dąży on do obrócenia zwojnicy dokoła jej średnicy pionowej. Całkowity moment

$$C = 2ni\mathcal{H}r^2 \sin\alpha \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos^2\theta\, d\theta =$$

$$= 2ni\mathcal{H}r^2 \sin\alpha \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \frac{1+\cos 2\theta}{2}\, d\theta =$$

$$= \pi ni\mathcal{H}r^2 \sin\alpha = \mathcal{H}Sni \sin\alpha.$$

Trzecia składowa, która powinna być skierowaną wzdłuż osi obrotu zwojnicy, jest równą zeru. Wpływ więc kierujący pola wypadkowego sprowadza się do momentu

$$C = \mathcal{H}Sni \sin\alpha$$

Kładąc

$$\mathcal{H} = 5 \text{ gausom}; \quad S = 10\ cm^2; \quad n = 100;$$

$$i = 0{,}01 \,.\, 10^{-1} = 0{,}001 \text{ jednostki c. g. s. elektromagnetycznej};$$

$$\sin\alpha = \sin 45^0 = 0{,}707,$$

otrzymamy

$$C = 5 \,.\, 10 \,.\, 100 \,.\, 0{,}001 \,.\, 0{,}707 = 3{,}53\ dyn.\ cm,$$

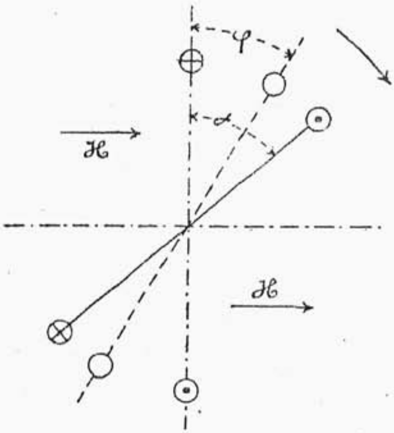
lub

$$\frac{3{,}53 \,.\, 10^3}{981} = 3{,}6\ mgr.\ cm.$$

---

55. — W jednostajnem polu magnetycznem, o natężeniu $\mathcal{H} = 100$ gausom, obraca się około osi prostopadłej do linii sił zwój w kształcie koła, ograniczający powierzchnię $S = 200\ cm^2$. Przebiega go prąd zmienny, którego natężenie zmienia się w zależności od położenia zwoju jak rzędne sinusoidy, między wartościami największemi $I_0 = 10$ amp., lecz o kierunkach przeciwnych. Prąd przechodzi przez zero, każdorazowo, gdy płaszczyzna zwoju minęła o kąt $\varphi = 30^0$ położenie prostopadłe do linii sił, w którym przenikają one zwój ze strony północnej prądu. Jakie są w jednostkach c. g. s. momenty: największy, najmniejszy i średni, elektromagnetycznej pary sił, działającej na obracający się zwój?

Oznaczmy przez α (rys. 39) kąt, jaki tworzy płaszczyzna zwoju w danym momencie ze swojem położeniem prostopadłem do pola magnetycznego.



Rys. 39.

Natężenie prądu w tym czasie

$$i = I_0 \sin(\alpha - \varphi).$$

Potok magnetyczny objęty zwojem w tym samym czasie wyniesie

$$\mathfrak{N} = \mathcal{H} S \cos\alpha.$$

Przy przekręceniu elementarnem $d\alpha$ zwojnicy, zmiana energii względnej prądu i pola wynosi

$$dW = -i\, d\mathfrak{N} = i \mathcal{H} S \sin\alpha\, d\alpha,$$

a praca zwoju wykonana pod wpływem pola

$$dT = -dW = -i \mathcal{H} S \sin\alpha\, d\alpha.$$

Moment, odpowiadający tej pracy wyrazi się wzorem

$$C = \frac{dT}{d\alpha} = -i \mathcal{H} S \sin\alpha = -I_0 \sin(\alpha - \varphi) \mathcal{H} S \sin\alpha.$$

Staje się on równym zeru przy $\alpha = 0, \varphi, \pi$ oraz $\pi + \varphi$.

Jest dodatnim (silnik) gdy α zmienia się od 0 do φ, oraz od π do $\pi + \varphi$, ujemnym gdy α przybiera wartości od φ do π i od $\pi + \varphi$ do 2π.

