

Każdy z prądów I' i I'' można rozłożyć wektorowo na dwa prądy, z których jeden będzie prądem I , płynącym do sieci, tym samym co przy równych siłach elektromotorycznych, a drugi I_b — prądem bezwatowym, płynącym tylko w obwodzie prądnicy. Prąd taki zwiększa ilość ciepła Joule'a w uzwojeniach prądnicy i z tego względu jest niepożądany.

A zatem siły elektromotoryczne prądnicy, pracujących równolegle, powinny być równe, a prądy — proporcjonalne do mocy, oddawanych przez prądnice.

Wtedy współczynniki mocy prądnicy będą jednakowe i nie będzie prądów bezwatowych, płynących w obwodzie prądnicy, zwanym przez szyny zbiorcze.

56. Zmiana rozkładu obciążenia na prądnicach prądu zmiennego, pracujących w połączeniu równoległym.

Prądnica prądu zmiennego, pracująca równolegle z innymi, nie może być obciążona lub odciążona przez zmianę jej siły elektromotorycznej, gdyż silnik napędowy nie jest w stanie zmienić automatycznie swej mocy, wobec stałości biegu, związanego z biegiem innych prądnicy.

Regulator odśrodkowy, stosowany zwykle, nie zmieni swego położenia, gdy szybkość biegu utrzymuje się stała.

Chcąc obciążyć prądnice więcej lub mniej, należy przestawić położenie regulatora dla danej szybkości lub też w inny sposób zmienić dopływ czynnika, wprawiającego w ruch silnik napędowy.

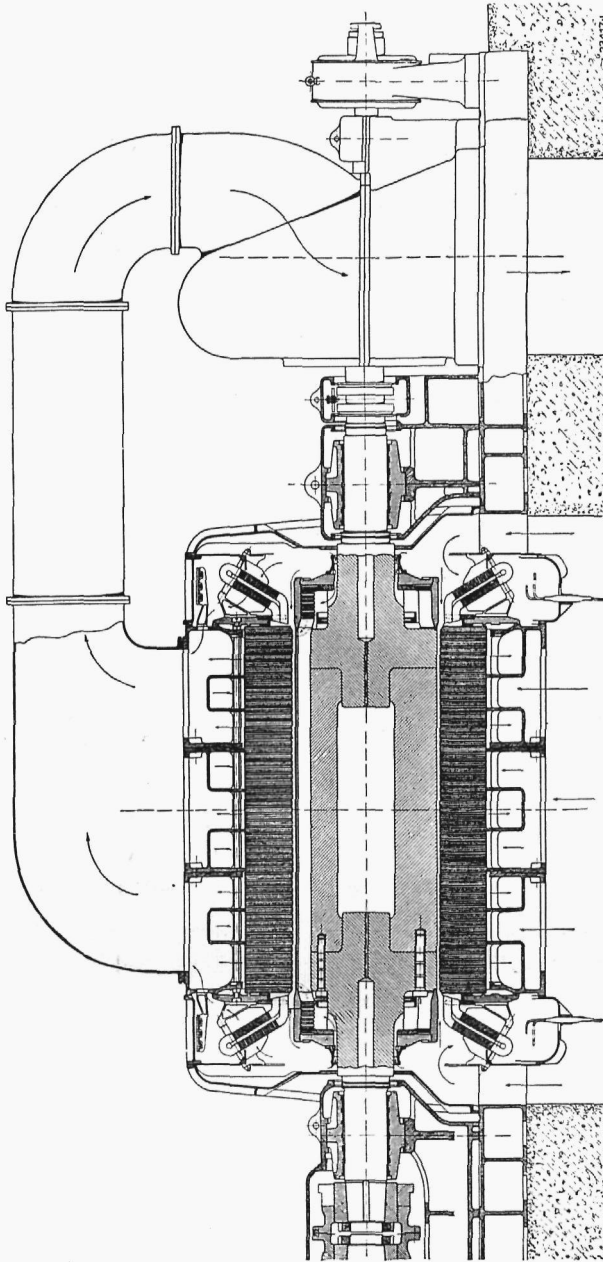
Pod wpływem tej czynności zmieni się faza nie zaś wielkość siły elektromotorycznej względem napięcia na zaciskach, co wywoła zmianę prądu i obciążenia prądnicy.

