

UNIWERSALNY MODEL SILNIKA ELEKTRYCZNEGO

Używany w wielu szkołach model silnika elektrycznego ma skomplikowaną budowę, co utrudnia zrozumienie zasad jego działania bez szczegółowych pomocniczych rysunków. Opisany tutaj silnik jest pozbawiony tej wady, a jego prosta konstrukcja umożliwi wykonanie go przez uczniów na zajęciach kółka zainteresowań. Ponadto silnika tego można użyć do różnych ćwiczeń np. jako modelu przyrządów pomiarowych prądu stałego i zmiennego, do pokazu działania siły elektrodynamicznej, prądnicy itp.

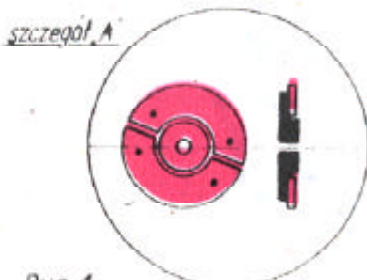
Pracę należy rozpocząć od przygotowania wirnika. Jego ramkę wykonamy z paska cienkiej stalowej blachy, najlepiej wyciętego z puszki od konserw (wg rys. 3b).

Po wygięciu blachy wzdłuż zaznaczonych na rysunku linii przerywanych oraz zlutowaniu zakładki, wciśniemy ją na oś wykonaną ze sprzyschy rowerowej z zaostrzonymi końcami i przylutujemy. Wewnętrzną część ramki wykleimy cienkim papierem, który spełni rolę izolacji. Uzwojenie wirnika nawinięte jest drutem miedzianym o średnicy 0,3 mm izolowanym emalią, w ilości około 150 zwojów. Następnie przygotujemy dwuczęściowy komutator oraz 2 pierścienie ślizgowe (rys. 1, szczegół A). Wycięte z grubej mosiężnej lub miedzianej blachy półpierścienie i pierścienie przynitujemy do izolacyjnych krążków, które wciśniemy na oś wirnika w odstępach 1,5 cm.

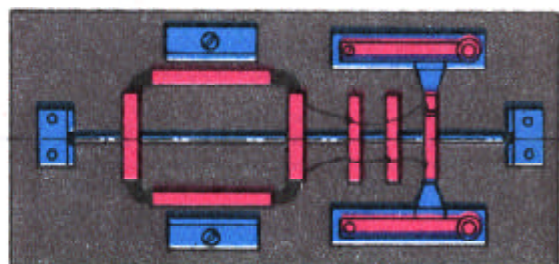
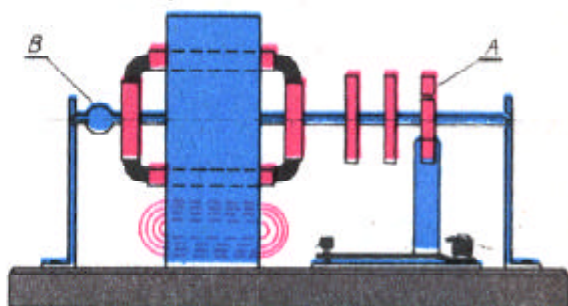
Każdą z końcówek uzwojenia należy przylutować do elementów komutatora, a następnie do pierścieni ślizgowych (rys. 2). Taki sposób połączenia gwarantuje możliwość modelowania silnika prądu stałego i zmiennego przez odpowiednie przesunięcie szczotek w uchwytach.

Oś wirnika powinna być nieco spłaszczona w odległości około 1 cm od końca (rys. 1, szczegół B). Na spłaszczenie to będziemy nakładali wskazówkę, kiedy będziemy używać modelu jako przyrządu pomiarowego.

Konstrukcję elektromagnesu silnika przedstawia rys. 3a. Sporządzimy go z pasków stalowej taśmy zimno walcowanej, szerokości około 3-4 cm i grubości 3 mm. Po znitowaniu poszczególnych części rdzenia elektromagnesu, z cienkiej tektury lub z przeszpanu skleimy korpus cewki, na który nawiniemy 300 zwojów drutu, o średnicy 0,5 mm, izolowanego emalią. Elementy modelu montujemy, zgodnie z rys. 1 i 2, na sporządzonej z drewna prostokątnej podstawie. Przymocujemy do niej wkrętami elektromagnes oraz uchwyty osi wirnika wykonane z pasków blachy, w których nawiercimy stożkowe otworki łożyskujące oś. Rozstaw uchwytów powinien odpowiadać długości osi.



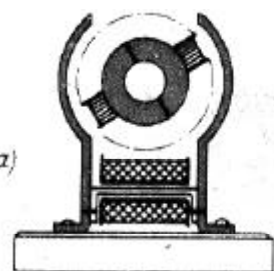
Rys. 1



Rys. 2

Na podstawie umieścimy również zaciski końcówek uzwojenia stojana oraz dwa zaciski szczotek, których konstrukcja umożliwia przesuwanie ich wzdłuż osi wirnika, a przez to stosownie do potrzeb uzyskiwania kontaktu z komutatorem, bądź z pierścieniami ślizgowymi.

Każdy zacisk wykonany jest z prostokątnego kawałka mosiężnej blachy długości około 6 cm z wywierconymi dwoma otworami na śruby zaciskowe, którymi unieruchomimy szczotki po ich odpowiednim ustawieniu. Zaostrome końce osi wirnika wciśniemy w stożkowe nawiercenia uchwytów.



Rys. 3.



tów regulując ich odległość aż do uzyskania swobodnego obracania się osi. Na koniec z cienkiej aluminiowej blaszki wytniemy wskazówkę i skalę, stanowiącą dodatkowy element wyposażenia modelu (rys. 3c, d).

W opisie konstrukcji nie podajemy wymiarów poszczególnych elementów, należy je dobrać samodzielnie w zależności od posiadanych materiałów i możliwości wykonawczych, pamiętając jednak, że model ma pełnić funkcję pomocy naukowej i przez to nie może być zbyt zminiaturyzowany.

Poniżej opisane są przykłady niektórych ćwiczeń, możliwych do zademonstrowania za pomocą opisanego modelu.

Moment magnetyczny obwodu, przez który płynie prąd

Po dokonaniu analizy przyczyn działania sił elektrodynamicznych na prostokątne uzwojenie znajdujące się w polu magnetycznym należy zademonstrować zmianę położenia ustawionej poziomo (w położeniu wyjściowym) ramki wirnika w chwili włączenia prądu doprowadzonego przez szczotki i pierścienie ślizgowe. Należy zwrócić również uwagę na zależność kierunku działania pary sił, a więc i wychylenie ramki, od kierunku przepływu prądu. Uzwojenie stojana zasilane jest w tym przypadku z osobnego źródła prądu.

Demonstracja działania prądu stałego i zmiennego

Zaciski szczotek silnika ustawionych w ten sposób, by zapewnić ich kontakt z pierścieniami ślizgowymi, łączymy przewodami z galwanometrem, rejestrującym zmiany napięcia. W celu wytworzenia niezbędnego pola magnetycznego zasilamy uzwojenie stojana z osobnego źródła prądu o napięciu 4,5–6 V.

W czasie obracania wirnikiem obserwujemy wychylenie wskazówki galwanometru w jedną i w drugą stronę. Należy zwrócić uwagę na położenie wirnika w momencie zmiany kierunku prądu oraz na zależność amplitudy wychyleń wskazówki galwanometru od ilości obrotów wirnika w jednostce czasu. Zmieniając natężenie prądu zasilającego stojan opornikiem szeregowym włączonym w obwód uzwojenia stojana wykazujemy zależność wzbudzonej w uzwojeniu wirnika siły elektromotorycznej od natężenia pola magnetycznego.

W celu przystosowania modelu do wytwarzania prądu stałego wystarczy przesunąć szczotki tak, by ślizgały się one po półpierścieniach komutatora. Obserwacja wychyleń wskazówki galwanometru wykaże jednokierunkowy, pulsujący charakter wzbudzonego prądu indukcyjnego.

Demonstrowanie pracy silnika elektrycznego

Pokaz najlepiej podzielić na trzy części. Na wstępie uzwojenie stojana zasilamy z osobnego źródła prądu i całą uwagę skupiamy na wyjaśnieniu przyczyn obrotu wirnika oraz zasady działania komutatora. W dalszej części uzasadniamy celowość wyeliminowania dodatkowego źródła prądu do zasilania stojana i omawiamy dwa układy połączeń szeregowo oraz bocznikowe, podkreślając charakter pracy silnika przy każdym typie połączenia. Warto wyjaśnić również przyczyny stwierdzonego doświadczalnie faktu, że przy połączeniu bocznikowym kierunek obrotów silnika nie może być regulowany zmianą kierunku przepływu prądu, co stwarza możliwość jego pracy w przypadku zasilania prądem zmiennym.

Elektrodynamiczne przyrządy pomiarowe prądu stałego i zmiennego

Przed pokazem nakładamy wyciętą z blachy aluminiowej skalę na wspornik osi wirnika znajdującą się przy jej splaszczeniu, a w splaszczony fragment osi wiskamy wycięcie wskazówki obciążając dolną jej część, np. kulką plasteliny, która zapewnia powrót wskazówki do położenia zerowego. Prąd, którego parametry mierzymy, doprowadzamy jest przez szczotki i pierścienie ślizgowe. Mierząc parametry prądu zmiennego stosujemy bocznikowe połączenie uzwojeń wirnika i stojana.

Józef Synowiecki