

VIENFAZIO MAŽOS GALIOS ASINCHRONINIO VARIKLIO TYRIMAS

Marius Kernagis, Dainius Balbonas

Šiaulių valstybinė kolegija

Šiaulių universitetas

Įvadas

Vienfaziai asinchroniniai mažos galios elektros varikliai dažnai naudojami dėl jų patikimumo ir plačių pritaikymo galimybių. Tačiau šios mašinos, be savo privalumų, turi ir keletą trūkumų. Vienas iš jų – tai, kad vienfazėje elektros mašinoje sukuriamas magnetinis laukas yra pulsuojantis, o dėl to paleidimo momentas yra lygus 0 (Smilgevičius, 2005).

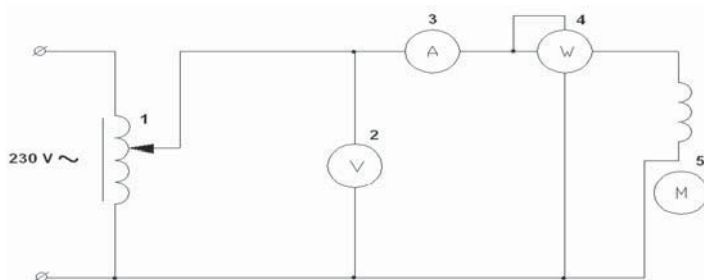
Tirtas vienfazis asinchroninis elektros variklis su nesimetriniu statoriaus magnetolaidžiu. Šio variklio statoriaus sienelės nevienodo skersmens, todėl tokio tipo varikliuose sukamasis magnetinis laukas yra elipsės formos. Kadangi sukuriamas sukamasis magnetinis laukas yra ne apskritiminis, tai neigiamai atsiliepia šio variklio paleidimo momento dydžiui (Костраускас, 1995; Костраускас, Григайтис, Мукулис, 1970; Костраускас, Мукулис,

Шимкевичюс, 1967). Tai pagrindinė šio tipo variklių problema, analizuojama tyrime.

Tikslas – išsiaiškinti vienfazio mažos galios asinchroninio variklio su nesimetriniu statoriaus magnetolaidžiu paleidimo charakteristikų pagerinimo galimybes.

Uždaviniai – išmatuoti ir išanalizuoti ant nesimetrinio statoriaus magnetolaidžio plačiųjų sienelių uždėtų trumpai jungtų vijų įtaką magnetinių srautų fazėms ir amplitudėms.

Tyrimo metodai. Variklio paleidimo momento tyrimui buvo sujungta schema (1 pav.). Kad būtų galima atlikti bandymus, esant skirtingoms įtampoms, variklis buvo prijungtas prie autotransformatoriaus. Matavimams atlikti naudotas voltmetras, ampermetras, vatmetras, oscilografas.



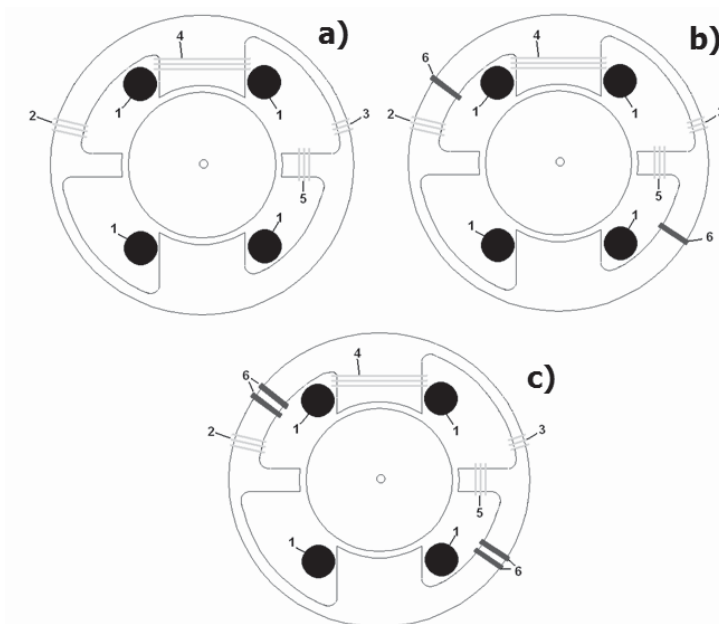
1 pav. Schema eksperimentui atlikti

1 – autotransformatorius; 2 – voltmetras; 3 – ampermetras; 4 – vatmetras; tiriamasis variklis

Kadangi magnetinių srautų tiesiogiai išmatuoti negalima, todėl ant variklio statoriaus poliaus, poliuko, siaurosios ir plačiosios sienelių buvo uždėtos matavimo vijos (2 pav.). Jose indukuotos vidinės įtampos buvo išmatuotos oscilografu.