Szczegóły tego zjawiska łatwo uwidocznić na wykresie wektorowym.

Zachowując oznaczenia, stosowane w paragrafie poprzednim, będziemy mieli wykres, przedstawiony na rys. 139. W miarę zwiększania mocy, dostarczanej prądnicą przez silnik napędowy, zwiększa się kąt ϕ pomiędzy napięciem V i siłą elektromotoryczną E .

Odcinek AB , wyrażający moc, oddaną przez prądnice do sieci, w miarę wzrostu kąta ϕ rośnie, ale tylko do $\phi = 90^\circ$; wtedy odcinek AB staje się równy OA' — promieniowi koła, zakreślonego promieniem E z punktu O .

Tab. IV.

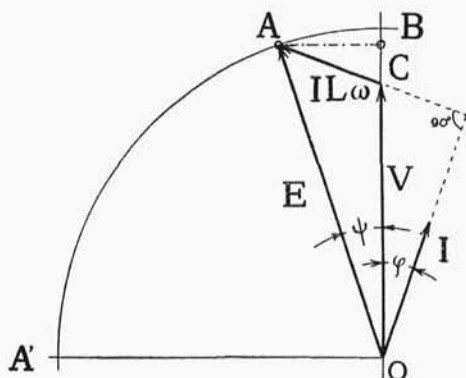


Trojfazowa prądnica turbinowa, mocy 88000 kVA, przy 1800 obrotach na minutę i 60 okresach zmienności prądu na sekundę, ustawiona w jednej z elektrowni New York'u.

Prądnica ma nieruchomy twornik z rdzeniem, utworzonym z blach pierścieniowych i wirującą magniesnicę wykutą w kształcie rury ze stali niklowej. Magniesnica jest zaopatrzona w uzwojenia, zasilane prądem stałym ze wzbudnicy, której twornik osadzony jest na końcu wału. Na tym samym wale jest umocowany wirnik wentylatora, służącego do przewietrzania prądnicy.

Konstrukcja firmy Brown-Boveri & C-ie w Badenie. Patrz BBC Mitteilungen, Styczeń 1928 r.

Przy dalszem zwiększaniu kąta ψ , moc oddana maleje; dzieje się to skutkiem tego, że pomimo ciągłego wzrostu prądu I , którego wielkość jest proporcjonalna do długości odcinka AC , różnica faz, pomiędzy prądem a napięciem, wzrasta nadmiernie, co łatwo spostrzec, pamiętając, że wektor prądu I jest zawsze prostopadły do AC .



Rys. 139.

Jeżeli silnik napędowy dostarczy prądnicę mocy większej od tej, którą wyraża odcinek OA' , to moment obrotowy silnika napędowego stanie się większy od momentu hamującego, wytwarzanego przez prądnicę; różnica momentów wytworzy ruch przyspieszony maszyny, prądnicą wyjdzie z synchronizmu i zespół prądnic-silnik może rozbiegać się do tego stopnia, że siły odśrodkowe spowodują uszkodzenie maszyny.

57. Kołysanie się prądnicy pod wpływem zmiennego momentu obrotowego silnika napędowego.

Gdy prądnicę obraca silnik tłokowy, którego moment napędowy jest zmienny, to szybkość ruchu wirowego prądnicy nie jest stała.

W ruchu ustalonym zmienność momentu napędowego jest okresowa i może być wyrażona sumą szeregu funkcji sinusoidalnych.

Odpowiednio do zmiennego momentu napędowego szybkość kątowa ruchu wirowego prądnicy jest również zmienna okresowo.