Moment osiąga największość lub najmniejszość gdy α przyjmie wartość określoną warunkiem

$$\frac{d}{d\alpha}\left\{-\sin(\alpha - \varphi)\sin\alpha\right\} = 0,$$

czyli

$$\sin\alpha\cos(\alpha - \varphi) + \sin(\alpha - \varphi)\cos\alpha = 0,$$

lub

$$\sin(2\alpha - \varphi) = 0,$$

co ma miejsce przy

$$2\alpha - \varphi = 0,\ \pi,\ 2\pi \text{ oraz } 3\pi$$

wówczas

$$\alpha = \frac{\varphi}{2} \quad \text{oraz} \quad \pi + \frac{\varphi}{2}$$

jak również

$$\alpha = \frac{\pi + \varphi}{2} \quad \text{i} \quad \pi + \frac{\pi + \varphi}{2}$$

Przy $\alpha = \frac{\varphi}{2}$ i $\pi + \frac{\varphi}{2}$, C osiąga największość.

$$C_{max} = -I_0 \sin\left(\mp \frac{\varphi}{2}\right) \mathcal{H} S \sin\left(\pm \frac{\varphi}{2}\right) = I_0 \mathcal{H} S \sin^2 \frac{\varphi}{2}$$

Przy $\alpha = (\pi + \varphi)/2$ i $\pi + (\pi + \varphi)/2$, C osiąga najmniejszość

$$C_{min} = -I_0 \sin\left(\pm \frac{\pi - \varphi}{2}\right) \mathcal{H} S \sin\left(\pm \frac{\pi + \varphi}{2}\right) = -I_0 \mathcal{H} S \cos^2 \frac{\varphi}{2}.$$

Momentowi średniemu odpowiada wyrażenie

$$C_{sr} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} C\, d\alpha,$$

skąd znajdziemy

$$C_{sr} = -\frac{I_0 \mathcal{H} S}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin(\alpha - \varphi) \sin \alpha\, d\alpha =$$

$$= -\frac{I_0 \mathcal{H} S}{2\pi} \cdot \frac{1}{2} \left[\cos\varphi \,.\, \alpha - \cos\varphi \frac{\sin 2\alpha}{2} - \sin\varphi \,.\, \sin^2\alpha \right]_0^{2\pi} =$$

$$= -\frac{1}{2} I_0 \mathcal{H} S \cos\varphi$$

Moment średni stawia opór obracaniu przy $\varphi < \pi/2$, dla utrzymania więc ruchu zwoju trzeba pewnej energii mechanicznej.

Podstawiając

$I_0 = 10 \,.\, 10^{-1} = 1$ jednostce c. g. s. elektromagnetycznej,

$$\mathcal{H} = 100 \text{ gausom}, \quad S = 200\ cm^2,$$

$$\varphi = 30^0, \quad \sin\frac{\varphi}{2} = 0{,}259, \quad \cos\frac{\varphi}{2} = 0{,}966, \quad \cos\varphi = 0{,}866,$$

znajdziemy

$$C_{max} = 1 \,.\, 100 \,.\, 200 \,.\, 0{,}259^2 = 1340 \; dyn.\, cm,$$

$$C_{min} = -1 \,.\, 100 \,.\, 200 \,.\, \overline{0{,}966}^2 = -18560 \; dyn.\, cm,$$

$$C_{sr} = -\frac{1}{2} \,.\, 1 \,.\, 100 \,.\, 200 \,.\, 0{,}866 = -8660 \; dyn.\, cm.$$

56. — Koło Barlowa o promieniu $r = 10$ *cm*, może się obracać wewnątrz wydłużonego solenoidu, posiadającego $n_1 = 100$ zwojów na centymetr bieżący, i którego nawinięcie jest połączone w szereg z nawinięciem koła, mogącego się obracać w płaszczyźnie prostopadłej do osi solenoidu. Jaką różnicę potencyałów V należy utrzymać między środkiem i rtęciowym kontaktem na obwodzie, między któremi to punktami opór omiczny wynosi $R = 0{,}1$ oma, w celu otrzymania ustalonej szybkości $N = 9$ obrotom na sekundę, jeżeli moment tarcia wynosi $C = 5400$ *dyn. cm*?

Moc zużywana, przy danej prędkości, przez tarcie które stanowi jedyny opór mechaniczny wynosi

$$p = 2\pi N C = 2 \,.\, 3{,}14 \,.\, 9 \,.\, 5400 = 305000 \; erg/sek$$

lub

$$305000 \,.\, 10^{-7} = 0{,}0305 \text{ wata.}$$

Moc tą rozwija działanie pola magnetycznego $\mathcal{H}$ solenoidu na prąd I przepływający koło.

