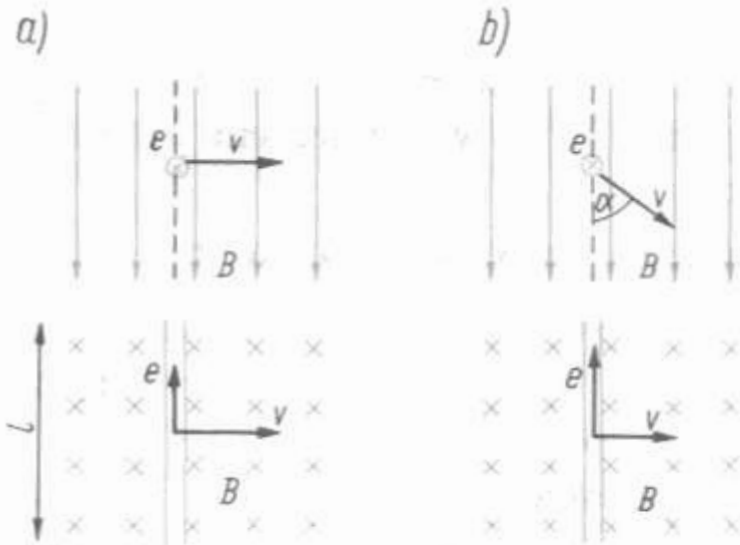


Lekcja 66 Napięcie indukowane w przewodzie poruszającym się w polu magnetycznym.

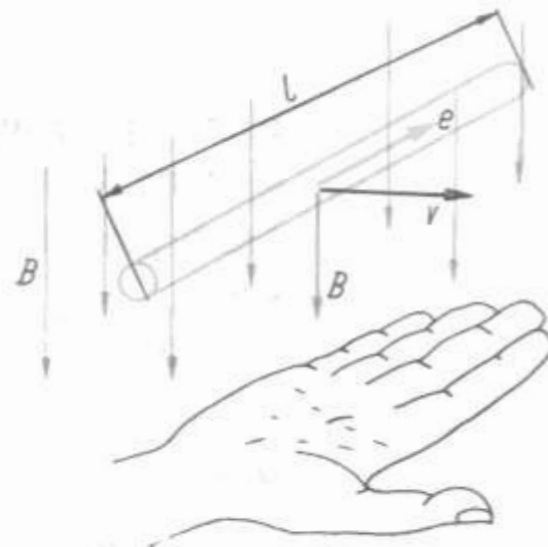
Umieścimy w równomiernym polu magnetycznym, prostopadle do indukcji B , przewód o długości l (rys. 13.3). Jeżeli ten przewód porusza się z prędkością v prostopadłą do B i do l , to w przewodzie tym indukuje się siła elektromotoryczna

$$e = lvB \quad (13.1)$$



Rys. 13.3

Rysunek objaśniający stosowanie wzorów (13.1) i (13.2)



Rys. 13.4

Rysunek objaśniający stosowanie reguły prawej ręki

Kierunek siły elektromotorycznej wyznaczamy z reguły prawej ręki (rys. 13.4): prawą dłoń umieszczamy tak, aby linie indukcji B były zwrócone do dłoni, duży odchylony palec w kierunku prędkości v ; cztery wyprostowane wzdłuż przewodu palce wskazują kierunek indukowanej siły elektromotorycznej.

Gdy kierunki prędkości v i linii indukcji B tworzą kąt α (rys. 13.3b), to

$$e = lvB \sin \alpha \quad (13.2)$$

Jeżeli przewód przesunie się o Δx w czasie Δt , to jego prędkość

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (13.3)$$

Podstawiając wzór (13.3) do wzoru (13.1)

$$e = \frac{l\Delta x B}{\Delta t} \quad (13.4)$$

przy czym $l\Delta x$ przedstawia pole prostokąta o bokach l oraz Δx ,
co zapisujemy

$$\Delta S = l\Delta x \quad (13.5)$$

Z drugiej strony wiemy, że iloczyn indukcji B i powierzchni ΔS wyraża strumień magnetyczny $\Delta\Phi$. Jest to strumień „przecięty” przez przewód

$$\Delta\Phi = B\Delta S = \Delta SB \quad (13.6)$$

Ostatecznie otrzymujemy wzór na siłę elektromotoryczną indukowaną w przewodzie

$$e = \pm \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (13.7)$$

Zadanie

W prądnicie elektrycznej dużej mocy pręt miedziany o długości $l = 1,5$ m porusza się z prędkością $v = 200$ m/s w polu magnetycznym o indukcji $B = 0,7$ T. Obliczyć siłę elektromotoryczną indukowaną w tym pręcie.