Z tego względu mówimy tu o kołysaniu się wirnika prądnicy względem pewnego wirnika idealnego, wirującego z jednostajną szybkością średnią.

Oznaczmy przez:

J — moment bezwładności wirujących mas,

M_k — amplitudę zmiennej składowej momentu obrotowego silnika napędowego,

Ω — szybkość kątową wirnika w chwili t ,

Ω_{sr} — średnią szybkość kątową,

T — najdłuższy okres zmienności momentu¹⁾.

Jeżeli pominiemy mechaniczne opory szkodliwe: tarcie i t. p., to wzór na ruch wirnika prądnicy przybierze następującą postać,

$$J \frac{d(\Omega - \Omega_{sr})}{dt} = \sum_{k=1}^{k=q} M_k \sin \left(k \frac{2\pi}{T} t + \varphi_k \right)$$

Z całkowania tego równania wynika, że zmienność szybkości kątowej ruchu wirowego wyraża się również sumą szeregu sinusoidalnie zmiennych wielkości:

$$\Omega = \Omega_{sr} + \frac{1}{J} \sum_{k=1}^{k=q} \frac{T}{2\pi k} M_k \sin \left(k \frac{2\pi}{T} t + \gamma_k \right)$$

Stosunek różnicy pomiędzy szybkością maksymalną, a minimalną do średniej szybkości wirowania, nazywamy współczynnikiem nierównomierności biegu:

$$\delta = \frac{\Omega_{max} - \Omega_{min}}{\Omega_{sr}}$$

Różnica w liczniku wyraża oczywiście podwójną amplitudę kołysania się wirnika prądnicy.

Kołysanie się takie sprawia wahania napięcia prądu, dostarczanego przez prądnicę, a te wahania powodują znów wahania w natężeniu światła lamp. Lampy migają z częstotliwością tej harmonicznej, która ma największą amplitudę.

Dla prądu prądu stałego praktyka zaleca nie brać δ — większego od $\frac{1}{70}$.

Tu, w razie nadmiernego migania lamp, można wahania napięcia znacznie zmniejszyć, ustawiając baterję akumulatorów, włączoną równolegle do prądnicy.

Przy prądzie zmiennym tego zrobić nie można, bierze się

¹⁾ W szeregu funkcji sinusoidalnych, których suma wyraża zmienność szybkości kątowej w czasie, pierwsza zwykle o największej amplitudzie, ma najdłuższy okres, inne są wyższe harmoniczne.

zatem δ nie większe od $\frac{1}{150}$ z zastrzeżeniem, że prądnica nie będzie łączona równolegle z innymi prądnicami.

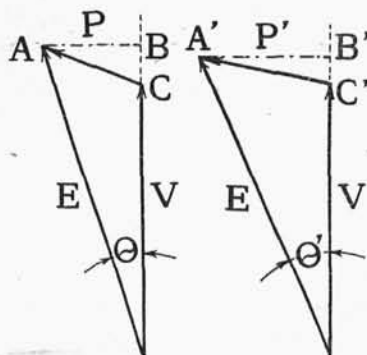
Gdy taką okoliczność przewiduje się, nie należy brać δ większego od $\frac{1}{200}$ a nawet $\frac{1}{500}$ ze względów, które będą omówione dalej.

Rozważana nierównomierność biegu dotyczy oczywiście całego układu wirującego, składającego się z wirujących części prądnicy i silnika napędowego.

58. Moment synchronizujący prądnic prądu zmiennego, połączonych równolegle.

Rozważmy zachowanie się prądnicy, pracującej równolegle z innymi prądnicami, przy chwilowej zmianie szybkości wirowania.

Jej wykres charakterystyczny, rys. 140, oprócz napięcia V



Rys. 140

Rys. 141.

i siły elektromotorycznej E zawiera jeszcze odcinek AB prostopadły do V , który, jak było pokazane poprzednio, wyraża moc, oddaną przez prądnicę.

