**Maszyny elektryczne**

Maszyna elektryczna jest urządzeniem elektromechanicznym przetwarzającym, za pośrednictwem pola magnetycznego, energię elektryczną w energię mechaniczną lub odwrotnie, z udziałem ruchu. Przemiany energii elektrycznej na energię elektryczną o innych parametrach, bez udziału ruchu, zachodzą np. w transformatorach i przetwornicach elektrycznych.  
 W transformatorach jak i w maszynach elektrycznych zachodzą zjawiska wspólne, związane z indukcją elektromagnetyczną.  
 Najliczniejszą grupę maszyn elektrycznych stanowią silniki elektryczne, szeroko stosowane w przemyśle, komunikacji i transporcie, rolnictwie, a także w napędach urządzeń gospodarstwa domowego. Silniki elektryczne prądu przemiennego są obecnie największą grupą odbiorników energii elektrycznej w świecie.

Ze względu na rodzaj prądu i zasadę działania maszyny elektryczne dzieli się na:  
1. maszyny prądu przemiennego:  
a) maszyny synchroniczne,  
b) maszyny indukcyjne (asynchroniczne);  
 - jednofazowe,  
 - trójfazowe,

c) maszyny komutatorowe prądu przemiennego:  
- jednofazowe,

- wielofazowe.

2. maszyny prądu stałego.W zależności od rodzaju energii przetwarzanej, każda maszyna elektryczna może pracować jako prądnica lub silnik (bez zasadniczych zmian konstrukcyjnych).  
 Z tego względu rozróżnia się:  
**- prądnice**- przetwarzające energię mechaniczną na elektryczną;  
**- silniki**- przetwarzające energię elektryczną na mechaniczną;  
**- przetwornice**- przetwarzają energię elektryczną na taką samą energię lecz o innych parametrach,   
 np. przetwornice: prądu, napięcia, częstotliwości.

**2. Podstawowe parametry maszyn elektrycznych**

Każdą maszynę elektryczną charakteryzują znamionowe wartości wielkości elektrycznych i mechanicznych, do których należą: moc, napięcie, prąd, prędkość obrotowa i inne. Ustalone przez wytwórcę dane znamionowe odnoszą do pracy maszyny w określonych warunkach klimatycznych, tj. w miejscu zainstalowania położonym na powierzchni ziemi na wysokości do 1000 m n.p.m., gdzie temperatura otoczenia nie przekracza 40oC.  
 Jeżeli maszyna pracuje w temperaturze wyższej niż 40o*C*, to obciążenie maszyny powinno być odpowiednio mniejsze niż moc znamionowa. W maszynach przeznaczonych do pracy na wysokości ponad 1000 m n.p.m. dopuszczalne przyrosty temperatury powinny być przyjmowane zgodnie z PN-EN 60034-1:2011

Maszyny elektryczne wirujące :

**Dane znamionowe i parametry.**

Do znamionowych wielkości elektrycznych charakteryzujących każdą maszynę elektryczną należą:  
 **1) Napięcie znamionowe***U*N, w V, jest to:  
 - wartość skuteczna napięcia przemiennego międzyfazowego dla maszyn trójfazowych  
- wartość napięcia stałego, dla maszyn prądu stałego).  
 Napięcia znamionowe maszyn i urządzeń elektrycznych (zalecane dla silników):  
a) maszyn i urządzeń prądu stałego: 6, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 96, 110, 220, 440 V.  
b) maszyn i urządzeń prądu przemiennego: 6, 12, 24, 48, 110, 120, 230, 400, 690, 1000, 3000,6000.  
Napięcia znamionowe prądnic są wyższe o około 5%;  
**2) Prąd znamionowy In**, w A, jest to wartość skuteczna prądu przemiennego lub wartość prądu stałego  
pobieranego z sieci elektroenergetycznej przy obciążeniu maszyny mocą znamionową w stanie nagrzanym (w przypadku prądnic i kompensatorów jego wartość wynika z wartości mocy i napięcia znamionowego);i napięcia znamionowego). Jest to wartość skuteczna prądu przemiennego lub wartość prądu stałego;  
**3) Moc znamionową silnika*P*N**jest mocą mechaniczną oddawaną przez silnik.

*P*N=*P*in*η*N

Podstawowy wzór na moc znamionową ma postać:  
- dla trójfazowych silników prądu przemiennego:

*P*N= √3*U*N*I*Ncos*φ**η*N

- dla jednofazowych silników prądu przemiennego:

*P*N=*U*N*I*Ncos*φ*N*η*N

- dla silników prądu stałego:

*P*N=*U*N*I*N*η*N przy czym:  
 *P*N - moc znamionowa silnika, w W;  
 *P*in - moc pobierana przez silnik, w W;  
*U*N - napięcie znamionowe, w V;  
 *I*N - prąd znamionowy, w A;  
*n*N - znamionowa prędkość obrotowa, obr/min;  
*η*N - znamionowa sprawność;  
 cos*φ*N - znamionowy współczynnik mocy.

