząc połączenie w gwiazdę), i z wyprowadzonymi końcami. Każdy z końców (w przypadku silnika trójfazowego jest ich trzy) przyłączony jest do jednego pierścienia (najczęściej miedzianego) osadzonego na wale wirnika i od niego odizolowanego (rys.4 d)



Rys. 4. Wirniki silników indukcyjnych: a) uzwojenie klatkowe 1 - pręty, 2 - pierścień zwierający czołowy, b) klatkowy, c) klatkowy o żłobkach skośnych, d) pierścieniowy, 3 – pierścień.

Na każdym z tych pierścieni ślizga się szczotka węglowa, przyłączona do tabliczki zaciskowej silnika. Dzięki temu do uzwojenia wirnika silnika pierścieniowego można przyłączyć rezystory zewnętrzne, służące np. do rozruchu lub regulacji prędkości obrotowej silnika

Stosowane jest także skojarzenie uzwojeń wirnika w trójkąt, najczęściej dla silników większych mocy, rzędu dziesiątek kW.

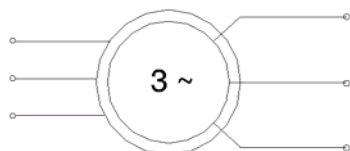


Rys. 5. a) Działanie pierścieni ślizgowych, b) Schemat połączeń silnika indukcyjnego pierścieniowego 1 - stojan, 2 - wirnik, 3 – szczotki. 4 – pierścień.

Silniki indukcyjne - budowa

Jeżeli dwa dowolne punkty uzwojenia wirnika (a i b na Rys. 5 a) połączymy na stałe z dwoma metalowymi pierścieniami ślizgowymi (osadzonymi na wale) i przez ruchome szczotki (A i B), połączone z obwodem zewnętrznym maszyny, to uzyskamy w ten sposób stałe połączenie elektryczne obwodu zewnętrznego z tymi punktami. W każdym położeniu wirnika obwód zewnętrzny maszyny łączy się z napięciem przemiennym wydrukowanym w uzwojeniu wirnika. Liczba pierścieni ślizgowych zależy od liczby faz przyłączanego obwodu.

Symbol silnika pierścieniowego na schematach elektrycznych przedstawiony jest na rys. 6.