Zakładając narazie jednostajny bieg prądnicy, będziemy mieli równowagę pomiędzy momentem obrotowym silnika napędowego, a momentem hamującym elektromagnetycznego oddziaływania nieruchomego twornika na wirnik:

$$M_{obr} = M_{ham}$$

Jeżeli natomiast wirnik, z jakiegokolwiek powodu, na chwilę tylko przyspieszy bieg, a potem wnet wróci do synchronizmu, to

wektor siły elektromotorycznej, wzniecanej przez wirującą magniesnicę, oddali się trochę od wektora napięcia, rys. 141, a wskutek tego odcinek AB wydłuży się, co będzie świadczyć, iż moc oddana wzrośnie, wzrośnie więc i moment hamujący ruch prądnicy.

Jeżeli przytem moment napędowy zostanie ten sam jaki był poprzednio, to będziemy mieli nadmiar momentu hamującego.

$$M_{obr} < M_{ham}$$

Wtedy różnica:

$$M_{ham} - M_{obr} = M_s$$

M_s — stanowi tak zwany moment synchronizujący, który zwraca wektor siły elektromotorycznej do poprzedniego położenia. Każde zatem odstępstwo w ruchu prądnicy od biegu synchronicznego wywołuje reakcję w postaci momentu synchronizującego.

59. Kołysanie się własne prądnicy prądu zmiennego, połączonej równolegle z innymi prądnicami.

Układ wirujący prądnicy i silnika napędowego ma oczywiście bezwładność, a obok tego, jak widzieliśmy w poprzednim paragrafie, zdolność wytwarzania reakcji w postaci momentu synchronizującego, gdy zakłócimy jego ruch jednostajny; są to okoliczności, wystarczające do powstawania kołysania się, czyli wahań, tak jak w wahadle.

Opierając się na przesłankach podobnych do tych, które są stosowane w teorii wahadła, łatwo znajdziemy okres tego kołysania się ze wzoru:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{p m_s}}$$

$$m_s = \frac{d M_s}{d \theta}$$

J — moment bezwładności,

M_s — moment synchronizujący,

p — liczba par biegunów magniesnicy.

Liczba ta przekształca w powyższym wzorze kąt fazowego wychylenia wektora E na kąt przestrzennego wychylenia magniesnicy. Kąt przestrzenny jest oczywiście p razy mniejszy od kąta na wykresie wektorowym.

Wzór na okres T został napisany w przypuszczeniu, że niema żadnych innych czynników, działających na wielkość wychyleń przy kołysaniu się, oprócz momentu synchronizującego i bezwładności.

W rzeczywistości opory mechaniczne i prądy, wzniecone w różnych częściach twornika, wywoływać będą dodatkowe momenty hamujące, skutkiem których kołysanie się własne magnesy stopniowo zaniknie.

60. Kołysanie się wymuszone równoległe połączonych prądnic prądu zmiennego.

Kołysanie się wymuszone prądnicy, połączonej równoległe z innemi, odbywa się inaczej, niż pracującej na sieć oddzielnie.

Przy równoległym połączeniu z innemi prądnicami, przyjmując stałość wektora napięcia związanego z biegiem reszty prądnic, wahania szybkości kątowej rozważanej prądnicy wywołują okresowe zmiany kąta Θ pomiędzy E i V , rys. 140, przez co powstaje zmienny moment synchronizujący, który również będzie miał wpływ na przebieg wahań w biegu prądnicy.

