

ՀՏԴ 001.98

Ֆիզիկա

Կարեն ԱՐԱՄՅԱՆ**Ար.ՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնի պրոֆեսորի պաշտոնակատար,
ֆ.մ.գ.թ.****e-mail: k_aramyan@rambler.ru****Ա.Բ.ՍՈԴՈՄՈՆՅԱՆ****ՀՀ ԳԱԱ ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմների ինստիտուտ, ֆ.մ.գ.թ.****e-mail: Sohomonyan@gmail.com**

ԳԾԱՅԻՆ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՇԱՐԺԻԶ: ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԲԱՐՁԻ ՎՐԱ ԳՆԱՑՔԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ՍԿՋԲՈՒՆՔՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Հոդվածում քննվում են գծային էլեկտրական շարժիչների աշխատանքի ֆիզիկական սկզբունքները: Նշվում է նրանց աշխատանքը՝ կապված ժամանակակից գերարագընթաց էլեկտրագնացքների շարժման սկզբունքների հետ, ինչպես նաև այն հիմնարար դերը, որը ունեցել է նրանց ստեղծման մեջ մեր մեծ հայրենակից Ա.Գ.Իոսիֆյանը:

Բանալի բառեր` էլեկտրամագնիսական ինդուկցիա, փոփոխական հոսանքի գեներատոր, պտտող մագնիսական դաշտ, ասինքրոն շարվիչ, գծային էլեկտրական շարժիչ:

К.Арамян, А.Согомонян

ЛИНЕЙНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ. О ПРИНЦИПАХ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА НА МАГНИТНОЙ ПОДУШКЕ.

В работе обсуждаются физические принципы работы линейных электрических двигателей. Отмечается их работа в связи с принципами движения современных сверхбыстрых электрических поездов, а также та основополагающая роль, которую в их создании сыграл наш великий соотечественник А.Г.Иосифьян.

Ключевые слова: Электромагнитная индукция, генератор переменного тока, вращающееся магнитное поле, асинхронный двигатель, линейный электрический двигатель.

K.Aramyan, A.Sogomonyan

**LINEAR ELECTRIC MOTOR. ON THE PRINCIPLES OF
MOVEMENT OF A TRAIN ON A MAGNETIC CUSHION**

The paper discusses the physical principles of operation of linear electric motors. Their work is noted in connection with the principles of movement of modern ultra-fast electric trains, as well as the fundamental role that our great compatriot A.G. Iosifyan played in their creation

Key words: electromagnetic induction, alternator, rotating magnetic field, asynchronous motor, linear electric motor.

1939 թվականին Նյու-Յորքում կայացած համաշխարային ցուցահանդեսում մեծագույն հետաքրքրություն էր առաջացրել խորհրդային էքսպոզիցիայում ցուցադրված Մագնիտոգորսկի՝ կառուցվող մետաղաձուլական գործարանի մակետը, որի տարածքում կար երկաթգիծ: Սակայն այն խորհրդային չէր: Միակ ռելսով «վագում» էր վագունը, որը հանկարծակի «թռչում» էր տեղից, հանկարծակի կանգնում: Այդ երկաթգծի գաղափարի և իրականացման հեղինակն էր մեծ խորհրդային գիտնական, խորհրդային էլեկտրատեխնիկայի հիմնադիր, մեր համերկրացի Անդրանիկ Ղևոնդի Իոսիֆյանը:

Հոդվածում փորձ է արվում հասկանալ և ներկայացնել մագնիսական բարձի վրա գնացքի աշխատանքի սկզբունքը: Նշենք նաև, որ ժամանակակից գնացքները, որոնք աշխատում են Ա.Իոսիֆյանի կիրառած սկզբունքով, զարգացնում են մինչև 600 կմ/ժամ արագություն: Դա առիթ է նաև հիշել մեր մեծ հայրենակցին, որը անսպառ նվիրված էր իր փոքր հայրենիքին, վերհիշել մեր փառքը, հպարտությունը:

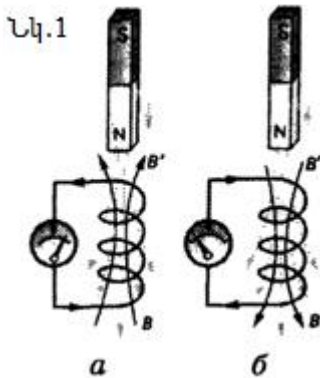
Էլեկտրամագնիսական ինդուկցիա

1831 թ. Մայքլ Ֆարադեյը հայտնաբերել է էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի երևույթը: Այն հանդիսանում է բնության ամենահիմնարար երևույթներից մեկը, և նրա գործնական կիրառությունները, առավելապես հոսանքների գեներացման համար, անսպառ են: Ինդուկցիայի երևույթի հայտնաբերման տարին համարվում է էլեկտրատեխնիկայի ծննդյան տարի: Էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի երևույթի վրա է հիմնված մագնիսական բարձի օգտագործմամբ երկաթգծի աշխատանքը:

Էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի երևույթում հիմնարար նշանակություն ունի *մագնիսական ինդուկցիայի հոսք* կոչվող մեծությունը: Մագնիսական $\vec{B}$ ինդուկցիան հանդիսանում է մագնիսական դաշտի ուժային

բնութագրիչ, քանի որ, ըստ Ամպերի օրենքի, մագնիսական դաշտում գտնվող հոսանքի էլեմենտի վրա ազդող ուժը՝ $\vec{F} = [i \cdot \Delta \vec{l} \cdot \vec{B}]$:

Մագնիսական ինդուկցիայի հոսքը՝ $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha = \vec{B} \cdot \vec{S}$, $\vec{S} = S \cdot \vec{n}$, եթե փակ հաղորդիչ կոնտուրը թափանցող մագնիսական ինդուկցիան որևէ կերպ փոխվում է, ապա այդ կոնտուրում առաջանում է էլեկտրաշարժ ուժ, որի մոդուլը $|\mathcal{E}_{ind}| = |\Delta \Phi / \Delta t|$:



Նկ.1

Նկար 1-ում պատկերված է մեծ քանակով գալարներ պարունակող կոճ, որի մեջ մի դեպքում մտցվում է հաստատուն մագնիս, մյուս դեպքում հեռացվում է: Կոճի շղթային միացված ամպերմետրը այդ երկու դեպքերում ցույց է տալիս տարբեր ուղղություններով հոսանքներ: Ուղիղ հաստատուն մագնիսը կոճի մեջ մտցնելիս առաջանում է վանող ուժ, իսկ հեռացնելիս՝ ձգող ուժ: Մագնիսը մտցնելիս ինդուկցիոն հոսանքի ուղղությունն այնպիսին է, որ կոճի վերևի մասում ունենք հաստատուն մագնիսի հետ միանուն բևեռ,

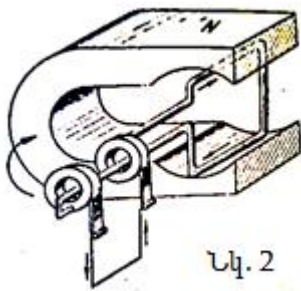
իսկ հեռացնելիս՝ հոսանքի ուղղությունը փոփոխվում է, և կունենանք հաստատուն մագնիսի բևեռին հակառակ բևեռ: Երկու դեպքերում էլ պետք է հաղթահարել առաջացող ուժերը, կատարել մեխանիկական աշխատանք, որի շնորհիվ մակաձվում է էլեկտրական հոսանք: Դա համապատասխանում է էներգիայի պահպանման օրենքին: Եթե **a** դեպքում էլ.շ.ու-ն համարվի բացասական և $\Delta \Phi > 0$, ապա $\mathcal{E}_{ind} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$, ապա **б** դեպքում՝ $\mathcal{E}_{ind} > 0$, $\Delta \Phi < 0$, և նորից տեղի ունի $\mathcal{E}_{ind} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$: Մեկնաբանած Լենցի կանոնը արտահայտում է էներգիայի պահպանման օրենքը ինդուկցիայի երևույթում: Այն հիմնարար դեր է կատարում ասինքրոն, այդ թվում՝ գծային շարժիչների աշխատանքի համար:

Փոփոխական հոսանքի գեներատորներ

Մագնիսական հոսքի ամենակարևոր օգտագործումը մենք ունենք էլեկտրական մեքենաներում, որոնք նախատեսված են մեխանիկական էներգիայի՝ էլեկտրական էներգիայի փոխակերպման համար (գեներատորներ), ինչպես նաև էլեկտրական էներգիայի փոխակերպմանը՝ մեխանիկական էներգիայի (էլեկտրաշարժիչներ):

Ներկայումս գոյություն ունեն գեներատորների և շարժիչների բազմաթիվ տեսակներ: Նրանց կոնստրուկցիան հասցրած է լիարժեքության բարձր աստիճանի, ինչը պահանջել է մի շարք օժանդակ տեխանիկական խնդիրների լուծում:

Էլեկտրական հոսանքի բոլոր ժամանակակից հզոր գեներատորները հիմնված են էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի երևույթի վրա, երբ հաղորդիչները շարժվում են մագնիսական դաշտում: Կանգ առնենք փոփոխական հոսանքի գեներատորի աշխատանքի վրա: Նկ.



