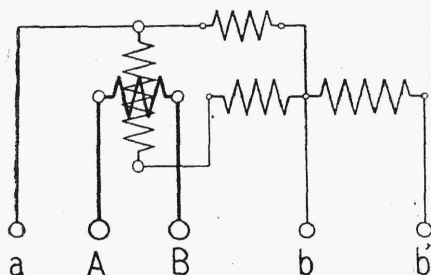
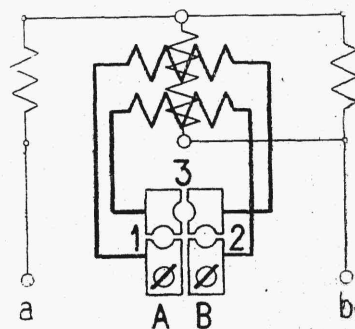


wszystkie zwoje, a więc działanie magnetyczne cewek będzie znaczne i pełne wychylenie otrzymamy przy prądzie niezbyt wielkim; jeżeli natomiast włożymy dwa kołki w gniazdka 1 i 2, pozostawiając 3-cie puste, to cewki będą połączone równolegle, prąd rozgałęzia się. Jeżeli oporności pozorne cewek weźmiemy zupełnie równe, to przez każdą cewkę popłynie tylko połowa całego prądu, działanie magnetyczne przy tym samym prądzie



Rys. 89. Układ połączeń watomierza na dwa różne napięcia.



Rys. 90. Układ cewek watomierza na dwa zakresy prądu.

będzie słabsze i, chcąc otrzymać pełne wychylenie skali, wypadnie puścić prąd dwa razy silniejszy. W ten sposób przyrząd będzie miał dwie skale, działki drugiej skali będą miały wartości dwa razy większe.

Jeżeli wstawimy trzy kołki, zatykając wszystkie gniazdka, to cewki będą krótko zwarte. Stosuje się to czasem, gdy chodzi o zabezpieczenie przyrządu od chwilowych nadmiernych prądów np. przy rozruchu silników.

43. Poprawka na indukcyjność cewki ruchomej watomierza elektrodynamicznego.

Według wywodów, podanych w paragrafie poprzednim, średni iloczyn prądów w cewkach, ruchomej i nieruchomej, jest proporcjonalny do wychylenia wskazówki watomierza, więc:

$$(J_t \cdot i_t)_{sr} = K \cdot \alpha,$$

jeżeli więc pominiemy indukcyjność cewki ruchomej i oznaczymy całą oporność obwodu cewki ruchomej przez R' , to:

$$i_t = \frac{V_t}{R'}.$$

przeto:

$$(V_t J_t)_{sr} = R' \cdot K \cdot \alpha$$

Średni iloczyn napięcia przez prąd wyraża moc prądu zmiennego, więc:

$$P = (V_t J_t)_{sr} = R' \cdot K \cdot \alpha.$$

Gdy wprowadzimy wartości skuteczne napięcia i prądu, to:

$$P = V J \cos \varphi,$$

a więc:

$$V J \cos \varphi = R' \cdot K \cdot \alpha. \quad (I)$$

Jeżeli uwzględnimy jednak, że cewka ruchoma ma pewną indukcyjność, to rozumowanie poprowadzimy nieco inaczej.

Ze wzoru:

$$(J_t \cdot i_t)_{sr} = K \cdot \alpha$$

przejdziemy do wartości skutecznych prądów J i i . Jeżeli obwód napięciowy ma indukcyjność, to prąd i względem napięcia spóźnia się o pewien kąt ψ (rys. 91).

Średni iloczyn dwóch dowolnych wielkości sinusoidalnie zmiennych, równa się iloczynowi ich wartości skutecznych, pomnożonemu przez cosinus kąta różnicy faz pomiędzy nimi, więc tu:

$$(J_t \cdot i_t)_{sr} = J \cdot i \cdot \cos(\varphi - \psi).$$

Jeżeli przez Z oznaczymy oporność pozorną obwodu napięciowego, to:

$$i = \frac{V}{Z},$$

więc:

$$(J_t \cdot i_t)_{sr} = \frac{V J}{Z} \cdot \cos(\varphi - \psi).$$

Przeto:

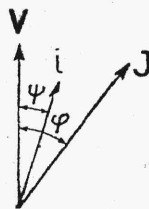
$$\frac{V J}{Z} \cdot \cos(\varphi - \psi) = K \cdot \alpha,$$

stad:

$$V J \cos \varphi = \frac{\cos \varphi \cdot K \cdot Z}{\cos(\varphi - \psi)} \cdot \alpha.$$