Moment synchronizujący przy odchyleniu się wektora E o kąt $(\Theta' - \Theta)$ możemy wyrazić wzorem, opierając się na zależności podanej poprzednio:

$$m_s = \frac{d M_s}{d \Theta}$$

Stąd:

$$M_s = m_s (\Theta' - \Theta)$$

A równanie kołysania się wymuszonego prądnicy z uwzględnieniem momentu synchronizującego będzie:

$$J \frac{d(\Omega - \Omega_{sr})}{dt} = \sum_{k=1}^{k=q} M_k \sin \left(k \frac{2\pi}{T} t + \varphi_k \right) - m_s (\Theta' - \Theta)$$

Jeżeli zróżniczkujemy to równanie po t , to otrzymamy:

$$J \frac{d^2(\Omega - \Omega_{sr})}{dt^2} = \sum_{k=1}^{k=q} M_k \frac{k 2\pi}{T} \cos \left(k \frac{2\pi}{T} t + \varphi_k \right) - m_s \frac{d(\Theta' - \Theta)}{dt}$$

Oznaczając szybkość wirowania wektorów w wykresach wektorowych przez ω i uwzględniając, że magnesia o p parach

biegunów wiruje z prędkością p razy mniejszą od wektorów sił elektromotorycznych, przez nią wzbudzonych, otrzymamy:

$$\Omega = \frac{\omega}{p} \quad \Omega_{sr} = \frac{\omega_{sr}}{p} \quad \omega = \frac{d\Theta'}{dt} \quad \omega_{sr} = \frac{d\Theta}{dt}$$

Przy podstawieniu tych zależności do równania na kołysanie się prądnicy, otrzymamy wzór:

$$\frac{J}{p} \frac{d^2(\omega - \omega_{sr})}{dt^2} = \sum_{k=1}^{k=q} M_k \frac{k 2\pi}{T} \cos\left(k \frac{2\pi}{T} t + \varphi_k\right) - m_s(\omega - \omega_{sr})$$

Z tego równania możemy wyznaczyć wartość $(\omega - \omega_{sr})_a$, wyrażającą amplitudę kołysania się wektora siły elektromotorycznej prądnicy, a mając wartość $(\omega - \omega_{sr})_a$ łatwo obliczyć amplitudę kołysania się wirnika prądnicy ze wzoru:

$$\Omega_a = \frac{(\omega - \omega_{sr})_a}{p}$$

Jeżeli rozwiążemy to równanie dla $M_k = M_1$, uwzględniając tylko jedną składową zmienną momentu napędowego o częstotliwości f_1 , to otrzymamy amplitudę Ω'_a wymuszonego kołysania się pod wpływem tej składowej przy połączeniu równoległym tej prądnicy z innymi.

Jeżeli zaś rozwiążemy to równanie dla tego samego $M_k = M_1$, lecz przy $m_s = 0$ ¹⁾, to otrzymamy Ω''_a — amplitudę kołysania się wymuszonego prądnicy pod wpływem tej samej składowej momentu napędowego, lecz przy pracy prądnicy na sieć pojedynczo, bez łączności z innymi prądnicami.

Równanie bez momentu synchronizującego:

$$\frac{J}{p} \frac{d^2(\omega - \omega_{sr})}{dt^2} = M_1 \frac{2\pi}{T} \cos\left(\frac{2\pi}{T} t + \varphi\right)$$

ma rozwiązanie dla amplitudy zmiennej wielkości $(\omega - \omega_{sr})$ w postaci:

$$(\omega - \omega_{sr})_a = \frac{M_1 p}{2\pi f_1 J}$$

a więc:

$$\Omega''_a = \frac{M_1}{2\pi f_1 J}$$

¹⁾ Przypuszczając, że prądnicą pracuje na sieć sama, wtedy momentu synchronizującego niema.

