

УЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА УРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

БУХРО ОЗИК-ОВКАТ ВА ЕНГИЛ САНОАТ
ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

КАСБИЙ - ТАЪЛИМ ФАКУЛЬТЕТИ

"ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА КАФЕДРАСИ"

Тузувчи: Шойимов.П

Э Л Е К Т Р О М Е Х А Н И К А фанидан

МАЪРУЗАЛАР МАТНИ

БУХОРО-2002

ТАКРИЗЧИЛАР: Бухоро "Нефтьгазқурилиштаъмир" корхонаси бош энергетиги
т.ф.н. Рахматов Д. А.

Бухоро озиқ-овқат ва енгил саноати технологияси институтининг
услугий кенгаши N 12 рақамли 09. 12. 99 йил мажлислар баенида
тасдиқланган.

N 16 сонли 12. 10. 2000 йил "Электрэнергетика" кафедрасининг йигилишида
тасдиқланган.

А Н Н О Т А Ц И Я

Ушбу маъруза матни "Электромеханика" фанидан "Электрэнергетика"
йуналишида таҳсил олаётган бакалавр талабаларга мулжаллаб тайерланган
булиб, унда электр машиналари ва трансформаторлар тавсифлари ва ишлаши
туғрисида, ҳамда уларнинг характеристикалари туғрисида тулик маълумотга
эга буладилар. Маъруза матни 18.10.02 й. N 78-У буйруқ асосида қайта
ишланган.

МУНДАРИЖА

МАЪРУЗА 1. ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА ФАНИ ТУГРИСИДА УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР.	4
МАЪРУЗА 2. АСИНХРОН ДВИГВТЕЛЛАР ТУГРИСИДА УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР.	9
МАЪРУЗА 3. АСИНХРОН ДВИГАТЕЛНИНГ ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОМЕНТИ.	14
МАЪРУЗА 4. АСИНХРОН ДВИГАТЕЛНИНГ АСОСИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ ХАКИДА ТУШУНЧА.	20
МАЪРУЗА 5. АСИНХРОН ДВИГАТЕЛДА БУЛАДИГАН ИСРОФЛАР. .	25
МАЪРУЗА 6. V-БОБ. ТРАНСФОРМАТОРЛАР ХАКИДА ТУШУНЧА.	28
МАЪРУЗА 7. ТРАНСФОРМАТОРЛАРНИНГ САЛТ ЮРИШ РЕЖИМИ ВА ВЕКТОР ДИАГРАММАСИ.	31
МАЪРУЗА 8. ТРАНСФОРМАТОРЛАРНИНГ ИШЛАШ КОНУНИЯТЛАРИ ВА ВЕКТОР ДИАГРАММАЛАРИ.	36
МАЪРУЗА 9. МАХСУС АСИНХРОН МАШИНАЛАР ТУГРИСИДА ТУШУНЧА.	40
МАЪРУЗА 10. УЗГАРМАС ТОК МАШИНАЛАРИ ХАКИДА ТУШУНЧА. .	50

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА ФАНИ ТУГРИСИДА УМУМИЙ
ТУШУНЧАЛАР.

Р Е Ж А :

- 1.Электр машиналари тугрисида умумий тушунчалар.
- 2.Электр машиналарининг ривожланиш тарихи.
- 3.Трансформаторларнинг электроэнергетикадаги роли.
- 4.Мазсус электр машиналари тугрисида тушунча.

Фойдаланилган адабиётлар:

- 1.Костенко М.П. "Электрические машины" "Энергия", М. 1979 год.
- 2.Бертинова и др. "Специальный электрические машины",
"Энергоиздат" М. , 1982 год.
- 3.Иброхимов У. " Электр машиналари", "Укитувчи",1982 йил.
- 4.Кацман М.М. "Электрические машины и трансформаторы","Высшая школа", " Киев", 1983 год.

Жамиятнинг кайси тузумида ёки унинг кайси этапида ривожланиб туришидан қайбый назар электр машиналари санат, транспорт ва кишлок хужалигининг ривожланишида муҳим роль уйнайди эллект машиналари механикавий электр энергияни электр энергиясига ва аксинча электр энергиясини механик энергияга айлантириб беради.

Демак электр машиналаридан икки қуринишда фойдаланилар экан, яъни энергия манбаи сифатида, ҳамда истеъмолчи сифатида. Биринчи холда, яъни механик энергияни электр энергиясига айлантирувчи машиналар генераторлар деб аталади. Иккинчи холда, яъни электр энергиясини механик энергияга айлантириб берувчи машиналарни двигателлар (моторлар) деб юритилади.

Умуман олганда электр машиналари ҳам генератор ва двигатель булиб ишлатилиши мумкин. Демак шуни айтиш мумкинки, электр машинаси токнинг типига караб узгармас ва узгарувчан ток машиналарига булинади.

Узгарувчан ток машиналари бир фазали ёки куп фазали булиши мумкин. Уларнинг ичида энг куп ишлатиладиганлари уч фазали асинхрон ва синхрон машиналардир.

Электр машиналарини бир нечта Вт дан тортиб бир неча юз минг кВт кувватга мулжаллаб тайёрлаш ҳамда уларни осонгина автоматик бошқариш имкони борлиги сабали уларни саноатда, транс портда ва кишлок хужалигида асосий ишмашинаси сифатида ишлатиш мумкин.

Буг, сув, шамол ва ички ёнув двигателлари механикавий энергияни электр энергиясига айлантирувчи машина электр генера торлар халк хужалигининг турли сохаларида истеъмол килинадиган электр энергиясининг купчилик кисми иш машинаси ва механизмлар ни харакатга келтириш учун керак булган механикавий энергияга айлантирилади.

Электр энергиясини механикавий энергияга айлантириб берув чи машина двигатель, ёки моторлар деб аталади, уларнинг асосий афзалликларидан бири уларнинг генератор, мотор, ҳамда электро магнитавий тормозлар сифатида ишлаш имкони хисобланади. Бундай машиналари узгарувчан токни узгармас токка, ёки паст кучланишли узгармас токни юкори кучланишли узгармас токка айлантириб бе рувчи ухгартиргичлар сифатида ҳам кулланилади.

Булардан ташкари электр машиналар ёрдамида электр сигнал ларни кучайтириш имконини яратиш мумкин. Бундай электр машина ларини кучайтиргичлар деб аталади.

Электр машиналар турли сигналларнинг электромеханикавий узгартиргичи сифатида ҳам ишлатилади. Бундай машиналарни микро машиналар, ижрочи моторлар, тахогенераторлар, яъни синхрон боглаш машиналари сифатида ишлатилади.

Электр машиналарини фан сифатида урганиш асосан утган аср дан бошлаб ишлатила бошланди, яъни электр энергиясини механика вий энергияга ва тескариси, худди шунингдек унинг курниши ва шаклининг узгариши, фаркли томонлари кучланиш ток, частотаси ва формаси оркали, яъни магнит ва электрнинг узвий боғланганлиги хисобга (Электромагнетизм) жараён деб қаралганлиги.

Айниқса бу ҳол узининг ривожини топти. Электромагнит индукция қонуни Фарадей томонидан кашф этилиши хисобига.

Демак, булардан шундай хулоса билдириш мумкинки, электр машиналарининг ишлаш принципи электромагнит индукция қонунига асосланган.

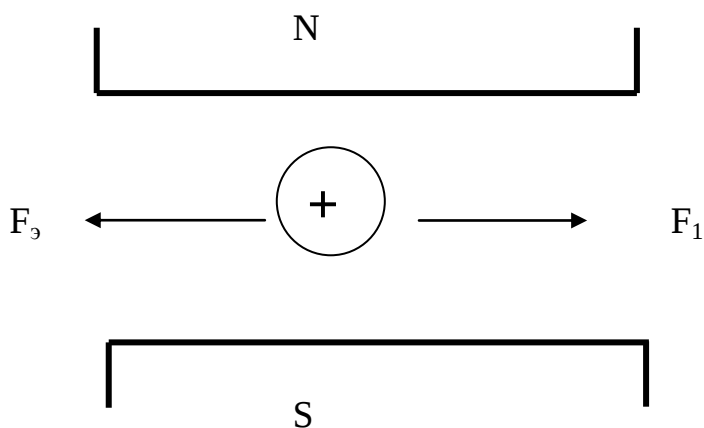
Яъни агар узгармас магнит ёки электромагнит кутблари ора сига утказгич жойлаштирилиб, уни ҳаракатлантирилса утказгичда қуйидаги формула билан Э.Ю.К. ҳосил бўлади.

$$e = B \cdot l \cdot v$$

бу ерда B - магнит индукцияси

l - утказгичнинг актив қисми узунлиги

v - магнит майдонида утказгичнинг ҳаракат ланиш тезлиги.



Утказгичда индукцияланган ЭЮК йуналиши (расмда кузатувчи дан расм текислигига караб йуналган) унг кул коидасига асосан аникланади.

Агар утказгични бирор энергия истеъмолчси билан туташти рилса, бундай занжирда йуналиши утказгичдаги ЭЮК йуналиши билан бир хил булган ток хосил булади. Утказгичдаги ток билан кутблар магнит майдонининг узаро таъсири натижасида йуналиши чап кул коидасига асосланган холда аниклангна электромагнит куч F_2 хосил булади. Утказгичдаги I ток билан кутблар магнит майдо нининг узаро таъсири натижасида йуналиши чап кул коидаси билан аникланадиган электромагнит куч F_2 хосил булади.

Бу кучнинг йуналиши утказгични магнит майдонида харакат лантирадиган кучга карма-карши йуналган булади.

Агар бу кучлар тенг, яъни булса, утказгич узгармас тезлик билан харакатланади. Демак, бундай энг содда электр машиналарида утказгични харакатлантиришга сарфланган механикавий энергия ташки истеъмолчи каршилигига берилаётган электр энергияга айла нади, яъни машина генератор сифатида ишлайди.

Худди шу электр машинаси двигатель сифатида хам ишлатилиши мумкин, яъни бирор ташки электр манбага улаб, ундан ток утказ сак, утказгичдаги ток билан магнит майдонининг узаро таъсири натижасида электромагнит куч F_2 хосил булади. Бу куч таъсирида ут казгич механикавий энергия истеъмолчиси каршилигини енгиб маг нит майдонида харакатланади.

ЭЮК ва электромеханикавий кучни ошириш учун электр машина лар куп микдордаги симлардан иборат булган чулўамлар билан таъ минланади.

Чулўам симлари узаро шундай уланадики, улардаги ЭЮК нинг йуналиши бир хил булиб, кийматлари эса кушилади.

Назорат саволлари

- 1.Электр машиналари нима учун керак ва каерларда ишлатилади?
- 2.Генератор нима учун керак ?
- 3.Двигател нима учун керак?
- 4.Трансформаторларнинг вазифаси ва ишлатилиш жойлари?
- 5.Махсус машиналар каерларда ишлатилади ва уларнинг вазифалари?

Таянч иборалар:

Машина - киши меҳнатини енгиллаштирадиган механизмлар, генератор - бошка турдаги энергияларни электр энергиясига айлантирувчи механизм,двигатель (мотор) - электр энергиясини механик энергияга айлантирувчи қурилма, ток - зарядланган заррачаларнинг бир томонлама тартибли ҳаракати, энергия манбаси - барча турдаги электр станциялари ва табиатда учрайдиган айрим ҳашаротлар ҳамда шам,қуёш, батареялар.

АСИНХРОН ДВИГВТЕЛЛАР ТУГРИСИДА УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР.

Р Е Ж А.

1. Асинхрон машиналар тугрисида умумий тушунчалар.
2. Асинхрон двигателларнинг тузилиши ва ишлаши.
3. Асинхрон двигателларнинг иш шароитлари.
4. Асинхрон машиналарининг двигател ва генератор сифатида ишлаши.

Фойдаланилган адабиётлар.

1. Иброхимов У. "Электр машиналари", "Укитувчи", 1982 йил
2. Касаткин В.А. "Электрические машины", "Высшая школа", "Киев", 1982 год.
3. Кацман М.М. "Электрические машины и трансформаторы", "Высшая школа", "Киев" 1984 год.
4. Петров Г.Н. "Электрические машины", "Энергия", 1983 год.
5. Завалишин и др. "Электрических машины малой мощности", "Энергия", 1984 год.

Асинхрон двигателлар хозирги замон двигвтелларининг энг куп таркалган хлидир.

Юксак иктисодий ривожланган давлатларда техникавий ва иктисодий курсатгичлар асинхрон двигателларнинг кенг микийёсда ишлаб чикаришда кулланилиши билан белгиланади. Хозирги вақтда саноатда ишлатиладиган машиналарнинг 95% -ни асинхрон машиналар ташкил килади. Бу уз навбатида АД- нинг тузилиши ва ишлашга ку лайлиги билан белгиланади, хамда бошка двигвтеллардан фаркини курсатади.

Демак, асинхрон машиналар бошка электр машиналари сингари мотор генератор ва электормангнитавий тормоз режимларида ишлай олади аммо улар амалда асосан мотор сифатида кенг кулланилади.

Конструкциясининг соддалиги, нархининг арзонлиги, ишлашда ишошчилиги шу каби афзалликлари билан узгармас ва синхрон моторлардан фарк килувчи асинхрон моторлар саноатда, кишлок хужа лигида ва курилишда фойдаланилади.

Асинхрон двигател асосан иккита кисмда тузилган:

а) Кузгалмас кисм - статор

б) Кузгалувчан кисм - ротор

Хамда хар бирининг алохида - алохида чулўамлари ва фазаларидан иборат.

Асинхрон двигателларнинг ишлатилиши куйидагича булади.

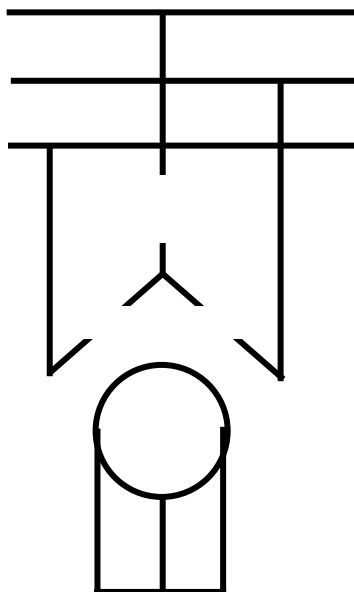
Уч фазали узгарувчан ток статор чулгамларидан утганда

$n_1 = \frac{60 \cdot f}{P}$ булган айланувчи магнит майдон окими куч чизиклари ротор

чулганларини кесиб утади ва уни индукциялайди. Чулгам ёпик берк булганлиги сабабли ток ока бошлайди. Демак статор чулўамларида хосил булган айланувчи магнит майдон окими айланган томон ротор хам айлана бошлайди. ($n_1 \neq n_2$) тезлик оркали демак асинхрон машиналарда статор чулўамларида хосил булган айланувчи магнит окими тезлиги билан роторнинг тезлиги бир хил булмайдиган машиналар асинхрон деб аталади. Янги юкламага боглик булган холда ротор тезлиги узгаради ва шу холда ишлайди.

Яъни роторнинг айланиш тезлиги магнит майдоннинг айланиш тезлигига тенг булмаган холда ишлайди.

Асинхрон двигателнинг ишлаш принципи куйидаги схема оркали курсатиш мумкин. Бунинг учун электр тармоқдан статор чулўамла рига уч фазали ток берамиз.



Икки кутбли такасимон магнит узгармас p_0 тезлик билан ук атрофида айланмокда деб фараз килайлик. Магнитнинг кутблари уртасига $B-B_1$ уқда айланадиган барабан ротор жойлаштирилган Магнит майдоннинг куч чизиклари роторнинг а,в,с ва d стерженла рини кесиб утади ва унда I_a , I_b , I_c ва I_d электр юритувчи кучларни хосил килади.

Бу стерженлар буйлаб i_a , i_b , i_c ва i_d токлар (уюрма) йуналади.

Бу уюрма токлар билан доимий магнитнинг магнит майдонининг узаро таъсири натижасида дискни айлантирувчи куч хосил булади. Ленц конунига асосан хар кандай индукцион ток уни хосил килувчи сабабга каршилиқ киладиган томонга йуналган булади.

Шу сабабли дискда хосил булган уюрма токлар магнитнинг айланишини тухтатишга интилади, лектин тухтата олмайдиган магнитга эргашиб айлана бошлайди.

Бунда дискнинг айланиш тезлиги магнит майдоннинг айланиш тезлигидан доимо кам булади.

Агар бирор сабаб билан бу тезликлар тенг булиб колганда эди, дискни кесиб утган магнит майдон окимлари узгармаган, натижада унда хеч кандай

уюрма тоқлар ҳосил бўлмаган ва нисоят дискни айланма ҳаракатига келтирувчи кучлар вужудга келмаган буларди.

Асинхрон двигателларда айланувчи доимий магнит урнига айланувчи магнит майдони олинади: бу майдон статорнинг уч фазали чулғамидан уч фазали узгарувчан ток утганда ҳосил бўлади.

Статорнинг айланувчи магнит майдони ротор чулғами симларини кесиб утиб, уларда ЭЮК индукциялайди. Агар ротор чулғами учлари билан қаршилик орқали ёки узаро қисқа туташтирилса, бу индукцион ЭЮК ротор чулғамида ток ҳосил қилади. Ротор чулғамидаги ток билан статор чулғамининг айланувчи магнит майдони нинг узаро таъсири натижасида ҳосил бўлган айлантирувчи момент роторни айланма ҳаракатига келтиради.

Демак ротор айланиш тезлиги доимо магнит майдоннинг айланиш тезлигидан кичик бўлади.

Агар бирор пайтда роторнинг айланишлар сони статорнинг айланишлар сонига тенг бўлиб қолса, бу пайтда ротор чулғамининг сиртларини статор майдонининг магнит қизиклари кесмайдиган бўлиб қолади ва роторда ток бўлмайди. Бу ҳолда айлантирувчи момент нолга тенг бўлиб қолиб, бу пайтда роторнинг айланиш тезлиги статорнинг айланиш тезлигига нисбатан қатталашиб қетади.

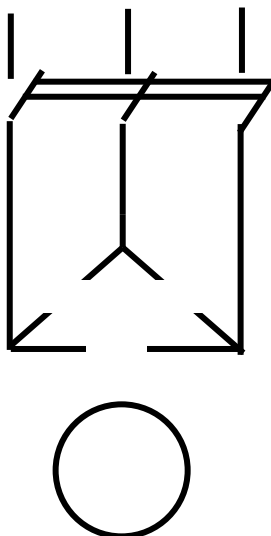
Асинхрон двигатель икки қисмдан иборат эканлигини айтиб утган эдик, яъни статор ва ротор.

Уз навбатида электродвигатель статори айрим пулан пластин қалардан йиғилади ички сиртда паз(арикча) ларда статор чулғамлари жойлашган бўлади.

Худди шунингдек электродвигательнинг ротори ҳам пулат пластинқалардан йиғилиб бу листлар валга маҳкамлангандир.

Роторнинг пазларида мис стерженлар жойлашган бўлиб, уларнинг учлари бир-бири билан мис халқалар ёрдамида уланган ва (олмахон ўйлдираги) деб аталувчи чулғамни ҳосил қилади.

Роторнинг бундай чулгам булган асинхрон двигатель киска туташтирилган роторли двигатель деб юритилади.



Назорат саволлари.

1. Электр машиналарининг вазифаси.
2. Асинхрон машина нима?
3. Сирпаниш нима ва унинг физик маъноси?
4. Асинхрон двигателнинг электр юритучи кучи тенгламасини ёзинг?
5. Асинхрон двигателнинг магнит юритувчи кучлари ва ток тенгламаси нима?
6. Ротор қайси қисмлардан тузилган?
7. Статорнинг тузилиши нималардан иборат?
8. Роторнинг асосий параметрлари қандай аникланади?

Таянч иборалар

Синхронизация - мос тушиш иккита катталиқнинг, ротор - галтакли темир узак махсус пулатдан тайёрланган, статор - темир беторга жойлаштирилган кузгалмас махсус қурилма, чулгам - махсус симлардан тайёрланган галтак (урам).

АСИНХРОН ДВИГАТЕЛНИНГ ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОМЕНТИ.

Р Е Ж А.

- 1.Асинхрон двигател чулгамларининг электр юритувчи кучлари хакида тушунча.
- 2.Асинхрон двигателнинг электр юритувчи кучининг тенгламаси.
- 3.Асинхрон двигателнинг айлантирувчи моменти.
- 4.Ротор параметрларини статор чулгами урамлари сонига келтириш хакида тушунча.
- 5.Асинхрон двигателнинг эквивалент электр схемаси.
6. Асинхрон двигателнинг электромагнит куввати.
- 7.Ротор айланиш бурчак тезлиги.

Адабиётлар.

- 1.Петров Г.Н. " Электрические машины", "Энергия" , 1984 год.
- 2.Иброхимов У. " Электр машиналари" , "Укитувчи", 1982 йил
- 3.Бертинова В.А. и др. "Специальные электрические машины" , "Энергоиздат", М,. 1982 год.
- 4.В.И.Зимин и др. "Обмотки электресеких машин" , "Высшая школа", 1984 год.

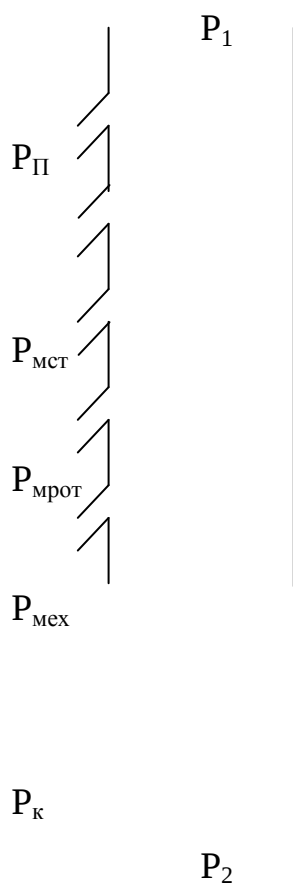
Асинхрон двигателнинг айлантирувчи моменти статорнинг статорнинг айланувчи момент майдони билан ротор чулгам симларидаги тоklarнинг узаро таъсири натижасида хосил булади. Шунинг учун айлантирувчи момент статорнинг магнит оками Φ_0 га хам, ротор чулгамидаги I га хам боглик. Лекин айлантирувчи момоентни двига телнинг тармоқдан олган актив кувватигина хосил килади. Шунинг учун айлантируви момент ротор чулгамидаги токнинг хаммасига эмас, балки унинг актив ташкил этувчиси $I_2 \cos \varphi_2$ га боглик

булади, бу ерда ϕ_2 -ротор чулгамидаги ЭЮК билан ток орасидаги фазалар фарки.

Асинхрон двигателъ ишлаётганда статор олган кувват P_1 валга берилаётган механикавий кувват P_2 га айланади.

Бунда двигателга энергия исрофи руй беради: $P_{ст1}$ - статор пулатида; $P_{Т1}$ -статор чулгамида; $P_{Т2}$ -ротор чулгамида ва х.к.

Электр куввати P_1 нинг двигатель валидаги механикавий P_2 кувват айланиш процессини куйидаги энергетик диаграмма асосида тушунтириш мумкин.



Диаграммада: $P_{эм}$ - электромагнит кувват; $P_{мех}$ - Двигателнинг фойдали механикавий куввати;

Двигателнинг айлантирувчи моментини электромагнит кувват ёки механикавий кувват оркали аниклаш мумкин.

$$M = \frac{P_{эм}}{\omega_1};$$

$$M = \frac{P_{мех}}{\omega_2}$$

бу ерда, ω_1 - магнитавий окимнинг айланиш бурчак тезлиги.

ω_2 - роторнинг айланиш булчак тезлиги

Демак, энелретик диаграмма буйича ротордаги энергия исрофи куйидагича булади:

$$P_{M_2} = m_1 T_2^2 R_2 = P_{эм} - P_{мех} = M\omega_2 = M(\omega_1 - \omega_2) \frac{\omega_1}{\omega_2} = M\omega_1 \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_2} =$$

$$= M\omega_2 S = P_{эм} S;$$

Бу тенгликдан $M = \frac{m_1 T_2^2 R_2}{\omega_1 S};$

$$\frac{I_2 R_2}{S} = E_2 \cos \varphi_2 \quad \text{эканлигини этиборга олсак}$$

$$M = \frac{m_2 E_2 \cos \varphi_2}{\omega_1} \quad \text{ёки} \quad E_2 = 4,44 f_1 \omega_2 K_2 \Phi I_2$$

эканлиги маълум, бу ифодани (1) формулага куйсак, у холда:

$$M = \frac{4,44 m_2 \omega_2 K_2 f_1 \Phi I_2 \cos \varphi_2}{\omega_1} \quad \text{ёки}$$

$$M = K_m \Phi I_2 \cos \varphi_2 = K_m \Phi I_2$$

хосил булади, бу ерда

$$K_m = \frac{4,44m W_2 K_2 f_1}{\omega_1}$$

(берилган двигатель учун доимий катталик)

Демак формулага асосланид шундай хулоса чиқариш мумкинки, асинхрон двигателнинг айлантирувчи моменти магнит оқимга ва токнинг актив ташкил этувчисига пропорционал экан.

Айлантируви моментнинг кучланишга боғлиқлигини топиш учун ифодага токнинг кийматини куямиз, у холда айлантирувчи момент:

$$M = \frac{m_1}{\omega_1} \cdot \frac{I_1^2 R_2}{S \left[\left(R_1 + \frac{R_2}{S} \right)^2 + (x_1 + x_2)^2 \right]};$$

Каршилик R_1 нинг кийматини $\frac{R_2}{S}$ га нисбатан ҳисобга олмасак ва $\omega_1 = \frac{2\pi f_1}{P}$ ни эътиборга олиб формулани қуйидагича ёзиш мумкин.

$$M = \frac{P m_1 \cdot I_1^2 \cdot R_2}{2\pi \cdot f_1 \cdot S \left[\left(\frac{R_2}{S} \right)^2 + (x_1 + x_2)^2 \right]}$$

Демак сирпаниш S нагрузка узгариши билан узгаради: нагрузка узгарса n_2 камаяди, S ортади.

Айлантирувчи моментнинг сирпанишига боғлиқ булиш графиги характерлиди. Бунни чизиш учун тенгламадан фойдаланамиз. Макси мал ёки критик айлантирувчи момоент $M_{кр}$ ни топиш учун тенгламадан сирпаниш бўйича ҳосила оламиз ва уни нолга тенглаштириб оламиз.

$$\frac{dM}{dS} = \frac{P m_1 I_1^2}{2\pi f_1} R_2 \frac{- \left[- \left(\frac{R_2}{S} \right)^2 + (x_1 + x_2)^2 \right]}{\left[\left(\frac{R_2}{S} \right)^2 + (x_1 + x_2)^2 \right] S^2};$$

Критик сирпанишни топиш учун ифода

$$\left(\frac{R_2}{S}\right)^2 + (x_1 + x_2)^2 = 0$$

деб оламиз.

У холда $S_{KP} = \pm \frac{R_2}{x_1 + x_2}$; агар тенгламада ишора + булса асинхрон

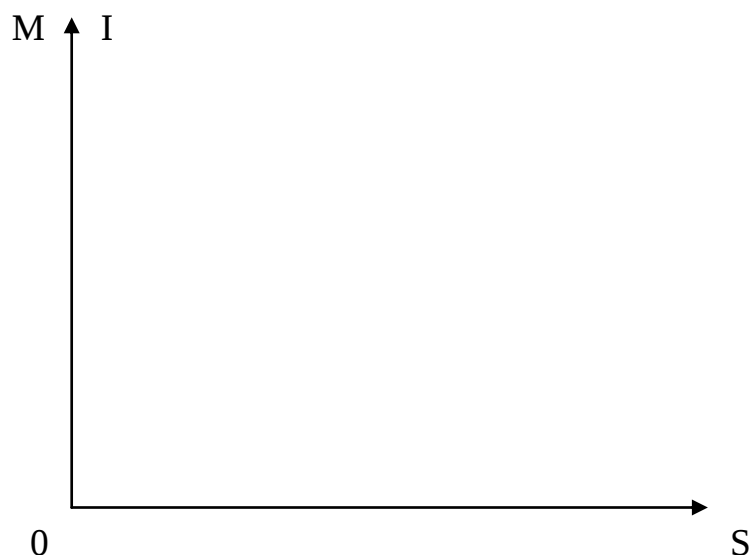
машина двигатель режимда, (-) булса, генератор режимида ишлайди.

Юкоридаги тенгламаларни бирлаштириб кийматини топиш мумкин.

$$M_{KP} = \frac{Pm_1}{2\pi} \cdot \frac{I_1^2}{f} \cdot \frac{R_2}{\frac{R_2}{x_1 + x_2} \left[\left(\frac{R_2(x_1 + x_2)}{R_2} \right)^2 + (x_1 + x_2)^2 \right]} =$$

$$= \frac{Pm_1}{2\pi} \cdot \frac{I_1^2 \cdot 1}{f_1 \cdot 2(x_1 + x_2)}$$

Демак критик момент кучланиш нинг квадратига тугри пропорционал ва сатор хамда роторнинг индуктив каршилигига, частотасига боглик экан.



$M = f(S)$ ни характерлаш учун $\frac{M}{M_{KP}}$ буламиз, у холда

$$\frac{M}{M_{KP}} = \frac{2(x_1 + x_2)R_2}{S \left[\left(\frac{R_2}{S} \right)^2 + (x_1 + x_2)^2 \right]} \quad \text{ёки} \quad M = \frac{2M_{KP}}{\frac{S_{KP}}{S} + \frac{S}{S_{KP}}}$$

Демак каттик сирпаниш роторнинг актив каршилигига боғлиқ ва бу боғланишни асинхрон двигателнинг механикавий характерис тикаси деб атаймиз.

Н а з о р а т с а в о л л а р и.

- 1.Магнит моменти нима?
- 2.Электр моменти нима?
- 3.Моментни нима учун ҳосил қилиш керак?
- 4.Асинхрон двигателнинг магнит моменти нимаси билан фарқ қилади бошқа моментлардан?
- 5.Асинхрон двигателнинг ЭЮК тенгламасини ёзинг?
- 6.Статор чулгами урамлари сонини қандай аниқлаймиз?

Т а я н ч и б о р л а р.

Сирпаниш- ротор айланиши билан статор чулгамларида ҳосил бўладиган магнит майдон сонлари орасидаги фарқлар, момент - кучнинг елкага қўйилмаси.

АСИНХРОН ДВИГАТЕЛНИНГ АСОСИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ ХАКИДА ТУШУНЧА.

Р Е Ж А.

1. Асинхрон двигателда буладиган кувват исрофи.
2. Асинхрон двигателнинг фойдали иш коэффициенти.
3. Асинхрон двигателларнинг механик характеристикаси.
4. Асинхрон двигателнинг ишчи характеристикаси.
5. Тармок кучланиш ва ротор чулгами актив каршилигининг механик характеристикага таъсири.

Фойдаланилган адабиётлар.

1. Китаев В.Е. ва бошқалар. "Электр машиналар" , "Укитувчи", 1984 йил.
2. Ибрахимов У. " Электр машиналари ва электрик юритмалар, "Укитувчи", Т., 1989 йил.
3. Мажидов С.М. "Электрик машиналар ва электрик юритмалар " "Укитувчи", 1979 йил.
4. Рахимов Г.Р. " Электротехника", "Укитувчи", 1989 йил.
5. Вольдек А.И. " Электрические машины", "Вышая школа", М., 1979 год.

Маълумки айлантирувчи момент формуласига кура сирпаниш кийматининг нолдан бирга узгаришида двигателнинг айлантирувчи моментини аниқлаб $M = f(S)$ боғланиш графигини чизиш мумкин.



Шунингдек
$$n = n_0(1 - S) = \frac{60 f_1}{P}(1 - S)$$

формулани ҳисобга олиб $n = f(M)$

графикини ҳам қуриш мумкин. Демак, сирпаниш $S = 1$ га тенг бўлганда двигателнинг юргизиш моменти қуйидагига тенг бўлади.

$$M_{ю} = \frac{28,6}{n_0} \cdot \left[\frac{H_1^2 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)^2 + x_k^2} \right]$$

Двигателнинг юргизиш моменти статик моментлардан катта, $M_{ю} > M_C$ яъни бўлма, ротор айлани бошлайди. Айлантирувчи момент статик моментга тенглашгунча роторнинг айланиш тезлиги орта боради. Шу билан двигатель тургун ишлай бошлайди.

Аслида асинхрон двигателнинг индуктив қаршилиги X_L унинг актив қаршилиги R_a дан катта бўлади. Айлантирувчи момент индуктив қаршиликка ҳам боғлиқ. бундан ташқари тезлиги ортган сари сирпаниш камая боради.

Сирпаниш $S = 0$ бўлса, айлантирувчи момент ҳам $M = 0$ бўлади. Чунки нинг, ротор айланишлари сонининг, ҳосил қилган моментнинг истеъмол қилинадиган ток қучи I_1 нинг, сарфланадиган қувват P_1 нинг қувват коэффиценти $\cos \varphi$ ва ФИК η - нинг двигатель валидаги фойдали қувват P_2 га боғланишини курсатувчи графиклар асинхрон двигателнинг иш характеристикаси деб аталади.



Олиган маълумотлар асосида $\eta, n_2, M, \cos\varphi, S$ ва $I_1 = f(S)$ эгри чизиклар куринади.

а) $n_2 = n_1(1 - S)$;

б) $S = \frac{P_M}{P_{эм}}$.

Демак, асинхрон двигателнинг сирпаниши ротор чулгамида исроф булган кувватнинг элеелектромагнитавий кувватга нисбати би лан аникланади.

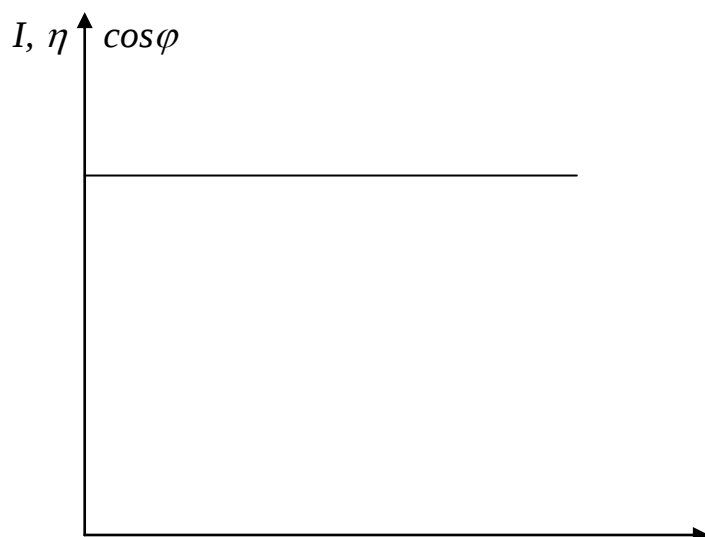
Двигатель салт ишлаганда ротор чулгамидаги исроф булган кувват электормагнитавий кувватга карганда жуда кичик булади, у эътиборга олинмаса ($P_2 = 0$) , у холда $S = 0$ ва $n_2 = n_1$ булади.

Нагрузка ортиши билан сирпаниш киймати ортади ва нагрузка номинал булганда сирпаниш хам номинал кийматига эришади. Демак, двигатель номинал нагрузка билан ишлаганда $\frac{P_{M1}}{P_{эм}} = 1 \div 6 \%$ булади. Шунинг учун $n_2 = f(P_2)$ богланиш абцисса уки томон бироз эгилган булади.

Двигатель айлантирувчи моментининг фойдали кувватига боглаши эгри чизиги $M = f(P_2)$, бунда M - нинг номинал киймати

$$M_H = \frac{P_2}{\omega} = \frac{60 \cdot P_2}{2\pi \cdot n_H} ; \quad \text{булади.}$$

Агар $n_2 = \text{const}$ булса, $M = f(P_2)$ богланиш тугри чизикдан иборат булади.



$$\beta = \frac{P}{P_2}$$

Кувват коэффицентининг фойдали кувват билан богланиш эгри чизиги $\cos \varphi_1 = f(P_2)$. Графикдан куриниб турибдики, юклама номинал кийматга якин булса, кувват коэффиценти энг катта кийматга эга булади. Иккинчи эгри чизик $\eta = f(\beta)$ бунда двигателнинг фойдали куввати P_2 - ни аниклаш учун у оладиган кувват P_1 дан ΔP ни айириш керак булади.

Н а з о р а т с а в о л а р и.

- 1.Асинхрон двигателнинг кувват исрофи кандай аникланади?
- 2.Асинхрон двигателнинг фойдали иш коэффициенти кандай аникланади?
- 3.Асинхрон двигателнинг айланиш моменти кандай аникланади ва курилади ?
- 4.Кучланиш ва чулгам актив каршилиги механик характеристикасига таъсири кандай курунишда булади?
- 5.Механик характеристикага сирпанишнинг таъсири?

Т а я н ч и б о р а л а р.

Исроф - бир катталикнинг иккинчи турдош катталикга таккослаш натижасида пайдо булган фарк,исрофни физик маъносини билдиради. Критик момент - энг юкори нуктада олинган натижа тугрисида тушун ча.

АСИНХРОН ДВИГАТЕЛДА БУЛАДИГАН ИСРОФЛАР.

Р Е Ж А.

1. Асинхрон двигателда буладиган кувват исрофи.
2. Асинхрон двигателнинг фойдали иш коэффициенти.
3. Асинхрон двигателнинг айланувчи кисмида буладиган кувват исрофи .
4. Асинхрон двигателнинг айланувчи магнит кисмида буладиган кувват исрофи.
5. Асинхрон двигателнинг юклама коэффициенти аниклаш.

Фойдаланилган адабиётлар.

1. А.В.Иванов - Смоленский." Электрические машины ", "Энергия" , 1980 год.
2. Горев А.А. "Электрические машины ", "Энергия ",1980год.
3. Китаец В.Е. ва бошқалар. "Электр машиналари" "Укитувчи",1982 йил.
4. Хомидхонов М.З. ва Мажидов С.Н. "Электр юритма ва уни бош қариш асослари", "Укитувчи", Т.,1979 йил.

Асинхрон двигатель электр энергиясини механикавий энергияга айлантириб беради. Двигателда энергиянинг бир турдан бошқасига айланишида маълум даражада энергия исроф булади.

Двигатель статори тармоқдан $P_1 = 3I_1^2 \cos \varphi$ кувватни олади, бунда I_1 -статор фазаларидаги кучланиш. Мълумки ток чулғамлардан утаётганда уларни киздиради. Шунинг учун P_1 кувватнинг бир кисми мис чулғамларда исроф булади. Бундаги кувват исрофи куйи дагига тенг булади.

$$P_{M_1} = 3I_1^2 R_1$$

Асинхрон двигателнинг айланувчи магнит майдони оками сатор ва роторнинг пулан листларида кесилиб, статорда кайта магнитланиш ва уярма тоқларни ҳосил қилиш учун энергиянинг бир қисми исроф бўлади. Қувватнинг қолган қисми, яъни электромагнитавий қувват магнит майдони воситасида роторга узатилади.

У қуйидагича аниқланади:

$$P_{эм} = P_1 - (P_{CT_1} + P_{\tau_1})$$

қолган қувват роторнинг тула механикавий қувватини - га айланиди.

$$P_{мех} = P_{эм} - P_m \quad \text{ёки} \quad P_{мех} = mI_2^2 R_2 \frac{1-S}{S}.$$

Асинхрон двигателнинг механикавий қувватидан ишқаланишда содир бўладиган қувват исрофи P_H ва қушимча қувват исрофи ΔP_k ни айирсак, двигатель вали орқали механизмга утиладиган фойда ли механикавий қувват ёки иш бажарадиган фойдали механикавий қувват ҳосил бўлади, уни P_2 билан белгилаймиз.

$$P_2 = P_{мех} - (P_u + P_k).$$

Двигателдаги ҳамма исрофларни ҳисобга олиб фойдали қувват P_2 ни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$P_2 = P_1 - (P_{CT_1} + P_{M_1} + P_{M_2} + P_u + P_k)$$

Асинхрон двигатель салт ишлаётганда, қувват исрофи қуйидагича бўлади:

$$\Delta P = 3 I_0^2 (R_1 + R_0) + P_{мех}$$

$$\text{Двигателнинг юклама коэффициент} \quad \beta = \frac{P_1}{P_2} = \frac{M}{M_{KP}} = \frac{S}{S_{KP}}$$

Ротордаги тоқ қучи:

$$I_2 = \frac{E}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{S}\right)^2 + x_2^2}} = \frac{E_2 S}{R_2} = \frac{\beta E_2}{R_2} S_{KP}$$

Демак, I_2 юклама коэффициентига тугри пропорционал экан, кувват исрофи юклама коэффициентининг квадратига тугри пропорционал булади, яъни

$$\Delta P_{yz} = \Delta P \beta^2$$

Бу боғланишларни эътиборга олиб двигателнинг фойдали иш коэффициентини куйидагича ёзиш мумкин:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1 + \Delta P} = \frac{\beta P_H}{\beta P_H + P_{CT_1} + P_{M_2} + \beta^2 \Delta P_{yz}}$$

Н а з о р а т с а в о л л а р и .

- 1.Асинхрон двигателда буладиган кувват исрофи кандай аникланади ?
- 2.Асинхрон двигателнинг фойдали иш коэффициенти кандай аникланади?
- 3.Механик кувват исрофини кандай камайтириш мумкин?
- 4.Темир узакдаги куувват исрофини кандай камайтириш мумкин?

Т а я н ч и б о р а л а р .

Исроф - турли фактлар асосида буладиган йукотувлар,юклама коэффициенти - тармокдан олинган актив кувватни истеъмолчидаги кувватга нисбати каралганда пайдо буладиган фаркни аникловчи кат талик.

V-БОБ. ТРАНСФОРМАТОРЛАР ХАКИДА ТУШУНЧА.

Р Е Ж А.

1. Трансформаторларнинг тузилиши ва ишлаш принципи.
2. Бир фазали ва уч фазали трансформаторларнинг тузилиши.
3. Трансформатор чулгамларида хосил буладиган асосий электр юритувчи кучлар.
4. Трансформаторнинг салт ишлаши.
5. Трансформаторнинг юклама билан ишлаши.

Фойдаланилган адабиётлар.

1. А.В.Иванов - Смоленский "Электрические машины", "Энергия", 1980 год.
2. Ибрахимов У "Электр машиналари", Т., 1972 йил
3. Кацан ММ.М. "Электрические машины и трансформаторы ", "Высшая школа", К., 1984 год.
4. Мажидов С.М. "Электр машиналар ва электрик юритиммалар", "Укитувчи", 1979 йил.

1. Трансформаторларнинг ишлаш принципи ва фойдаланилиши

Бир кучланишли узгаручан токни бошка кучланишли узгарувчан токка айлантирувчи электромагнит аппарат трансформатор дейилади.

Трансформаторлар кучланишни узгартиргич сифатида куп сохаларда, хар хил максадларда фойдаланилади. Хусусан электр энергиясининг узок масофаларга уатишда ва унинг истеъмолчиларга таксимлашда трансформаторларнинг ахамияти катта.

Юкорида электр энергиясини узатиш линиялари оркали узок масофаларга узатишда, электр энергиясининг бир кисми исрофга сарф булгани таъкидлаб утган эдик ва кувват исрофи формуласини киритган эдик.

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{I^2} R_0 l$$

Бу формулада кувват исрофи кучланишнинг квадратига тескари пропорционалдир. Демак, кучланишнинг киймати канча катта булса, кувват исрофи шунча кам булади. Бундан хулоса шуки, электр энергиясининг канча узок масофага узатмокчи булсак, кучланиш шунча катта булиши лозим. Истеъмолчиларнинг асосий кисми паст кучланишда электр энергиясини истеъмол килади. Демак, электр энергиясининг истеъмолчига якин масофага келгандан кейин, унинг кучланишини пасайтириш лозим. Бу вазифани хам трансформаторлар бажаради.

54 - расмда юкори кучланишда электр тармокнинг схемаси курсатилган. Бу схемада кучайтирувчи ва пасайтирувчи трансформаторлар электр тармокларида асосий элементлардан бири эканлиги ва унинг ахамияти куришиб турибди. Электр тармокларида ишлатиладиган трансформаторлар куч трансформаторлари деб аталади. Трансформаторлар шунингдек электр улчаш курилмаларида, электро ника ускуналарида, электроника ва хоказо сохаларда кулланилади.

55-расмда бир фазали трансформаторнинг ишлаш принципи ва тузилишига доир схема берилган. Ферромагнит узакка уралган бирламчи W_1 ва иккиламчи W_2 чулгамлар мавжуд. Электромагнит майдон узакнинг улчамлари билан чеклангандир. Бирламчи чулгам манбага уланган булиб, иккиламчи чулгам истеъмолчининг учларига уланади. Электр энергияси бирламчи майдон оркали утади. Бир ламчи чулгамдаги ток узиндукция ЭЮК хосил килади ва бу ЭЮК электромагнит индукция конунига асосан:

$$I_1 = -W_1 \frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{di}{dt} \quad \text{бунда} \quad \Phi = \Phi_m \sin \omega t$$

Бу синусоида функциасининг хосиласи:

$$\frac{d\Phi}{dt} = -\Phi_m \omega \cos \omega t = -\Phi_m \omega \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Бу ифодани ЭЮК формуласига куйсак:

$$I_1 = \Phi_m \omega w_1 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = 1$ булганда, Э.Ю.К энг катта кийматга эга булади.

$$\text{булади: } E_{1m} = w_1 \omega \Phi_m$$

Бу ЭЮК нинг хакикий кийматини топамиз:

$$E_1 = \frac{E_{1m}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f w_1 \Phi_m = 4,44 f w_1 \Phi_m$$

Худди шунга ухшаш иккиламчи чулгамларнинг ЭЮКлар нисбатини трансформаторлаш коэффиценти дейилади ва хар иккала чулгам ягона магнит оким таъсирида булгани учун:

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$$

Анар $K > 1$ трансформатор пасайтирувчи дейилади, чунки бу холда

Агар $K < 1$ булса, трансформатор кучайтирувчи дейилади, чунки бу холда $E_2 < E_1$ $K < 1$ булса куч булади.

Салт юриш режимида, яъни иккиламчи чулгам узилган холда:

$$K = \frac{I_{1C}}{I_{2C}}.$$

Н а з о р а т с а в о л л а р и.

- 1.Трансформаторнинг вазифаси ?
- 2.Трансформаторларнинг кандай типлари бор?
- 3.Темир узак нима вазифасини бажаради?
- 4.Чулгамларнинг вазифаси нима?
- 5.Салт ишлаш режими нима учун утказилади?

Т а я н ч и б о р а л а р.

Темир узак - махсус пулатдан турли шаклда тайёрланган шакл,галтак - махсус материалдан тайёрланган турлича кундаланг кесим юзага эга булган сим.

ТРАНСФОРМАТОРЛАРНИНГ САЛТ ЮРИШ РЕЖИМИ ВА ВЕКТОР ДИАГРАММАСИ.

Р Е Ж А.

1. Трансформаторнинг салт ишлаш режими тажрибаси нима учун килинади.
2. Салт ишлаш режиммида олинадиган катталиклар
3. Чулгамларнинг гуланиш схемалари.
4. Феромагнит узакларда буладиган магнит ходисалар.
5. Нагрузка билан ишлайдиган трансформаторда буладиган узга ришлар.

Фойдаланилган адабиётлар.

1. А.В.Иванов -Смоленский "Электрические машины", "Энергия", 1984 год.
2. Рахимов Г.Р. "Электротехника", "Укитувчи", Т., 1982 йил
3. Хомидхонов М.З. ва Мажидов С.М. "Электрик юритма ва уни бошқариш асослари", "Укитувчи" 1982 йил.
4. Мажидов С.М. "Электрик машиналар ва электрик юритмалар", "укитувчи ", 1979 йил

Салт юриш режимини батафсил куриб чикамиз. Салт юриш режиммида иккиламчи чулгамнинг токи нолга тенг, лекин бирламчи чулгамдаги ток нолга баравар булмайди. Иккиламчи чулгам узилган холда бирламчи чулгамнинг токи салт юриш токи дейилади ва I билан бел гиланади. Трансформаторнинг техникавий характеристикаларида, салт юриш токининг бирламчи чулгам кучланиши номинал кийматга тенг булган киймати берилади. Салт юриш токининг киймати (2-10%) ташкил этади. Салт юриш режиммида кувват

исрофи пулат узагидаги ис рофни англатади. Бу исроф узагидаги уюрмавий тоқлар ва қайта магнитланиш жараёнида вужудга келган қувват исрофидир. Бу исроф P_0 ҳақи билан белгиланади ва пулат исрофи номи билан юритилади. Трo ансформаторнинг ишлаши учун керакли бир қатор қатталиқлар, салт юриши тоқи ва пулат исрофи орқали ҳисобланади. Шу сабабли бу иккала қатталиқ трансформаторнинг техникавий характеристикаларида албатта берилади. Трансформаторларнинг салт юриш қувват исрофи номинал қуввати(0.2-0.8%) ташкил этади. Бирламчи ва иккиламчи магнит чулғамнинг магнит боғлиқликни кучайтириш мақсадида трансформаторнинг узаги ферромангит пулатдан ясалади.

Уюрмавий тоқларни камайитириш мақсадида Узаг тутуқасимон ва рақлардан тузилган бўлиб, бу варақлар бир-бирдан электр тоқини утқазмайдиган модда билан ажратилган. Бирламчи чулғам учун трансформаторнинг салт юриш режими учун электр мувозанат тенгламасини ёзамиз.

$$I_1 \dot{\Phi} = -\dot{E}_1 + I_0 R_{01} + j I_0 x_{01}$$

бунда R_{01} , x_{01} - мос равишда, трансформаторнинг актив ва индуктив сочилиш қаршилиқлари.

I_0 - салт юриш тоқи.

Бу тенглама асосида 55-расмда қурсатилган вектор диаграмма қурилган. Магнит оқимининг бир қисми ҳаво орқали туташади. Бу оқим E_{s1} -ЭЮК ҳосил қилади. Салт юриш тоқи бу ЭЮКга перпендикуляр равишда йуналган бўлиб, салт юриш тоқи индуктив қучланиш пасайиши E_{s1} ЭЮКни тенглаштиради, яъни ва асосий магнит оқим орасидаги фаза қилжишига тенг. Уша учун салт юриш тоқини индуктив тоқ деб юритиш мумкин.

Тансформаторнинг юкланган, яъни истеъмолчи уланган режимни қуриб чиқайлик. Бу режимда бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг электр мувозанат тенгламаларини Крiхгофнинг иккинчи қоидаcига асосан ёзамиз:

$$\dot{E}_1 = -I_1 \dot{\Phi} + I_1 Z_1 ; \quad \dot{E}_2 = -I_2 \dot{\Phi} + I_2 Z_2$$

Бу тенгламаларда $Z_1 = R_1 + jx_1$ ва $Z_2 = R_2 + jx_2$

Бунда R_1 ва R_2 - мос равишда бирламчи ва иккиламчи чулгамлар нинг актив каршиликлари.

x_1 ва x_2 - мос равишда бирламчи ва иккиламчи чулгамларнинг сочилмш магнит окимини характерловчи индуктив каршиликлар.

- Истеъмолчининг кучланиши.

Чулгамлардаги кучланиш пасайишлари бирламчи ва иккиламчи кучланишларнинг бир неча фойизини ташкил килгани туфайли, бу кучланиш пасайиши хисобга олинмаса булади. Демак, юкоридаги тенгла маларни куйидагича ёзиш мумкин:

$$\mathcal{E}_1 = -E_1 = 4,44 f W_1 \Phi_m ; \quad \mathcal{E}_2 = -E_2 = 4,44 f W_2 \Phi_m$$

Трансформаторнинг бирламчи чулгами уланган электр тармокнинг кучланиши ва частотаси узгармас катталики булганда:

$$\Phi_m = \frac{I_1}{4,44 f W_2} ;$$

яъни, узакдаги асосий магнит оким истеъмолчининг токига боглик булмай, бирламчи чулгамнинг кучланиши билан аникланади. Демак салт юриши режимидаги магнит оким ва трансформатор юкланган режимидаги магнит окимларни тенглаштириб олсак булади.

Юкорида 1-2§ да магнитланиш жараёнларининг тахлили учун, шартли равишда, магнит юритувчи куч (м.ю.к) тушунчаси киритилган эди. Умумий холда м.ю.к. магнитланувчи токнинг сони купайтмаси билан аникланади:

$$F = I W$$

Бунда: I - магнит юритувчи куч.

F - Магнитланувчи куч.(магнит майдони хосил киладиган куч)

W - Урмалар сони.

Салт юриш режимида: Трансформатор юкланган режимда умумий м.ю.к. биламчи ва иккиламчи чулгамларнинг м.ю.к. лари йигиндиси билан аникланади: $\mathcal{E}_0 = I_0 W$

$$\mathcal{E}_{10} = \mathcal{E}_1 W_1 + \mathcal{E}_2 W_2$$

Узакдаги асосий магнит оким трансформаторнинг режимидан катъий назар, узгармас булгани туфайли салт юриш режими ва юклантирилган режимнинг м.ю.к. лари тенглаштириб оламиз:

$$I_0 W_1 = I_0 W_1 + I_2 W_2$$

бундан:

$$I_1 W_1 = I_0 W_1 - I_2 W_2$$

Демак, истеъмолчи хосил киладиган магнит оким асосий магнит окимига карама-карши йуналган булади.

Охирги тенгламани га буламиз ва трансформаторлаш коэффиценти ифодасини назарда тктиб куйидагича ёзишимиз мумкин:

$$K_1 = \frac{W_2}{W_1} = \frac{I_1}{I_2} = \text{const}$$

Бунда: - иккиламчи токнинг бирламчи токка келтирилган киймати дейилади.

Бу муносабат ва чулгамларнинг электр мувозанат тенгламаларига тятиб трансформаторнинг юклаган режимининг вектор диаграммасини курамиз (57-расм). Бу вектор диаграммасида, трансформатор актив истеъмолчи билан юкланган, яъни иккиламчи чулгамнинг ток ва куч ланиш орасидаги фаза силжиши.

Иккиламчи чулгамнинг электр мувозанат тенгламасининг хар иккала кисмини трансформациялаш коэффицентига купайтириб, бир катор алгебраик алмашишлардан кейин, куйидаги тенгламани хосил киламиз:

$$I_1 = K I_2$$

Бу муносабатлар иккиламчи чулгамни характерловчи катталикларнинг бирламчи чулгамга келтирилган кийматларни билдиради. Бу тенглама асосида трансформаторнинг алмашиш схемасини хосил кила миз. Бу схема келтирилган трансформаторнинг эквивалентсхемаси де йилади ва трансформатордаги электрмагнит жараёнларни, электр катталиклар ёрдами билан тахлил этиш имконини тугдиради. (58-расм).

Энди трансформаторнинг киска туташ режимини куриб чикамиз. Бу режимда трансформаторнинг иккиламчи чулгами киска туталган булиб, унинг тула комплекс каршилиги нолга тенгдир.

Иккиламчи чулгам киска туталган холда, шу чулгамдан оқаётган ток номинал кийматга эга булган бирламчи чулгам кучланиш кийматини, киска туташ кучланиши дейилади ва харфи билан белгиланади. Киска туташ кучланиши трансформаторнинг асосий техникавий ха рактистикаларидан биридир ва бирламчи кучланишнинг номинал кий матини (5-15%) ташкил килади. Умуман олганда киска туташ режими, бу авария (шикаста) режим булиб, бунда ток номинал кийматга нисбатан 10-20 марта ошиб кетади. Лекин трансформаторнинг кувват исрофини ва бошка бир катор трансформаторни ишлатиш учун керак катталик ларни хисоблаш учун, киска туташ режимининг кучланиши ва бу ре жимдаги кувват исрофи албатта керак.

Бу режимда иккала чулгамдаги тоklar номинал булгани учун ваттметр (59-расм) улчаб олинадиган кувват, чулгам урамларининг кизитишига сарфланган исроф кувватдир. Урамлар мис симлардан бажа рилгани туфайли бу исрофни трансформаторнинг мисдаги исрофи дейилади ва бу катталик трансформаторнинг номинал кувватини (1-3%) ташкил килади ва куйидаги формула асосида аникланиши мумкин:

Н а з о р а т с а в о л л а р и.

1. Салт ишлаш режими тажрибаси нима учун килинади?
2. Салт ишлаш режимида нима аникланади?
3. Чулгамларни улашлари нимани узгартиради?
4. Нима учун феромагнит мматериал кулланилади?
5. Нагрузкали режим нима учун килинади?

Т а я н ч и б о р а л а р .

Юклама - истеъмолчиларнинг йигилмаси ёки барча турдаги энергияни истеъмол килувчи истеъмолчилар.

ТРАНСФОРМАТОРЛАРНИНГ ИШЛАШ КОНУНИЯТЛАРИ ВА
ВЕКТОР ДИАГРАММАЛАРИ.

Р Е Ж А.

1. Трансформатор чулгамларида хосил буладиган асосий электр юритувчи кучлар.
2. Трансформаторларнинг салт ишлаши.
3. Трансформаторнинг юклама билан ишлаш режими.
4. Трансформаторларнинг киска туташуш шароитда ишлаши.
5. Юклама билан ишлаётган трансформаторнинг вектор диаграммаси.
6. Уч фазали трансформаторлар.
7. Автотрансформаторлар.
8. Трансформаторлар чулгамларининг уланиш гуруҳлари.

Фойдаланилаётган адабиётлар:

1. Китаев В.Е. ва бошқалар "Электр машиналар ва трансформаторлар" "Укитувчи", Т. 1984 йил.
2. Мажидов С.М. " Электр машиналар ва электрик юритмалар" "Укитувчи", Т. 1982 йил
3. Ибрахимов У "Электр машиналари" "Укитувчи" Т. 1982 йил
4. Вольдек А.И. "Электрические машины" "Высшая школа", М. 1979 год.

Энди уч фазали трансформаторларни куриб чикайлик. Уч фазали трансформаторларнинг уч узаги булиб, буйинтурук оркали туташтирилган ва бу узаклар ягона электромагнит занжирни ташкил этади. Хар бир узакда иккита, бирламчи ва иккиламчи чулгамлар жойлаштирилган. Бирламчи ва иккиламчи чулгамлар юлдузча ёки учбурчак усулла рида уланиши мумкин. Бирламчи чулгамни улаш усули тармок кучланиши билан аникланади. Иккиламчи

чулгамнинг улаш усули истеъмолчининг номинал кучланиши билан аникланади. 60 -расмда куч трансформатор ларида кенг кулланиладиган бирламчи ва иккиламчи чулгамлар юлдузча усулида уланган уч фазали трансформатор курстилган. Бу пасайти рувчи трансформатор булиб, бирламчи 10кВли чулгам юкори кучланишли тармокга уланади. Иккиламчи чулгами эса паст кучланишли тармокга уланади. Паст кучланишли чулгамнинг нейтрал сими чикарилади. Демак, паст кучланишли томонда фаза ва линия кучланишлари бор. Бу расмда

X, Y, Z харфлар билан юкори кучланишли чулгамлар мос равишда тугаш учлари белгиланган.

Юкорида трансформаторларидан куп сохаларида, хар хил максадларда фойдаланилишини айтиб утган эдик. Шу сохалардан бири юкори кучланишли тармокларда электр катталикларни трансформаторлар ёрдамида улчашдир. Юкори кучланишли тармокларда ток, кучланиш, кувват ва электр энергиясини улчашда, хафсизликни таъминлаш ва улчов асбобларини улчаш чегараларини ошириш максадида икки хил улчов трансформаторлари кулланилади. Биринчиси, бу ток трансформаторлари булиб, улчаш хатоликнинг камбулиши учун бу трансформаторнинг каршилиги иложи борица кам булиши керак. Иккиламчи чулгамнинг карши лиги улчаш жараёнида киска туташ режимига якин. Трансформациялаш коэффициенти узгармас булиши лозим:

$$K_I = \frac{W_2}{W_1} = \frac{I_1}{I_2} = const$$

61 -расмда ток трансформаторининг юкори кучланишли тармокга улаш схемаси курсатилган. Бирламчи W1 чулгам истеъмолчи билан кетма-кет уланган. Юкори кучланишли тармокнинг токи куйидаги формула асосида аникланади:

$$I_1 = KI_2$$

Ток трансформаторни иккиламчи чулгамига амперметрдан ташкари ваттметр ёки электр энергиясини хисобловчи асбобнинг ток чулгами уланади.

Иккинчи хил улчаш трансформаторлари кучланиш трансформаторлари дейилади. Трансформациялаш коэффициенти узгармас булади:

$$K_v = \frac{W_2}{W_1} = \frac{I_2}{I_1} = \cos \phi$$

Кучланиш трансформаторларини иккиламчи чулгамига вольтметрдан ташкари электр энергиясини хисобловчи асбоб кучланиш чулгамига уланади. 62-расмда бу трансформаторларнинг улаш схемаси берилган. Бирламчи чулгам истеъмолчи билан параллел уланган булиб, юкори кучланишли тармокнинг кучланиши куйидаги формула асосида аникланади:

$$I_1 = KI_2$$

Бир катор холларда автотрансформаторлар ҳам кулланилади. Агар трансформаторларда бирламчи ва иккиламчи чулгамлар орасида факат магнит боғликлик булса, автотрансформаторларда чулгамлар орасида электр боғликлик булиб, иккиламчи чулгам бирламчи чулгамнинг бир кисмидир. 63 - расмда лабораторияда кулланиладиган автотрансформатор курсатилган. Трансформаторлаш коэффициенти бу ерда аввалгидек куйидаги ифодадан аникланади:

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}.$$

Махсус мослама ёрдами билан иккиламчи чулгамнинг урамлар сони W_2 , демак кучланиши узгартирилиши мумкин.

Энди трансформаторларнинг таърифланадиган катталикларининг характеристикаларини куриб чикамиз. Трансформаторларни ишлатиш учун бир катор катталиклар маълум булиши керак. Бу катталиклар аввало салт юриш ва киска туташ режимларини характерлайдиган катталиклар, яъни ΔP_0 - салт юриш кувват исрофи,

ΔI_0 - салт юриш токи, номинал токдан фоиз хисобида берилади

ΔP_{0T} - киска туташ кувват исрофи

I_{KT} - киска туташ кучланиши, номинал кучланишдан фоиз хисобида берилади.

Бундан ташкари трансформаторлар чулгамларини улаш схемаси (юлдузча ёки учбурчак) номинал токлари ва кучланишлари, табиий ра вишда трансформаторларнинг номинал куввати берилади.

Трансформаторларнинг фойдали иш коэффициенти :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_0 + \beta^2 \cdot \Delta P_k} = \frac{\beta S_H \cos \varphi_2}{\beta S_H \cos \varphi_2 + \Delta P_2 + \beta^2 \Delta P_k}$$

Бунда : P_1 - трансформаторнинг тармок кутбларидаги кувват

P_2 - истеъмолчининг кутбларидаги кувват

$\beta = \frac{S_{ист}}{S_{ном}}$ - трансформаторнинг юкланиш коэффициенти.

Юкланиш коэффициенти - бу трансформаторнинг асосий курсатгичларидан бири булиб, нормал (номинал) режимида $\beta = 0,7 \div 0,85$ га тенгдир. Агар электр подстанциясидаги икки трансформаторнинг бири, кандайдир сабаблар билан ишдан чиқарилса, унда трансформаторнинг юкланиш коэффициенти $\beta = 1,2 \div 1,4$ гача кутарилиши мумкин. 64 -расмда трансформаторнинг ФИК юкланиш коэффициентининг боғланиш графиги курсатилган. Трансформаторларни лойихалашда юкланиш коэффициентига тенг булганда энг катта (максимал) ФИК таъминланади. Трансформаторларнинг максимал ФИК $\eta = 0,95 \div 0,97$

МАХСУС АСИНХРОН МАШИНАЛАР ТУГРИСИДА ТУШУНЧА.

Р Е Ж А .

- 1.Бир фазали асинхрон двигателлар
- 2.Бир фазали конденсаторли асинхрон двигателлар.
- 3.Уч фазали асинхрон двигателни бир фазали двигател сифатида ишлатиш.
- 4.Уч фазали регуляторлар.
- 5.Фазарегуляторлар.
- 6.Асинхрон частота узгартиргич.

Фойдаланилаётган адабиётлар:

- 1.Торонцев Н.Д. "Применение трехфазного асинхронного двигателя в однофазного включения". М."Энергия" 1982 год.
- 2.Хомидхонов М.З. ва бошқалар "Электр юритма ва уни бошқариш асослари". "Укитувчи" , Т.,1975 йил.
- 3.Иброхимов У "Электр машиналари" "Укитувчи" ,Т., 1972 йил

Биринчи вазифаси - механик энергияни электр энергияга айлантириш. Бу машиналар электр генератори дейилади. генераторларни ҳаракатга келтирадиган бирламчи механик энергия манбаи булиб, булар сифатида бугунги газ турбиналари, ички ёнув двигателлари(ма салан, дизель) хизмат қилади. Генераторлар асосан электр станцияларида ишлатилади.

Электр машиналарининг иккинчи иш вазифаси - электр энергиясини механик энергияга айлантириш. Бундай машиналар двигателлар дейилади. Двигателлар электр энергиясини механик энергияга айлантиради. Электр двигателлари халқ хужалигининг деярли ҳамма соҳаларида кенг қўлланилади.

Генераторлар ишлаб чиқарадиган ёки двигателлар истеъмол қиладиган ток тури жихатидан, узгарувчан ток генератори ёки двигатели дейилади. Барча электр машиналари қайтувчанлик хоссасига эга, яъни қайтар жараёнида ишлай олади. Масалан, электр двигатели генератор режимида ва генератор эса двигатель режимида ишлаши мумкин. Бу параграфда узгарувчан электр машиналарининг бир хили асинхрон двигателларни қуриб чиқамиз.

Асинхрон двигателлар (А.Д.) электр энергиясини механик энергияга айлантирувчи ускунадир. У конструкциясининг соддалиги, арзонлиги, ишда ишончлилиги сабабли саноат, қишлоқ хужалиги ва халқ хужалигининг барча соҳаларида кенг қулланилади. Хар қандай электр машиналари қабил А.Д. қабил генератор режимида ҳам ишлаши мумкин. Умуман А.Д. нинг генератор режимида ишлаши иқтисодий -техник жиҳатдан мақсадга мувофиқ эмас, аммо охириги йилларда утқазилган илмий тадқиқотлар асинхрон машиналарнинг генератор сифатида ишлатилишининг бир қатор устунликлари борлигини қурсатди. Хозирги вақтда асинхрон машиналари асосан уч фазали двигателлар сифатида ишла тилади.

Асинхрон двигателлар қўзғалмас статор ва айлантирувчи ротор қисмлардан иборат. Статорда айрим электротехник пулат пластинкалардан ясалган (йигилган) узак урнатилган бўлиб, узагнинг сиртидаги арикчаларга (пазларда) ўчта, фазода 120° - га силжиган ўра малар жойлаштирилади. Бу ўра малар ўзаро юлдузча ёки ўчбўрчаққ усўлида ўланган ўч фазали электр тармоғига қўшилади. Демак, статор қўлғамларининг натижавий магнит майдони айланувчи бўлиб ротор нинг қўлғамларини қесиб ўтади.

А.Д. нинг ротори цилиндр шаклида бажарилиб, унинг ҳам айрим электротехник пулат пластинкаларидан ясалган ўзаги арикчаларида (пазларида) қўлғам жойлаштирилган. А.Д.-лар ротор қўлғами ясалиши жиҳатидан иккига бўлинади. Шўнга мувофиқ ротор қиска туташган А.Д. ёки фаза роторли А.Д. дейилади. Ротор қўлғами изоляцияланмаган мис ёки алюминий магиз таёқча (стерженлар) дан бажарилган бўлиб, бундай А.Д.нинг ротори қиска туташган А.Д. дейилади. (60-а расм). агар ротор қўлғами оддий

мис ёки алюминий симларидан уч фазали килиб бажарилса, бундай А.Д. - фаза роторли А.Д. дейилади. (60-б расм). Бу чулгамлар узаро юлдузча усулида уланиб, махсус мослама воситаси билан, ҳар бир чулгам (фаза) актив кашиликка уланади. Шу мослама орқали ҳар учала фаза қаршиликлари бирданига узгартирилади. Фаза роторли А.Д.лар қисқа туташган роторли А.Д.ларга нисбатан бир қатор афзалликлари бор. Бу афзалликларни кейинчалик формулалар асосида таҳлил қиламиз.

Юқорида 4-5# қуриб чиққан эдик. А.Д.ни ишлаш принципи айланувчи магнит майдондан фойдаланишга асосланган. Статор чулгамларининг натижавий магнит майдон айланиш тезлиги қуйидаги формула асосида аниқланади:

$$n_0 = \frac{60f}{P}$$

Бу магнит майдон роторнинг чулгамларини кесиб ўтади ва бу чулгамларда ЭЮК демак, берк контур бўлганда ток пайдо бўлади. Ҳар қандай тоқли ўтказгични магнит майдонга киритсак бу ўтказгичга механик қуч таъсир қилади. Шунга биноат роторга таъсир қилувчи айланувчи момент вужудга келади. агар магнит майдон ва ротор биргаликда барабар айланса, бундай айланиш синхрон айланиш дейилади. Асинхрон двигателларда, роторнинг айланиш тезлиги двигателнинг ўқи, (вал)даги иш машинаси яратган тормозловчи моментга боғлиқ. Демак, роторнинг айланиш тезлиги магнит майдон айланиш тезлигидан бир қанча фарқ қилади. Мана шу фарқни характерловчи катталиқ сирпаниш дейилади ва бу катталиқ қуйидаги формула асосида аниқланади:

$$S = \frac{n_0 - n_1}{n_0}$$

бунда n_0 - магнит майдоннинг айланиш тезлиги

n_1 - роторнинг айланиш тезлиги

двигателни юргизиш пайтида: $n_1 = 0$; $S = 1$

двигателни салт юриш режимида: $n_0 = n_1$; $S = 0$ демак, сирпаниш

$S = 1 \div 0$ гача ўзгаради.

Асхрон двигателнинг роторида хосил буладиган ЭЮК нинг частотаси куйидаги формула асосида аникланади:

$$f_2 = \frac{(n_0 - n_1)P}{60}$$

Бунда: $n_0 - n_1$ магнит майдон ва ротор айланиш тезликларининг айирмаси.

P - жуфт кутблар сони.

Бу формулани ротор айланиш тезлигига купайтириб оламиз:

$$f_2 = \frac{(n_0 - n_1)n_1}{60 \cdot n_1} = \frac{S \cdot f_1}{60} ;$$

$$f_1 = \frac{n_1 P}{60}$$

Бунда: -Демак роторнинг ЭЮК ва токининг частотаси, сирпа-

$$f_2 = f_1 \cdot S'$$

катталиги билан аникланади. Сирпаниш катталиги эса юкорида курга нимиздек двигателнинг механик юкланишига боглик.

Роторда вужудга келадиган ЭЮК электромагнит индукция конунига асосан, трансформаторнинг иккиламчи чулгами ЭЮКга ухшаш формула асосида аникланиши мумкин: $E_2 = 4,44 f_2 W_2 \Phi$

Бунда: $E_2' = 4,44 f_1 W_2 \Phi$ - узгармас катталикдир.

Ушанда: $E_2 = E_2' S$

Демак роторнинг ЭЮК хам сипанишга богликдир.

А.Д.нинг индуктив каршилиги:

$$x_L = \omega_2 L_2 = 2\pi f_2 L_2 = x_2' S'$$

Бунда $x_2' = 2\pi f_1 L$ – узгармас катталикдир.

Шундай килиб, А.Д.нинг роторини характерловчи катталиклар, ЭЮК, частота ва индуктив каршилик сирпанишга богликдир.

Роторнинг токи Ом конунига асосан:

$$I_2 = \frac{E_2}{Z_{рот}} = \frac{E'_2 S}{\sqrt{(R^2 + xS)^2}}$$

Нормал режимда ишлайдиган А.Д.нинг сирпаниши чегарасида булади. Сирпанишни номинал киймати назарга олиниб бу ифодани тахлил киламиз. Двигателни юргизиш пайтида, сирпаниш энг катта кицматга эга. Ротор токи формуласининг хам сурат хам махражида сирпаниш катталиги бор. Лекин суръатдаги сирпаниш, токнинг микдорига, мах раждаги сирпаниш таъсиридан устундир. Шу туфайли, юргизиш пайтида сирпаниш максимал кийматга, уз номинал кийматидан унлаб маротаба катта булганда, ротор токи хам номинал кийматидан 8-12 марта катта булади. А.Д.ни юргизиш пайтида учинчи жараён жуда кам вақт, бир секунднинг унлар хиссасида утса, ротор токи, демак статорнинг токи хам номинал токка нисбатан унлаб маротаба ошади. Бу албатта А.Д.нинг камчилигидир.

Энди А.Д.нинг энергетик диаграммасини ва айланиш моментини куриб чикамиз. А.Д.нинг уч фазали электр тармокдан олаётган жами куввати:

$$P_1 = \sqrt{3} I_L I \cos \varphi_{op}$$

Бу актив кувватнинг бир кисми - двигателнинг пулат узагида кайта магнитланиш ва уюрмавий токлар пайдо киган исрофга сарфланади. Яна бир кисми ΔP_M - статор чулгамининг кизишига сарфланади. (66-расм). Тармокдан олинган кувватнинг коган кисми:

$$P_{эм} = P_1 - (\Delta P_l + \Delta P_m)$$

электромагнит майдон оркали роторга утади ва электромагнит кувват дейилади. Электромагнит кувватнинг бир кисми P - ротор чул гамининг кизишига сарфланиб, колган кисми роторнинг айланишига сарфланади, яъни механик кувватга утади:

$$P_{эм} = P_2 - \Delta P_p$$

Бу ифодада P_2 - механик кувват. Механик кувватнинг бир кисми иш каланишга $\Delta P_{и}$ - исроф булади ва колган $P_{мех}$ кисми фойдали кувват булиб, двигателни уки (валида) айланувчи момент хосил килади:

$$P_{\text{мех}} = P_2 - (\Delta P_p + \Delta P_{\text{и}})$$

Роторга берилган электромагнит кувват:

$$P_{\text{эм}} = M \omega_0$$

Роторнинг механик куввати:

$$P_{\text{мех}} = M \omega_1$$

Бунда: $\omega_0 = \frac{2\pi \cdot n_0}{60}$ - магнит майдоннинг бурчак тезлиги

$\omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60}$ - роторнинг бурчак тезлиги .

Электромагнит ва механик кувватлар формулалари, шунингдек ω_0 ва ω_1 ифодаларидан ротордаги айланиш моменти:

$$M = \frac{60P_{\text{эм}}}{2\pi \cdot \omega_0} = \frac{60P_{\text{мех}}}{2\pi \cdot n_1} = 9550 \frac{P_{\text{эм}}}{n_0} = 9550 \frac{P_{\text{мех}}}{n_1}$$

Ротордаги кувват исрофи: $\Delta P_{\text{рот}} = P_{\text{эм}} - P_{\text{мех}} = M(\omega_0 - \omega_1)$

га барабар булгани туфайли:

$$\Delta P_{\text{рот}} = M\omega_0 S$$

Агар ротордаги кувват исрофи факат чулгамни кизитишга сарфланади деб фараз килсак, бу кувват исрофи куйидагича ёзилиши мумкин:

$$\Delta P_{\text{рот}} = m_1 I_2^2 R_2 = R\omega_0 S'$$

Бунда : - пропорционаллик коэффициентлари.

Ротор токи:

$$I_2 = \frac{E_2 S}{Z_2} = \frac{E_2 S R_2}{Z_2 R_2} = \frac{E_2 S}{R_2} \cos \varphi_2$$

Бунда : $\cos \varphi_2 = \frac{R_2}{Z_2}$ роторнинг Э.Ю.К. ва токи уртасидаги фаза силжиш

бурчагининг $\cos$ функцияси. Демак, роторнинг айланиш моменти:

$$M = \frac{m_1 I_2^2 R_2}{\omega_0 S} = \frac{m_2 E_2 \cos \varphi_2}{\omega_0}$$

Чунки : $\frac{I_2 R_2}{S} = \frac{E_2 S}{R_2} \cos \varphi_2 \frac{R_2}{S} = E_2 \cos \varphi_2$ ва $m_2 = m_1 E_2$

Энди юкорида келтирилган роторнинг Э.Ю.К. формуласини эътибога олсак, роторнинг айланишига моменти куйидагича ёзишимиз мумкин:

$$E_2 = 4,44 f_2 W_2 \Phi \quad \text{ёки} \quad M = K \Phi I_2 \cos \varphi$$

Бунда: $K = \frac{4,44 m W_2 K_2 f_2}{\omega_0}$

узгармас катталиқ. Бу формулалар асосида двигатель айланиш моментининг сирпанишга боғлиқ графигини чиза миз. (67 - расм).

График ва формулаларининг тахлили шуни курсатадики, сирпаниш О - дан критик кийматгача узгарганда А.Д.нинг ишлаши баркарорли бўлиб, сирпаниш критик кийматдан $S = S_{кр}$ узининг максимал кийматигача $S = 1$ узгарганда А.Д. баркарорсиз ишлайди. Двигателнинг энг катта (максимал) киймати критик сирпанишга тугри келади. 66- расм да курсатилган графикга кура двигателни юргизиш пайтида сирпаниш $S = S_{пр}$ бўлиб айланиш моменти номинал кийматдан кам бўлади, яъни $M_{кр} < M_H$

Айланиш моменти номинал моментга барабар бўлганда роторнинг айланиш тезлиги орта боради. $M_H = M$ бўлганда двигателда баркарор режим урнатилади.

Энди А.Д. - роторининг вектор диаграммасини чизамиз . Бу вектор диаграммани магнит оқимдан бошлаш маъкул, чунки магнит майдонинг индукцияси катталиги узгармас бўлиб W_0 тезлик билан айланса ҳам, шу майдонга пропорционал магнит оқим Φ , роторга нисбатан уй йуналишини узгартирмайди. Роторнинг Э.Ю.К. бу оқимга нисбатан - 900 силжиган бўлади (67-расм). Юргизиш пайтида

$\varphi_{210} = \arctg \frac{x_{210}}{R_2}$ - га барабар булиб, узининг энг катта кийматига эга,

чунки $x_{210} = x'_2 S$ Сирпаниш хам юргизиш пайтида узининг максимал киймати эга. Шу сабабли роторнинг токи хам $I_2 = \frac{E_2 S}{Z_2}$ максимал кийматга эга булиб, номинал ток дан 8 - 12 маротиба ошади. Лекин бу токнинг айланиш моменти яратадиган ташкил килувчиси $I_{210} \cos \varphi_{210}$, 68-расмдаги вектор диаграммада кура, катта булмайди. Роторнинг айланиш тезлиги купай ган сари сирпаниш номинал киймати гача камаяди, демак ва роторнинг токи камаяди, лекин бу токнинг айланиш моменти яратадиган ташкил килувчиси купаяди. Шундай килиб, юрги зиш пайтида ротор токи узининг энг катта кийматига эга булса хам, бу ток яратадиган юргизиш моменти Мю айланиш моментининг номинал кийматидан кам. Юкорида, 6-2 § да курсатилган ротор чулгами Э.Ю.К. частотаси тенгламаси, ротор тезлиги n_1 -га нисбатан ечилса, куйидаги фор мула хосил булади:

$$n_2 = n_1(1-S) = \frac{60 f_1}{P}(1-S)$$

Бу формуланинг тахлили шуни курсатадики асинхрон двигател ротор тезлигини узгар тириш учун : а) статор ток(яъни электр тармок нинг) частотасини узгартириш керак. б) роторнинг сирпаниш S- ни узгартириш керак. в) жуфт кутблар сони P- ни узгартириш керак.

Электр тармокнинг частотаси узгармас катталиқдир. Шунинг учун ротор айланиш тезлигини бу йул билан узгартириш учун махсус частота узгартиргичлар кулланилади. Бу усул амалда кам кулланила ди, чунки частота узгартиргичлар кимматга тушади.

Жуфт кутблар сони двигателни лойихалаш пайтида аникланади. Жуфт кутблар сони магнит майдон,демак, роторни хам айланиш тезлигини узгартиради. Куйидаги жадвалда жуфт кутблар сони ва магнит майдоннинг айланиш тезлиги курсатилган:

Жуфт кутблар сони	P	1	2	3	4
Магнит майдоннинг айланиш тезлиги	n_0 $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$	3000	1500	1000	750

Жуфт кутблар сонини факат махсус двигателларда узгартириш мумкин. Роторнинг айланиш тезлигини бу усулда узгартириш факат киска туташтирилган роторли двигателларда кулланилади.

Сирпанишни ротор чулгамининг актив каршилигини узгартириш мумкин. Бу усул фаза роторли двигателларда кулланилади. Фаза ротор ли А.Д.-ларда, роторнинг уччала чулгами хам махсус мосланма воситаси билан актив каршиликларга уланади (65-расм). Актив карши ликларни узгартирганда сирпаниш узгаради, демак роторнинг айланиш тезлиги узгаради.

Юкорида двигателнинг айланиш моменти формуласини чикарган эдик:

$$M = 9550 \frac{P_2}{n_2}$$

Роторнинг айланиш тезлиги узгарганда(камайганда), роторнинг уки (вали) даги кувват узгармаган холда, айланиш моменти узгаради (купаяди). Демак, ротор чулгамига уланган каршиликни узгартирганда айланиш моменти хам узгаради.

Фаза роторли двигателлар асосан кутаргич-ташиш машиналарда кулланилади. Бу двигателларни геометрик улчовлари катта, бошқариши анча мураккаб ва нархи киска туташган роторли двигателларга нисбатан катта булса хам, бир катор афзалликларга эга: а) юргизиш токи, киска туталган роторли двигателларга нисбатан кам; б) юрги зиш моменти катта; в) ротор айланиш тезлигини погонали равишда бошқариш имкониятини тугдиради. Фаза роторли двигателларнинг бу хоссалари айникса кутаргич ташиш машиналарида зарур.

Назорат саволлари.

1. Бир фазали асинхрон двигателлар каерда ишлатилади?
2. Конденсаторли асинхрон двигателлар каерларда кулланилади?
3. Уч фазали асинхрон двигател кандай килиб бир фазали килинади?
4. Фаза регуляторлар нима учун керак?
5. Частота узгартиргичларнинг вазифаси?

Таянч иборалар.

Фаза регулятор, частота узгартиргич, конденсатор, уч фазали мотор.

УЗГАРМАС ТОК МАШИНАЛАРИ ХАКИДА ТУШУНЧА.

Р Е Ж А.

- 1.Узгармас ток машиналарининг ишлаши.
- 2.Узгармас ток машиналарининг тузилиши.
- 3.Узгармас ток машиналарининг ЭЮК.
- 4.Узгармас ток двигателлари.
- 5.Узгармас ток генераторида.
- 6.Махсус узгармас ток машиналарининг.

Фойдаланилган адабиётлар.

- 1.А.В.Иванов -Смоленский "Электрические машины", "Энергия",- 1984 год.
- 2.Рахимов Г.Р. " Электр машиналар ва юритмалар", "Укитувчи", 1986 йил.
- 3.Мажидов С.М. "Электрик машиналар ва электрик юритмалар", "Укитувчи". 1979 йил.

Узгармас ток двигателлари хозирги вақтда асосан электр транспортларида - метро, троллейбус, трамвайда кенг кулланилади, чунки барча электр двигателлар орасида факат узгармас ток двига телларини айланиш тезлигини равон, бир текис бошқариш мумкин. Узгармас ток генераторларини кучланиши равон бошқарилади, шу хосса сига мувофик, бу генераторлар автоматика ва телемеханика занжир ларида кенг кулланилади. Узгармас ток машиналари кайтарувчан хос сасига эга. Барча узгармас ток двигателлари генератор режимида ва генераторлар двигатель режимида ишлай олади.

Узгармас ток машинаси (У.Т.М.) (69-расм) учта асосий кисмдан тузилган: машинанинг кузгалмас кисми - индукторда бош кутблар жойлашган

булиб, бу кутбларнинг узаги электротехник пулат тунука симон варақлардан тузилган. Бош кутбларда уйготиш чулгамлари жой лаштирилган булиб, улар кетмакет уланади ва асосий магнит майдон ни яратади. Бош кутблар оралигида ёрдамчи кутблар жойлаштирилади. Ёрдамчи кутблар факат катта қуватли машиналарда булади ва чулкалар остидаги учкунни камайтириш учун қушимча магнит майдон яратади.

Машинанинг айланувчи қисми - якорь дейилади. Якорнинг узаги ҳам электротехник пулат тунукасимон варақлардан цилиндр шаклида тузилган. Якорнинг ариқчаларида чулгам жойлаштирилади. Чулгам айрим секциялардан иборат булиб, чулгам схемасига мувофик кетма-кет уланувчи икки секцияни туташтирадиган учлари коллектор пластинкаларига уланади.