Porównyując to równanie z równaniem (I) (patrz wyżej), wypada, że, dla uwzględnienia indukcyjności cewki ruchomej, trzeba wynik, otrzymany z pomiaru według skali watomierza, cechowanej prądem stałym, pomnożyć przez współczynnik:

$$\alpha = \frac{\cos \varphi \cdot K \cdot Z}{\cos(\varphi - \psi)} : R' K,$$



Rys. 91. Różnica faz prądu głównego i napięciowego względem napięcia.

stąd:

$$a = \frac{\cos \varphi \cdot Z}{\cos(\varphi - \psi) \cdot R'}$$

Uwzględniając, że dla obwodu cewki ruchomej:

$$\frac{R'}{Z} = \cos \psi,$$

otrzymamy:

$$a = \frac{\cos \varphi}{\cos(\varphi - \psi) \cdot \cos \psi}$$

Przekształcając cosinusy na tangensy, wypadnie:

$$\begin{aligned} a &= \frac{\cos \varphi}{(\cos \varphi \cdot \cos \psi + \sin \varphi \cdot \sin \psi) \cos \psi} = \\ &= \frac{1}{(\cos \psi + \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \psi) \cos \psi} = \\ &= \frac{1}{\cos^2 \psi + \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \psi \cos \psi} \end{aligned}$$

i ostatecznie:

$$a = \frac{1}{1 + \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \psi}$$

Wielkość współczynnika a z poprzedniego wzoru, zależy od różnicy faz φ , pomiędzy napięciem a prądem, którego moc mierzymy.

W miarę wzrostu kąta ψ współczynnik a ciągle zmniejsza się, więc jego wpływ na wartość a maleje.

Gdy kąt ψ jest niezbyt wielki, to współczynnik a jest bliski jedności. Natomiast gdy ψ zbliża się do 90° , to a zbliża się do zera i przez to poprawka staje się bardzo duża.

Przykład. Oporność omowa obwodu watomierza ma 1000Ω , indukcyjność cewki ruchomej 10 milihenrów, więc przy prądzie o 50 okresach

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{L\omega}{R} = \frac{10^{-2} \cdot 314}{1000} = 0,00314.$$

Jeżeli mamy często spotykany w praktyce przypadek, że:

$$\cos \varphi = 0,707, \text{ to } \operatorname{tg} \varphi = 1,$$

wtedy:

$$a = \frac{1 + (0,00314)^2}{1 + 0,00314} = 0,9968.$$

Poprawka wynosi:

$$1 - 0,9968 = 0,0032,$$

to stanowi tylko 0,32‰.

Gdy $\cos \varphi$ zmniejszy się np. do 0,1908, to $\tan \varphi = 5,1446$ i $a = 0,9841$.

Poprawka więc wyniesie:

$$1 - 0,9841 = 0,0159,$$

co stanowi już 1,59‰.

Wreszcie przy $\cos \varphi = 0,0349$, a więc $\varphi = 88^\circ$, $\tan \varphi = 28,6363$, przeto otrzymamy $a = 0,9175$.

Poprawka wynosi:

$$1 - 0,9175 = 0,0825,$$

to znaczy 8,25‰.

Z tych obliczeń wypada, że przy $\cos \varphi$, zwykle spotykanym w praktyce, poprawkę można pominąć i tylko w wyjątkowych okolicznościach, gdy faza prądu bardzo znacznie odsuwa się od napięcia, poprawkę należy koniecznie brać pod uwagę. Stosuje się to oczywiście do watomierzy odpowiednio sporządzonych, mających małą indukcyjność cewki ruchomej, i znaczny opór bezindukcyjny w obwodzie napięciowym.

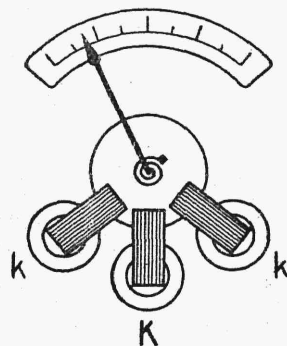
44. Watomierze indukcyjne.

Obok watomierzy elektrodynamicznych, na szczególną uwagę zasługują jeszcze watomierze indukcyjne.

Ustrój tych watomierzy bywa tarczowy, albo bębnekowy.

a) Watomierze tarczowe są tak zbudowane, jak amperomierze, z tą różnicą, że w watomierzu (rys. 92) działają trzy elektromagnesy. Cewka na elektromagniesie K ma uzwojenie z grubego drutu, po którym przepływa cały prąd, płynący do odbiornika, natomiast przez cewki płynie prąd, odgałęziony od końcówek odbiornika. Na biegunach elektromagnesów k umieszczone są blaszki, zasłaniające te bieguny.

Moment obrotowy mamy tu na skutek oddziaływania prądów wirowych, powstających w blaszkach, zasłaniających bieguny elektromagnesów k , na prądy wirowe w krążku, wywołane elektromagnesem K .



Rys. 92. Watomierz indukcyjny tarczowy.