Według prawa Faradaya mamy

$$2\pi N C = I \,.\, \pi r^2 N \mathcal{H},$$

wstawiając

$$\mathcal{H} = 4\pi n_1 I$$

$$C = 2\pi r^2 n_1^2 I^2,$$

skąd znajdziemy

$$I = \sqrt{\frac{C}{2\pi r^2 n_1}} = \sqrt{\frac{5400}{2 \,.\, 3{,}14 \,.\, 10^2 \,.\, 100}} = 0{,}2935 \text{ jednostkom c. g. s.}$$

elektromagnetycznym lub $0{,}2935 \,.\, 10 = 2{,}935$ amp.

Lecz moc całkowita VI dostarczana kołu jest równą mocy p powiększonej o ciepło Joula I^2R.

Mamy więc

$$V = \frac{p + I^2R}{I} = \frac{0{,}0305 + \overline{2{,}935}^2 \,.\, 0{,}1}{2{,}935} = 0{,}304 \text{ wolta.}$$

57. — Przez dwa obwody kołowe o jednakowych promieniach $r = 20\ cm$, płyną prądy sinusoidalnie zmienne (o częstości $f = 50$ okresom na sekundę) ktorych amplituda dosięga jednakowej wartości $I_0 = 100$ amp., a różnica faz wynosi $\tau = {}^1/_{300}$ sekundy. Obwody te przecinają się według wspólnej średnicy. Jakie powinno być wzajemne nachylenie ich płaszczyzn, aby w środku otrzymać wirujące pole magnetyczne o natężeniu stałem, i jakie jest to natężenie?

Mamy $$i' = I_0 \sin 2\pi f t$$
oraz $$i'' = I_0 \sin 2\pi f (t + \tau) = I_0 \sin (2\pi f t + \varphi)$$
jako wartości chwilowe w czasie dowolnym t.

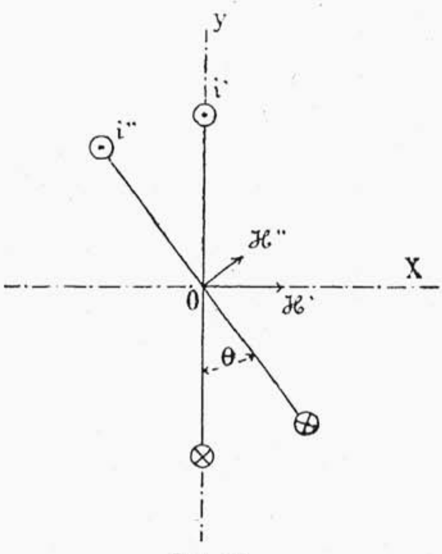
Każdy z prądów wywołuje we wspólnym środku obwodów zmienne pole magnetyczne prostopadłe do płaszczyzny swego obwodu (rys. 40). Natężenia tych pól w rozpatrywanym momencie

$$\mathcal{H}' = \frac{2\pi i'}{r} = \frac{2\pi I_0}{r} \sin 2\pi f t = \mathcal{H}_0 \sin 2\pi f t$$

oraz

$$\mathcal{H}'' = \frac{2\pi i''}{r} = \frac{2\pi I_0}{r} \sin (2\pi f t + \varphi) = \mathcal{H}_0 \sin (2\pi f t + \varphi)$$

Weźmy dwie osie współrzędnych w układzie prostokątnym OX i OY, przecinających się w środku obwodów, z których pierwsza jest prostopadłą do płaszczyzny obwodu z prądem i', druga zaś leży w tej płaszczyźnie prostopadle do wspólnej średnicy.



Rys. 40.

Składowe pól $\mathcal{H}'$ i $\mathcal{H}''$ wzdłuż osi OX

$$\mathcal{H}_X' = \mathcal{H}_0 \sin 2\pi f t$$
$$\mathcal{H}_X'' = \mathcal{H}_0 \sin (2\pi f t + \varphi) \cos \theta$$

wzdłuż osi OY

$$\mathcal{H}_Y' = 0$$
$$\mathcal{H}_Y'' = \mathcal{H}_0 \sin (2\pi f t + \varphi) \sin \theta.$$

Natężenie chwilowe $\mathcal{H}_{w}$ pola wypadkowego, powstałego na skutek złożonego działania obydwuch obwodów, otrzymamy dodając dwie grupy rzutów prostokątnych, na zasadzie reguły o równoległoboku sił.