Moc znamionowa silnika jest to moc, którą maszyna może dostarczyć bez przekroczenia dopuszczalnej temperatury nagrzania. Jeżeli została podana moc znamionowa *P*N przy określonej prędkości obrotowej *n*N,  
 to jest ona obowiązująca również przy określonym rodzaju pracy: ciągłej, dorywczej lub nieokreślonej.  
 **4) Moc znamionowa i prędkość obrotowa silników elektrycznych małej mocy:**  
a) moc znamionowa w W:  
 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 60; 90; 120; 180; 250; 370; 550; 750; 1100; 1500; 2200; 3000,  
 b) prędkość obrotowa, w obr/min.:  
- silniki prądu przemiennego i uniwersalne:375; 500; 600; 750; 1000; 1500; 3000; 4000; 6000; 10 000; 12 000; 15 000; 18 000; 20 000; 24 000,  
- silniki prądu stałego:  
400; 500; 600; 750; 1000; 2000; 3000; 4000; 5000; 6 000; 8 000; 10 000; 12 000; 15 000;   
20 000; 22 000; 30 000; 40 000; 60 000, Dla silników indukcyjnych podano prędkość obrotową synchroniczną

**5) Moment znamionowy silnika *M*N**, w Nm (niutonometry). Jeżeli *P*N jest w kW, a *n*N w obr/min, to:

http://www.bezel.com.pl/images/moto/image119.jpg

**3. Rodzaje pracy maszyn elektrycznych**

Zgodnie z PN-EN 60034-1:2009 Maszyny elektryczne wirujące -- Część 1: Dane znamionowe i parametry, znamionowy rodzaj pracy maszyny jest określany w postaci symbolu składającego się z litery S i cyfr od 1 do 10.  
 Wyróżnia się następujące rodzaje pracy maszyn elektrycznych:  
**S1- praca ciągła;** praca ze stałym obciążeniem, trwającym do osiągnięcia stanu równowagi cieplnej. Przyrosty temperatury czynnych części maszyny nie większe niż 2oC w ciągu godziny);  
**S2- praca dorywcza;** praca ze stałym obciążeniem trwającym krócej niż czas potrzebny do osiągnięcia równowagi cieplnej oraz następującym później postojem trwającym tak długo, aż maszyna stanie się praktycznie zimna. Znormalizowany czas pracy wynosi: 10, 30, 60 i 90 minut;  
**S3- praca okresowa przerywana;** praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy. Każdy z tych okresów obejmuje czas pracy ze stałym obciążeniem i czas postoju. Dla tego rodzaju pracy względny czas pracy wynosi: 15, 25, 40 i 60 minut;  
**S4- praca okresowa przerywana z rozruchem;** praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje znaczący (ze względów cieplnych) czas rozruchu, czas pracy z obciążeniem stałym i czas postoju;  
**S5- praca okresowa przerywana z hamowaniem elektrycznym;**praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje czas rozruchu, czas pracy z obciążeniem stałym, czas hamowania elektrycznego i czas postoju,

**S6- praca okresowa długotrwała z przerywanym obciążeniem;** praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje czas pracy z obciążeniem stałym i czas pracy przy biegu jałowym. W tym przebiegu nie występuje czas postoju;  
**S7- praca okresowa długotrwała z hamowaniem elektrycznym;**praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje czas rozruchu, czas pracy z obciążeniem stałym i czas hamowania elektrycznego.  
**S8- praca okresowa długotrwała ze zmianami prędkości obrotowej;** praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje czas z obciążeniem stałym odpowiadającym określonej uprzednio prędkości obrotowej i jednego lub kilku czasów pracy z innymi obciążeniami odpowiadającym innym prędkościom obrotowym. Jest to praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje czas rozruchu, czas pracy z obciążeniem stałym;

**S9- praca z nieokresowymi zmianami obciążenia i prędkości obrotowej;**praca, przy której obciążenie i prędkość obrotowa zmieniają się na ogół nieokresowo w dopuszczalnym zakresie pracy. Ten przebieg pracy obejmuje często przeciążenia, które mogą znacznie przekraczać obciążenie odniesienia;  
**S10- praca z określonymi obciążeniami stałymi;**praca obejmująca nie więcej niż cztery określone wartości obciążenia (lub obciążenia równoważnego), z których przy każdej wartości obciążenia trwającego dostatecznie długo maszyna może osiągnąć równowagę cieplną. Minimalne obciążenie w pewnym okresie pracy może mieć wartość równą zero.

#### ****4. Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy maszyn elektrycznych****

Obudowa maszyny elektrycznej chroni obsługę przed dotknięciem zarówno części będących pod napięciem, jak i części ruchomych znajdujących się we wnętrzu maszyny lub osłony. Chroni również maszynę przed przedostaniem się do jej wnętrza obcych ciał stałych i wody.