Նկ. 2

2-ում պարզաբանվում է տեխնիկայում օգտագործվող փոփոխական հոսանքի ստացման սկզբունքը: Էլեկտրաշարժ ուժը առաջանում է լարից պատրաստված փաթույթի պտտման արդյունքում: Փաթույթի ծայրերը կցված են մեկուսացված պղնձյա օղակների (կոնտակտային օղակներ), որոնք ամրացված են մեքենայի առանցքին, և օղակներին սեղմված կոնտակտների միջոցով առաջացող լարումը միացվում է արտաքին փակ շղթային առանց փաթույթի պտույտը խանգարելու:

Եթե α -անկյունը փաթույթի n նորմալի և B ինդուկցիայի կազմած անկյունն է, ապա շրջանակը թափանցող մագնիսական հոսքը $\Phi = B S \cos \alpha = \Phi_0 \cos \alpha$, որտեղ S -ը գալարների մակերեսն է, $\Phi_0 = B S$ $\alpha=0$ դեպքում հոսքի առավելագույն արժեքն է: Գալարի ω անկյունային արագությամբ հավասարաչափ պտտման ժամանակ $\alpha = \omega t + \alpha_0$, և այդ պատճառով մեկ գալարում առաջացող էլ.2.ու-ն

$$\mathcal{E} = -d\Phi/dt = \Phi_0 \omega \sin(\omega t + \alpha_0) = \mathcal{E}_0 \sin(\omega t + \alpha_0): \quad (1)$$

Եթե փաթույթը պարունակում է ոչ թե 1 գալար, այլ N քանակով գալար, ապա $\mathcal{E}$ էլ.2.ու-ի ամպլիտուդն աճում է N անգամ: Երբ Φ_0 արտահայտում է Վբ-ով, իսկ ω -վրկ $^{-1}$, ապա $\mathcal{E}_0$ կարտահայտվի Վոլտով:

(1) բանաձևից երևում է, որ էլ.2.ու-ի մեծացման համար անհրաժեշտ է մեծացնել Φ_0 հոսքը, իսկ դրա համար մեքենայի մագնիսական շղթայի դիմադրությունը դարձնել հնարավորին չափով փոքր: Այդ պատճառով գեներատորների մագնիսական համակարգը պատրաստում են երկու երկաթի միջուկներից՝ արտաքին օղակաձև անշարժ միջուկից և ներքին պտտվող գլանաձև միջուկից, իսկ նրանց մեջ մտած օդային շերտը հասցնում են հնարավորին փոքր չափերի: Մեքենան սովորաբար ունի երկու փաթույթ, որոնցից մեկը տեղադրվում է անշարժ միջուկի պագերի մեջ, նրա ներքին կողմից, իսկ մյուս փաթույթը տեղադրված է պտտվող միջուկի (ռոտորի) պագերի մեջ: Փաթույթներից մեկը օգտագործվում է մագնիսական հոսքի ստեղծման համար, իսկ մյուսը հանդիսանում է բանող փաթույթ, որում մակաձվում է փոփոխական էլ.2.ու:

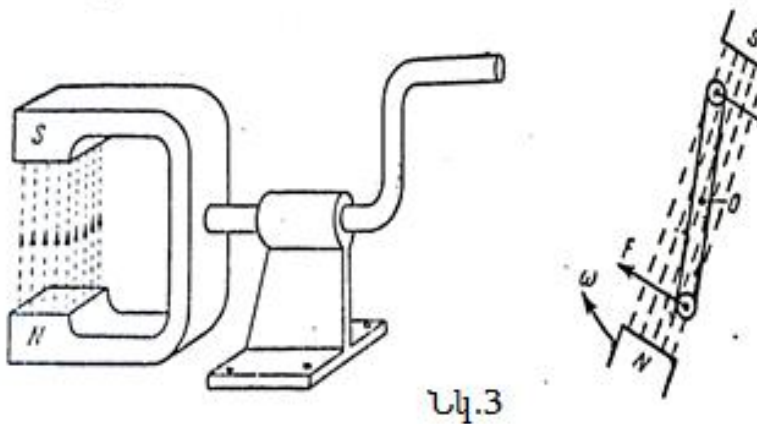
Եթե փաթույթը պարունակում է ոչ թե 1 գալար, այլ N քանակով գալար, ապա $\mathcal{E}$ էլ.2.ու-ի ամպլիտուդը աճում է N անգամ: Երբ Φ_0 արտահայտում է Վբ-ով, իսկ ω -վրկ $^{-1}$, ապա $\mathcal{E}_0$ կարտահայտվի Վոլտով:

Պտտվող մագնիսական դաշտ

Պատկերացնենք հավասարաչափ պտտվող հաստատուն մագնիս. մագնիսի հետ միասին կտեղափոխվի նաև նրա ստեղծած մագնիսական դաշտը, և մենք կստանանք պտտվող մագնիսական դաշտ:

Եթե այդպիսի դաշտի մեջ տեղադրենք մագնիսական սլաքը, ապա այն ձգտելու է ուղղվել դաշտի գծերի ուղղությամբ և այդ պատճառով կսկսի պտտվել դաշտի պտտման ուղղությամբ:

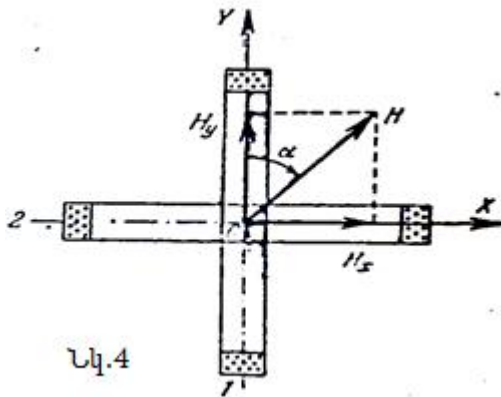
Մագնիսական սլաքի նման կպտտվի նաև հոսանքակիր փակ շրջանակը: Շրջանակի նկատմամբ արտաքին մագնիսական դաշտի շարժման պատճառով լարերում կառաջանա ինդուկցիոն հոսանք, որի ուղղությունը աջ ձեռքի կանոնի համաձայն ցույց է տրված նկար 3-ում: Այդ հոսանքի վրա մագնիսական դաշտի կողմից կազդեն ուժեր ըստ Ամպերի օրենքի և ձախ ձեռքի կանոնի, որոնք կձգտեն պտտել շրջանակը դաշտի հետ միասին, և շրջանակը կսկսի պտտվել:



Նկ.3

Նույն ձևով իրենց կպահեն հոծ մետաղյա սկավառակը կամ գլանը, քանի որ նրանցում կմակաձվեն ինդուկցիոն հոսանքներ: Այդ հոսանքները փակվում են սկավառակի կամ գլանի ծավալում, և ինչպես լարերով անցնող հոսանքները, փոխազդում են մագնիսական դաշտի հետ: Այդ ժամանակ առաջացող ուժերը, Լենցի կանոնի համաձայն, ուղղված կլինեն այնպես, որ նվազեցնեն սկավառակի և մագնիսական դաշտի հարաբերական պտտման արագությունը, ինչի պատճառով սկավառակը կսկսի պտտվել արտաքին մագնիսական դաշտի ուղղությամբ:

Պատվող մագնիսական դաշտը կարելի է ստանալ նաև փոփոխական հոսանքների օգնությամբ: Սկզբից դիտարկենք պտտվող մագնիսական դաշտի ստեղծումը երկֆազ հոսանքի օգնությամբ: Դիցուք ունենք 1 և 2 կոճեր, որոնք իրար նկատմամբ շրջված են 90° -ով և սնվում են երկֆազ հոսանքով: Դա

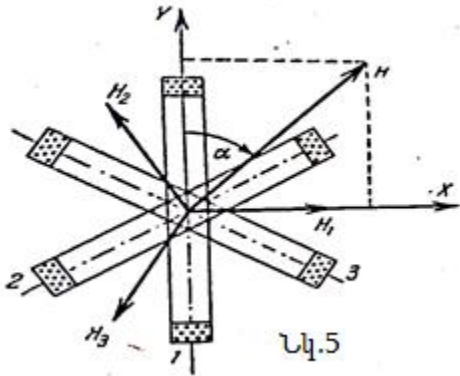


նշանակում է, որ եթե 1 կոճում հոսանքը փոփոխում է $i_1 = i_0 \sin \omega t$ օրենքով, ապա 2 կոճում հոսանքը կփոխվի՝ $i_2 = i_0 \sin(\omega t - 90^\circ)$ օրենքով: 1 կոճը ստեղծում է սինուսի օրենքով փոփոխող մագնիսական դաշտ՝ $H_x = H_0 \sin \omega t$ 2 կոճը ստեղծում է մագնիսական դաշտ, որը ուղղված է H_x դաշտին ուղղահայաց և ըստ փուլի հետ է մնում 90° -ով