Kwadrat natężenia tego pola da nam równanie

$$\mathcal{H}_{w}^2 = \mathcal{H}_0^2 \left[\{\sin 2\pi f t + \sin(2\pi f t + \varphi) \cos\theta\}^2 + \right. \\ \left. + \sin^2(2\pi f t + \varphi) \sin^2\theta \right] \qquad (1)$$

Kierunek tego pola obraca się dokoła średnicy wspólnej i wykonywa całkowity obrót w ciągu czasu, równego $1/f$. Można się o tem przekonać rozpatrując wartość $\operatorname{tg}\alpha$, dla kąta utworzonego w czasie t z osią OX

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sin(2\pi f t + \varphi)\sin\theta}{\sin 2\pi f t + \sin(2\pi f t + \varphi)\cos\theta}.$$

Ażeby natężenie pola wypadkowego pozostało niezmiennem, trzeba aby wyrażenie umieszczone w nawiasach równania (1) nie zależało od t.

Wyrażenie to da się przekształcić w następujący sposób:

$$\{\sin 2\pi ft + \sin(2\pi ft + \varphi)\cos\theta\}^2 + \sin^2(2\pi ft + \varphi)\sin^2\theta =$$
$$= \sin^2 2\pi ft\,(1 + \cos^2\varphi + 2\cos\varphi\cos\theta) + \cos^2 2\pi ft \sin^2\varphi +$$
$$+ 2\sin 2\pi ft \cos 2\pi ft \sin\varphi\,(\cos\varphi + \cos\theta) =$$
$$= \frac{1}{2}(1 - \cos 4\pi ft)(1 + \cos^2\varphi + 2\cos\varphi\cos\theta) + \frac{1}{2}(1 + \cos 4\pi ft)\sin^2\varphi +$$
$$+ \sin 4\pi ft \sin\varphi\,(\cos\varphi + \cos\theta) =$$
$$= 1 + \cos\varphi\cos\theta - (\cos\varphi + \cos\theta)(\cos 4\pi ft \cos\varphi - \sin 4\pi ft \sin\varphi) =$$
$$= 1 + \cos\varphi\cos\theta - (\cos\varphi + \cos\theta)\cos(4\pi ft + \varphi).$$

Widzimy więc, że natężenie pola wypadkowego pozostanie niezmiennem, gdy kąt θ odpowie warunkowi

$$\cos\varphi + \cos\theta = 0$$

lub

$$\theta = \pi - \varphi.$$

A wartość wyrażenia w nawiasach

$$1 - \cos^2\varphi \quad \text{lub} \quad \sin^2\varphi;$$

z równania (1) otrzymamy dla natężenia niezmiennego pola wirowego, wyrażenie

$$\mathcal{H}_W = \mathcal{H}_0 \sin\varphi = \frac{2\pi I_0}{r} \sin\varphi .$$

Kładąc

$$\varphi = 2\pi f\tau = 2\pi . 50 . \frac{1}{300} = \frac{\pi}{3} \quad \text{lub } 60^0,$$

znajdziemy

$$\theta = \pi - \frac{\pi}{3} = \frac{2}{3}\pi \quad \text{lub } 120^0.$$

W tym zadaniu

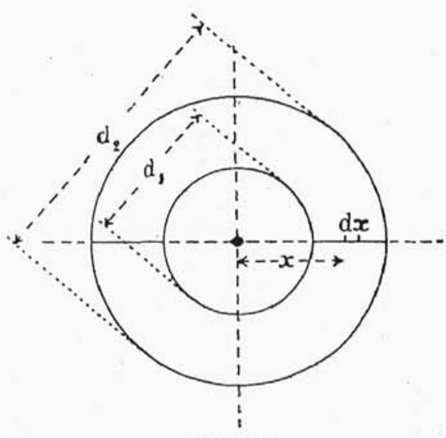
$$I_0 = 100 . 10^{-1} = 10 \text{ jednostkom c. g. s. elektromagnetycznym,}$$