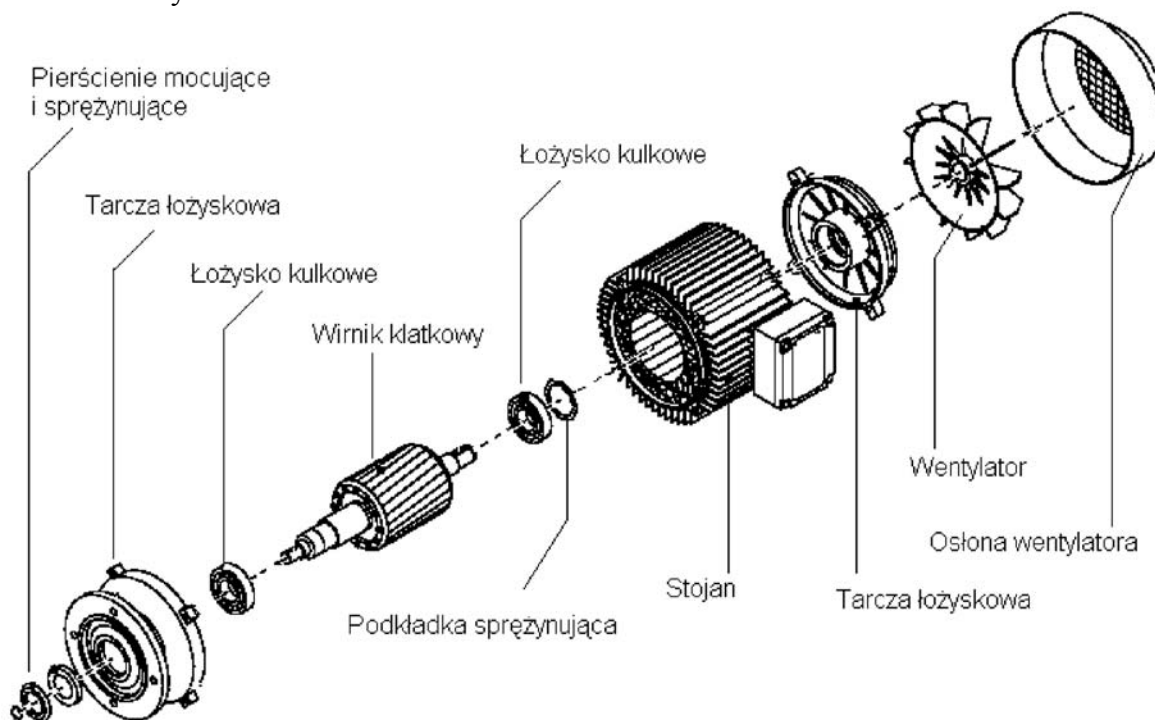


Rys. 6. symbol silnika pierścieniowego.

Silnik indukcyjny - budowa

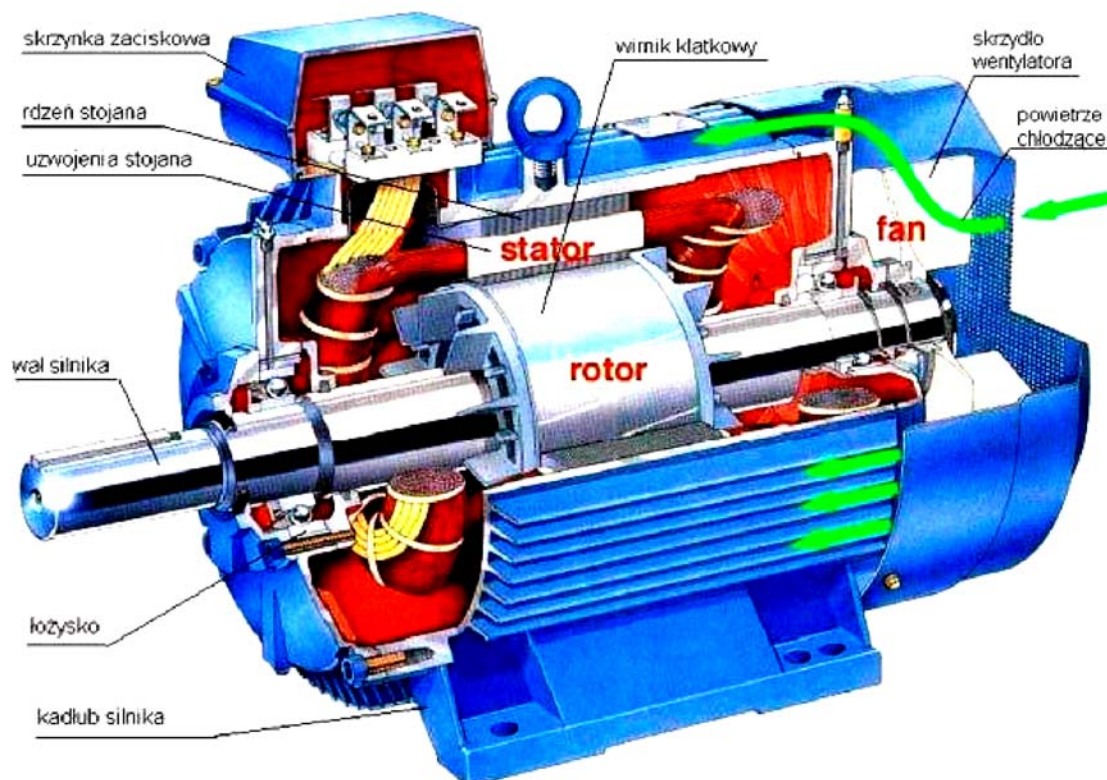
Kadłuby maszyn indukcyjnych wykonuje się jako odlewy (żeliwne lub ze stopu aluminium). Do kadłuba śrubami są przymocowane tarcze łożyskowe. W tarczach bądź w stojakach są umieszczone łożyska toczne (w maszynach małej i średniej mocy).

Wirnik silnika indukcyjnego jest umieszczony na ułożyskowanym wale, razem z wentylatorem chłodzącym. W przypadku silników klatkowych mniejszych mocy często wykonywany jest jako jeden odlew razem z klatką. Budowę silnika klatkowego małej mocy pokazano na rys. 7 i 8.