$$H_y = H_0 \sin(\omega t - 90^\circ) = -H_0 \cos \omega t:$$

Արդյունաբար դաշտի բացարձակ մեծությունը հավասար է՝ $H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2} = H_0$, և ժամանակի ընթացքում չի փոփոխվում: Սակայն այդ դաշտի ուղղությունը փոփոխվում է: Այդ ուղղությունը բնութագրենք α անկյան միջոցով, այդ դեպքում՝ $\tan \alpha = \frac{H_x}{H_y} = -\tan \omega t$, կամ $\alpha = -\omega t$: Մենք տեսնում ենք, որ արդյունաբար դաշտի $\vec{H}$ -ը հավասարաչափ պտտվում է ժամսլաքի հակառակ ուղղությամբ ω անկյունային արագությամբ: Այսինքն՝ մենք կունենանք հաստատուն մագնիսի դաշտի նման պտտվող մագնիսական դաշտ:

Դիտարկվող օրինակում ստացվել է ժամսլաքի հակառակ ուղղությամբ պտտվող մագնիսական դաշտ: Դժվար չէ տեսնել, որ եթե մենք միացնենք 1 կամ 2 կոճերի ծայրերը, ապա կփոփոխենք H_x կամ H_y դաշտերի ուղղությունները և կստանանք $\alpha = +\omega t$, այսինքն՝ ժամսլաքի ուղղությամբ պտտվող դաշտ:



Եռաչափ հոսանքի միջոցով պտտվող մագնիսական դաշտ ստանալու համար պետք է ունենալ երեք կամ երեքին պատիկ քանակով կոճեր, քանի որ եռաչափ հոսանքի համակարգում ունենք երեք փոփոխական հոսանք: 1, 2 և 3 կոճերը պետք է շրջված լինեն իրար նկատմամբ 120° (նկ 5): Այդ դեպքում մենք կունենանք H_1, H_2, H_3 երեք փոփոխական մագնիսական դաշտ, որոնք ինչպես կոճեր կազմում են իրար հետ 120° անկյուն: Այդ դաշտերի

տատանումները արտահայտվում են հետևյալ բանաձևով.

$$\begin{cases} H_1 = H_0 \sin \omega t, \\ H_2 = H_0 \sin(\omega t - 120^\circ) : \\ H_3 = H_0 \sin(\omega t - 240^\circ) \end{cases}$$

Դժվար չէ ցույց տալ, որ գումարելով այդ երեք դաշտը՝ կստացվի ω անկյունային արագությամբ պտտվող մագնիսական դաշտ: Արդյունաբար մագնիսական դաշտի բացարձակ արժեքը մնում է հաստատուն և հավասար $\frac{3}{2}H_0$:

Եթե լարերի ցանկացած զույգի ծայրերի տեղերը փոխենք, ապա դաշտի պտտման ուղղությունը կփոխվի հակառակի:

Մտցնենք X և Y փոխադրահայաց առանցքներ և X առանցքը ուղղենք H_1 դաշտին զուգահեռ: Այդ դեպքում դաշտերի բաղադրիչները X առանցքի ուղղության վրա կլինեն հետևյալը.

$$\begin{aligned} H_{1x} &= H_1 = H_0 \sin \omega t, \\ H_{2x} &= H_2 \cos 120^\circ = -\frac{1}{2} H_0 \sin(\omega t - 120^\circ) \\ H_{3x} &= H_3 \cos 240^\circ = -\frac{1}{2} H_0 \sin(\omega t - 240^\circ) : \end{aligned}$$

Սկզբից գումարենք վերջին երկու դաշտերը.

$$\begin{aligned} H_{2x} + H_{3x} &= -\frac{1}{2} H_0 [\sin(\omega t - 120^\circ) + \sin(\omega t - 240^\circ)] = \\ &= -\frac{1}{2} H_0 \cdot 2 \sin(\omega t - 180^\circ) \cdot \cos 60^\circ = \frac{1}{2} H_0 \sin \omega t : \end{aligned}$$

Արդյունաբար դաշտի լրիվ բաղադրիչը X առանցքի ուղղությամբ.

$$H_x = H_{1x} + H_{2x} + H_{3x} = \frac{3}{2} H_0 \sin \omega t :$$

Հիմա գտնենք դաշտի բաղադրիչը Y ուղղությամբ.

$$H_{1y} = 0, \quad H_{2y} = H_2 \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} H_0 \sin(\omega t - 120^\circ),$$

$$H_{3y} = H_3 \cos 150^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2} H_0 \sin(\omega t - 240^\circ):$$

Հետևաբար,

$$H_y = H_{2y} + H_{3y} = \frac{\sqrt{3}}{2} H_0 \cdot 2 \sin 60^\circ \cos(\omega t - 180^\circ) = -\frac{3}{2} H_0 \cos \omega t :$$

Վարվելով ինչպես նախորդ դեպքում՝ գտնում ենք արդյունարար դաշտի մեծությունը.

$$H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2} = \frac{3}{2} H_0 :$$

H վեկտորի և Y առանցքի հետ կազմած α անկյունը որոշվում է՝ համաձայն.

