

Մ.Ք. ԲԱՂՂԱՍԱՐՅԱՆ

ԴԻՆԱՄԻԿ ԲԵՌՈՎ ԷԼԵԿՏՐԱԲԱՆԵՑՄԱՆ ՇԱՐԺԻՉԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ
ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ՄՈՂԵԼ

Պարկ-Գորևի հավասարումների համակարգի կիրառմամբ MATLAB/SIMULINK ծրագրային միջավայրում գնահատվել են էլեկտրաբանեցման սինքրոն շարժիչի ստատորի, գրգռման և հանգստացնող փաթույթների հոսանքների, շարժիչի էլեկտրամագնիսական մոմենտի փոփոխությունները շարժիչի սնման լարման և բեռի դիմադրող մոմենտի տարբեր արժեքների դեպքում:

Առանցքային բառեր. էլեկտրաբանեցման շարժիչ, բեռի դիմադրող մոմենտ, աշխատանքային ռեժիմ:

Ներածություն: Արտադրական ձեռնարկություններում օգտագործվող տեխնոլոգիական մեխանիզմները շահագործման մեջ են դրվում էլեկտրաբանեցման շարժիչների միջոցով: Որոշ տեխնոլոգիական մեխանիզմների ստեղծած բեռի դիմադրող մոմենտը պարբերաբար փոփոխվում է, ինչը առանձնակի դժվարություններ է առաջացնում դրանց էլեկտրաբանեցման շարժիչների համար: Հարկ է նշել նաև, որ արդյունաբերական ձեռնարկություններում, կախված օգտագործվող մեծաթիվ էլեկտրատեխնիկական սարքերի աշխատանքային բնութագրերից, էլեկտրաբանեցման շարժիչների սնման լարումները կարող են շեղվել իրենց անվանական արժեքից: Ներկայացվածից հետևում է, որ պատահականորեն փոփոխվող բեռի և սնման լարման տակ աշխատող շարժիչի աշխատանքային ռեժիմները չեն կարող ապահովել տեխնոլոգիական գործընթացի կայուն և անխափան աշխատանքը: Ուստի անհրաժեշտություն է առաջացել հետազոտել էլեկտրաբանեցման շարժիչի բնութագրերը տարբեր աշխատանքային ռեժիմներում:

Հայտնի են էլեկտրաբանեցման շարժիչների բնութագրերի հետազոտման վերաբերյալ տարբեր աշխատություններ: Դրանցից կարելի է առանձնացնել մեխանիզմին ամրակցված պսակային ժանանվի և էլեկտրաշարժիչի լիսեռին միացված առանցքակալային ժանանվի շրջանցման անկյան, արագության և արագացման փոփոխությունների մոդելավորման միջոցով էլեկտրաբանեցման շարժիչի վիճակի հետազոտմանը նվիրված աշխատանքները [1, 2]:

Առանձին հետաքրքրություն է ներկայացնում [3] աշխատությունը: Դրանում մոդելավորել և վերլուծել է երկու առանձին եռաֆազ շարժիչներով էլեկտրաբանեց-

ման համակարգը: Շարժիչների ստատորի փաթույթները իրար միացված են հատուկ սխեմայով, իսկ լիսեռները արագության ռեդուկտորի միջոցով մեխանիկորեն միացված են ընդհանուր բեռի լիսեռին: Մաթեմատիկական մոդելը մանրամասն մշակված է, և համակարգը մոդելավորվում է MATLAB/SIMULINK- ի միջոցով: Հիմնավորվել է, որ երկու շարժիչների համապատասխան լիսեռների վրա հավասարակշռված բեռի դեպքում երկու շարժիչների դինամիկ պահվածքները նույնական են:

[4] աշխատությունում Պարկ-Գորնի հավասարումների հիման վրա մշակված մաթեմատիկական մոդելի միջոցով կատարվել է ասիմետրիկ կարճ միացումով երկառանգք էլեկտրաբանեցումով ոչ բացահայտ բևեռներով սինքրոն գեներատորի օդի բացթողմամբ մագնիսական դաշտի հետազոտություն:

Հայտնի աշխատությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ դրանցում դիտարկվում են առանձին մասնակի հարցեր, ինչը հնարավորություն չի տալիս՝ ամբողջական պատկերացում կազմելու շահագործման ժամանակ էլեկտրաբանեցման համակարգերի աշխատանքային բնութագրերի փոփոխման վերաբերյալ:

Աշխատանքի նպատակն է հետազոտել փոփոխվող բեռով և սնման լարումով աշխատող էլեկտրաբանեցման շարժիչի աշխատանքային բնութագրերի փոփոխությունը նրա շահագործման ընթացքում:

Հետազոտման մեթոդը: Խնդրի լուծման համար օգտագործվել են Պարկ-Գորնի դիֆերենցիալ հավասարումները [5- 7]:

$$\begin{cases} u_d = p\psi_d + (1 + s)\psi_q + i_d R, \\ u_q = p\psi_q - (1 + s)\psi_d + i_q R, \\ u_f = p\psi_f + i_f R_f, \\ 0 = p\psi_{Dd} + i_{Dd} R_{Dd}, \\ 0 = p\psi_{Dq} + i_{Dq} R_{Dq}, \\ T \frac{ds}{dt} = m - m_c, \end{cases} \quad (1)$$

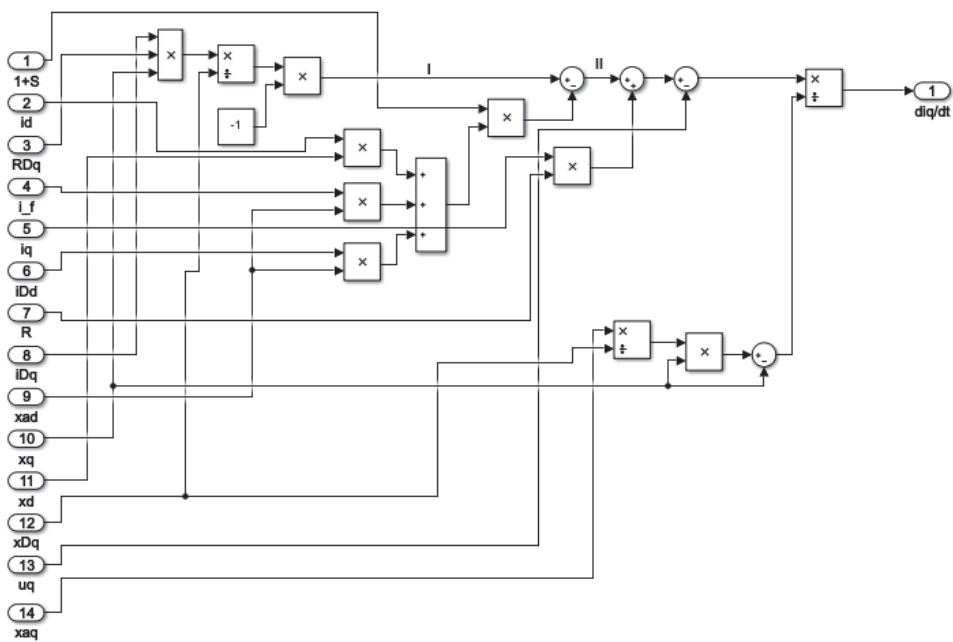
որտեղ u_d - ն, u_q - ն ստատորի փաթույթի սեղմականների լարումներն են՝ ըստ երկայանական և լայնական առանցքների, i_d - ն, i_q - ն՝ ստատորի փաթույթի հոսանքները՝ ըստ երկայանական և լայնական առանցքների, u_f - ը, i_f - ը՝ գրգռման լարումը և հոսանքը, S - ը՝ սահքը, i_{Dd} - ն, i_{Dq} - ն՝ հանգստացնող փաթույթով հոսող հոսանքները՝ ըստ երկայանական և լայնական առանցքների, ψ_d - ն, ψ_q - ն՝