$$r = 20\ cm,$$

ostatecznie więc

$$\mathcal{H}_W = \frac{2 . 3{,}14 . 10}{20} \sin 60^0 = 2{,}72 \text{ gausa.}$$

58. — Prosty przewodnik nieograniczonej długości, przez który przepływa prąd $I = 50$ amp., znajduje się w osi rury żelaznej długości $l = 1$ *dcm*, o średnicy wewnętrznej $d_1 = 5$ *cm*, i zewnętrznej $d_2 = 10$ *cm*. Rura ta jest rozcięta wzdłuż płaszczyzną przechodzącą przez jej oś. Wyrazić w kilogramach siłę F, potrzebną do rozdzielenia obydwuch połówek rury przez przesuwanie (przyciąganie ziemskie pomijamy), wiedząc, że współczynnik tarcia jest 0,15, przenikliwość magnetyczna żelaza wiąże się z indukcyą $\mathcal{B}$ wzorem empirycznym $\mu = 5{,}3\ \mathcal{B}^{2/3}$, słusznym dla miękkiego żelaza słabo namagnesowanego.



Rys. 41.

Oznaczając przez F' siłę przyciągania się obydwuch połówek rury, wywołaną prądem I, widzimy, że

$$F = a F'.$$

Jeżeli w odległości x od osi (rys. 41), $\mathcal{H}$ jest siłą magnesującą prądu, $\mathcal{B}$ indukcyą magnetyczną żelaza,

$$\mathfrak{H} = \frac{2I}{x}$$

oraz

$$F' = 2 \int_{\frac{d_1}{2}}^{\frac{d_2}{2}} \frac{\mathfrak{B}^2 l\, dx}{8\pi}$$

Z zależności

$$\mathfrak{B} = \mu . \mathfrak{H} \qquad \text{i} \qquad \mu = 5{,}3\ \mathfrak{B}^{2/3}$$

otrzymamy

$$\mathfrak{B} = \overline{5{,}3}^3\, \mathfrak{H}^3 = \overline{5{,}3}^3 \left(\frac{2I}{x}\right)^3 = 148{,}8 . 8 \frac{I^3}{x^3} .$$

Skąd

$$F' = \frac{2 . \overline{148{,}8}^2 . 8^2 . I^6 l}{8\pi} \int_{\frac{d_1}{2}}^{\frac{d_2}{2}} \frac{dx}{x^6} = 112\,800\, I^6\, l \left[\frac{x^{-5}}{-5}\right]_{\frac{d_1}{2}}^{\frac{d_2}{2}}$$

$$= 722\,500\, I^6\, l \left(\frac{1}{d_1^{\,5}} - \frac{1}{d_2^{\,5}}\right)$$

oraz

$$F = a\, F' = 722\,500\ a\, I^6\, l \left(\frac{1}{d_1^{\,5}} - \frac{1}{d_2^{\,5}}\right) .$$

Wstawiając

$a = 0{,}15$; $I = 50 . 10^{-1} = 5$ jednostkom c. g. s. elektromagnet., $l = 10\ cm$; $d_1 = 5\ cm$; $d_2 = 10\ cm$;

znajdziemy

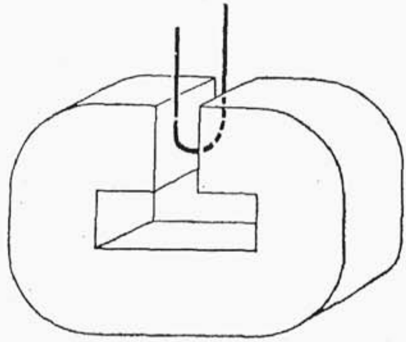
$$F = 722\,500 . 0{,}15 . 5^6 . 10 . \left(\frac{1}{5^5} - \frac{1}{10^5}\right) = 5\,250\,000\ dyn$$

czyli

$$5\,250\,000 . \frac{1}{981} . 10^{-3} = 5{,}35\ kg.$$

---

59. — Obwód, przez który płynie prąd $I = 20$ amp., jest zamknięty półpierścieniem metalicznym o średnicy $2r = 10\ cm$, i ciężarze $p = 100\ gr$, umieszczonym pionowo między biegunami elektromagnesu, dotykając dwuch końcówek stałych, będących na jednej wysokości i leżących w płaszczyźnie prostopadłej do osi biegunów (rys. 42). Elektromagnes jest utworzony z rdzenia żeliwnego o stałym przekroju, długości średniej $l' = 100$ *cm*. Szerokość szpary między biegunami wynosi $l'' = 2$ *cm*. Określić, nie uwzględniając rozproszenia magnetycznego, najmniejszą ilość amperozwojów magnesujących, potrzebnych do podtrzymania półpierścienia zamykającego obwód.