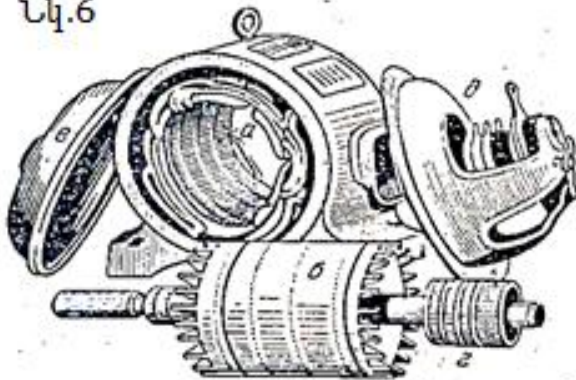
$$\tan \alpha = \frac{H_x}{H_y} = -\tan \omega t$$

Հետևաբար,

$$\alpha = -\omega t :$$

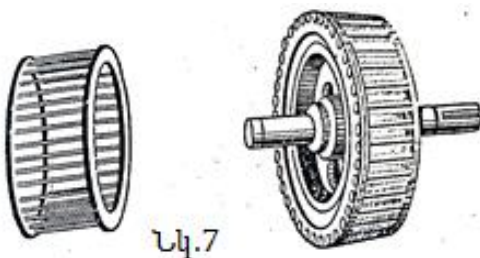
Փոփոխական հոսանքի ասինքրոն շարժիչ

Նկ.6



Նկ.6-ում ցույց են տրված այդ շարժիչի հիմնական մասերը: Պտտվող մագնիսական դաշտ ստեղծող երեք փաթույթները տեղավորված են ստատորի սահքուղիում: Նրանք կազմված են կամ եռանկյան, կամ աստղի սխեմաներով և միացված են եռաֆազ հոսանքի ցանցին:

Շարժիչի ռոտորը հանդիսանում է երկաթե խարիսխ, որի սահքուղիում տեղավորված է փաթույթը: Փոքր հզորությամբ շարժիչներում այդ փաթույթի ծայրերը կարճ միացված են: Ռոտորի փաթույթները հաճախ պատրաստում են հաստ ձողերի ձևով, որոնց ծայրերը միացված են պղնձե օղակներով, այնպես որ ամբողջ «*փաթույթը*» ունի սկյուռի անիվի տեսք:



Նկ.7

Պտտվող մագնիսական դաշտի շնորհիվ ռոտորի փաթույթում առաջանում է ինդուկցիոն հոսանք, որի փոխազդեցությունը մագնիսական ստատորի հետ ստեղծում է ռոտորը պտտող ուժերով:

Ռոտորի հոսանքի ուժը կախված է մագնիսական դաշտի և ռոտորի հարաբերական շարժման արագություններից: Այդ արագությունը ընդունված է անվանել *ռոտորի սահքի գործակից*՝

$$K = \frac{v_n - v_n}{v_n},$$

որտեղ v_n - դաշտի, v_n - ռոտորի պտույտների քանակն է 1 վրկ.: Եթե այդ արագությունները հավասար են, ապա հարաբերական արագությունը հավասար է զրոյի և $K=0$: Եթե ռոտորը անշարժ է (*մեկնարկի պահը*), ապա $K=1$: Ինչքան ավելի մեծ է շարժիչի բեռնվածքը, այնքան ավելի մեծ պիտի լինի սահքի գործակիցը: Այդ պատճառով շարժիչի պտույտների թիվը հաստատուն չի մնում, այլ բեռնվածքից կախված՝ փոփոխվում է, որի պատճառով այդ շարժիչը անվանում են *ասինքրոն շարժիչ*:

Մեկնարկի սկզբում $K=1$ և պտտման հարաբերական արագությունը առավելագույնն է: Այդ ժամանակ ռոտորի հոսանքի ուժը նույնպես առավելագույն է, և քանի որ հզոր շարժիչների փաթույթների դիմադրությունը չնչին է, հոսանքը նրանցում հասնում է վտանգավոր արժեքների: Որպեսզի այդ սկզբնական հոսանքը նվազեցնեն, մեծ շարժիչների ռոտորը կարճ միացված չեն պատրաստում, այլ տեղադրում են կոնտակտային օղակներ: Այդ օղակների և խոզանակների միջոցով ռոտորի փաթույթի ծայրերը միացված են մեկնարկային ռեոստատի միջոցով, որի դիմադրությունը աստիճանաբար նվազեցնում են շարժիչի պտույտների քանակը աճելուն զուգընթաց: Եռաֆազ հոսանքի ասինքրոն շարժիչին առանձնահատուկ է կառուցվածքի պարզությունը: Այն ունի նաև լավ մեխանիկական բնութագծեր: Այդ պատճառով նման շարժիչը ստացել է լայն տարածում:

Գծային էլեկտրական շարժիչ

1939 թ. Նյու-Յորքի համաշխարհային ցուցահանդեսի ցուցակում ներկայացված էր մագնիսական ավտոմատ երկաթգծի մոդելը, որի հեղինակն էր Ա. Գ. Իոսիֆյանը: Այն հանդիսանում էր գծային ասինքրոն շարժիչ, որի մագնիսական համակարգի մասերից մեկն ունի մագնիսական դաշտը ստեղծող բաց փաթույթ, իսկ մյուսը պատրաստված է որպես շարժիչի ուղղորդող, որը ապահովում է շարժիչի շարժական մասի տեղափոխությունը:

Գծային շարժիչները իրենց աշխատանքի սկզբունքով կրկնում են պտտական շարժման շարժիչները: Գծային շարժիչի անշարժ մասը, որը էլեկտրաէներգիա է ստանում ցանցից, անվանում են *ստատոր կամ առաջնային էլեմենտ*, իսկ շարժիչի այն մասը, որը էներգիա է ստանում ստատորից, անվանում են *երկրորդային էլեմենտ կամ խարիսխ*:

Ասինքրոն գծային շարժիչի մասին կարելի է ստանալ գաղափար, եթե մտովի հատենք ասինքրոն շարժիչի ստատորը և ռոտորը՝ առանցքի երկայնքով ծննիչի ուղղությամբ և բացելով, դարձնենք հարթություն: Ստացված հարթ կոնստրուկցիան իրենից կներկայացնի գծային շարժիչի սկզբունքային սխեմա: Եթե հիմա ստատորի փաթույթները միացնենք եռաֆազ փոփոխական հոսանքի ցանցին, ապա կառաջանա մագնիսական դաշտ, որի առանցքը կտեղափոխվի օդային ճեղքի երկայնքով V արագությամբ, որը ուղիղ համեմատական է սնուցող