ստատորի փաթույթի հոսքակցումները՝ ըստ երկայնական և լայնական առանցքների, ψ_f - ը՝ գրգռման փաթույթի հոսքակցումը, ψ_{Dd} - ն, ψ_{Dq} - ն՝ հանգստացնող փաթույթի հոսքակցումները՝ ըստ երկայնական և լայնական առանցքների, R - ը, R_f - ը՝ ստատորի ֆազի և գրգռման փաթույթների ակտիվ դիմադրությունները, R_{Dd} -ն, R_{Dq} -ն՝ հանգստացնող փաթույթների ակտիվ դիմադրությունները՝ ըստ երկայնական և լայնական առանցքների, T - ն՝ իներցիայի հաստատունը, m_c - ը՝ տեխնոլոգիական բեռի մոմենտի հարաբերական մեծությունը, θ - ն՝ ցանցի լարման վեկտորով և գրգռման փաթույթով ստատորի փաթույթում ինդուկցված էլշուի վեկտորի կազմած անկյունը, ψ_d - ն, ψ_q - ն, ψ_f - ը, ψ_{Dd} - ն, ψ_{Dq} - ն որոշվում են՝

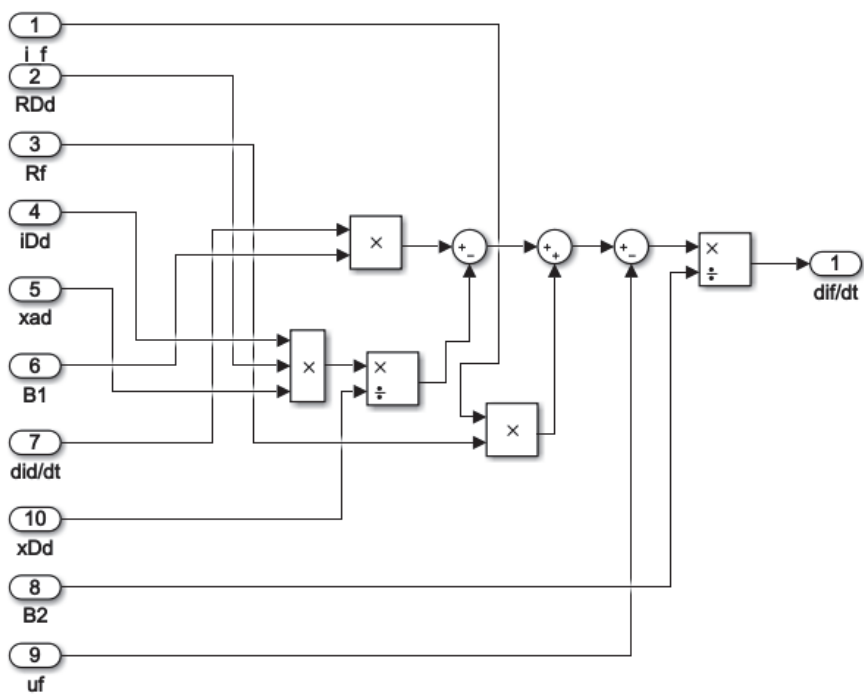
$$\begin{cases} \psi_d = \dot{I}_d X_d + \dot{I}_f X_{ad} + \dot{I}_{Dd} X_{ad}, \\ \psi_q = \dot{I}_q X_q + \dot{I}_{Dq} X_q, \\ \psi_f = \dot{I}_d X_{ad} + \dot{I}_f X_f + \dot{I}_{Dd} X_{ad}, \\ \psi_{Dd} = \dot{I}_d X_{ad} + \dot{I}_f X_{ad} + \dot{I}_{Dd} X_{Dd}, \\ \psi_{Dq} = \dot{I}_q X_{aq} + \dot{I}_{Dq} X_{Dq}, \end{cases} \quad (2)$$

որտեղ $x_d = L_d$ - ն, $x_q = L_q$ - ն ստատորի փաթույթի ինդուկտիվ դիմադրություններն են երկայնական և լայնական առանցքներով, $x_f = L_f$ - ը՝ գրգռման փաթույթի ինդուկտիվ դիմադրությունը, $x_{Dd} = L_{Dd}$, $x_{Dq} = L_{Dq}$ - ն՝ հանգստացնող փաթույթի ինդուկտիվ դիմադրությունները երկայնական և լայնական առանցքներով, x_{ad} , x_{aq} - ն՝ շարժիչի փաթույթի փոխինդուկտիվ դիմադրությունները երկայնական և լայնական առանցքներով:

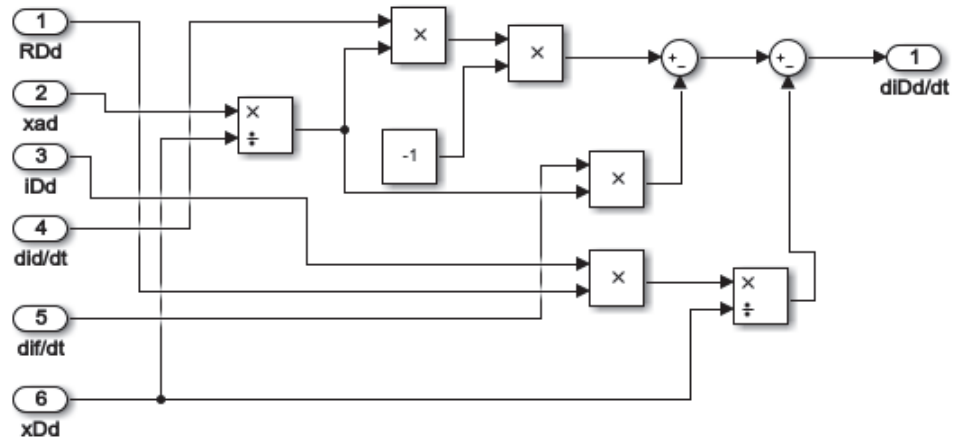
Հետազոտության արդյունքները: (1) և (2) հավասարումների համակարգերը ձևափոխելով՝ լուծվել է խնդիրը MATLAB/SIMULINK ծրագրային միջավայրում: Նկ. 1.4-ում համապատասխանաբար բերված են iq, if, iDd և iDq հոսանքների ժամանակային փոփոխության որոշման սխեմաները:



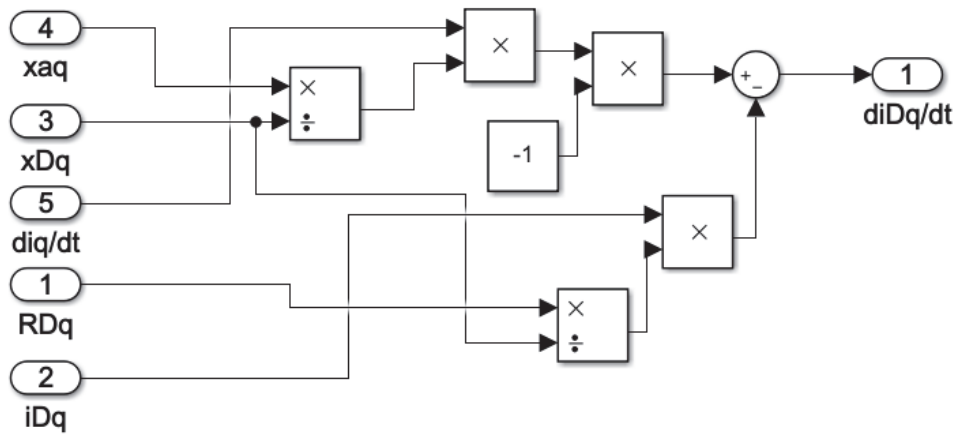
Նկ. 1. i_q հոսանքի փոփոխության որոշման սխեման



Նկ. 2. i_f հոսանքի փոփոխության որոշման սխեման



Նկ. 3. i_{Dd} հոսանքի փոփոխության որոշման սխեման

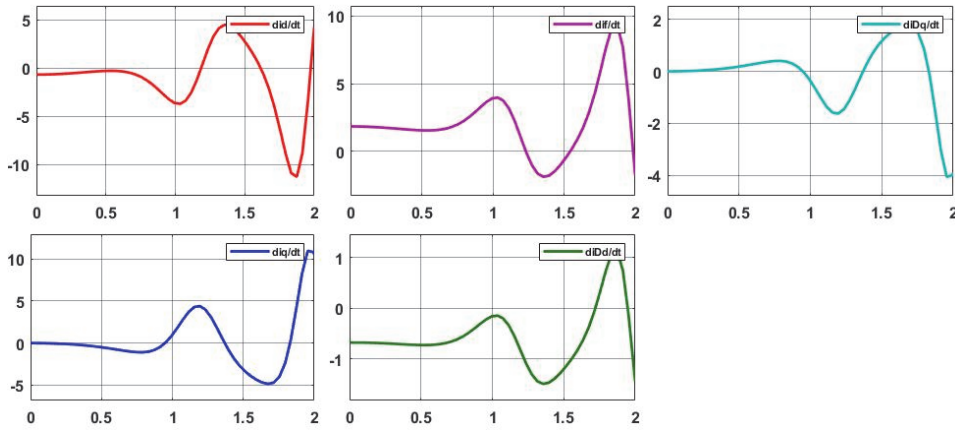


Նկ. 4. i_{Dq} հոսանքի փոփոխության որոշման սխեման

Ուսումնասիրությունները կատարվել են շարժիչի լարման և բեռի դիմադրող մոմենտի անվանական, անվանականից մեծ և փոքր արժեքների դեպքում:

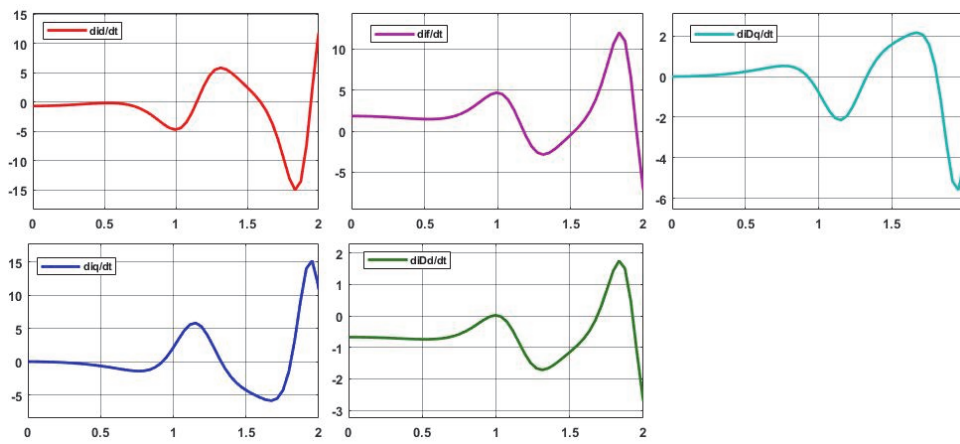
Նկ. 5 - 7-ում ներկայացված են ստատորի, զրգման և հանգստացնող փաթույթների հոսանքների ժամանակային փոփոխությունները բեռի դիմադրող մոմենտի հաստատված և ցանցի սնման լարման անվանականից մեծ և փոքր արժեքների դեպքում:

Նկ. 5 - 7-ից երևում է, որ հոսանքի արժեքների փոփոխման առավելագույն և նվազագույն արժեքները, սնման լարման անվանականից մեծ և փոքր արժեքների դեպքում, համապատասխանաբար մեծանում և փոքրանում են, միաժամանակ առավելագույն արժեքներին հասնելու ժամանակները համապատասխանաբար փոքրանում և մեծանում են:



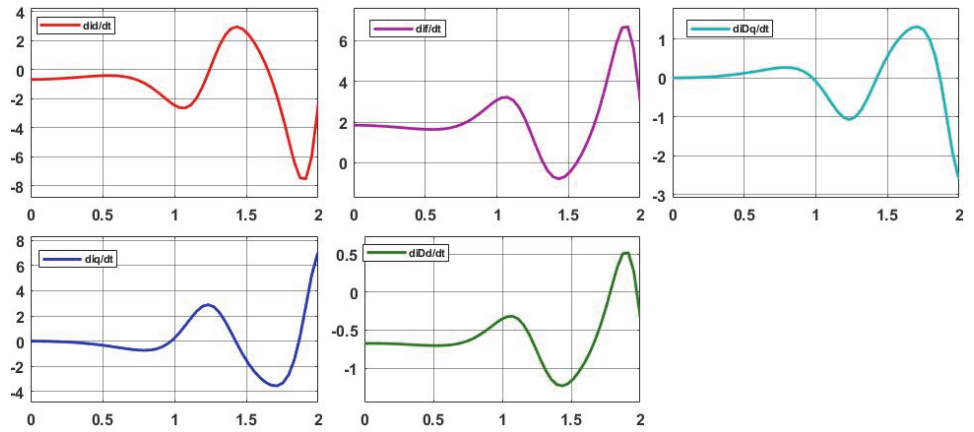
Նկ. 5. i_d , i_q , i_f , i_{Dd} , i_{Dq} հոսանքների ժամանակային փոփոխությունները