Równanie zaś z momentem synchronizującym:

$$\frac{J}{p} \frac{d^2(\omega - \omega_{sr})}{dt^2} + m_s(\omega - \omega_{sr}) = M_1 \frac{2\pi}{T} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

ma rozwiązanie na amplitudę w postaci:

$$(\omega - \omega_{sr})_a = \frac{M_1}{\frac{J}{p} 2\pi f_1 - \frac{m_s p}{2\pi f_1}} = \frac{M_1 p}{2\pi f_1 J - \frac{m_s p}{2\pi f_1}}$$

a więc:

$$\Omega'_a = \frac{M_1}{2\pi f_1 J - \frac{m_s p}{2\pi f_1}}$$

Bardzo charakterystyczny jest stosunek tych dwóch amplitud Ω'_a i Ω''_a .

$$\frac{\Omega'_a}{\Omega''_a} = \frac{2\pi f_1 J}{2\pi f_1 J - \frac{m_s p}{2\pi f_1}} = \frac{1}{1 - \frac{m_s p}{4\pi^2 J f_1^2}}$$

Ze wzoru na okres kołysania się prądnicy pod wpływem momentu synchronizującego (patrz § 59):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{m_s p}}$$

wynika że:

$$f^2 = \frac{1}{T^2} = \frac{m_s p}{4\pi^2 J}$$

Przeto:

$$\frac{\Omega'_a}{\Omega''_a} = \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_1}\right)^2}$$

Tu f oznacza częstotliwość własnego kołysania się prądnicy, a f_1 — częstotliwość zmienności składowej M_1 momentu napędowego, a więc częstotliwość kołysania się wymuszonego.

Wzór ten wskazuje ilokrotnie amplituda kołysania się wymuszonego w biegu równoległym z innymi prądnicami jest większa od amplitudy kołysania się prądnicy pracującej osobno.

Stosunek ten równa się jedności gdy f_1 będzie nieskończenie wielkie.

W miarę zmniejszania się f_1 stosunek rośnie i gdy:

$$f = f_1$$

stosunek $\frac{\Omega'_a}{\Omega''_a}$ staje się nieskończenie wielki; powiadamy wtedy, że pomiędzy kołysaniem się własnym i wymuszonym jest rezonans.

Gdy f_1 będzie zmniejszać się dalej aż do zera, to stosunek ten, przybierając wartości ujemne, stopniowo zmniejszy się do zera.

Duże amplitudy przy kołysaniu się prądnic oczywiście są niebezpieczne, gdyż to powoduje nadmierne prądy wyrównawcze, które łatwo mogą uszkodzić maszynę, a w urządzeniach rozdzielczych powodują przepalanie się bezpieczników i wyłączanie samoczynnych nadmiarowych przerywaczy.

To też budowa zespołów prądnic z silnikami tłokowymi powinna być prowadzona bardzo ostrożnie, tak aby trzymać się zdala od rezonansu.

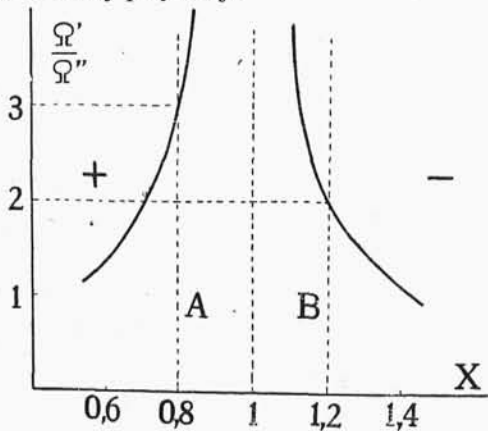
Praktycy twierdzą, że $\frac{\Omega'_a}{\Omega''_a}$ w granicach od -2 przez nieskończoność do $+3$ jest dla równoległej pracy niebezpieczny.

Stosunek częstotliwości kołysania się własnego do częstotliwości kołysania się wymuszonego oznaczmy przez X .

$$X = \frac{f}{f_1}$$

Stosunkowi: $\frac{\Omega'_a}{\Omega''_a} = -2$ odpowiada $X = 1,22$, stosunkowi zaś $\frac{\Omega'_a}{\Omega''_a} = +3$ odpowiada $X = 0,817$.

Należy więc budować zespoły: silnik napędowy — prądnica w ten sposób, aby X było mniejsze od 0,817 lub większe od 1,22. Osiągamy to przez odpowiednie dobranie głównej częstotliwości zmiennej składowej momentu napędowego względem częstotliwości własnego kołysania się prądnicy.