Коллектор алоҳида мис пластинкалардан цилиндр шаклида ясалади. Хар бир коллектор 50-80 та пластинкадан тузилган. Коллектор генераторда механикавий тугрилагич вазифасини бажаради, яъни якорь чулгамларида индукцияланган Э.Ю.К. таъсирида оқаётган узга рувчан синусоидал токни, узгармас токга айлантириб ташки электр занжирга (тармоқга) беради.

Узгармас ток генераторининг ишлаш принципи электромагнит индукция қонунига асосланган. Индукторда жойлашган уйготиш чулгам ларидан узгармас ток утганда, бу ток бир жинсли узгармас магнит майдон ҳосил қилади. Якорь бирламчи машина ёрдамида магнит майдонда айлантирилганда унинг чулгами хар бир секцияларида Э.Ю.К.лар ҳосил булиб, бу Э.Ю.К.лар 1-3 § да курсатганимиздек қуйидаги формула асосида аниқланади:

$$E = B l v \sin \alpha$$

Бу хар бир секция Э.Ю.К.лари коллектор ва чулкалар орқали бир томонга йуналган пульсацияланувчи ток ҳосил қилади. Секциялар сони, демак коллектордаги пластинкалар сони, қуп булгани туфайли Э.Ю.К.нинг қиймати етарли даражада катта булиб, токнинг пульсаци яланиши пасаяди. Юқоридаги Э.Ю.К. формуласидаги қизигий тезликни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$v = 2PR \frac{n}{60}$$

Бунда: $2P$ - кутблар сони

R - кутблар марказлари орасидаги масофа

n - якорнинг айланиш тезлиги

Агар магнит оқимни $\Phi = \frac{B}{R}$ назарда тутсак, якорнинг Э.Ю.К.

$$E = c n \Phi$$

формуласини қуйидагича ёзиш мумкин:

Бунда: $C = \frac{PW}{60 \cdot a}$ - Э.Ю.К.доимийси, яъни конструктив узгармас

катталиқ бўлиб, бунда:

W - якорь чулгамидаги утказгичлар сони.

$2d$ - параллел шохалар сони, бу катталиқ конструктив узгармас сондир.

70-расмда мустақил уйғотишли генераторнинг электр схемаси курсатилган. Статорда жойлашган уйғотиш чулгами (у.ч.) мустақил манбадан ток олади. Якорь бирламчи машина ёрдами билан у.ч. ҳосил қилган магнит майдонда айлантирилади. Якорь токи $I_a = 0$ бўлиб,

яъни якорнинг айланиш тезлиги узгармас бўлганда якорь Э.Ю.К.нинг уйғотиш токига боғлиқлик графиги, $E = f(I)$ мустақил уйғотиш генераторининг салт юриш характеристикаси дейилади. 71-расмда бу характеристика курсатилган. Бу характеристикани шарҳлашдан олдин уйғотиш токи магнит оқимга пропорционаллигини эслатиш керак: яъне $I_b = \Phi$. Энди уйғотиш токи нолдан ошириб борилса, Э.Ю.К. формуласига мувофиқ, салт юриш режими бўлгани учун $U_g = E$, E ошиб боради ва 1 эгри чизик ясалади.

Бу графикнинг тугри чизикли қисми якорнинг узаги туйинмаган ҳолатига, эгри чизикли қисми эса, унинг туйинган ҳолатини билдиради. Уйғотиш токи нолга тенг бўлганда $I_u = 0$, формулага мувофиқ Э.Ю.К. ҳам нолга тенг бўлиши керак. Лекин характеристикада Э.Ю.К. нолга тенг эмас. Бу барча электротехник материалларга хос бўлган, қолдиқ магнит майдон таъсиридир.

6-6 §. Узгармас ток генераторининг тенгламаси

ва айланиш моменти

Генераторнинг якорь занжири учун Кирхгофнинг иккинчи кону нига биноан электр мувозанат тенгламасини ёзамиз:

$$I = E - I_{\text{я}} R_{\text{я}}; \quad E = I_{\text{я}} R_{\text{я}} + I_{\text{я}} R_{\text{и}} = I_{\text{Г}} + I_{\text{я}} R_{\text{я}}$$

Бунда: $I_{\text{Г}} = E_{\text{Г}} - I_{\text{я}} R_{\text{я}}$

Бу тенглама генераторнинг асосий тенгламаси дейилади. Тенгламада $E = c n \Phi$ эканлигини ҳисобга олсак:

$$I_{\text{Г}} = c n \Phi - I_{\text{я}} R_{\text{я}}$$

Агар уйғотиш токининг $I_{\text{У}} = \Phi$, ёки якорнинг айланиш тезлигини раво (силлик) узгартирсак, генераторнинг кучланиши, демак истеъмолчининг токи $I_{\text{и}} = I_{\text{Л}}$ ҳам раво узгартирилади.

Асосий тенгламанинг ҳар икки томонини якорь токига кўпайтурсак:

$$I_{\text{Г}} I_{\text{я}} = E I_{\text{я}} - I_{\text{я}}^2 R_{\text{я}}$$

ёки кувват: $P_{\text{э}} = P_2 - \Delta P_{\text{я}}$

- Бунда: $P_{\text{э}}$ - генераторнинг электромагнит куввати

P_2 - истеъмолчининг куввати

$\Delta P_{\text{я}}$ - якордаги кувват исрофи

Генераторнинг электромагнит моменти:

$$M_{\text{э}} = \frac{P_2}{\omega}$$

Бу момент генераторнинг якордаги бирламанчи машина ҳосил қилган моментга нисбатан тормозловчи моментдир.

Электромагнит кувват, якорнинг Э.Ю.К. формуласини ҳисобга олсак қуйидашга езилади:

$$P_{\text{э}} = E I_{\text{я}} = c n \Phi I_{\text{я}}$$

ушанда: $M_{\text{э}} = \frac{c n}{\omega} \Phi I_{\text{я}} = c_1 \Phi I_{\text{я}}$

Бунда: $C_1 = \frac{cn}{\omega}$ - узгармас катталиқ Демак генераторнинг моменти магнит оқими ва токига пропорционал экан.

Узгармас ток генераторларининг туркумларга булиниши (классификацияси)

Генераторлар уйғотиш усулига биноан икки турга булинади:

1. Уйғотиш чулгами ташки узгармас ток манбаига уланган. Бундай генераторлар мустақил уйғотиш генераторлари дейилади. Юқорида бундай генераторларнинг схемаси ва салт юриш характеристикаларини куриб чиклик.

. Уз-уздан уйғонувчи генераторлар. Генераторлар бу турининг уйғотиш чулгами шу генераторнинг узидан ток олади. Бунда генераторларни уйғотиш учун якорнинг узагидаги колдик магнит май дондан фойдаланадилар.

Уз-уздан уйғонувчи генераторлари 3 хил булади: а) параллель уйғотишли узгармас ток генератори. Бунда уйғотиш чулгами якорга параллел уланади ва параллел уйғотиш чулгами (п.у.ч.) дейилади. Бу чулгамнинг кутблари 72-расмда П1 ва П2 харфлар билан белгиланган. б) кетма- кет уйғотишли узгармас ток генератори. Бунда уйғотиш чулгамли (к.к.у.ч.) якога кетма_ кет уланади ва кетма- кет уйғотиш чулгами дейилади. Бу чулгам (73 - расм) да К1 ва К2 харфлар билан белгиланади. в) аралаш уйғотишли узгармас ток генератори. Бунда генераторнинг иккита уйғотиш чулгами булиб, бири якорга параллел уланади, (74- расм). Бу чулгамлар мос равишда параллел ва кетма -кет уланган уйғотиш чулгами дейилади.

Уз- узидан уйғонувчи генераторларида, якор номинал айланиш тезлик билан колдик магнит оқимини кесиб утганда, якордаги кичик кийматли Э.Ю.К. куч хосил булади . Бу Э.Ю.К. таъсирида уйғотиш чулгамида ток хосил булади ва магнит оқими купаяди. Шундай килиб, уйғотиш токи номинал кийматгача усиб боради. Генератор уз-уздан уйғотиши учун учта шарт бажарилиши керак:

1.Якорнинг узагида колдик магнит майдон булиши керак:

2.Колдик магнит майдоннинг йуналиши, уйготиш токи хосил кил ган магнит оким билан мос келиши керак:

3.Уйготиш чулгамининг каршилиги узининг критик кимматидан кам булиши керак , яъни тугри чизиги салт юриш характеристикасидан (91 - расм) пастда булиши керак.

75 - а расмда мустикал уйготишли - 1: ва параллел уйготишли , генераторларнинг ташки богланиш характеристикаси курсатилган. 75-б расмда эса кетма-кет уйгонишли генераторнинг ташки характеристикаси курсатилган.

Графикдан куруниб турибдики параллел уйготишли генераторларда ток купайган сари, кучланиши пасайиши купрок.

Узгармас ток двигателлари.

Узгармас ток машиналари кайтувчанлик хоссасига эга. Агар узгармас электр тармогига уланган узгармас ток генераторининг куч ланишини аста - секин камайтурсак,машина электр тармокдан электр энергия истеъмол кила бошлайди ва двигатель режимига утади,яъни машинани якордаги айланиш моменти тормозловчи эмас, балки узи электромагнит момент хосил килиб, ташки машинини айлантира бошлайди.

Бу айланиш моменти якорнинг токли утказгичлари ва уйготиш чулгами хосил килган магнит майдоннинг узаро таъсири натижасида хосил булади. Бунда узгармас ток двигателини электр мувозанат тенгламаси куйидагича ёзилади:

$$I = E + I_{я}R_{я}$$

Тенгламада $E = c n \Phi$ эканлигини хисобга олсак

Бунда:
$$n = \frac{I - I_{я}R_{я}}{c\Phi}$$

Агар магнит оками уйготиш токига пропорционаллигини назарда тутсак, бу формуладан якорнинг айланиш тезлигини уйготиш токини узгартириш йули билан раво, бир текис, бошқариш имконияти куруниб турибди.

Асосий ткиглама якори токига нисбатан ечилса, куйидаги ифода хосил булади:

$$I = \frac{I - c n \Phi}{R_{\text{я}}}$$

Двигателни юргизиш пайтида якорнинг айланиш тезлиги $n = 0$ булади, демак якорнинг кучланишига карши йуналган Э.Ю.К $E = c n \Phi$ хам нолга тенг булади. Якори чулгамининг каршилиги жуда кичик $R_{\text{я}} < 1$ ом булгани туфайли, двигатель номинал кучланишли электр тармогига уланганда, якорнинг токи номинал токдан (10-20) маротиба катта булади. Катта ток утиши натижасида якорнинг чулгами куйиб кетиши мумкин, шунинг учун бундай режим шикаст (авария) режими дейила ди, демак бундай режимларга йул куймаслик лозим. Шу сабабли двига телни тармокка уланиш занжирига кушимча каршилик киритилади (76 -расм). Двигатель электр тармокка кушилган пайтда кушимча каршилик энг катта кийматга эга булади, кейинчалик якори кузгалиб, айланиш тезлиги ошиб борган сари якори токи камаяди.

77- расмда параллел уйготишли двигателнинг кушимча каршилик оркали тармокга улаш схемаси курсатилган.

Узгармас ток двигателлари хам генераторлар каби уйготиш усулига биноан мустикал ва уз-уздан уйгонувчи двигателларга булинади. 70- расмда параллел уйготишли двигателнинг характеристикалари курсатилган.

Двигателнинг айланувчи момент формуласи : демак моментнинг токка богланиши тугри чизикдан иборат булади.

Двигательни ФИК:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} 100 \%$$

Бу ерда: $P_2 = P_1 - \Delta P = I I_C - \Delta P_{\text{СТ}} + \Delta P_{\text{гул}} + \Delta P_{\text{мех}}$

$P_1 = I_0 I_\Gamma$ - двигателнинг электр тармокидан оладиган куввати.

Якорнинг айланиш тезлиги формуласини юкорида тахлил килган эдик.

Н а з о р а т с а в о л л а р и

- 1.Якорли машиналар кандай тузилган?
- 2.Узгармас ток двигателининг асосий тенгламалари?
- 3.Узгармас ток машинаси ЭЮК тенгламасини ёзинг?
- 4.Махсус машиналарнинг вазифаси нима?

Т а я н ч и б о р л а р .

Якор, ярим очик халка,пазсиз якор йитарувчи ва тортувчи моторлар.