$u_m = 1$, $m_c = 1$ դեպքում



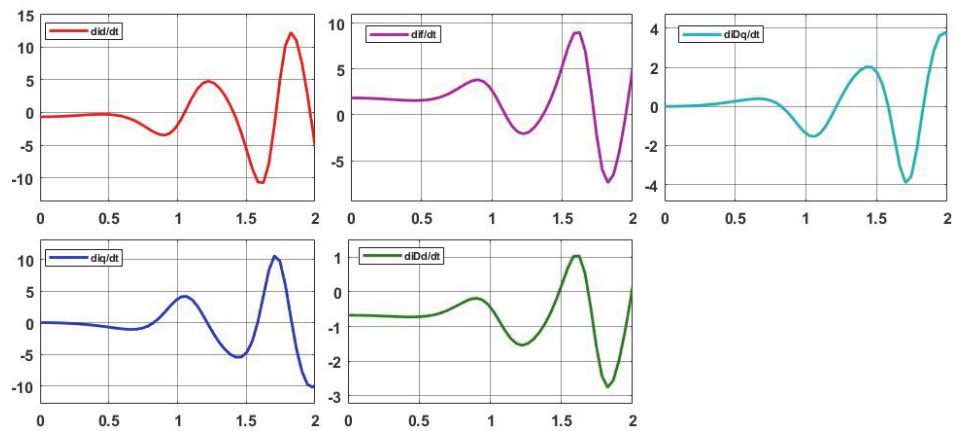
Նկ. 6. i_d , i_q , i_f , i_{Dd} , i_{Dq} հոսանքների ժամանակային փոփոխությունները $u_m = 1,35$,

$m_c = 1$ դեպքում

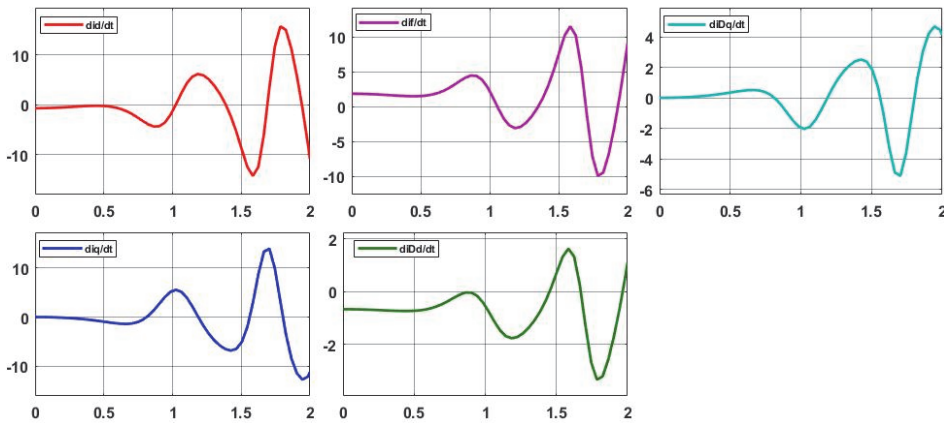


Նկ. 7. i_d , i_q , i_f , i_{Dd} , i_{Dq} հոսանքների ժամանակային փոփոխությունները $u_m = 0,65$, $m_c = 1$ դեպքում

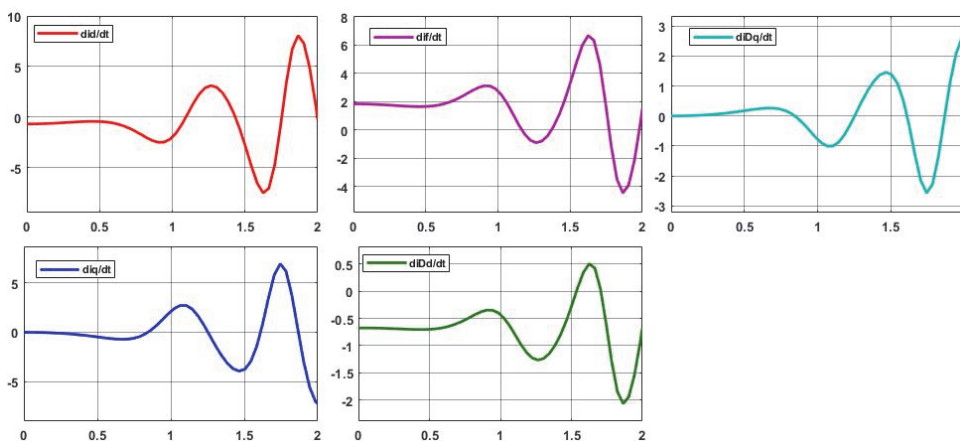
Նկ. 8-10-ում ներկայացված են անվանական լարման և բեռի մոմենտի հաստատված արժեքից մեծ և փոքր արժեքների դեպքում հոսանքների ժամանակային փոփոխությունները:



Նկ. 8. i_d , i_q , i_f , i_{Dd} , i_{Dq} հոսանքների և սահքի ժամանակային փոփոխությունները $u_m = 1$, $m_c = 1,4$ դեպքում



Նկ. 9. i_d , i_q , i_f , i_{Dd} , i_{Dq} հոսանքների և սահքի ժամանակային փոփոխությունները
 $u_m = 1,35$, $m_c = 1,4$ դեպքում

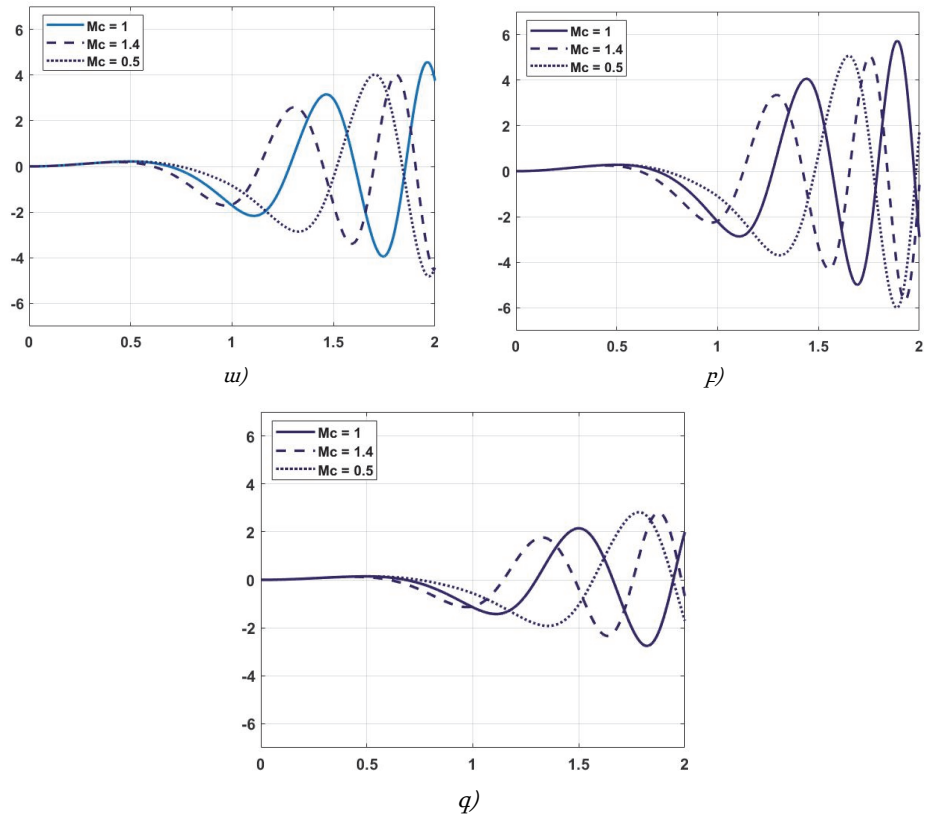


Նկ. 10. i_d , i_q , i_f , i_{Dd} , i_{Dq} հոսանքների և սահքի ժամանակային փոփոխությունները
 $u_m = 0,65$, $m_c = 1,4$ դեպքում