Rys. 142

Na rys. 142¹⁾, wyrażającym zależność $\frac{\Omega'_a}{\Omega''_a}$ od X , zaznaczona jest między kreskami A i B strefa niebezpieczna.

Przy maszynach parowych wypada brać okres zmienności momentów napędowych krótszy od okresu kołysania się własnego.

Przy silnikach spalinowych częstotliwość własna może być pośrodku pomiędzy częstotliwością główną i pierwszą harmoniczną momentu napędowego. Jeżeli oznaczymy częstotliwość główną momentu napędowego przez f_1 , to pierwsza harmoniczna będzie $2f_1$. Załóżmy, że częstotliwość własna znajduje się pośrodku, a więc wynosi:

$$1,5 f_1$$

W takim razie charakterystyczny stosunek częstotliwości własnej do częstotliwości głównej momentu napędowego będzie:

$$\frac{1,5 f_1}{f_1} = 1,5$$

a do pierwszej harmoniczej:

$$\frac{1,5 f_1}{2 f_1} = 0,75$$

Obie liczby leżą poza granicami strefy niebezpiecznej.

Właśnie w celu zmniejszenia amplitudy kołysania się wymuszonego zespołów przeznaczonych do równoległej pracy i ułatwienia włączania, przepisujemy mały współczynnik nierównomierności biegu i czynimy inne zabiegi opisane dalej w §§ 61 i 62.

61. Regulatory silników napędowych prądnic, równolegle połączonych.

Regulatory silników napędowych prądnic, równolegle połączonych, powinny być we wszystkich silnikach nastawione na tę samą zwykłą szybkość biegu przy odciążeniu. Często zwykła liczby obrotów przy odciążeniu nie wynosi więcej od 50/0.

Trzeba również dbać o to aby okresy czasu, w których zachodzą zmiany szybkości biegu poszczególnych prądnic, były równe.

Tylko przy zachowaniu tych obu powyższych warunków, przy zmianach obciążenia na sieci, odbywać się będzie odpowiedni roz-

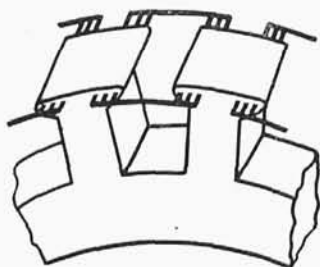
¹⁾ Patrz M. Liwschitz. Die elektrischen Maschinen 1926.

dział obciążenia pomiędzy poszczególne prądnice i ustalanie się obciążenia bez żadnych wahań.

Z tych uwag łatwo spostrzec, że najlepiej pracować będą równoległe zespoły zupełnie jednakowe co do budowy i mocy. Im większe będą różnice w budowie silników i prądnic, im większa będzie różnica mocy, tem trudniej będzie utrzymać prawidłowy ruch równoległy przy silnikach tłokowych.

62. Tłumienie kołysania się prądnic, równoległe połączonych.

W celu tłumienia kołysania się prądnic przy równoległym połączeniu, stosowane bywają tłumiące uzwojenia zwarte pomiędzy biegunami magnesnicy, rys. 143. Przy kołysaniu się magnesnicy powstają w tych uzwojeniach prądy, indukowane polem magnetycznym twornika, kierunek tych prądów jest taki, że oddziaływanie pola magnetycznego twornika na te prądy hamuje kołysanie się magnesnicy. Wyjaśnienie tego zjawiska czytelnik znajdzie



Rys. 143.