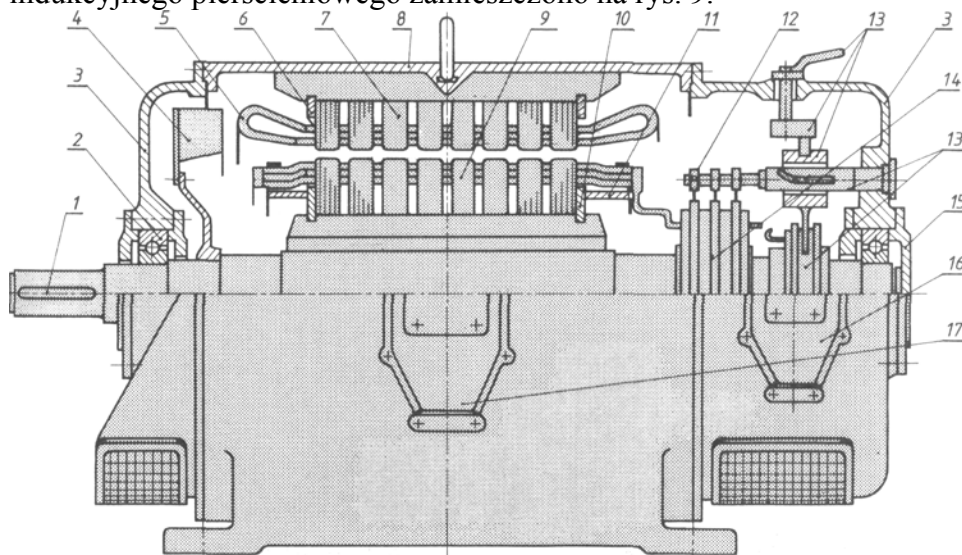
Rys. 7. Budowa silnika klatkowego małej mocy.

Silniki indukcyjne - budowa



Rys. 8. Budowa wewnętrzna silnika klatkowego.

W maszynach pierścieniowych do jednej z tarcz łożyskowych (od strony napędowej) są przymocowane sworznie szczotkowe, a niekiedy urządzenie służące do podnoszenia szczotek i zwierania pierścieni ślizgowych wirnika. Przykładowy przekrój silnika indukcyjnego pierścieniowego zamieszczono na rys. 9.



Rys.9. Przekrój uproszczony silnika indukcyjnego pierścieniowego. (1 - wał, 2 - łożysko, 3 - tarcza łożyskowa, 4 - wentylator, 5 - uzwojenie stojana, 6 - tarcza dociskowa rdzenia stojana, 7 - rdzeń stojana, 8 - kadłub, 9 - rdzeń wirnika, 10 - tarcza dociskowa rdzenia wirnika, 11 - uzwojenie wirnika, 12 - obsada szczotkowa (na sworzniu szczotkowym), 13 - przyrząd do zwierania pierścieni i podnoszenia szczotek, 14 - pierścień ślizgowy, 15 - pokrywa łożyskowa, 16 - tabliczka zaciskowa uzwojenia wirnika, 17 - tabliczka zaciskowa uzwojenia stojana).

Silniki indukcyjne - budowa

Podsumowując, można stwierdzić, że każda maszyna indukcyjna wirująca składa się z trzech podstawowych elementów:

- rdzenia ferromagnetycznego, stanowiącego obwód magnetyczny maszyny (składający się z rdzenia stojana i rdzenia wirnika);
- uzwojenia stojana i wirnika, w których indukują się siły elektromotoryczne i płyną prądy;
- elementów konstrukcyjnych, stanowiących obudowę maszyny i umożliwiających ruch obrotowy wirnika oraz zapewniających odpowiednie chłodzenie maszyny i odpowiednią ochronę maszyny przed działaniem czynników zewnętrznych.

Porównując budowę silnika klatkowego i pierścieniowego, należy stwierdzić, że silnik klatkowy jest prosty w budowie i tani, natomiast silnik pierścieniowy jest droższy, lecz wykazuje bogatsze właściwości ruchowe, ze względu na możliwości przyłączenia urządzeń rozruchowych i regulacyjnych.