Դիմադրող մոմենտի մեծացման դեպքում շարժիչի ստատորի հոսանքների փոփոխման հաճախությունը նույնպես մեծանում է:

Ստացվել են շարժիչի էլեկտրամագնիսական մոմենտի ժամանակային փոփոխությունները՝ կախված բեռի դիմադրող մոմենտից և սնման լարումից (նկ.11):

Նկ. 11-ից հետևում է, որ բեռի դիմադրող մոմենտի անվանական արժեքի 40%-ի գերազանցման դեպքում շարժիչի մոմենտի փոփոխման պիկերի արժեքները փոքրանում են, իսկ դրանց առաջացման հաճախությունը՝ մեծանում:



Նկ. 11. M_d մոմենտի ժամանակային փոփոխությունները. ա) $u_m = 1,0$, բ) $u_m = 1,35$, գ) $u_m = 0,65$

Եզրակացություն: MATLAB/SIMULINK ծրագրային միջավայրում կատարված հետազոտությունները հաստատում են տեխնոլոգիական մեխանիզմների էլեկտրաբանեցման շարժիչների աշխատանքային բնութագրերի հսկման անհրաժեշտությունը՝ դրանց ավտոմատացված կառավարման արդյունավետության մեծացման համար:

Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ գիտության կոմիտեի ֆինանսական աջակցությամբ 21T-2B195 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Baghdasaryan M.K.** Methods of Research and Optimization of the Mineral Raw Material Grinding Proces.- NOVAsciencpublishers, USA, 2019. - 306 p.
2. **Багдасарян М.К., Алавердян С.С.** Математическая модель для исследования электромеханической системы мельница-двигатель // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер.ТН.– 2013. - Т.LXVI, №2. - С.148-155.

3. **Onwuka I.K., Diyokey G.C., Obe E.S.** Dynamic Analysis of Series-Connected and Mechanically-Coupled Twin Synchronous Motor Drive // Nigerian journal of TECHNOLOGICAL development.- 2020.- Vol. 17, N.1.-P 33-39.
4. **Toshev S.E., Nurali Pirmatov, Haydarov S.D., Difuza Yakubova.** Analysis of magnetic field in the air gap not expressly pole synchronous generator excitation biaxially at asymmetrical short circuit // European Science Review.- 2017.- P.134-136.
5. **Лопухина Е.М., Семенчуков Г.А.** Автоматизированное проектирование электрических машин малой мощности. – М.: Высшая школа, 2002. -511 с.
6. **Копылов И.П.** Электрические машины: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа; Логос, 2006. – 680 с.
7. **Важнов А.И.** Переходные процессы в машинах переменного тока. - Л.: Энергия, 1980. - 256 с.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 31.08.2021:

М.К. БАГДАСАРЯН

МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

Используя систему уравнений Парка-Гора в программной среде MATLAB / SIMULINK, дана оценка изменения токов статора, возбуждения и успокаивающих обмоток, а также электромагнитного момента двигателя синхронного электроприводного двигателя для различных значений напряжения питания и момента сопротивления нагрузки.

Ключевые слова: электроприводной двигатель, момент сопротивления нагрузки, рабочий режим.

M.K. BAGHDASARYAN

A MODEL FOR STUDYING THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF ELECTRIC DRIVE MOTOR WITH A DYNAMIC LOAD

Using the Park-Gor system of equations in the MATLAB / SIMULINK software environment, the change in the stator currents, excitation and damping windings, as well as the electromagnetic torque of a synchronous electric drive motor for various values of the supply voltage and load resistance torque are estimated.

Keywords: electric drive motor, load resistance moment, operating mode.