W celu tłumienia kołysania się prądnic przy równoległym połączeniu, stosowane bywają tłumiące uzwojenia zwarte pomiędzy biegunami magnesnicy, rys. 143. Przy kołysaniu się magnesnicy powstają w tych uzwojeniach prądy, indukowane polem magnetycznym twornika, kierunek tych prądów jest taki, że oddziaływanie pola magnetycznego twornika na te prądy hamuje kołysanie się magnesnicy. Wyjaśnienie tego zjawiska czytelnik znajdzie

w rozdziale o działaniu silników elektrycznych prądu zmiennego trójfazowych i jednofazowych.

63. Dławiki tłumiące w obwodach prądnic, równoległe połączonych.

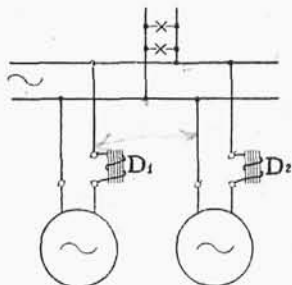
W celu zmniejszenia prądów wyrównawczych przy silnem kołysaniu się prądnic, równoległe połączonych, wprowadza się pomiędzy szynami zbiorczymi i prądnicami dławiki D_1 i D_2 ¹⁾, rys. 144, stanowią one dodatkowy opór indukcyjny, osłabiający znacznie nadmierne prądy, które, przy kołysaniu się prądnic, mogłyby powstać w obwodzie zamkniętym, utworzonym przez szyny zbiorcze i prądnice.

W celu osiągnięcia szybkiego ustalania się biegu prądnicy i właściwego rozdziału obciążeń lepiej jest stosować dławik różnicowy wspólny dla obu prądnic.

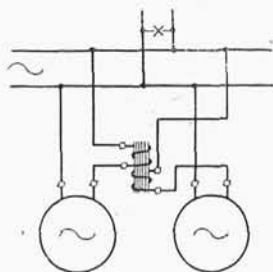
Na rdzeniu żelaznym takiego dławika, rys. 145, mamy dwie cewki nawinięte w przeciwnych kierunkach.

¹⁾ Dławiki te wykonywamy z żelaznym obwodem magnetycznym zamkniętym.

Liczba zwojów cewek jest odwrotnie proporcjonalna do normalnego natężenia prądu tak, że liczba normalnych amperozwojów wypada dla obu cewek jednakowa. Mając to na względzie łatwo



Rys. 144.



Rys. 145.

spostrzec, że przy normalnem natężeniu prądów w prądnicach strumień magnetyczny będzie niemal zero i cewki żadnego dławiającego działania wywierać nie będą.

To samo będzie również gdy stosunek prądów dostarczanych przez prądnice będzie równy stosunkowi ich prądów normalnych.

W obu przypadkach oczywiście musi być również zgodność faz tych prądów.

Jeżeli natomiast stosunek prądów dostarczanych przez prądnice nie będzie równy stosunkowi prądów normalnych, lub jeden względem drugiego przesunie się w fazie, to wnet wytworzy się strumień magnetyczny, który wznieci w cewkach siły elektromotoryczne, wyrównywające natężenia prądów i uzgodniające ich fazy.

63a. Równoległe połączenie prądnic trójfazowych.

Poza temi samemi warunkami pracy co dla prądnic jednofazowych, przy łączeniu równoległym prądnic trójfazowych, należy przestrzegać, aby połączyć fazy odpowiednie, t. j. takie, które dałyby się uzgodnić.

Lampki fazowe można włączyć podobnie, jak przy maszynach jednofazowych, lub też dwie z nich skrzyżować, wtedy otrzymamy światło wędrujące. Jako wskaźnik biegu synchronicznego używa się również woltomierz zerowy i synchronoskop.

Synchronoskop jest to przyrząd, w którym są trzy cewki, włączone tak jak trzy lampki fazowe, pomiędzy cewkami znajduje się ruchoma blaszka zaopatrzona we wskazówkę. Gdy jesteśmy blizcy synchronizmu wskazówka wiruje to w jedną to w drugą stronę, a przy osiągnięciu biegu synchronicznego maszyn, wskazówka zatrzymuje się w odpowiednim położeniu.