



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57614

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 25.IV.1968 (P 126 626)

Pierwszeństwo: _____

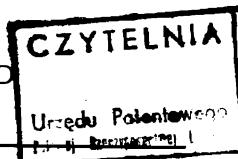
Opublikowano: 30.VI.1969

Kl. 21 d¹, 23

MKP H 02 k

33/00

UKD



Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Tadeusz Skwirczyński, mgr inż. Andrzej Sendyk

Właściciel patentu: Instytut Lotnictwa, Warszawa (Polska)

Wstrząsarka elektrodynamiczna z kompensacją indukcyjności cewki ruchomej

1

Przedmiotem wynalazku jest wstrząsarka elektrodynamiczna — złożona z cewki ruchomej i nieruchomego elektromagnesu względnie magnesu trwałego — w której zastosowano kompensację indukcyjności cewki ruchomej.

Wstrząsarki elektrodynamiczne są oparte na zasadzie oddziaływania pola magnetycznego na przewodnik, przez który przepływa prąd. Wstrząsarka taka posiada obwód magnetyczny z cylindryczną szczeliną powietrzną, w której umieszczona jest cewka ruchoma.

Strumień magnetyczny w szczelinie powietrznej wytwarza się za pomocą magnesu trwałego, co ma miejsce w rozwiązaniach wstrząsarek stosowanych do uzyskania stosunkowo małych sił czynnych lub za pomocą elektromagnesu. Rozwiązanie ostatnie stosowane jest z reguły we wstrząsarkach wytwarzających większe siły czynne. Układ wzbudzający tego typu wstrząsarki składa się z cewki ruchomej umieszczonej w szczelinie powietrznej pomiędzy rdzeniem środkowym i zworą. Wewnątrz obudowy wstrząsarki na rdzeniu środkowym umieszczona jest cewka podmagnesowująca, która wytwarza stały strumień magnetyczny w szczelinie powietrznej.

Przepuszczanie prądu zmiennego przez cewkę ruchomą wywołuje powstanie zmiennej siły elektrodynamicznej proporcjonalnej do prądu. Niekorzystne zjawisko indukcyjności cewki ruchomej, zwłaszcza przy wyższych częstotliwościach prądu

2

zasilającego, zmusza do podwyższenia napięcia zasilającego, co w konsekwencji podwyższa wymagania stawiane wzmacniaczom mocy.

Umieszczenie cewki ruchomej bezpośrednio w sąsiedztwie rdzenia żelaznego powoduje nieznaczne zmniejszenie jej indukcyjności, w stosunku do indukcyjności bez rdzenia, lecz jednocześnie powoduje znaczny wzrost strat rzeczywistych w rdzeniu żelaznym. Straty te przeniesione do obwodu cewki ruchomej obciążają dodatkowo wzmacniacz. Aby temu zapobiec stosuje się kompensację indukcyjności cewki ruchomej za pomocą dodatkowej cewki kompensacyjnej.

Cewka ta umieszczona w bezpośrednim sąsiedztwie cewki ruchomej, na przykład na rdzeniu środkowym lub w zworze, jest połączona szeregowo z cewką ruchomą. Wskutek sprzężenia magnetycznego między tymi cewkami, gdzie współczynnik sprzężenia może osiągnąć stosunkowo dużą wartość, uzyskuje się wielokrotne zmniejszenie indukcyjności wypadkowej obydwu cewek.

Przeprowadzone badania i pomiary ilustrują opisane zjawiska zmiany indukcyjności cewki. Do prób użyto cewki, o danej oporności rzeczywistej i określonej indukcyjności, pomierzonych w powietrzu przy częstotliwości zasilania równej 1 kHz. Cewka ta zasilana prądem o tej samej częstotliwości wykazuje podane niżej zmiany, przy czym przytoczone dane odniesiono do wartości samej cewki pomierzonych w powietrzu.

Cewka umieszczona w rdzeniu żelaznym charakteryzuje się trzykrotnym zmniejszeniem indukcyjności i pięciokrotnym wzrostem oporności rzeczywistej, natomiast po zastosowaniu kompensacji za pomocą dodatkowej cewki — indukcyjność wypadkowa maleje dziesięciokrotnie, a oporność rzeczywista powiększa się trzykrotnie.

Jakkolwiek opisane rozwiązanie kompensacji indukcyjności cewki ruchomej ma poważne zalety, tym niemniej jednak cechuje się i ujemnymi właściwościami. Zastosowanie cewki kompensacyjnej powiększa szczelinę w rdzeniu, co zwiększa oporność magnetyczną szczeliny powietrznej. Ponadto zastosowanie dodatkowej cewki podnosi oporność rzeczywistą obwodu elektrycznego cewki ruchomej. Występują także trudności technologiczne w uzyskaniu dobrej kompensacji indukcyjności.

Zadaniem wynalazku jest poprawienie parametrów technicznych wstrząsarki elektrodynamicznej, zwłaszcza dalsze zmniejszenie indukcyjności cewki ruchomej i zmniejszenie oporności magnetycznej obwodu magnetycznego.

Zgodnie z wytyczonym zadaniem opracowano konstrukcję wstrząsarki elektrodynamicznej odznaczającej się tym, że w szczelinie powietrznej na rdzeniu środkowym i w zworze górnej umieszczono tuleje miedziane, pomiędzy którymi znajduje się bezkarkasowa cewka ruchoma wykonana z drutu o przekroju prostokątnym i zalana masą utwardzalną.

W wyniku indukowania się prądów wirowych w tulejach miedzianych następuje kompensacja indukcyjności cewki ruchomej. Wykonanie tulei z miedzi odznaczającej się dużą przewodnością elektryczną zapewnia małe straty energii powstające podczas przepływu prądów wirowych.

Rozwiązanie według wynalazku, przy stosunkowo prostej technologii wykonania, góruje nad dotychczas stosowanymi konstrukcjami pod względem stopnia kompensacji indukcyjności cewki ruchomej, przy czym straty rzeczywiste są nieznaczne. Uzyskany charakter przebiegu indukcyjności skompensowanej cewki ruchomej w funkcji częstotliwości jest wyraźnie malejący.

Na badanym modelu wstrząsarki, zasilanej prądem o częstotliwości równej 1 kHz, uzyskano 25-krotne zmniejszenie indukcyjności przy powiększeniu oporności rzeczywistej o 1,4 razy (w porównaniu do odpowiednich wartości cewki ruchomej pomierzonych w powietrzu i przy tej samej częstotliwości zasilania. Ten malejący charakter indukcyjności zapewnia prawie stałą wartość oporu biernego cewki ruchomej ze wzrostem częstotliwości.

Ponieważ w tego typu układach o oporze pozornym decyduje opór bierny stąd wartość napięcia wyjściowego wzmacniacza mocy — którego zadaniem jest zapewnienie odpowiedniej wartości prądu w cewce ruchomej w całym zakresie pracy — zależy od wartości oporu biernego cewki.

Skompensowanie indukcyjności cewki ruchomej pozwala zmniejszyć wartość wymaganego napięcia wyjściowego wzmacniacza mocy kilkanaście razy w związku z tym moc wyjściowa wzmacniacza (podawana w KVA wobec zespolonego charak-

teru impedancji obciążenia) może być zmniejszone również kilkanaście razy, co zdecydowanie obniża koszty budowy i eksploatacji wzmacniacza mocy. Bezkarkasowa konstrukcja cewki ruchomej nawiniętej z drutu o przekroju prostokątnym zmniejsza poważnie szerokość szczeliny powietrznej i zwiększa jej wypełnienie drutem nawojowym cewki ruchomej.

Mniejsza szerokość szczeliny powietrznej obniża oporność magnetyczną dla cewki podmagnesowującej, co powoduje zmniejszenie liczby amperozwojów potrzebnych do wytwarzania określonej wartości natężenia pola magnetycznego. Pozwala to na zmniejszenie mocy zasilacza prądu stałego zasilającego cewkę podmagnesowującą oraz na zmniejszenie wymiarów wstrząsarki elektrodynamicznej.

W wyniku obniżenia wymagań stawianych wzmacniaczowi mocy i zasilaczowi prądu stałego uzyskuje się poważne zmniejszenie kosztów wykonania i eksploatacji zestawu aparatury zasilającej wstrząsarke.

Przedmiot wynalazku jest pokazany w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie wstrząsarke w przekroju wzdłuż jej osi symetrii, fig. 2 — schematycznie cewkę ruchomą w przekroju wzdłuż jej osi symetrii, natomiast na fig. 3 podano wykres zależności indukcyjności względnej cewki ruchomej kompensowanej za pomocą tulei miedzianych, w funkcji częstotliwości prądu elektrycznego ją zasilającego.

Jak pokazano na fig. 1, obwód magnetyczny układu wzbudzającego składa się z rdzenia środkowego 1 z nawiniętą na nim cewką podmagnesowującą 2 oraz zwory dolnej 3 i zwory górnej 4, połączonych obudową 5, przy czym pomiędzy rdzeniem środkowym 1, a zworą górną 4 utworzona jest cylindryczna szczelina powietrzna 6.

W szczelinie powietrznej 6 znajduje się cewka ruchoma 7 połączona sztywno z ruchomym stołem 8. Ponadto w szczelinie powietrznej 6 umieszczone są: na rdzeniu środkowym 1 — tuleja wewnętrzna 9, a w zworze górnej 4 — tuleja zewnętrzna 10. Obie tuleje 9 i 10 są wykonane z miedzi. Stół 8 połączony jest ze zworą górną 4 za pomocą sprężyn 11.

Cewka ruchoma 7, pokazana na fig. 2, jest nawinięta dwuwarstwowo drutem 12 o przekroju prostokątnym, w izolacji poliestrowej. Pomiędzy jedną, a drugą warstwą cewki ruchomej 7 wstawiono tuleję stalową 13, przeciętą dla uniknięcia powstawania prądów wirowych, a całość zalano żywicą epoksydową. Zadaniem tulei stalowej 13 jest zwiększenie wytrzymałości mechanicznej cewki ruchomej 7.

Ruch drgający cewki ruchomej 7 wraz ze stołem 8 powstaje pod wpływem oddziaływania stałego pola magnetycznego wytwarzanego przez cewkę podmagnesowującą 2 na cewkę ruchomą 7 zasilaną prądem zmiennym. Zmienny strumień magnetyczny wytworzony przez prąd płynący przez cewkę ruchomą 7 indukuje jednocześnie prądy wirowe w tulejach wewnętrznej 9 i zewnętrznej 10. Prądy

te wytwarzają własny zmienny strumień magnetyczny, o kierunku odwrotnym w stosunku do strumienia magnetycznego cewki ruchomej 7.

W wyniku tego następuje odejmowanie się strumienia magnetycznego cewki ruchomej 7 i strumienia wytwarzanego przez prądy wirowe. Efektem tego zjawiska jest wielokrotne zmniejszenie indukcyjności cewki ruchomej 7. Charakter tych zmian jest pokazany na fig. 3. Pomiarom poddano cewkę ruchomą 7 nawiniętą dwuwarstwowo zwojami drutu miedzianego o przekroju prostokątnym.

Kompensacji dokonywano za pomocą dwóch tulei miedzianych 9 i 10. Pomierzone wartości indukcyjności L cewki ruchomej 7 w czasie pracy wstrząsarki odniesiono do wartości jej indukcyj-

ności L_0 mierzone w powietrzu przy tej samej częstotliwości zasilania f . Jak pokazano na fig. 3 indukcyjność względna L/L_0 ma charakter wybitnie malejący ze wzrostem częstotliwości zasilania f .

Zastrzeżenie patentowe

Wstrząsarka elektrodynamiczna z kompensacją indukcyjności cewki ruchomej, wykorzystującą zjawisko prądów wirowych **znamienna tym**, że w szczelinie powietrznej (6) na rdzeniu środkowym (1) i w zworze górnej (4) są umieszczone miedziane tuleje wewnętrzna (9) i zewnętrzna (10), a znajdująca się pomiędzy nimi bezkarkasowa cewka ruchoma (7) wykonana jest z drutu (12) o przekroju prostokątnym i zalana masą utwardzalną.

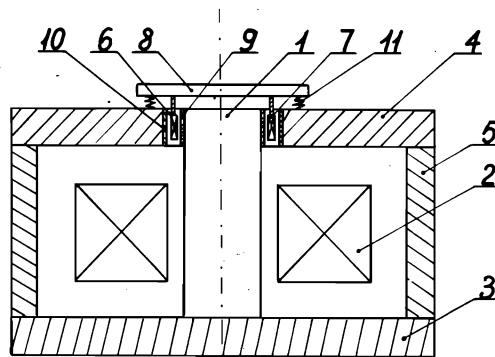


Fig 1

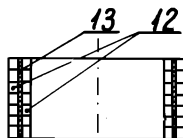


Fig2

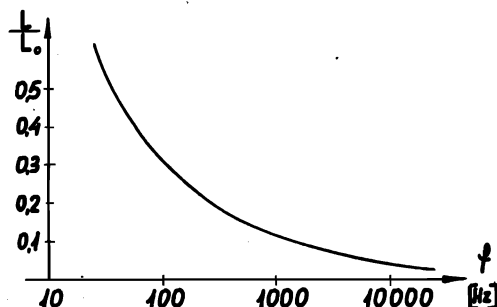


Fig3