Wymagania stawiane obudowom maszyn elektrycznych są określone w następujących normach:  
- PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP);  
- PN-EN 60529:2003/A2:2014-07 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP);

**Stopnie ochrony** zapewniane przez obudowy maszyn elektrycznych oznacza się symbolem IP (ang. international protection) oraz dwoma cyframi, które określają cechy obudowy odpowiadające stopniom ochrony:  
 - przed dotknięciem części pod napięciem lub części ruchomych oraz przed dostaniem się ciał   
stałych (pierwsza cyfra oznaczenia);

- przed przedostaniem się wody do wnętrza maszyny (druga cyfra).

Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy maszyn elektrycznych przedstawia tablica 1:

**Tablica 1. Stopnie ochrony** **zapewniane przez obudowy maszyn elektrycznych**  


1) Kod IP oznaczony czerwonym drukiem – osłony do pomieszczeń wilgotnych  
2) Kod IP napisany kursywą – osłony do pomieszczeń mokrych

W silnikach elektrycznych stosowane są materiały izolacyjne klasy A, E, B, F i H. Do wyznaczania temperatury lub jej przyrostu drogą pomiarów stosowane są metody: rezystancyjna (oporowa), wbudowanych czujników temperatury, termometrowa oraz superpozycji.

Każdy rodzaj obudowy maszyny charakteryzuje określony stopień ochrony.  
 Stosowane rodzaje obudowy maszyn elektrycznych (oznaczone literami w nawiasach) i odpowiadające im stopnie ochrony są następujące:  
 - obudowa otwarta **(A)** IP00, IP10,  
- obudowa chroniona **(B)** IP12, IP22,  
- obudowa okapturzona **(C)** IP23, IP33,  
- obudowa zamknięta **(Z)** IP55, IP56, IP44  
- obudowa wodoszczelna **(W)** IP57, IP58,  
 - obudowa głębinowa **(G)**- IP67, IP68.

**Nagrzewanie się maszyn elektrycznych**  
Praca maszyny elektrycznej związana jest zwykle z nagrzewaniem się jej poszczególnych części i odpowiednim sposobem chłodzenia. Ogólnie przyjęto, że normalne warunki chłodzenia maszyny elektrycznej zainstalowanej na wysokości do 1000 m n.p.m. występują, gdy czynnik chłodzący nie przekracza temperatury 40oC, a w przypadku chłodzenia wodą z zastosowaniem chłodnic - temperatura wody na wlocie nie przekracza 25oC.  
Graniczne wartości przyrostów temperatury poszczególnych części maszyn elektrycznych chłodzonych powietrzem określa norma PN-EN 60034-1:2005, zmieniona na PN-EN 60034-1:2009 Maszyny elektryczne wirujące -- Część 1: Dane znamionowe i parametry.

**Chłodzenie maszyn elektrycznych**  
 Chłodzenie maszyn elektrycznych stosuje się w celu ograniczenia nagrzewania się maszyny w czasie pracy ponad dopuszczalny przyrosty temperatury. Jako czynnik chłodzący wykorzystuje się najczęściej: powietrze, wodór, wodę i olej. Intensywność chłodzenia poprawia się np. przez zastosowanie kanałów wentylacyjnych lub przez zwiększenie powierzchni, przez którą będzie oddawane ciepło wytworzone w maszynie (przez żebrowanie obudowy, stosowanie radiatorów, itp.).

Ze względu na obieg czynnika chłodzącego rozróżnia się chłodzenie:  
 -**naturalne** - czynnik chłodzący jest wprowadzany przez wirujące części wirnika,  
 - **wymuszone własne** - czynnik chłodzący jest wprowadzany przez wentylator(y)osadzone na wale maszyny,  
 - **wymuszone obce** - czynnik chłodzący jest wprowadzany przez obcy wentylator lub pompę.

Chłodzenie maszyny może być stosowane:

**- w obiegu otwartym** - gdy czynnik chłodzący jest pobierany i po ochłodzeniu maszyny oddawany do otoczenia; występuje ciągła wymiana czynnika chłodzącego,  
**- w obiegu zamkniętym** - jeżeli czynnik chłodzący krąży pomiędzy maszyną a chłodnicą; w procesie  
chłodzenia bierze udział stale ta sama ilość czynnika chłodzącego.

Sposób chłodzenia oznaczony symbolem IC (ang. international cooling) określa norma PN-EN 60034-6:1999P Maszyny elektryczne wirujące -- Sposoby chłodzenia (kod IC).  
Do oznaczania sposobów chłodzenia stosuje się symbole składające się z liter **IC** i następującej po nich litery oznaczającej czynnik chłodzący:  
**A** - powietrze,  
**H**- wodór,  
**W**- woda,  
**U**- olej,

oraz z dwóch cyfr, z których pierwsza oznacza układ obwodu wentylacyjnego, a druga - sposób wprowadzenia go w ruch.