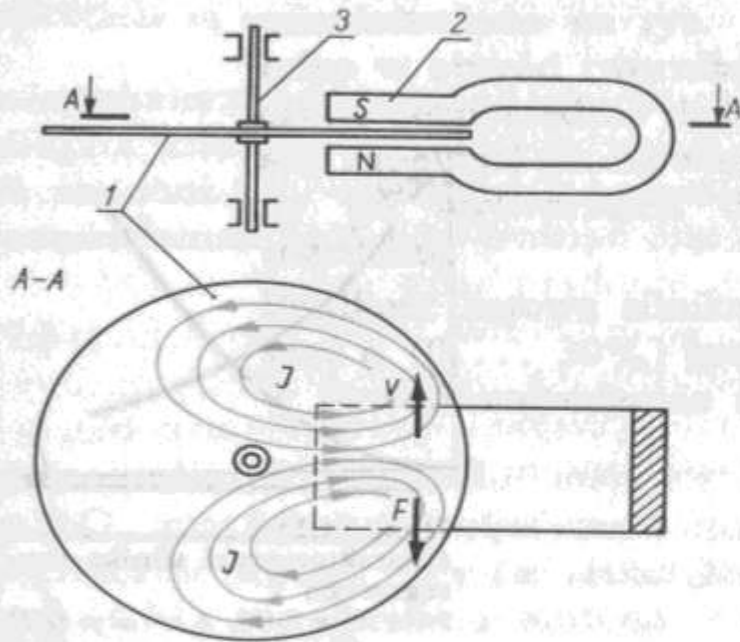
Rozwiązanie

Podstawiamy wszystkie dane do wzoru (13.1) i obliczamy

$$\varepsilon = lvB = 1,5 \cdot 200 \cdot 0,7 = 210 \text{ V}$$

Temat. Prądy wirowe

Podobnie jak w uzwojeniach maszyn elektrycznych, siła elektromotoryczna indukuje się również w przedmiotach metalowych, np. w tarczach metalowych, podczas ich ruchu w polu magnetycznym.



Rys. 14.15

Tarcza obracająca się w polu magnesu trwałego
1 — tarcza aluminiowa, 2 — magnes trwały, 3 — oś obrotu tarczy

Indukowana siła elektromotoryczna wywołuje w masie metalu prądy zwane **prądami wirowymi**.

Przeanalizujemy zjawiska zachodzące w płaskiej tarczy aluminiowej umieszczonej w szczeliny między biegunami magnesu trwałego (rys. 14.15) lub elektromagnesu wzbudzonego prądem stałym.

Załóżmy, że tarcza obraca się pod wpływem działającego na nią momentu napędowego, jak np. w licznikach energii elektrycznej, opisanych w części 2 „Podstaw elektrotechniki”. Oznaczmy przez v średnią prędkość obwodową tarczy na okręgu odpowiadają-

cym odległości środka bieguna od osi tarczy, a przez l wymiar liniowy bieguna w kierunku promienia tarczy. W tarczy indukuje się siła elektromotoryczna

W wyniku oddziaływania pola magnetycznego na prąd powstaje siła

$$F \approx ilB$$

której zwrot, wyznaczony z reguły lewej ręki, jest przeciwny do zwrotu prędkości v .

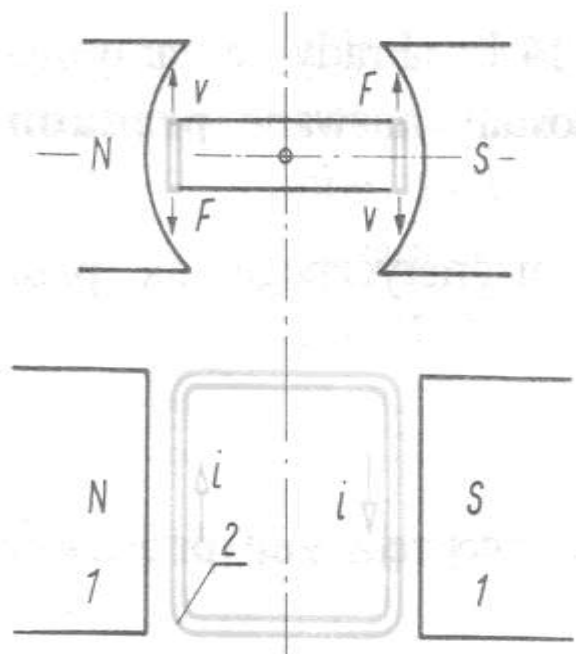
Podczas ruchu tarczy metalowej między biegunami magnesu trwałego lub elektromagnesu wzbudzonego prądem stałym, indukują się w niej prądy wirowe, które działają hamująco na ruch tarczy.

Z liniowych zależności siły elektromotorycznej E od prędkości v , a także prądu i od siły elektromotorycznej E oraz siły F od prądu i wynika, że siła F jest proporcjonalna do prędkości v .

Moment hamujący tarczę poruszającą się w polu magnesu trwałego jest proporcjonalny do prędkości kątowej tarczy.

Prądy wirowe są wykorzystywane również w tłumikach elektromagnetycznych mierników elektrycznych. Zamiast tarczy kołowej stosuje się tarczę o kształcie wycinka koła (jak pokazano na rys. 15.1) umocowaną na wspólnej osi z organem ruchomym miernika.

Pod wpływem momentu napędowego miernika wskazówka nie ustala się od razu w nowym położeniu równowagi, lecz podlega wahaniom dokoła położenia równowagi. Tłumik silnie ogranicza wspomniane wahania i przyspiesza uspokojenie się wskazówki.



Rys. 14.16

Ramka metalowa obracająca się w stałym polu magnetycznym
 1 — magnes trwały, 2 — ramka aluminiowa

Jako inny sposób tłumienia stosuje się ramkę aluminiową, która służy jednocześnie za szkielet do nawinięcia cewki ruchomej miernika, poruszającej się w polu magnesu trwałego. Szkic samej ramki umieszczonej między biegunami magnesu pokazano na rys. 14.16. Jeżeli ramka razem z nawiniętą na niej cewką została wprowadzona w ruch obrotowy, indukuje się w niej siła elektromotoryczna E , wywołująca w ramce prąd i . W wyniku oddziaływania pola magnetycznego na prąd powstaje para sił F hamujących ruch ramki.