Rys. 42.

Działanie elektromagnetyczne pola $\mathcal{H}$ pomiędzy biegunami na prąd I w półpierścieniu łączącym, powinno się równoważyć z jego ciężarem.

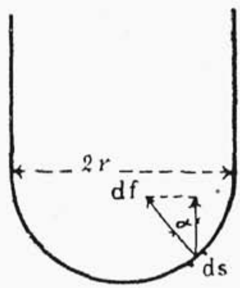
Każdy element ds półkola (rys. 43) jest pod wpływem siły skierowanej ku środkowi, ogólne wyrażenie tej siły

$$dF = I\,\mathcal{H}\,ds \sin(\mathcal{H}, ds)$$

sprowadza się do

$$dF = I\,\mathcal{H}\,ds,$$

gdyż kąt $(\mathcal{H}, ds) = 90^0$.



Rys. 43.

Składowa pionowa tej siły

$$dF' = I\,\mathcal{H}\,ds \cos\alpha.$$

Całkowita siła pionowa przeciwstawiająca się ciężarowi p

$$F' = I\,\mathcal{H}\,2r,$$

gdyż całka $\int ds \cos\alpha$, brana na całej długości półkola, jest rzutem tegoż na średnicę poziomą.

Warunek $F' = p$ wymaga natężenia pola

$$\mathcal{H} = \frac{p}{Id} = \frac{100 . 981}{20 . 10^{-1} . 10} = 4905 \text{ gausom.}$$

Nie uwzględniając pewnego rozproszenia linii sił, równanie obwodu magnetycznego elektromagnesu możemy napisać

$$4\pi ni = \mathcal{H}\, l'' + \frac{\mathcal{B}}{\mu}\, l',$$

gdzie ni oznacza iloczyn z ilości zwojów magnesujących przez natężenie prądu, który je przebiega (zakładając $\mathcal{B} = \mathcal{H}$).

Ponieważ przenikliwość żeliwa, odpowiadająca $\mathcal{B}$=4905 gausom wynosi 530, więc dla podtrzymania półpierścienia potrzeba conajmniej

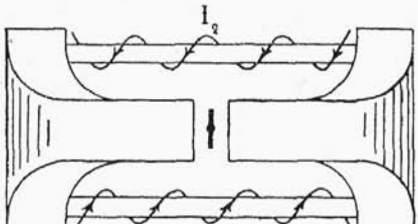
$$ni = \frac{4905}{4\,.\,3{,}14}\left(2 + \frac{100}{530}\right)$$

$= 856$ jednostkom c. g. s. elektromagnetycznym,

lub

$$856\,.\,10 = 8560 \text{ amperozwojom.}$$

60. — Aby zmierzyć przenikliwość magnetyczną żeliwa, przez porównanie z przenikliwością wzorcowego kawałka żelaza miękkiego, wstawiamy sztabkę wzorcową oraz takich samych wymiarów sztabkę z badanego żeliwa w jednakowe zwojnice, i umieszczamy między grubemi żelaznemi oprawami, zaopatrzonemi w zakrzywione przedłużenia z wązką przerwą między niemi, skierowaną wzdłuż południka magnetycznego (rys. 44). Puszczczamy w obydwie zwojnice prądy elektryczne, których kierunek i natężenie w ten sposób regulujemy, żeby igła magnesowa, mogąca się poruszać w płaszczyźnie poziomej we środku szpary między oprawami żelaznemi, pozostała w równowadze w południku magnetycznym. Wykonano to doświadczenie ze sztabkami o długości $l = 15{,}7$ *cm*, ze zwojnicami o ilości zwojów każda $n = 250$. Prąd płynący w zwojnicy sztabki badanej był natężenia $I_1 = 10$ amp., płynący w zwojnicy sztabki wzorcowej $I_2 = 0{,}3$ amp. Wyznaczyć przenikliwość magnetyczną μ_1 próbki, jeżeli zależność między przenikliwością μ_2 i polem magnetycznem $\mathcal{H}_2$ są dane dla wzorca



Rys. 44.

w postaci krzywej, która w granicach $\mathcal{H}_2 = 5$ gausom, $\mu_2 = 2000$ oraz $\mathcal{H}_2 = 6{,}5$ gausa, $\mu_2 = 1700$ może być przyjętą za prostą.

Oznaczmy przez $\mathfrak{N}_1$, $\mathfrak{N}_2$ oraz $\mathfrak{N}$ potoki magnetyczne w pręcie badanym, wzorcowym i w przedłużeniach oprawy; $\mathfrak{R}_1$, $\mathfrak{R}_2$ i $\mathfrak{R}$ opory magnetyczne odpowiednich części przyrządu.

Aby działania biegunów na igłę magnesową zniosły się, trzeba kierunki prądów obydwuch zwojnic magnesujących tak skierować, aby nie wytwarzały biegunów jednoimiennych od strony tej samej oprawy.

Gdy dopełnimy tego warunku, potoki w prętach mają kierunki przeciwne i na zasadzie pierwszego prawa Kirchhoffa, można napisać

$$\mathfrak{N}_1 - \mathfrak{N}_2 \pm \mathfrak{N} = 0.$$

Zastosowanie drugiego prawa Kirchhoffa do obwodów magnetycznych, zawierających przedłużenia opraw i każdy z prętów, daje wzory

$$4\pi n I_1 = \mathfrak{N}_1 \mathfrak{R}_1 \mp \mathfrak{N}\mathfrak{R}$$
$$4\pi n I_2 = \mathfrak{N}_2 \mathfrak{R}_2 \pm \mathfrak{N}\mathfrak{R}$$

Gdy igła magnetyczna nie jest wychylaną ze swego położenia, wówczas $\mathfrak{N} = 0$, tak iż $\mathfrak{N}_1 = \mathfrak{N}_2$.

Ponieważ przekroje prętów są jednakowe, więc indukcya $\mathfrak{B}$ w nich jest jednakową.

Jeżeli opór magnetyczny oprawy i połączenia jej z prętami może być pominięty jako mały, wtedy

$$4\pi n I_1 = \mathfrak{B}\frac{l}{\mu_1} \qquad (1)$$

$$4\pi n I_2 = \mathfrak{B}\frac{l}{\mu_2} \qquad (2)$$

Równanie (2) pozwoli nam znaleźć natężenie pola magnesującego pręt wzorcowy

$$\mathcal{H}_2 = \frac{\mathfrak{B}}{\mu_2} = \frac{4\pi n I_2}{l}.$$

Wnosząc na krzywej przenikliwości magnetycznej wzorca wartość μ_2 odpowiadającą temu polu, można wyznaczyć wspólną indukcyę obydwuch prętów

$$\mathfrak{B} = \mu_2 \mathcal{H}_2.$$

Dzieląc równania (1) i (2) stronami, otrzymamy jako przenikliwość magnetyczną próbki w tych warunkach

$$\mu_1 = \frac{I_2}{I_1}\mu_2.$$

Wstawiając

$$n = 250 \text{ zwojom}, \qquad l = 15{,}7\ cm,$$

$I_1 = 10 \,.\, 10^{-1} = 1$ jednostce c. g. s. elektromagnetycznej,

$I_2 = 0{,}3 \,.\, 10^{-1} = 0{,}03$ jednostki c. g. s. elektromagnetycznej,

otrzymamy

$$\mathcal{H}_2 = \frac{4 \,.\, 3{,}14 \,.\, 250 \,.\, 0{,}03}{15{,}7} = 6 \text{ gausom}.$$

Tej wartości siły magnesującej odpowiada dla wzorca przenikliwość

$$\mu_2 = 1700 + (2000 - 1700)\frac{6{,}5 - 6}{6{,}5 - 5} = 1800,$$

oraz $$\mathcal{B} = 1800 \,.\, 6 = 10800 \text{ gausom},$$

przenikliwość zaś magnetyczna badanej próbki dla tej indukcyi wyniesie

$$\mu_1 = \frac{0{,}03}{1} \,.\, 1800 = 54.$$

61.— Na pierścieniu ze stali hartowanej, posiadającym przerwę poprzeczną, wynoszącą $^1/_{100}$ długości rdzenia metalowego jest nawinięta zwojnica magnesująca, przez którą płynie prąd elektryczny, doprowadzający żelazo do pewnej indukcyi. Jeżeli dla rozpatrywanej próbki stali, krzywa magnetyzmu $\mathcal{B} = f(\mathcal{H})$, o amplitudzie równej tej właśnie indukcyi, wskazuje indukcyę pozostałą $\mathcal{B}_0 = 6500$ gausom i pole rozmagnesowujące $\mathcal{H}_0 = 40$ gausom, wyznaczyć indukcyę jaką zachowuje pierścień po przerwie prądu, w założeniu, że wyżej wspomniana krzywa da się zastąpić prostą w granicach między indukcyą $\mathcal{B}_0$ i 0?

Oznaczmy przez l długość stalowej części pierścienia w obwodzie, λ długość jego przerwy, przez $4\pi n i$ siłę magnetomotoryczną wytworzoną przez prąd i, $\mathcal{B}$ oraz μ indukcyę i przenikliwość magnetyczną metalu.

Zakładając, że przekrój przejścia potoku magnetycznego przez powietrze jest taki sam jak w pierścieniu

$$\mathfrak{B} = \frac{4\pi n i}{\frac{l}{\mu} + \lambda}.$$

Oznaczając przez $\mathfrak{H}$ natężenie pola magnetycznego, którego działaniu poddano pierścień

$$\mu = \frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{H}},$$

tak iż

$$\mathfrak{B} = \frac{4\pi n i}{\frac{l\mathfrak{H}}{\mu} + \lambda}$$

lub

$$l\mathfrak{H} + \lambda\mathfrak{B} = 4\pi n i.$$

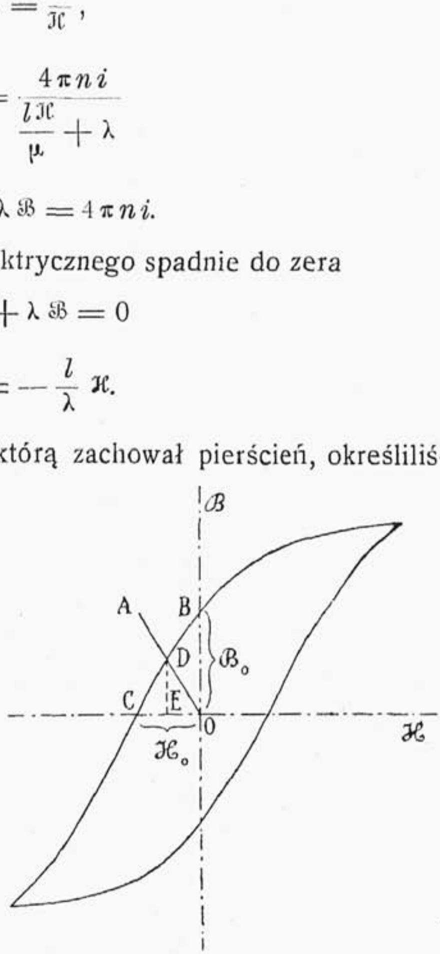
Gdy natężenie prądu elektrycznego spadnie do zera

$$l\mathfrak{H} + \lambda\mathfrak{B} = 0$$

lub

$$\mathfrak{B} = -\frac{l}{\lambda}\mathfrak{H}.$$

Indukcyę magnetyczną, którą zachował pierścień, określiliśmy (rys. 45) rzędną ED otrzymaną z przecięcia prostej OA (której współczynnik kątowy wynosi $-l/\lambda$) z krzywą badanej próbki stali, wyrażającą zależność indukcyi i siły magnesującej w ciągu magnesowania, którego granice indukcyi są liczbowo równe indukcyi otrzymanej podczas doświadczenia rozpatrywanego.



Rys. 45.

Jeżeli część krzywej BC może być rozważaną jak linia prosta, otrzymamy zależność

$$\frac{ED}{OB} = \frac{OC - OE}{OC},$$

skąd, zauważając, że $OB = \mathfrak{B}_0$, $OC = \mathfrak{H}_0$ oraz $OE = ED.\lambda/l$

$$ED = \frac{\mathcal{H}_0 \mathcal{B}_0}{\mathcal{H}_0 + \frac{\lambda}{l} \mathcal{B}_0}.$$

Podstawiając

$$\mathcal{H}_0 = 40 \text{ gausom},$$
$$\mathcal{B}_0 = 6500 \text{ gausom},$$
$$\frac{\lambda}{l} = 0{,}01,$$

znajdziemy

$$ED = \frac{40 \,.\, 6500}{40 + 0{,}01 \,.\, 6500} = 2475 \text{ gausom}.$$