Matavimai atlikti trimis etapais. Pirmame etape nustatytos standartinio variklio (2a pav.) poliaus, poliuko, siaurosios ir plačiosios sienelių matavimo vijose indukuotos vidinės įtampos. Taip pat išmatuotos siaurosios ir plačiosios statoriaus magnetolaidžio sienelių matavimo vijose indukuotos vidinės įtampos, esant skirtingoms maitinimo įtampoms (140V, 160V, 180V, 200V, 220V). Antrame matavimų etape ant variklio plačiųjų statoriaus sienelių buvo uždėta trumpai jungta vija (2b pav.). Vėl buvo išmatuotos

poliaus, poliuko, siaurosios ir plačiosios statoriaus magnetolaidžio sienelių matavimo vijose indukuotos vidinės įtampos. Išmatuotos siaurosios ir plačiosios statoriaus sienelių matavimo vijose indukuotos vidinės įtampos, esant skirtingoms maitinimo įtampoms (140V, 160V, 180V, 200V, 220V). Trečiame matavimų etape ant variklio plačiųjų statoriaus magnetolaidžio sienelių buvo uždėtos dvi trumpai jungtos vijos (2c pav.). Išmatuotos poliaus, poliuko, siaurosios ir plačiosios magnetolaidžio sienelių matavimo vijose indukuotos vidinės įtampos. Išmatuotos siaurosios ir plačiosios magnetolaidžio sienelių matavimo vijose indukuotos vidinės įtampos, esant skirtingoms maitinimo įtampoms (140V, 160V, 180V, 200V, 220V).



2 pav. Vienfazis mažos galios asinchroninis elektros variklis su nesimetriiniu statoriaus magnetolaidžiu

- a – standartinis variklis; b – variklis su uždėtomis trumpai jungtomis vijomis ant plačiųjų statoriaus sienelių;
 c – variklis su uždėtomis dviem trumpai jungtomis vijomis ant plačiųjų statoriaus sienelių.
 1 – žadinimo apvijos; 2 – matavimo vijos ant plačiosios statoriaus sienelės;
 3 – matavimo vijos ant siaurosios statoriaus sienelės; 4 – matavimo vijos ant poliaus;
 5 – matavimo vijos ant poliuko.

Tyrimo rezultatai

Atlikti poliaus, poliuko ir plačiosios bei siaurosios statoriaus sienelių vidinės įtampos indukuotos matavimo vijose matavimai, prijungus variklį prie 220 V, 200 V, 180 V, 160 V ir 140 V įtampų. Gautas oscilografu vidinių įtampų charakteristikos išskaidytos į harmonikas (skleidžiame furje eilute):

$$e(\omega t) = E_0 + E_{1m} \sin(\omega t + \varphi_1) + E_{2m} \sin(2\omega t + \varphi_2) + \dots + E_k \sin(k\omega t + \varphi_k) + \dots \quad (1)$$

čia:

- ω – kampinis dažnis rad/s;
 t – laikas, s;
 E_k – k-tosios harmonikos amplitudė, V;
 φ_k – k-tosios harmonikos fazė;
 E_0 – nuolatinė įtampos dedamoji, V.

Gautos vidinių įtampų harmonikos perskaidytos į magnetinio srauto harmonikas:

$$e_k = 4,4 \cdot k f N \Phi_{km}; \quad (2)$$

$$\Phi_{km} = \frac{e_k}{4,44 \cdot k f \cdot N} \quad (3)$$

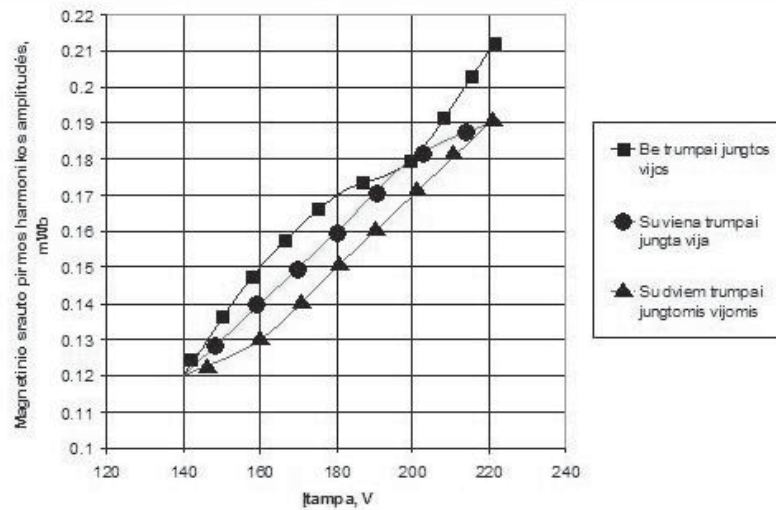
čia:

- e_k – k-tosios harmonikos įtampos efektinė vertė, V;
 f – pagrindinės harmonikos dažnis, Hz;
 N – vijų skaičius;
 k – harmonikos eilė;
 Φ_{km} – k-tosios harmonikos magnetinio srauto amplitudė, Wb.

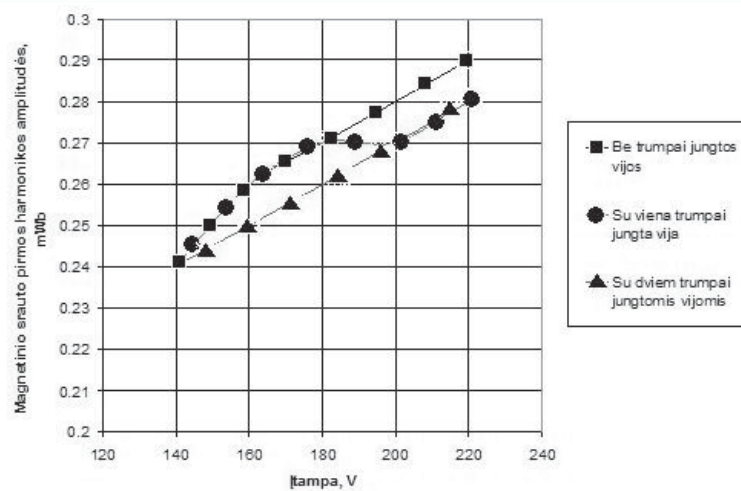
Kiekvienai magnetinio srauto harmonikai parašyta funkcija:

$$\begin{aligned} \Phi_1(\omega t) &= \Phi_{1m} \sin(\omega t + \varphi_1 + 90^\circ); \\ \Phi_3(3\omega t) &= \Phi_{3m} \sin(3\omega t + \varphi_3 + 90^\circ); \\ \Phi_k(k\omega t) &= \Phi_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k + 90^\circ). \end{aligned} \quad (4)$$

Tyrimo rezultatai pavaizduoti 3 pav., 4 pav. ir 1 lentelėje.



3 pav. Plačios statoriaus sienelės magnetinio srauto pirmos harmonikos amplitudės priklausomybė nuo maitinimo įtamos



4 pav. Siaurės statoriaus sienelės magnetinio srauto pirmos harmonikos amplitudės priklausomybė nuo maitinimo įtamos

Išmatuotos indukuotos vidinės įtamos harmonikos vijose yra perskaičiuojamos į magnetinių srautų harmonikas. Analizuojant srautus, svarbu nustatyti, kaip keičiasi harmonikų pradinės fazės ir amplitudės. Lentelėse lygiagrečiai pateiktos siaurosios ir plačiosios magnetolaidžio sienelių pirmų ir trečių harmonikų charakteristikos. Buvo nubrėžtos harmonikų amplitudžių priklausomybės, esant skirtingoms maitinimo įtampoms. Iš apibendrintų duomenų matyti, kad trumpai jungtų vijų uždėjimas ant magnetolaidžio plačiųjų sienelių padidino fazinius kampus tiek tarp pirmų (nuo 20,02 iki 25,7 laipsnių), tiek tarp trečių harmonikų, būtent, nuo 121,23 iki 128,21 laipsnių (1 lentelė). Uždėjus ant statoriaus plačiųjų sienelių po dvi trumpai jungtas vijas, šis kampas padidėjo dar labiau, t. y. tarp pirmų – nuo 20,02 iki 29,79 laipsnių, tarp trečių harmonikų – nuo 121,23 iki 145,77 laipsnių (1 lentelė). Harmonikų amplitudėms papildomai jungtos vijos turėjo mažą įtaką (3, 4 pav.).

1 lentelė. Apibendrinti skaičiavimų duomenys

Dydžiai	1 harmonikos	3 harmonikos
Be trumpai jungtos vijos		
<i>Plačioji sienelė</i>		
Amplitudės, Wb	0,000147	0,000011
Pradinės fazės	126,49	-44,14
<i>Siauroji sienelė</i>		
Amplitudės, Wb	0,000202	0,000025
Pradinės fazės	146,51	77,09
Fazių skirtumai	20,02	121,23
Su trumpai jungta vija		
<i>Plačioji sienelė</i>		
Amplitudės, Wb	0,000136	0,000012
Pradinės fazės	207,53	212,73
<i>Siauroji sienelė</i>		
Amplitudės, Wb	0,0002	0,000026
Pradinės fazės	233,23	340,95
Fazių skirtumai	25,7	128,21

1 lentelės tęsnys

Su dviem trumpai jungtomis vijomis		
Plačioji sienelė		
Amplitudės, Wb	0,000135	0,000011
Pradinės fazės	204,68	200,19
Siauroji sienelė		
Amplitudės, Wb	0,000196	0,000026
Pradinės fazės	234,48	345,96
Fazių skirtumai	29,79	145,77

Išvados

1. Ant nesimetrinio statoriaus plačiosios sienelės uždėtos trumpai jungtos vijos daro įtaką magnetolaidžiu užsidarančiam magnetiniam srautui.
2. Ant nesimetrinio statoriaus plačiosios sienelės uždėtos trumpai jungtos vijos daro įtaką magnetinių srautų pirmosioms ir trečiosioms harmonikoms. Fazių skirtumas tarp siaurosios ir plačiosios sienelių magnetinių srautų didėja.
3. Statoriaus magnetolaidžio siaurosios sienelės magnetinio srauto trečios harmonikos amplitudė sudaro apie 7 % pirmos magnetinio srauto harmonikos amplitudės, o magnetinio srauto penk-

tos harmonikos amplitudė sudaro tik apie 2 % pirmos harmonikos ir turi labai mažą įtaką, todėl buvo analizuojama tik pirmų ir trečių harmonikų įtaka paleidimo momentui.

4. Ant nesimetrinio statoriaus plačiosios sienelės uždėtos trumpai jungtos vijos padidino variklio vartojamą galią nuo 104 W iki 106 W, t. y. apie 2 %.

Literatūra

1. Smilgevičius A., 2005, *Automatikos mikromašinos*. Vilnius.
2. Костраускас П., Мукулис Р., Шимкевичюс Т., 1967, Пусковой момент и магнитная схема замещения асинхронного микродвигателя с асимметричным магнитопроводом статора. *Elektrotechnika ir automatika III*. С. 87–96.
3. Костраускас П., Григайтис Э., Мукулис Р., 1970, Начальный пусковой момент однофазного асинхронного микродвигателя АДА. *Elektrotechnika ir automatika VI*. С. 103–120.
4. Костраускас П., 1995, *Однофазные явнополюсные асинхронные двигатели*. Каунас.

ANALYSIS OF A SINGLE-PHASE SMALL CAPACITY ENGINE

Marius Kernagis, Dainius Balbonas

Summary

Single-phase asynchronous low-power electric motors are often used for their reliability and wide-ranging potential applications. However, these machines have not only advantages, but also some drawbacks. One of the biggest drawbacks is that the electric single phase engine creates a pulsating magnetic field in which the starting point is equal to 0. This research paper deals with a single-phase asynchronous electric motor. This engine has a difference in the wall of the stator diameter, resulting in a different magnetic stator resistance of rotary engines of this type, and the magnetic field is elliptical. As the rotating magnetic field is generated at a circular it negatively affects the moment of starting. This is the main problem with engines of this type.

Keywords: small capacity engine, electric motors, magnetic field, rotary engine.

VIENFAZIO MAŽOS GALIOS ASINCHRONINIO VARIKLIO TYRIMAS

Marius Kernagis, Dainius Balbonas

Santrauka

Vienas iš didžiausių mažos galios elektros variklių trūkumų yra tai, kad vienfazėje elektros mašinoje sukuriamas magnetinis laukas yra pulsuojantis, todėl paleidimo momentas yra lygus 0.

Šiame darbe tyrinėjamas vienfazis asinchroninis elektros variklis su nesimetriniu statoriaus magnetolaidžiu. Šio variklio statoriaus sienelės yra nevienodo skersmens. Dėl skirtingų magnetinių statoriaus varžų tokio tipo varikliuose sukamasis magnetinis laukas yra elipsės formos. Kadangi sukuriamas sukamasis magnetinis laukas yra ne apskritiminis tai neigiamai, atsiliepia šio variklio paleidimo momento dydžiui. Tai pagrindinė šio tipo variklių problema.

[teikta 2011-02-21