լարման F հաճախականությանը: Ճեղքի երկայնքով տեղափոխվող մագնիսական դաշտը հատում է ռոտորի գալարները, և նրանցում մակածվում է էլ.Շ.ու., որի ազդեցությամբ փաթույթներում կառաջանան հոսանքներ: Այդ հոսանքների փոխազդեցությունը մագնիսական դաշտի հետ կրերի այնպիսի ուժի առաջացմանը, որը ըստ Լենցի կանոնի, ուղղված է մագնիսական դաշտի տեղափոխման ուղղությամբ: Ռոտորը կամ, ինչպես ասում են, երկրորդային էլեմենտը այդ ուժի ազդեցությամբ կսկսի շարժվել: Երկրորդային էլեմենտի տեղափոխությունը տեղի է ունենում դաշտի նկատմամբ որոշակի սահմանով՝ $S = (V - v)/V$, որտեղ v -ն երկրորդային էլեմենտի շարժման արագությունն է: Գծային շարժիչի նոմինալ սահքը հավասար է 2-6 % – ի: Գծային շարժիչի երկրորդային էլեմենտը միշտ չէ, որ ունենում է փաթույթ: Նրա՝ որպես երկրորդային էլեմենտի արժանիքներից մեկն այն է, որ կարող է օգտագործվել սովորական մետաղյա թիթեղը: Երկրորդային էլեմենտը պատրաստում են պղնձից, ալյումինիումից կամ պողպատից, ընդ որում՝ դրա համար օգտագործում են կոնստրուկտիվ սխեմաներ, որոնցում մագնիսական հոսքը փակվում է ֆերոմագնիսական տարրերի միջոցով: Թիթեղի տեսքով երկրորդային էլեմենտով գծային շարժիչների աշխատանքի սկզբունքը կրկնում է սովորական ասինքրոն շարժիչի աշխատանքը: Գծային շարժիչների փաթույթներն ունեն միացման նույնպիսի սխեմաներ, ինչպիսիք ունեն սովորական ասինքրոն շարժիչները, և սովորաբար միացվում են եռաֆազ փոփոխական հոսանքի ցանցին: Գծային շարժիչները հաճախ աշխատում են շարժման շրջված ռեժիմով, երբ երկրորդային էլեմենտը անշարժ է, և շարժվում է ստատորը: Այդպիսի գծային շարժիչը, որը ստացել է *անշարժ ստատորով շարժիչի* անվանում, լայն կիրառություն է գտել էլեկտրական տրանսպորտում: Օրինակ՝ ստատորը անշարժ ամրացրած է վագոնի հատակին, իսկ երկրորդային էլեմենտ է հանդիսանում ռելսերի արանքում ամրացրած մետաղական շերտը: Հաճախ որպես երկրորդային էլեմենտ ծառայում են հենց ռելսերը: Գծային ասինքրոն շարժիչների տեսակ են հանդիսանում խողովակային կոաքսիալ շարժիչը: Այդպիսի շարժիչի ստատորն ունի խողովակի տեսք, որի ներսում տեղադրված են իրար հաջորդող հարթ սկավառակաձև կոճեր (*ստատորի փաթույթները*) և մագնիսական տափօղակներ, որոնք հանդիսանում են մագնիսական գծի մասեր: Շարժիչի կոճերը միացվում են խմբերով, և նրանք կազմում են շարժիչի առանձին ֆազաների փաթույթներ: Ստատորի ներսում տեղադրված է նույնպես խողովակաձև երկրորդային էլեմենտը, որը պատրաստված է ֆերոմագնիսական նյութից: Երբ ստատորի փաթույթները միանում են էլեկտրական ցանցին, նրա ներքին մակերևույթում առաջանում է վազող մագնիսական դաշտ, որը երկրորդային էլեմենտի մարմնում ստեղծում է ինդուկցիոն հոսանքներ, որոնք ուղղված են նրա շրջանագծով: Այդ հոսանքների փոխազդեցությունը շարժիչի մագնիսական դաշտի հետ երկրորդային էլեմենտում ստեղծում է ուժեր, որոնք ուղղված են խողովակի երկայնքով, ինչը

ամրացրած ստատորի դեպքում առաջանում է երկրորդային էլեմենտի շարժումը մագնիսական դաշտի շարժման ուղղությամբ: Գծային շարժիչի խողովակաձև կոնստրուկցիան բնութագրվում է երկրորդային էլեմենտում մագնիսական հոսքի առանցքային ուղղությամբ՝ ի տարբերություն հարթ գծային շարժիչի, որի մագնիսական հոսքը ունի շառավղային ուղղություն:

Սինքրոն գծային շարժիչների կիրառման հիմնական ոլորտ է հանդիսանում բարձր արագությամբ օժտված էլեկտրական տրանսպորտը: Այդպիսի տրանսպորտի շահագործման համար պետք է ունենալ շարժական մասի և երկրորդային էլեմենտի միջև համեմատաբար մեծ ճեղք: Ասինքրոն գծային շարժիչը այդ պայմաններում ունենում է ցածր հզորության գործակից ($\cos \varphi$), և նրա օգտագործումը տնտեսապես ձեռնտու չէ, ի տարբերություն դրան՝ սինքրոն գծային շարժիչում առկա է մեծ օդային ճեղք, և այն աշխատում է բարձր ՕԳԳ-ով, որը հասնում է 96 %-ի: Սինքրոն գծային շարժիչների օգտագործումը զուգակցվում է վագոնների մագնիսական կախվածքի հետ, ինչպես նաև գերհաղորդիչ մագնիսների և գրգռման փաթույթների օգտագործմամբ, ինչը հնարավորություն է տալիս բարձրացնել նրա աշխատանքի տնտեսական ցուցանիշները: Գծային սինքրոն շարժիչների մյուս առավելությունն այն է, որ նրանց քարշի ուժը կախված չէ անիվների և ռելսերի կցման ուժից: Գծային շարժիչների օգտագործման ժամանակ բացառվում են տրանսպորտային միջոցների շարժման արագացումները, և արագությունները, տրանսպորտը կարող են լինել ցանկացած չափով մեծ, և նրանք սահմանափակված են միայն շարժման կոմֆորտի պայմաններով:

Գրականություն

1. Калашников С.Г., Общий курс физики . лектричество, Изд. Наука, М., 1970г.

Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել ԱրՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնը: