

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА УРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМЛИ ТОШКЕНТ
ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

Ж. С. САЛИМОВ, М. Г. АХМАТОВ, Н. Б. ПИРМАТОВ

ЎЗГАРМАС ТОК МАШИНАЛАРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ
ТАФСИЛИЙ ТАҲЛИЛ
УҚУВ ҚУЛЛАНМА

(I-қисм. Ўзгармас ток генераторлари)

ЎЗБЕКИСТОН ҲАМЛАНИКАСИ
ОЛИИ ВА УРГА МАХСУС ТАЪЛИМ АСОСИДАГИ
АБУ РААҲОН БЕРУНИА НОМИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

Ж.С.САЛҲИМОВ, М.Ғ.АХМАТОВ, Н.Б.ПИРМАТОВ

УЗГАРМАС ТОҚ МАШИНАЛАРИНИНГ ТАВСИМЛАРИ.
ТАВСИЛИИ ТАҲМИЛ

УЎЎВ ҚУЛЛАИМА
/ I-қисм. Узгармас ток генераторлари /

Ўзгармас ток машиналарининг тавсифлари. Тафсилий таҳлил: 2 қисмдан иборат. I-қисм. Ўзгармас ток генераторлари: Ҳуқуқ қўлланма / Ж.С. Салимов, М.Г.Аҳмадов, Н.Б.Пирматов. Тошкент давлат техника университети. Тошкент, 1995. - 73 б.

Мазкур қўлланма "Электр машиналари" курсининг дастурига мос ҳолда ёзилиб, унда ўзгармас ток генераторлари тавсифларининг тафсилий таҳлили ўзига хос услубда баён этилган.

Ўзгармас ток генераторларининг иш жараёнидаги тавсифларини салт ишлаш тавсифи ва тавсифий учбурчак ёрламида аниқлашнинг янги услуби тавсия қилиниб тушуниш учун қўлай бўлган оолда кўринишга эришилган, параллел қўзғатишли генераторнинг ўз-ўзини қўзғатиш шартларидан бири бўлган критик тезликнинг қиймати.и аниқлаш усули баён қилинган.

Қўлланмада коллекторли ўзгармас ток генераторлари тавсифларини батафсил таҳлил қилиш билан бирга уларнинг ишлатилиш соҳаларига оид маълумот кенгроқ баён этилган.

Қўлланма асосан "Электромеханика" ҳамда "Электр юрима ва саноат қўрилмаларини автоматлаштириш" ихтисосликларида таҳсил олаётган талабалар учун "Электр машиналари" курси бўйича мулжалланган ҳажмдаги дастурга асосан тайёрланган бўлса ҳам, шу билан бирга ундан электро-энергетика соҳасидаги талабалар ҳам фойдаланишлари мўмкин.

Ҳисм 32, адабиёт 42, илова 2

Абу Райҳон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университети-нинг таҳририй нашр кенгаши қарори асосида чоп этилмоқда.

Тақризчилар: проф.С.Мажинов / Тошкент ирригация ва қишлоқ ҳўжалиги.и механизациялаштириш муҳандислари институти / ;

ТошДУ "Электр машиналари" кафедраси доценти, т.ф.н.
К.Т.Олимхўжаев

Мазкур қўлланма асосан "Электромеханика" ҳамда "Электр юритма ва саноат қурилмаларини автоматлаштириш" ихтисосликларида таҳсил олаётган талабалар учун "Электр машиналари" курси бўйича мулжалланган ҳамда дағи дастур асосида тайёрланган.

У икки қисмдан иборат бўлиб, унинг мақсади узгармас ток машиналари бўйича тажрибадан олинган маълумотларини назарий таҳлил қилиб, уларга содир буладиган физик жараёнларни батафсил тушуниб олишга имкон беришдан иборат.

Қўлланманинг биринчи қисмида узгармас ток генераторлари тавсифларини батафсил таҳлил қилиш билан бирга уларнинг баъзи бир ишлатилиш соҳаларига оид маълумот кенгроқ баён қилинган.

Мустақил, параллел ва аралаш қўзғатишли коллекторли узгармас ток генераторлар хусусиятлари таққосланган йиғма жаввали ҳам келтирилган.

Талабалар маълумотларни қандай узолаштириб бораётганлигини текшириш ҳамда мустақил иш ва яқка тартибдаги / индивидуал / машғулотлар учун узгармас ток генераторларини урганишга оид 50 та савол ва топшириқлар келтирилган. Уларга жавобларни мазкур қўлланманинг қайси бандидан ўқиб олиш мумкинлиги ҳар битта савол ва топшириқларнинг охирида қавс ичида келтирилган рақамлар орқали кўрсатилган. Тест сивовлари учун вариантларни ўқишда бу савол ва топшириқлардан фойдаланиш қулайдир.

Шуни эслатиш лозимки, кетма-кет қўзғатишли узгармас ток генераторларининг чиқиш клеммаларидаги кучланишининг юкка бoғлиқ равишда ўзгариши каби жиддий камчиликка эга булганлиги сабабли амалда ишлатилиш ётганини эътиборга олиб, ҳамда узгармас ток итти машиналари (микромашиналари) махсус курснинг дастурига хос булганлигидан уларнинг тавсифларига оид маълумотлар мазкур қўлланмада келтирилмади.

Ушбу уқув қўлланма қўл-ёзмасини куриб чиқиб, уларининг қимматли мааслаҳатлари билан унинг сифатини яхшилашга ёрдам қилган Ўзбекистон Республикаси Мухандислик Академияси мухбир аъзоси, т.ф.п., проф. К.И. Оллагаева, Табиий фанлар Академиясининг мухбир аъзоси, т.ф.п., проф. О.О. Ҳошимовга, Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаштириш муҳандислари институтининг "Назарий электротехника" кафедраси профессори С.Мажиловга, Тошкент давлат техника университети "Электр машиналари" кафедраси муҳбири, т.ф.д., проф. Н.Х. Ўзоровга ва кафедра доцентлари т.ф.н. Р.Олилов ва т.ф.н. К.Т.Олимуллоевларга муаллифлар уларининг чуқур миннатдорчилигини билдирадилар.

КИРИШ

К. I. **Замонавий саноат тармоқларини ишлатишда электр машиналарининг тутган ўрни ва ўзгармас ток машиналари тавсифлари ринчи сўзтаърифил урганишда мазкур қўлланманинг аҳамияти**

Саноат ва транспортнинг замонавий техник ҳолати уларнинг электр энергияси билан юксак таъминланганлиги орқати белгиланиб, бунда электр машиналари ҳал қилувчи вазифаларни бажаради.

Республикада ишлаб чиқарилаётган электр энергиясининг деярли 80 фоизи ҳалқ ҳўжалигининг турли соҳаларида ишлатиладиган механизмларни юритишда асосий вазифани бажарадиган электр моторлари томонидан истеъмол қилинади.

Мустақил Ўзбекистон республикаси учун ўз ҳудудидаги мавжуд ҳам аше ва ярим тайёр маҳсулотлардан асосан тайёр маҳсулотларни қайта ишлаб чиқарадиган, асосан автоматлаштирилган замонавий саноат тармоқларини жадаллик билан қуриш, эскирган технология билан ишлаётган саноат корхоналари ва эса замонавий техника ва технологияси асосида қайта қуриш республика иқтисодиётида бошланган ислоҳотларнинг беш йуналишдан ҳисобланади. Шу хусусда қуйидаги таъбирлар ва уларнинг жадаллик билан амалга оширилаётгани эътиборга лойиқдир: Олмониянинг "Мерседес Бенц" фирмаси билан тузилган шартнома асосида қурилган Хоразм вилоятининг Дустлик шаҳридаги юк автомобиллари машинасозлиги заводи; Жанубий Қуриянинг ДЭУ (DAEWOO) корпорацияси (бирлашмаси) билан тузилган шартнома асосида Андижон вилоятининг Асана шаҳрида қурилган енгил ва кичик юк автомобиллари машинасозлиги заводи, Италиянинг саноат фирмаси ҳамкорлигида Тошкентда фаолият курсата бошлаган лизель моторларини ишлаб чиқариш заводи; Россия автомобиль машинасозлиги заводлари билан ҳамкорликда Самарқандда фаолият курсата бошлаган замонавий автобус ва юк ташийдиган автомобиллар машинасозлиги заводи; Туркия, Швейцария ва бошқа хорижий юрт фирмалари ҳамкорлигида Қорақалпоғистон республикасининг Нўкус ва Эллиққалъа туманидаги Бустон шаҳарларида ҳамда Бухоро, Шаҳрисабз, Марғилон ва бошқа шаҳарларда ишлаётган енгил саноат корхоналари республиканинг саноатини янада ривожлантириш учун қўйилган илк қадамлар ҳисобланади.

Республикада маҳсулот чиқараётган бошқа йирик сансат корхоналари ҳам анчагина булиб, улардаги турли дастгоҳларни ва юк қутаралган кранларни юритишда, ҳамда бу корхоналардаги автоматик системаларда

электр машиналари ҳал қилувчи вазифаларни бажаришига ҳиҷ шубҳи йуқ.

Бошқа саноат маҳсулотлари қатори республикада электр машиналари, трансформаторлар ва электр жиҳозлари (аппаратлари) ни ишлаб чиқаришга ҳам кенг урин берилган бўлиб, буларга: Тошкентдаги "Ташолектромаш", "Ўзэлектроаппарат", "Ўзбеккабель" ва "Гашавтоматика" заводлари; Андижон электр машинасозлиги ва "Электроаппарат" заводлари; Чирчиқ, Қўқон, Наманган шаҳарларидаги трансформаторсозлик ва электр жиҳозларини ишлаб чиқариш завоқлари; Самарқанд шаҳридаги "Электромеханика" заводи; электр машиналари, трансформаторлар ва электр жиҳозларини таъмирлаб қайта тиклайдиган Тошкентдаги йирик "Ўзэнергоремонт" ва "Ротор" корхоналари киради.

Республикада қуйидаги, яъни: Чирчиқ, Навоий ва Фарғона кимё комбинатлари; Бекобод, Олмалиқ ва Навоий металлургия комбинатлари; Тошкент шаҳридаги Ўзбекистон темир йул машиналарини таъмирлаш корхонаси, "Ташметро" га қарашли "Электроцех" корхонаси, авиация, транспортсозлик ва бошқа машинасозлик заводлари каби йирик саноат корхоналарининг қошида электр машиналари ва жиҳозларини таъмирлайдиган махсус электр цехлари ҳам фаолият кўрсатмоқда.

Халқ хўжалигининг, жумладан саноатнинг шундай соҳаларини кўрсатиш мумкинки, улардаги айрим технологик жараёнлар тезликни кенг қулашга силлиқ ростлашни талаб қилади. Шу билан бирга ўзгармас ток моторлари ниҳоятда хилма-хил ва керак томонга ўзгара оладиган ростлаш тавсияларига ҳам эга бўлганлигидан, аҳамияти катта ҳисобланади.

Халқ хўжалигининг баъзи бир соҳаларида ўзгармас ток генераторларининг ҳам бажарадиган вазифалари анчагина. Ўзгармас ток генераторлари ва моторларининг баъзи бир қўлланиш соҳалари ва бажариш вазифаларини ойд маълумот қўлланишининг I ва II қисмлари охиридаги иловаларга баён қилинган. Махсус соҳаларга мўлжалланган адабиётдан фойдаланиб келтирилган бу маълумотлар, мўаллифларнинг фикрича, талабаларда ўзгармас ток машиналарининг халқ хўжалигидаги аниқ тутган ўрнини тушуниб етишига, улар туғрисида чуқурроқ тушуничага эга бўлишига ёрдам беради.

Халқ хўжалигининг турли соҳаларидаги электр машиналарини нормал ҳолда тежамли ишлата оладиган мутахассис электр машиналарининг тавсияларини назарий жиҳатдан таҳлил қилиб, унда бўладиган физик жараёнларни батафсил тушуниб олиши зарур.

Бу жумладан, маъкур қўлланиш маъмулининг асосини коллекторли ўзгармас ток генераторлари ва моторлари тавсияларининг батафсил таҳлили

ташкил қиледи. Демак, бу китобчалар тажриба ишларини ўтказиш бўйича навабатлагич услубий қўлланма бўлмай, балки ўзгармас ток машиналари бўйича тажриба билан назария ўртасидаги кўприкни мустақкамлаш учун хизмат қилаётган ўқув қўлланмаларидир. Шунини эслатиш лозимки, фақат айрим ҳолларда физик жараёни чуқурроқ таҳлил қилиш мақсадида, тажриба ишларини ўтказишда нималарга алоҳида аҳамият бериш зарурлиги таъкипланди. Бу қўлланмаларда келтирилган назарий маълумотлар эса, коллекторли ўзгармас ток генераторлари ва моторларининг тавсифларини таҳлил қилишда умумий тушунчалар билан чекланиб қолмасдан, балки махсус соҳаларга мўлжалланган алабиётдан фойдаланиб, электр машиналарининг аниқ (конкрет) соҳаларидаги ишлатиш шароитига яқинлаштиришга ҳаракат қилинди.

И.2. Ўзгармас ток машинасининг тузилиши ва унинг генератор сифатида ишлаш тартибига оид қисқача маълумот

И.2.1. Тузилишининг асосий элементлари. Ўзгармас ток машинаси қўйидаги қисмлардан, яъни қўзғалмас қисми-статор ва айланган қисми-якордан ташкил топган. Қўзғалмас ва айланган қисмлари ҳаво оралиғи (δ) билан ажралган.

Қўзғалмас қисми: 1-ғана гарлиши (станина), 2-асосий кутблар пулат ўзаги, 3-қўзғатиш чулғами ўрамаси, 4-қушимча кутб пулат ўзаги, 5-қушимча кутб ўрамаси, 6-компенсацион чулғам, 7-нодшипник қопқоқлари.

Асосий кутбларнинг вазифаси машинада асосий магнит оқимини ҳосил қилишдан иборат. Қушимча кутблар чулғами якорь чулғамига чуқра орақали кетма-кет ўланади ва машина чуқралари жойлашган ўқи, яъни геометрик нейтрал (кўндаланг ўқи) бўйича юклиниш токига мутаносиб равишда ўзгараётган магнит майдонини ҳосил қилиб, коллектор ва чуқраларнинг учқунсиз ишлаш шароитини (коммутацияни) яхшилайди.

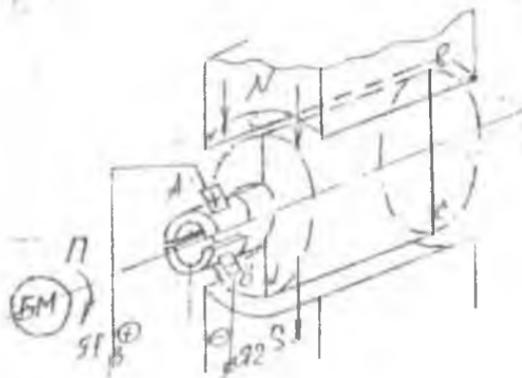
Айланидиган қисми: 8-якорь пулат ўзаги, 9-якорь чулғами. 10-коллектор, 11-чуқра, 12-вентильятор (шамол ҳайлагич), 13-совитиш каналли ва 14-вал каби дордан иборат. Асосий магнит майдонда якорь айланишида унинг ферромагнит қисмларида уярма токлар ҳосил қилариган қувват йерофларини камайғириш мақсадида, якорь ўзаги қилинлиги 0,5 мм бўлган электротехник пулат тунукачаларидан йиғилди.

Асосий магнит майдонни қўзғатиш чулғамининг магнит ғиртувчи кучи ($F_{\text{с}} = \frac{1}{2} I_{\text{с}}^2 \mu_0$) ҳосил қилади. Бу майдонда айланиш натижасида чулғамини ва электр ғиртувчи куч (ЭИЭ) ҳосил бўладиган машинанинг қисми якорь бўлилади.

$C_E = p N / (60 a)$, деб белгилаб

$$E_a = C_E / n \Phi \quad (K.2)$$

формуласига эга буламиз. Бу ЭЖ нинг йўналишини эса, унг қул қондаси ёрдамида аниқлаш мумкин. Масалан, К.2-расмда якорь чаплан уннга айланганда ва магнит майдон куч чизиқларининг шимолий қутб N лан жанубий қутб S га томон йўналган ҳолат учун ўтказгичлардаги (\otimes) белгиси биздан кетаётган йўналишни билдириб, (\odot) белгиси эса, бизга томон йўналганини билдиради.



К.2-расм. Ҳагармас ток генераторининг ишлаш тартибини тушунтиришга оид чизма.

Коллектор якорь билан бирга айланганига "А" чўтка коллектор сиртида ёришиб ҳар поим фақат (+) ишорага эга булган ўтказгичлар (масалан, "ab") уланган пластинкага тегади. "В" чўтка эса фақат (-) ишорали пластинкаларга (масалан, "cd" га) тегади. Натижада ташқи заنجирда ҳагармас йўналишдаги ЭЖ ни (токни паса ҳам булади) ҳосил қиламиз. К.2-расмда коллектор иккита ярим ҳалқа кўпинида кўрсатилган, чўнки якорь чўлғами иккита ўтказгичдан ташкил топгуч битта секциядан иборат элементар генератор, деб қаралган.

Демак, якорь чўлғамида ҳосил булган ҳагармасдан ЭЖ ни коллектор ва чўткалар ёрдамида йўналиши жиҳатдан ҳагармас булган пульсланувчи ЭЖ га айлантириллар экан. Агар якорь чўлғами ўтказгичлари сони $N > 16$ булса, ЭЖ нинг пульсланиши 1% (фоиз) лан ҳам кам булиб, деярли ҳагармас булади.

Агар якорь чўлғамини истеъмолчига уласак, бу чўлғамдан оқланиш токи ўтали ва бу ток асосий магнит майдони билан таъсирлашиб электромагнит куч $F_{эм}$ ни ҳосил қилади:

$$F_{\text{ЭМ}} = B_{\text{ур}} \ell I_a \quad (K.3)$$

Бу куч эса электромагнит момент M ни ҳосил қилади ва унинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$M = F_{\text{ЭМ}} \cdot \mathcal{D} / 2 = C_M \Phi I_a \quad (K.4)$$

бунда $\mathcal{D} / 2$ -якорнинг радиуси; $C_M = p N / (2\pi a)$ -узгармас сон. Электромагнит кучнинг йуналиши чап қул қoidаси ёрдамида аниқланади ва бу куч ҳосил қилган момент (ЭМ)нинг айлантирувчи моментиға тескари булган тормозловчи моментни ҳосил қилади.

Якорь чулғамидан ток утганда, чулкалар геометрик нейтралда қойлаштирилган бўлса, якорь магнит юритувчи кучи (МЖК) F_a ҳосил қилган магнит майдон куч чизиқлари қутблар уқиға 90° электр бурчағи остида, яъни кундаланг уқ буйича йуналган бўлиб, уни кундаланг майдон дейилади. Агар чулкалар якорь айланиши буйича силжиган бўлса, унда якорь чулғами МЖК $F_a = A \mathcal{Z}$, ($A = N \ell_a / (2\pi a)$; $\ell_a = I_a / (2a)$; \mathcal{Z} -қутб булинмаси) буйлама уқ буйича асосий майдонға тескари йуналган майдонни ҳам ҳосил қилади ва уни нисбатан магнитсизлайди. Агар чулка якорь айланишиға тескари булган гомонға силжитилса, унда якорь чулғамининг машина буйлама уқи буйича магнитловчи таъсир қиладиган МЖК F_{ad} ни ҳосил қилади.

Якорь майдонининг асосий майдонға таъсири (чулкалар геометрик нейтралда бўлса, фақат кундаланг уқи буйича) якорь реакцияси дейилади. Кундаланг уқи буйича якорь реакциясининг зарарли таъсири шундан иборатки, у генераторнинг асосий магнит майдони паклини бузади ва қутб уқининг унғ томонида майдонни кучайтириб, магнит занжирининг туйиниш паражасини купаитиради; қутб уқининг чап томонида эса магнит майдон сусаяди, натижада, генератор чиқиш клеммаларидағи ЭЖК нинг қийматини нисбатан камайтиради.

ЎЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРЛАРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ

Дастлабки маълумотлар.

Электр машиналарининг хоссалари уларнинг тавсифлари (характеристикалари) орқали аниқланади. Бу тавсифлар купинча график кўринишда берилиб бирорта катталиқнинг мустақил ўзгарувчи бошқа катталиққа боғланишини тасвирлайди.

Электр машиналарининг ҳамма тавсифларини бевосита тажриба йули билан, машинани туғридан-туғри синаш усули буйича олиш мумкин. Аммо бу йул қўшимча ёрдамчи қурилмалар ва электр энергияси, ҳамда кўп вақт талаб қилади. Шунинг учун, кам миқдорда энг оддий тажрибалар утказилади ва бу тажрибалардан олинган маълумотлар ёрдамида керакли булган тавсифлар график тарзида тасвирланади. Ана шундай оддий тажрибалар утказиб электр машиналарини синаш билвосита қўшимча усуллар дейилади.

Бу усуллардан энг катта аҳамиятга эга булгани салт ишлаш ва қисқа туташув (ҚТ) тажрибаларидан олинган маълумотлардан фойдаланиб машина тавсифларини аниқлаш усулидир. Чунки бу усул қуйидаги афзалликларга эга, яъни: нисбатан оддий, энергия кам сарфланади, ҳамда етарлича аниқликдаги натижаларни беради.

Электр энергиясининг сифатини аниқлайдиган асосий катталиқ — бу генератор чиқиш клеммаларидаги кучланишидир, шунинг учун ҳам генераторнинг тавсифлари, унинг тезлиги ўзгармас ($n = const$) булганда кучланиш U нинг қўзғатиш (\mathcal{E}_H) ва ёқ (I) тоқларига боғланиши қай тарзда булишини аниқлаб берали.

Шунинг билан бир қаторда, кучланиш ўзгармас ($U = const$) булганда қўзғатиш тоқининг ёқланиш доқига боғланишини текшириш ҳам катта аҳамиятга эга.

Ўзгармас тоқ генераторлари қўзғатилиш усулига қараб ҳар хил хоссаларга эга буладилар. Қуйида ҳар хил турдаги генераторларнинг тавсифлари билан батафсил танишамиз.

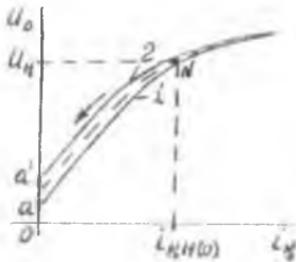
I-БОБ. МУСТАҚИЛ ҚЎЗҒАТИШЛИ ЎЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ

Бу турдаги генераторнинг қўзғатиш чулғамига бошқа ўзгармас тоқ манбаидан кучланиш берилади. Агарда қўзғатиш чулғамига уланган кучланиш $U_H = const$ ва унинг қаршилиги $R_H = const$ булса, генераторнинг ҳар қандай иш ҳолатида ҳам бу чулғамдаги тоқ \mathcal{E}_H ўзгармай до-

лади.

I. I. Салт ишлаш тавсифи

Салт ишлаш тавсифи (СИТ) - генератор якорининг айланиш ғезлиги $n = const$ ва якорь токи $I_a = 0$ булганда, унинг чиқиш клеммаларидаги кучланиш U_0 нинг кузгатиш токи I_N га борлиқлигини ифодаловчи эгри чизикдир, яъни $U_0 \approx E_0 = f(I_N)$. Генератор салт ишлаганда унинг чиқиш клеммаларидаги кучланиши U_0 генераторнинг якорь чулғаида ҳосил булган (индукцияланган) электр ыритувчи кучи (ЭЖК) E_0 га тенг булади. Генератор СИТ нинг тахминий куриниши I. I-расмда келтирилган.



I. I.-расм. Мустақил кузгатишли узгармас ток генераторининг салт ишлаш тавсифи.

Бу тавсифни тажрибада олиш вақтида, кузгатиш токи I_N ни генератор кучланишининг қиймати $U_0 \approx (1,15 \dots 1,2) U_N$ га тенг булгунга қадар, 0 дан бошлаб ошириб борилади; сунгра кузгатиш токининг қиймати 0 га-ча камайтиради.

Кузгатиш токининг қиймати оширилиб олинганда СИТ нинг усувчи шохобчасига эга буламиз (I. I-расм, I-эгри чизик). Бу эгри чизик координаталар боши 0 дан бошланмай, балки ординаталар уқидаги бирорта "а" нуқтадан бошланади. Бунга сабаб шуки, $I_N = 0$ да машина кутблари узагидаги қолдиқ магнит оқими ($\Phi_{\text{қол}}$) кам миқдорда қолдиқ ЭЖК $E_{\text{қол}} = 0$ а ни ҳосил қилади. Кузгатувчи ток I_N нинг қиймати камайтириб олинганда СИТ нинг камайувчи шохобчаси унинг усувчи шохобчасига нисбатан иқорида жойлашади ва $I_N = 0$ булганда, қолдиқ ЭЖК нинг қиймати $E_{\text{қол}} = 0$ а' га тенг булиб, олдинги қолдиқ ЭЖК $E_{\text{қол}}$ дан бир оз каттарок булади. Бунга сабаб шуки, СИТ нинг усувчи шохобчасини олганда қолдиқ магнит оқимининг қиймати, бошдаги қийматига нисбатан салгина ошишидир.

Демак, машина магнит системасидаги қолдиқ магнит оқимининг қиймати узғариб турар экан: $\Phi_{\text{қол}} = (0,02 \dots 0,03) \Phi_{\text{ном}}$ бу ерда, $\Phi_{\text{ном}}$ - номини...

на салт ишлаш ҳолатида номинал кучланиш ҳосил қилиш учун зарур бўлган магнит оқимининг қиймати.

Шунинг учун ҳам қоллиқ ЭЖ $E_{\text{қол}}$ турғун қийматга эга бўлмайди. Агар машина кўп вақт давомида ишламай турса, айниқса транспортда силкинишлардан кейин $E_{\text{қол}}$ нинг қиймати йуқ бўлиши ҳам мумкин.

Айрим ҳолларда машинанинг қўзғатиш чулғами шундай уландики, у ҳосил қилган магнит оқими қоллиқ магнит оқимига нисбатан тескари йуналишда бўлади. Бу ҳолда зарурий кучланишни олиш учун, қўзғатиш чулғамидаги ток олдин қоллиқ магнит оқими таъсирини йуқотиб (компенсациялаб), сўнгра қоллиқ магнит оқимига тескари йуналишда бўлган зарурий оқим ҳосил қилиши керак. Бундай шароитда СИТ нинг ординаталар ўқидаги бошланғич нуқтаси координаталар бошидан пастда қойлашади.

Салт ишлаш вақтида машинанинг айланиш тезлиги $n = \text{const}$ бўлса, $U_0 = E_0 \equiv \Phi$ бўлади. Демак, СИТ - $U_0 = f(i_N)$ ботқа масштабда машинанинг магнитланиш тавсифи - $\Phi = f(i_N)$ ни ифодалар экан.

СИТ ёрдамида машина магнит занжири хоссаларини аниқлаш мумкин. (ақиқатан ҳам СИТ нинг "а" нуқтаси $i_N = 0$ бўлганда, бизга, қоллиқ магнит оқимининг қийматини курсатади. I.I-расмда курсатилган I - I ва 2 - 2 шохобчалар билан чегараланган майдон гистерезис ҳописаси тўғрисида ҳосил бўлади ва бу эса, машина магнит занжири пулат қисмларининг хоссасини курсатади. Ниҳоят, СИТ да генераторнинг номинал кучланиши U_N унинг эгилган қисмига (I.I-расм, N нуқта) туғри келади. Бу нуқтага қараб, машина магнит занжирининг тўғрисида ҳулоса яритишимиз мумкин. Қўйидаги сабабларга қура, машиначи лойиҳалашни номинал кучланиш U_N ни СИТ нинг эгилган қисмига туғри келтириб амалга оширилади: 1) агар N нуқта туғри физик қисмига туғри келса, кучланишнинг қиймати нотурғун ҳолатда бўлиб, қўзғатиш токи салгина ўзгарса ҳам кучланишнинг қиймати нисбатан катта ўзгаради; 2) агар N нуқта СИТ нинг тўғринган қисмида (эгилган қисмдан унғ томонда) бўлса, кучланиш қийматини ростлаш чегараланиб қолгани, яъни мураккаблашади.

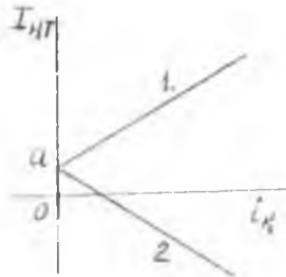
СИТ нинг бошланиш қисми, яъни кучланишнинг $U_0 = (0,55 \dots 0,6) U_N$ қийматларигача туғри чиқиқли бўлиши магнит оқимининг кам қийматларига машинанинг магнит занжири тўғринмаганлигидандир.

I.2. Қисқа туташув тавсифи

Қисқа туташув тавсифи (ҚТТ) - якорнинг айланиш тезлиги $n = n_N = \text{const}$ ва якорнинг чиқиш клеммаларидаги кучланиш $U_a = 0$ бўлганда,

яъни якорь чулгами қисқа туташтирилганда унинг якорь токи $I_a = I_{KT}$ нинг қузғатиш токи I_K га боғлиқлигини ифодаловчи тавсифи.

ҚТТ ни тажрибада олишда, қузғатиш чулгами (ҚЧ) ҳосил қийматининг магнит оқимининг йуналиши: 1) қолдиқ магнит оқимининг йуналиши билан мос тушиши мумкин (1.2-расм, 1-туғри чизиқ); 2) қолдиқ магнит оқимига нисбатан тескари йуналган бўлиши мумкин.



1.2-расм. Мустақил қузғатишчи генераторнинг қисқа туташув тавсифи.

Одатда, тажрибада бу иккала оқимнинг йуналишлари мос тушган ҳол учун ҚТТ ни оладилар. Бу ҳолда қузғатиш токини 0 дан бошлаб свирганда қисқа туташув (ҚТ) токи I_{KT} фақат ошади (1.2-расм, 1-чизиқ). Якорь $n = n_H$ тезлик билан айлангирилиб қузғатиш токи $I_K = 0$ бўлганда ҳам якорь занжирдан $I_{KT} = 0$ ток утали. Бу ток қолдиқ магнит оқими якорь чулгамида вужудга келтирган кичик қийматдаги ЭИК $E_{қол}$ ҳисобига ҳосил бўлади. Одатда якорь токининг йул қўйилган қийматларида ҚТТ деярли туғри чизиқли кўринишда бўлади. Ҳақиқатан ҳам, қисқа туташув ҳолатида, якорь чулгамида ҳосил бўлган ЭИК E_a , шу чулғамдаги кўчланишнинг пасайиши $I_{KT} R_{ч}$ ни мувозанатлайди, яъни $I_{KT} R_{ч} = E_a$, бундан $I_{KT} = E_a / R_{ч}$.

Агар чуғка билан коллектор орасидаги узгарувчан контакт қаршиликни эътиборга олмай, $R_{ч} \approx 0$ деб ҳисобласак, ҚТ токи I_{KT} ЭИК E_a га туғри муносориб равишда узгарар экан ($I_{KT} \approx E_a$). Машинанинг магнит системаси қисқа туташув ҳолатида туйинмаганлиги учун ЭИК E_a қузғатиш токи I_K га туғри муносориб равишда узгаради. Демак, ҚТ токи I_{KT} қузғатиш токига туғри муносориб равишда узгарар экан ($I_{KT} = I_K$).

1.2-расмдаги 2- туғри чизиқнинг узғариш тарзи кўйиларича тушунтирилади. ҚТТ ни тажрибада олиш жараёнида агар қузғатиш чулғамининг магнит оқими машинанинг қолдиқ магнит оқимига нисбатан тескари йуналган бўлса, унда I_K нинг қийматини 0 дан секин ошира бурсак ҚТ токи I_{KT} нинг қиймати 0 гача камая баради, кейин эса, машинанинг

қайтадан магнитланиши туфайли уз йуналишини узгартиради ва унинг қиймати оша боради. ҚТ токининг қиймати $I_{КТ} > 1,2 I_H$ булганда машинанинг қушимча қутблар пулат узагининг туййиниши туфайли машинада солир буладиган коммутация ҳолисаси секинлашувчи тарзда булади ва коммутация ҳолатида булган секцияда [42] ҳосил буладиган қушимча ток машинани магнитсизлайди. Натижада магнит оқими билан (демак, ЭЖ $E_{КТ}$ билан ҳам) қўзғатил токи I_K орасидаги муаносиблик бузилади ва қисқа туташув токи $I_{КТ}$ ток I_K га нисбатан секин ўса бошлади.

Қисқа туташув токи $I_{КТ} < 0,25 I_H$ булганда кўмир чўткаларининг ўткинчи қаршилиги, якорь токи камайиши билан усимга интилади. Натижада қисқа туташув токи $I_{КТ}$ нинг камайиши қўзғатил токи I_K нинг камайишига қараганда тезроқ булади. Демак, узгармас ток машинасининг ҚТ токининг қиймати $I_{КТ} \approx (0,25 \dots 1,0) I_H$ оралиқда узгарганда туғри чизикли кўринишда булиб, тавсифининг бош ва охириги қисмларида туғри чизикли узгариши бузилади.

1.3. Юкланиш тавсифи

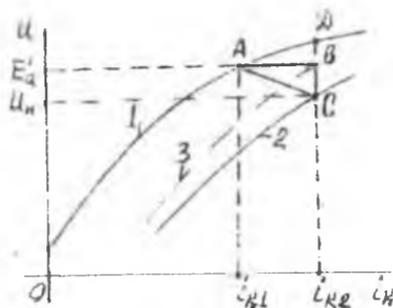
Якорь токи $I_a = \text{const} (I_a > 0)$ ва якорьнинг айланиш тезлиги $n = n_H = \text{const}$ булганда генератор чиқиш клеммаларидаги кўчланиши U_a нинг қўзғатил токи I_K га боғлиқ равишда узгарishi - $U_a = f(I_K)$ юкланиш тавсифи дейилади. Юкланиш тавсифининг амалий аҳамияти шундаки, у якорь реакцияси магнитсизловчи таъсирини миқдорий жиҳатдан аниқлашга ҳамда бу якорь реакциясининг машина магнит занжири туййинишига ва якорь токи I_a га боғлиқлигини текширишга имкон беради.

Агар битта юкланиш тавсифи олинадиган булса, кўпинча якорь токи $I_a = I_H$ булган қиймат учун олинади.

Юкланиш тавсифининг кўриниши салт ишлаш тавсифи эгри чизигига ухшаш булади. Бу иккала тавсифларни солиштириш ва ўлар эрламида тавсифий учбурчак кўриш ва бошқа ҳоллар учун юкланиш тавсифини салт ишлаш тавсифининг камайиши шохобчаси (1.3-рasm, 1-эгри чизик) билан битта гр-фикда кўриш қулай булади (чўнчи юкланиш тавсифи кўчланишни камайитириш йули билан олинган).

Юкланиш тавсифи (2-эгри чизик) қуйидаги сабабларга кўра СИТ га нисбатан пастда жойлашади: 1) якорь занжиридаги қаршилиқларда кўчланиш пасайиши; 2) якорь реакциясининг магнитсизловчи таъсири (бунинг натижасида машинанинг асосий магнит оқими ва ЭЖ камаяди).

Юкланиш токи $I_a = \text{const} (I_a > 0)$ булганда олинган юкланиш тавсифи-



1.3-расм. Мустақил қузғатишли ўзгармас ток генераторининг юкланиш тавсифи (2).

нинг ҳар бир нуқтасига $I_a R_a + 2\Delta U_2$ катталиққа (бу ерда, ΔU_2 -битта қутбўйликка хос булган чўтқалар остидаги кучланиш пасаюви) тенг булган кесмани қўшсак, ички юкланиш тавсиғига эга буламиз (1.3-расм, 3-пунктир эгри чизиқ). Бу эгри чизиқ, $I_a = \text{const}$ ($I_a > 0$) ва $n = n_n = \text{const}$ булганда якорь чулғамиди ҳосил буладиган ЭЖК E_a нинг қузғатиш токи I_{f2} га борлиқ равишда ўзгарishi- $E = f(I_{f2})$ ни кўрсатади.

Агарда салт ишлаш ҳолатида қузғатиш токининг биронта I_{f2} қийматида "Д" нуқта билан аниқланадиган (1.3-расм) кучланишга эга булсак, як б ишлаганда эса (I_{f2} нинг уша қийматида) генераторнинг чиқиш клеммаларидаги кучланиши камайди (1.3-расмда "С" нуқта) яъни "ДС" кесма билан ифодаланадиган кучланиш пасайишига эга буламиз. Бу кесманинг "ВС" қисми ($I_a R_a + 2\Delta U_2$) га тенг булган якорь занжири ва чўтқалардаги кучланиш пасайишини ифодалайди. "ДВ" кесма якорь реакциясининг магнитсизловчи таъсири оқибатида кучланиш пасаювини ифодалайди. Агар якорь занжирининг қаршилиги R_a ни ҳароратга борлиқ эмас ($R_a = \text{const}$), деб ҳисобласак, унда якорь токи $I_a = \text{const}$ булганда $CB = I_a R_a + 2\Delta U_2$ катталиққа тенг булган кучланиш пасаювини ўзгармас, деб қабул қилиш мумкин. Якорь реакцияи магнит юритувчи кўчи F_a ҳосил қиладиган магнитсизловчи таъсири катталиғи эса машина қузғатиш токининг ошиши билан ўзгарувчан булади. Ҳақиқатан ҳам, умумий ҳолда якорь реакцияси таъсири, унинг буйлама (F_{\perp}) ва кундаланг (F_{\parallel}) ташкил этувчилари йиғиндисидан ҳосил булади.

ЭЖК E_a нинг бир хил қийматини олиш учун салт ишлаш ҳолатида қузғатиш токи тилаб қилинса, як билан ишлаганда эса, қиймати I_{f1} битта катта булган қузғатиш токи I_{f2} керак булади. Бу токларнинг фарқи якорь чулғамидиган ЭЖК E_a ни "ДВ" қийматга камайтирувчи якорь реакциясининг магнитсизловчи таъсирини йўқотишга сарф булади.

I.3-расмдаги ҳосил булган "ABC" учбурчакка оид батафсил маълумот I.6.2-бандда келтирилган. Салт ишлаш ва тавсифий учбурчак ёрламида мустақил қўзғатишли генераторнинг юкланиш тавсифини график усулда аниқлаш хусусида I.7.I-бандда баён қилинган.

Яна шунни эслатиш лозимки, мустақил ва параллел қўзғатишли генераторларнинг юкланиш тавсифлари таққосланган маълумот 2.2.2-бандда баён қилинган.

I.4. Ташқи тавсифи

Генераторнинг ишлатилишдаги асосий иш жараёнини белгиловчи тавсиф – ташқи тавсифдир.

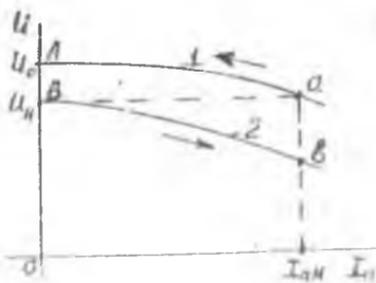
Одатда, генераторларга нисбатан қўйиладиган талаб (пайвандлаш генераторларидан ташқари) умумий бўлиб, уларнинг қўзғатиш токи $i_K = const$ булганда, юкланиш токининг қиймати 0 дан йул қўйилган қийматгача узгарганда, генераторларнинг чиқиш клеммаларидаги кучланиши номинал қийматидан мумкин қадар кам узгарсин.

Ташқи тавсиф қўзғатиш токи $i_K = i_{KH} = const$ ва якорнинг айланиш тезлиги $n = n_n = const$ булганда генераторнинг чиқиш клеммаларидаги кучланиш билан якордан утаётган юкланиш токи орасидаги боғланиш $U_a = f(I_a)$ ни ифопалайди.

Бу тавсифни, одатда, аҳамиятга эга булган иккита ҳол учун таҳлил қилиш фойдалидир:

1) салт ишлаш ҳолатида ($I_a = 0$) якорь чулғамида ҳосил булган ЭЖК нинг қиймати $E_a = U_n$ га тўғри келган қўзғатиш токининг қиймати $i_K = const$ булганда юкланиш токини ошириб олиш (I.4-расм, 2-эгри чизиқ);

2) якорь чулғамининг токи $I_a = I_n$ ва кучланиши $U_a = U_n$ булганда қўзғатиш токининг қийматини $i_K = i_{KH} = const$ қилиб, юкланиш токини камайтириб олиш (I.4-расм, 1-эгри чизиқ).



I.4-расм. Мустақил қўзғатишли узгармас ток генераторининг ташқи тавсифи.

Ташқи тавсифни тажрибада юкланиш токини $I_a = 0$ дан $I_a = I_n$ гача ошириб олинганда, генератор чиқиш клеммаларидаги кучланиши, якорь реакцияси магнитсизловчи таъсирининг ва якорь занжиридаги қаршиликларда кучланишнинг пасайиши туфайли бир оз камаяди (2-эгри чизик). Ташқи тавсиф эгри чизигининг шаклига, юкланиш токи туфайли магнит занжири туййиниш даражасининг узгариши ҳам сабаб булади.

Маълумки, генераторнинг чиқиш клеммаларидаги кучланиши (U_a), натижавий магнит оқимига боғлиқ равишда узгарадиган якорь чулғамидаги ЭЖК E_a нинг катталиги ва юкланиш токи I_a га мутаносиб равишда узгарадиган якорь занжиридаги ($I_a R_a$) ҳамда чутқаларда буладиган (ΔU_2) кучланиш пасайишлари билан аниқланади:

$$U_a = E_a - I_a R_a - \Delta U_2. \quad (1.1)$$

Юкланиш токи ошганда, якорь реакциясининг машина асосий майдони-га булган магнитсизловчи таъсири ортали. Кузгатилш токи $i_N = \cos \delta$ булганлигидан, генераторнинг натижавий магнит оқими камаяди, бу эса, ЭЖК E_a нинг камайишига сабаб булади. Бунда машина магнит занжири - нинг туййиниши бир оз камаяди.

Ташқи тавсифни тажрибада олишда давлат станпарги тавсияси қуйидагича: якорьнинг айланлиш тезлигини $n = n_n$ ва кузгатилш токи қийматини $I_a = I_{a_n}$ ҳолда узгартирмай сақлаб, якордан утаётган юкланиш токини номинал қийматидан 0 гача камайтириб олиш лозим.

Юкланиш токи камаё борган сари, кундаланг якорь реакцияси таъсирининг сусайиши ва якорь занжирида кучланиш пасайиши $I_a R_a$ нинг камайиши туфайли, якорь чулғами чиқиш клеммаларидаги кучланиш тобора ошади (1.4-расм, 1-эгри чизик).

Кучланишнинг ошиши номинал кучланиш U_n га нисбатан фоиз (%) ҳисобида қуйидагича аниқланади:

$$\Delta U_{\%} = \frac{U_0 - U_n}{U_n} \cdot 100. \quad (1.2)$$

Ташқи тавсиф тажрибада юкни ошириб олинганда кучланиш пасаяви қуйидагича аниқланади:

$$\Delta U_{\%} = \frac{U_n - U_a}{U_n} \cdot 100, \quad (1.3)$$

бунда U_n - якорь токи $I_a = I_n$ булганда генератор чиқиш клеммаларидаги номинал кучланиш.

Одатда, юкни камайтириб олинганда кучланишнинг ошиши, юкни олириб олингандаги кучланиш камайишига нисбатан озроқ булади ($\Delta v > \Delta B$) (1.4-расм). Бу ҳолни қуйидагича тушунтириш мумкин, яъни I-эгри чизиқни олишда машинанинг магнит занжири, 2- ни олишдагига нисбатан кўпроқ тўйинган булади. Шунга кура, якорь МОК-и биринчи ҳолда якорь чулгамида кам ЭОК ҳосил қилади, иккинчи ҳолда эса – нисбатан катта-роқ ЭОК ҳосил қилади.

Компенсацион чулгами булмаган урта қувватли машиналарда кучланишнинг ошиши, одатда (5...10) фоизни ташкил қилади.

Салт ишлаш тавсиғи ва тавсиғий учбурчак ёрдамида ташқи тавсиғий график усулда аниқлаш хусусида 1.7.2-бандда маълумот берилган.

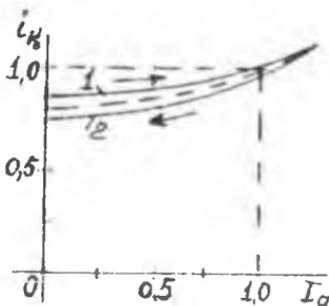
Мустақил ва параллел қўзғатишли генераторларнинг ташқи тавсиғила-ри 2.3-бандда таққосланган (2.5-расм).

1.5. Ростлаш тавсиғи

Якорьнинг айланиш тезлиги $n = n_H = \text{const}$ ва якорь занжирининг чиқиш клеммаларидаги кучланиш $U = U_H = \text{const}$ бўлгандаги $i_H = f(I_a)$ боғлиқлик – генераторнинг ростлаш тавсиғини ифодалайди.

Бу тавсиғини, юкланиш токини камайтириб олинган ҳол учун куриб чиқамиз.

1.1 формулага асосан, агар қўзғатиш токи i_H нинг қийматини узгартирмай қолдирилса, юкланиш токи I_a нинг камайиши билан, якорь реакциясининг кучсизланиши ва якорь занжирида кучланиш пасайиши ($I_a R_a$) нинг камайиши сабабли, генераторнинг чиқиш клеммаларидаги кучланиш миқдори ошади. Лекин шартга кура, $U_a = U_H = \text{const}$ бўлгани керак, шу мақсадда, ростлаш тавсиғини тажриба олаётган пайтда қўзғатиш токи i_H ни камайтириб бориш лозим булади (1.5-расм).



1.5-расм. Мустақил қўзғатишли ўзгармас ток генераторининг ростлаш тавсиғи.

Тажрибада ростлаш тавсифининг иккита шохобчасини, яъни юкланиш токи I_a ни $0 \leq I_a \leq I_n$ оралиқда тобора ошириб (1-шохобча), сунигра, ток I_a ни I_n қийматидан аста-секин 0 гача камайтириб (2-шохобча) олинади. Бунда 1-шохобча иккинчига нисбатан юқорила жойлашди. Бу қуйидаги сабабга қура юз беради: 1-шохобчани олишда юкланиш токи I_a нинг қиймати I_n гача ошганда бир вақтнинг узида қузғатиш токи I_q ҳам оширилади. Бу эса, магнит занжирининг пулат қисмларида қолдиқ магнит оқимининг нисбатан купайишига олиб келади, натижада тавсифининг 2-шохобчасини олганда $U_a = U_n = const$ булиши учун камроқ қузғатиш магнит оқими (демак, камроқ қузғатиш токи) талаб қилинади. Бу иккала шохобча бир-бирига яқин жойлашгани учун уларнинг уртасидан утказилган чизик ростлаш тавсифи учун қабул қилинади (1.5-расм, пунктир чизик).

Шуни таъкидлаш керакки, ростлаш тавсифи, юкланиш токини узгартирганда генератор якорининг чиқиш клеммаларидаги кучланишини узгартирмай сақлаб туриш мақсадида, қузғатиш токининг ростлаш қонуниятини ифодалайди. Масалан, юкланиш токини оширганда якорь занжиридаги кучланиш пасайиши ва якорь реакцияси машинани магнитсизлаш таъсирида генератор чиқиш клеммаларидаги кучланишининг номинал қиймати U_n га нисбатан камайишини бартараф этиш, яъни кучланишни $U_a = U_n = const$ қилиб сақлаш учун қузғатиш токи I_q ни бир оз ошириш керак бўлади.

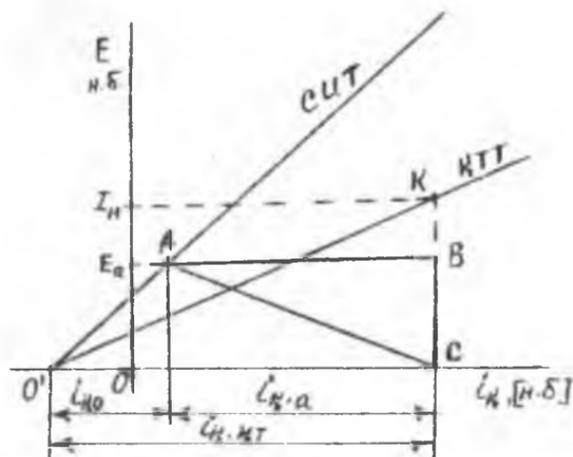
Салт ишлаш тавсифи ва тавсифий учбурчак ёрдамида график усулида ростлаш тавсифини аниқлашга оид маълумот 1.7.3-бандда батафсил баён қилинган.

1.6. Мустақил қузғатишли узгармас ток генераторининг тавсифий учбурчагини қуриш усуллари

1.6.1. Салт ишлаш ва қисқа туташув тавсифлари ёрдамида қуриш.

Даставвал, иккала тавсифни абсиссалар уқи билан 0' нуқтада кесишгунча лавом қилдирамиз ва бу 0' нуқтани янги координаталар боши, деб қабул қиламиз (1.6-расм).

Тавсифий учбурчани, афдаллик, номинал ток учун ($I_a = I_n$) қуриш талаб қилинсин. Бунинг учун КТГ лан I_n га мос келадиган "К" нуқтани аниқлаймиз ва бундан абсиссалар уқига тик чизик тушириб "С" нуқтани аниқлаймиз. Ҳосил булган КС-тўғри чизикда $СВ = I_n R_a + \Delta U_2$ кесмани қуямиз. Бу кесма якорь занжиридаги ва четка контактларидаги кучланиш пасайишидир ($\Delta U_2 = 2$ В, яъни қабул қилса бўлади). Якорь



1.6-расм. Тавсифий учбурчакни СИТ ва КТТ ларидан фойдаланиб қуриш.

занжирига: якорь чулгами ва унга кетма-кет уланган қушимча қутблар чулгами, агар машина қатта қувватли булса—компенсацион чулгами, агар машина эралаш қузғатишли булса—кетма-кет қузғатиш чулгами уланган булиб, уларнинг қаршиликлари йигиндиси $R_a = r_a + r_{\text{қўшимча}} + r_{\text{к}} + r_{\text{с}}$ маълум булиши лозим. "В" нуқтадан чап томонга қараб абсциссалар укига параллел чизик утказиб унинг СИТ билан кесилган нуқта "А" ни топамиз (1.6-расм). Бу нуқтани "С" нуқта билан бирлаштириб тавсифий учбурчак АВС ни ҳосил қиламиз. Бу учбурчакнинг горизонтал катети (АВ) қузғатиш токи масштабдаги магнитсизловчи буйлама якорь реакцияси магнит ыритувчи кучини ифодалайди. Шуни таъкидлаш лозимки, генераторнинг магнит системаси туйинмаган ҳолда якорь токи 0 дан $I_{\text{кТ}} I_{\text{н}}$ га узгарганда кундаланг уқ буйича буладиган якорь реакцияси магнитсизловчи таъсир курсатмайди, деб ҳисобласа булади, ушша магнитсизловчи таъсирни машинанинг буйлама уқи буйича буладиган якорь реакцияси ҳосил қилади. Бундай якорь реакция қуйилаги ҳолда, яъни чутқалар геометрик нейтралдан якорьнинг айланиш йўналиши томон силжиган булса ва коммутация жараени тўғри чизикли узгаришга эга булмай, балки секинлашган ҳислатга эга булса вужудга келади. Буни қуйидагича тудунтириш мумкин. ОС кесма қисқа туташув ҳолатида номинал токни ҳосил қилиш учун зарур булган қузғатиш токи $I_{\text{к}}$ ни беради. Бунда якорда ҳосил буладиган ЭЖК $E_a = I_{\text{н}} R_a = АД$ га тенг. Бу ЭЖК ни ҳосил қилиш учун бирор қузғатиш токи, яъни $ОД = I_{\text{к}}$ зарур булади ва уни СИТ нинг бошланғич тўғри чизикли қисмидан фойдаланиб топамиз.

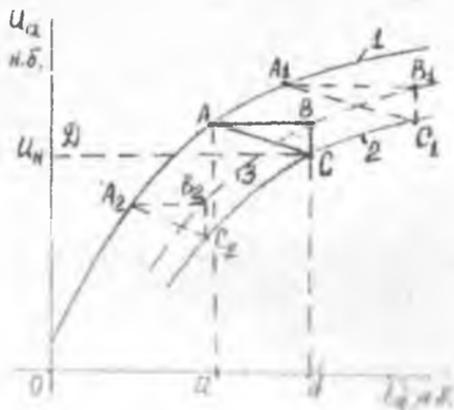
Шундай қилиб, $OC-OD = DC = I_{y,a}$ айрма орқали тешилган қузғатиш токининг қиймати якорь реакцияси магнитсизловчи таъсирини қоплаш учун зарур булган қузғатиш токининг ташкил этувчиси ҳисобланади.

Агар чуткалар геометрик нейтралдан якорь айланишига тескари томонга силжиган булса, якорь реакцияси машина буйлама ўқи буйича магнитловчи таъсир қилади ва шу сабабли, 1.6-расмдаги "В" нуқта СИТ даги "А" нуқтадан чап томонда жойлашади.

Қисқа туташув тажрибасида машинанинг магнит занжири туйинмаган булганлигидан қисқа туташув ва салт ишлаш тавсифлари ёрдамида қурилган тавсифий учбурчак (1.6-расм) машинанинг буйлама ўқи буйича таъсир қиладиган якорь реакциясини ҳисобга олади. Бундай якорь реакцияси чуткаларнинг ҳолати геометрик нейтралдан силжиган булса ва коммутация жараёни тўғри чизиқли узгармашга эга булмаган ҳолда ҳосил булади. Агар чуткаларнинг ҳолати геометрик нейтралда булиб, коммутация тўғри чизиқли булса, унда $I_{y,a} = DC = 0$ булади ва учбурчак СВА тик чизиқ АД = ВС га айланади.

Машинанинг кундаланг ўқи буйича буладиган якорь реакциясини ҳисобга олиш учун СИТ ва ташқи, ростлаш ёки юкланиш тавсифлари ёрдамида қурилган тавсифий учбурчакдан фойдаланиш мумкин. Одатда СИТ ва юкланиш тавсифларидан фойдаланиб тавсифий учбурчак қурилади. Бу учбурчак якорь реакциясининг таъсирини тула, яъни кундаланг ўқ буйича ҳам ҳисобга олишга имкон беради.

1.6.2. Салт ишлаш ва юкланиш тавсифлари ёрдамида қуриш. Тавсифий учбурчакни бу усулда, айтиайлик, юкланиш токи $I = I_N$ булганда қуриш талаб қилинсин. Бунинг учун салт ишлаш (1) ва юкланиш (2) тавсифларини графикка чизиб оламиз (1.7-расм). Сунгра юкланиш



1.7-расм. Мустақил қузғатишли узгармас ток генераторининг тавсифий учбурчакни салт ишлаш (1) ва юкланиш (2) тавсифлари ёрдамида қуриш чизмаси.

тавсифидеги $U = U_0$ га тенг булган "С" нуктани аниқлаймиз (бу нуктани абсциссалар уқига параллел булган ДС чизигини ўтказиб топамиз). Бу нуктадан ординаталар уқига параллел чизик йуналишида $CB = I R_a + \Delta U_{\Sigma}$ -якорь закжири ва четка контактларидаги ($\Delta U_{\Sigma} = 2 V$) кучланиш пасайишига тенг булган кесмени қуямиз. Аниқланган "В" нуктадан абсциссалар уқига параллел чизик ўтказиб, унинг СИТ билан кесилган нукта "А" ни аниқлаймиз ва уни "С" нукта билан түгри чизик орқали бирлаштириб тавсифий учбурчак ABC ни ҳосил қиламиз. Унинг АВ катети якорь реакциясини қоплаш учун зарур булган қўзғатиш токининг қийматини, яъни босқача қилиб айтганда, якорь реакциясининг қўзғатиш токи масетабидаги магнитсизловчи таъсирини кўрсатади. Буни қуйидагича ташуунтириш мўмкин. ABC учбурчакнинг "В" нукта тутган ҳолати номинал ($U = U_n$; $I = I_n$) иш ҳолатидаги генератор якорининг ЭИК E_a ни ифодалайди. Бу ЭИК ни ҳосил қилиш учун $I_{\Sigma} = 0$ қўзғатиш токи зарур булади (I.7-расм).

Агар якорь реакцияси булмаганда эли, бу ЭИК E_a ни ҳосил қилиш учун қўзғатиш токининг кам қиймати, яъни $I_{\Sigma} = 0 \alpha < 0$ зарур булар эли. Демак, $AB = 0d - 0\alpha = I_{\Sigma} \alpha$ -якорь реакциясининг магнитсизловчи таъсирини (бундай таъсир четка геометрия нейтралдан якорнинг айланishi томон силжиганида рўй беради) қоплаш учун зарур булган қўзғатиш токининг қийматидир. I.7-расмдаги ABC учбурчакни силжитганда "В" ўчининг ҳосил қилган эгри чизиги(3) $E_a = f(I_{\Sigma})$ боғлиқликни кўрсатади.

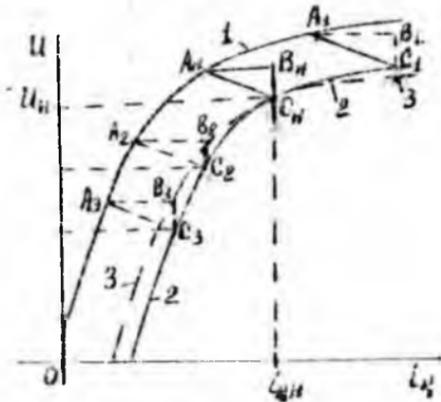
Агар тавсифий учбурчакни токнинг $I = I_n$ қиймати учун, лекин кучланишнинг ҳар хил қийматларида қурилган учбурчакларни таққосласак, улар ўзаро тенг булмайди. I.7-расмдан кўринишича $U > U_n$ учун қурилган $A_1 B_1 C_1$ учбурчак $U = U_n$ учун қурилган учбурчак ABC дан катталигини кўрамыз (бундан СВ катети истисно, чунки $I = I_n = \text{const}$ булганлигидан $CB = C_1 B_1$ булади). Бунга сабаб, генератор магнит закжирининг тўйиниш даражаси кучайганлиги булиб, бу эса, ўз навбатида, машинанинг қўндаланг уқи буйича якорь реакцияси магнитсизловчи таъсирининг ошганлигидан далолат беради.

Салт ишлаш ва юкланиш тавсифлари ёрпамида қурилган тавсифий учбурчак салт ишлаш ва қисқа тутавуь тавсифлари билан фойдаланиб аниқланган шундай учбурчакка нисбатан аниқроқ булади.

I.7. Салт ишлаш тавсифи ва тавсифий учбурчак ёрпамида мустақил қўзғатишли генераторнинг юкланиш, ташқи ва ростлаш тавсифларини қуриш

I.7.1. Юкланиш тавсифини қуриш. Юкланиш тавсифини график усулда

қуриш учун даставвал салт ишлаш тавсиғи (1) чизилиб, тавсиғий учбурчак $A''B''C''$ ни бу графи да шундай жойлаштириш керакки, бунда унинг А учи СИТ да, С учи эса U_H га тугри келган абсциссапараллел чизиққа ётсин (I.8-расм).



I.8-расм. Салт ишлаш ва тавсиғий учбурчак ёрдамида мустақил қўзғатилган генераторнинг $I_a = I_H$ токи учун ёқланиш тавсиғини қўриш.

Ёқланиш тавсиғини график усулда қуриш учун тавсиғий учбурчак $A''B''C''$ ни шундай сийжитиш керакки, бунда унинг томонлари узинга параллел ҳолда кучини ва А учи салт ишлаш эгри чизиғи буйича сиртланиши керак. Шу шартлар бажарилганда тавсиғий учбурчак С учининг ҳаракат қавомила чизган эгри чизиғи эса излабётган ёқланиш тавсиғини беради (I.8-расм, 2-эгри чизиқ).

Ёқланиш токи $I = I_H = const$ булганда, аммо кучланишнинг $U = U_H$ дан бошқа қийматлари учун график усулда аниқланган ёқланиш тавсиғи (2), тажрибадан олинган ёқланиш тавсиғи (3) дан бир оз фарқли булади. Ҳақиқатан ҳам, $I = I_H = const$ ва $R_a = const$ булганлигидан тавсиғий учбурчакнинг С катети ҳар доим узгармай қолиб, АВ катети эса қўзғатилган токнинг ҳар хил қийматларида магнит занжири туйиниш паражагининг узғариши тўғайли ҳар хил булади.

Магнит занжирининг туйиниш паражасига ёқланиш токнинг қиймати ҳам таъсир қилади. Тавсиғий учбурчак томонларининг узунлиги ёқланиш токи I_H нинг қийматига мутаносиб равишда узғарилади, деб ҳисоблаш фўқат магнит система туйинмаган ҳол учун тўғри келади. Агар магнит система туйинган бўлса, унда оқорица курсатилган бир оз хат-лявларга олиб келади. Масалан, ёқланиш токнинг ошиши билан маънавийнинг кўндаланг эгри буйича ёқорь реакцияси кўчайиб, у эса, уз

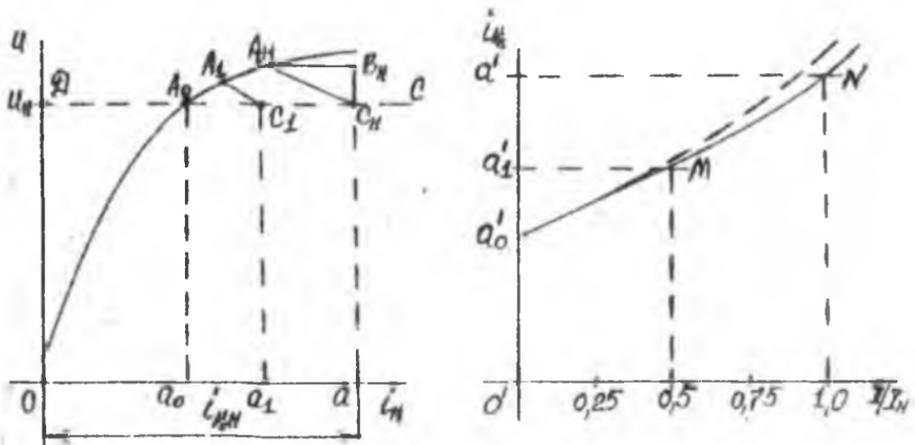
графикдаги $I_a = 0$ булган ординаталар чизиргига кучирамиз (I.9-расмдаги "e" нуқта).

Ташқи тавсифнинг бу икки нуқта оралигидаги бошқа қийматларини ва юкланиш токининг $I > I_H$ қийматлари учун эски усул тавсиясига асосланиб топилади, яъни тавсифий учбурчакнинг томонлари юкланиш токига нисбатан тўғри мутаносиб равишда узгаради, деб фараз қилинади. Бунга асосан, учбурчак томонларини икки марта камайтирсак номинал токнинг ярмига тенг булган юкланиш токи учун ташқи тавсиф нуқтасини топамиз. Бу учбурчак $A_1 B_1 C_1$ булиб- $C_1 B_1$ катети L_{2H} чизирги DE да, A_1 эса, олдинги ҳолдагидек, СИТ да ётиши керак. " C_1 " нуқтани янги графикка кучириш учун унғ томондаги графикнинг $I_a = 0,5 I_H$ нуқтасидан ординаталар уқига параллел қилиб утказилган ёрдамчи чизик H_1 билан кесилган нуқта "a" ни топамиз (I.9-расм).

Шундай йул билан бошқа нуқталарни (масалан, нисбий бирликда: $I_a = 0,25; 0,75; 1,25$ ва бошқаларни) ҳам топса булади.

Тавсия қилинган усулнинг эски усулдан афзаллиги шундаки, бу ҳолда ҳосил қилинган ташқи тавсиф худди тажрибадан олинадиган куринишга эга булади. Салт ишлаш ва қисқа туташув тавсифларидан фойдаланиб қурилган тавсифий учбурчак ҳамда СИТ ёрдамида ташқи тавсифни график усулда юкланиш токининг I_H дан бошқа қийматлари учун аниқлаш бир оз хатоликка олиб келади. Сабоби, якорь реакциясининг магнитсиловчи таъсири (катет АВ) юкланиш токи I_a га тўғри мутаносибда бўлмай, балки бир оз фарқ қилади (I.9-расмда: туташ чизик график усулда қурилгани; пунктир чизик эса- ҳақиқийсидир), яъни $I > I_H$ булганда ABC учбурчакнинг томонлари I га нисбатан тезроқ усади. АВ томони магнит занжири тўйинганлиги туфайли кундаланг якорь реакциясининг таъсири ошгани учун кўпаяди.

I.7.3. Ростлаш тавсифини янги усул билан қуриш. Ростлаш тавсифини график усулда қуриш учун СИТ ни қуриб оламиз ва бу графикнинг ординаталар уқилаги $OD = U_H$ катталикдан абсциссалар уқига параллел қилиб DC чизиргини утказамиз (I.10-расм) $I = I_H$ юкланиш токи учун қурилган $A_H B_H C_H$ тавсифий учбурчакнинг A_H учи СИТ да, C_H учи эса DC чизиргида ётадиган қилиб қуямиз. C_H учидан абсциссалар уқига тик чизик тушириб "a" нуқтани ҳосил қиламиз. $Oa = U_{2H}$ -кучланишнинг $U = U_H$ қийматини олиш учун зарурий булган қузғатил токидир. Oa ни улчаб унғ томондаги графикнинг ординаталар уқига қуямиз ва бу нуқтадан абсциссалар уқига параллел булган ёрдамчи чизик H_1 ни утказиб унинг $I = I_H$ қийматга тўғри келган чизик билан кесилган нуқтаси "a" ни топилади, у изланаётган тавсифнинг битта нуқтаси булади. Ростлаш



1.10-рasm. Мустақил қўзғатишли генераторнинг ростлаш тавсифини СИТ ва тавсифий учбурчак ёрдамида янги усул билан қуриш чизмаси.

тавсифининг бошқа нуқталари эски усул тавсия қилганидек тавсифий учбурчакнинг томонлари юкланиш тоқига муносабат равишда узгаради, деган шарт асосида топилди. Масалан, номинал юкнинг ярмига тенг булган нуқтани топиш учун учбурчакнинг гипотенузаси $A_n C_n$ нинг ярмига тенг булган кесма $A_1 C_1$ ни $A_n C_n$ га параллел қилиб, A_1 учи СИТ да, C_1 учи эса ДС чизигида ётадиган қилиб қўямиз ва C_1 дан абсциссалар ўқига тик чизиқ тушириб " a_1 " нуқтани топамиз. Ҳосил булган Oa кесмани унғ томондаги графикнинг ординаталар ўқига Oa'_1 деб белгилаб қўямиз (1.10-рasm) ва " a'_1 " нуқтадан абсциссалар ўқига ёрдамчи параллел чизиқ ўтказиб номинал юкнинг ярмига тенг булган чизиқ билан кесилган нуқта "М" ни топамиз. Салт ишлашидаги $u = u_n$ га тўғри келган " A_0 " нуқтадан пастга тик чизиқ тушириб $Oa_0 = i_n$ ни топамиз ва бу кесмани ҳам унғ томондаги графикнинг $I = 0$ булган ординаталар ўқига қўямиз ва Oa'_0 деб белгилаймиз. Аниқланган a'_0 , М, N нуқталарни бирлаштириб генераторнинг ростлаш тавсифини ҳосил қиламиз (1.10-рasm).

Машина ишининг ҳақиқий шароитларидаги ростлаш тавсифи 1.10-рasm да курсатилган штрих чизиги бўйича узгариб, график усулда топилганидан бир оз фарқ қилади, яъни тепарокда жойлашади. Бунга қуйидаги кўп сабаб бўлади: магнит система тўйинган булгани учун якорь реак-

цияси юкланиш токи I га нисбатан тезроқ усади ва $U = U_H = \text{const}$ қилиб сақлаш учун кўпроқ қўзғатиш токи i_H зарур бўлади.

Демак, тавсифий учбурчакнинг томонлари юкланиш токи I_a га мутаносиб равишда ўзгаради, деб тахмин қилишда бир оз хатоликка олиб келар экан.

2-БОБ. ПАРАЛЛЕЛ ҚЎЗҒАТИШЛИ ЎЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ

Параллел қўзғатишли генератор ўзгармас ток генераторларининг кенг қўлланиладиган туридир, чунки уни қўзғатиш учун алоҳида ўзгармас ток манбаи талаб қилинмайди ҳамда нормал юкланиш токи чегарасида турғун кучланиш беради. Шундай генераторнинг қўзғатиш чулғами ўзининг якорь чулғамидан энергия олади, яъни ўз-ўзини қўзғатади.

2.1. Салт ишлаш тавсифи ва ўз-ўзини қўзғатиш жараёни

2.1.1. Салт ишлаш тавсифи. Бундай генераторнинг СИТ, мустақил қўзғатишли ўзгармас ток генераториникига ухшаган бўлиб, юкланиш токи $I_a = 0$ ва якорьнинг айланиш тезлиги $n = n_H = \text{const}$ бўлганда, $U_a = f(i_H)$ боғлиқликни ифодалайди. Параллел қўзғатишли генераторнинг салт ишлашида якорь токи қўзғатиш токига тенг бўлади, яъни $I_a = i_H$ (таққослаш учун таъкидлаймизки, мустақил қўзғатишли ўзгармас ток генератори салт ишлаганда якорь токи $I_a = 0$ бўлади).

Қўзғатиш токи i_H , олатда, якорь занжири номинал токи $I_{ан}$ нинг (2...4) фоизини ташкил қилгани учун, ўзгармас ток генератори кучланишининг мувозанат тенгламасида (1.1)

$$U_a = E_a - I_a R_a - \Delta U_z,$$

кучланишининг пасайиши эътиборга олинмайди ва $U_a \approx E_a$, деб ҳисобланса бўлади.

Параллел қўзғатишли генераторнинг СИТ ни тажриба йули билан, кучланиш U_0 ва қўзғатиш токи i_H ларнинг фақат мусбат қийматлари учун аниқлаб олиш мумкин, чунки қўзғатиш токининг ишорасини ўзгартирганда, генераторнинг кучланиши U_0 ўзининг 0 қиймати орқали ўтади ва, бунинг натижасида, машина магнит занжирининг пулат қисмларидаги қоллиқ магнит оқими йуқолади ва машина ўз-ўзини қайта қўзғатиш имкониятидан маҳрум бўлади.

2.1.2. Параллел қузғатишли генераторнинг ўз-ўзини қузғатиш жараени. Бу жараён қуйилагича содир бўлади. Маълумки, завод синовилан ўтган ҳар қандай ўзгармас ток машинаси магнит занжирининг пулат қисмларида қиймати $\Phi_{\text{қол}} = (0,02 \dots 0,03) \Phi_{\text{н}}$ га тенг булган қолдиқ магнит оқими бўлади. Одатда, бу магнит оқими машина магнит занжиридаги гистерезиснинг, яъни айрим махсус пулат материалининг кам миқдордаги магнит оқимини ўзида сақлаб қолиш хоссасининг мавжудлиги туфайли бор бўлади. Агар шундай магнит оқими машинада бўлмаса, уни ҳосил қилиш учун ташқи ўзгармас ток манбаини қузғатиш чулғамига улаб қисқа мудатли ток утказмоқ лозим.

Агар якорни бирламчи мотор ердамида айлантирсак, унинг чулғамида $\Phi_{\text{қол}}$ таъсирида дастлаб кам миқдорда ЭЮК ($E_{\text{қол}}$) ҳосил бўлади. Бу ЭЮК таъсирида "якорь чулғами-қузғатиш чулғами" ёпиқ занжирида кичик миқдорда ток вужудга келади; бу ток ўз навбатида, қузғатиш чулғамида МОК $F_{\text{к}}$ ни ҳосил қилади. $F_{\text{к}}$ нинг таъсирида қушимча қузғатиш оқими $\Phi_{\text{к.қуш}}$ ҳосил бўлади. Машина ўз-ўзини қузғатиш учун бу оқимнинг қолдиқ магнит оқими $\Phi_{\text{қол}}$ га нисбатан йуналиши ҳал қилувчи аҳамиятга эга бўлади. Агар бу оқимларнинг йуналиши қарама-қарши бўлса, машинанинг магнит занжири магнитсизланади ва ўз-ўзини қузғатиш жараени бошланишга имкон бўлмайди. Бу оқимлар мос йуналгандагина қузғатиш оқимининг натижавий қиймати оша боради. Бу эса якорь чулғамидаги ЭЮК нинг купайишига ва демак, қузғатиш токи $i_{\text{к}}$ ва оқими $\Phi_{\text{к}}$ ларнинг ошишига ҳамда якорь чулғами ЭЮК нинг навбатдаги ошишига олиб келади ва ҳоказо.

Ўз-ўзини қузғатиш жараенининг тугаш нуқтасини аниқлаб оламиз. Генератор салт ишламоқда ($I_{\text{н}} = 0$), пёб ҳисоблаб, ўз-ўзини қузғатиш жараенида қузғатиш занжири учун ЭЮК лар мувозанат тенгламасини ёзамиз:

$$e = i_{\text{к}} R_{\text{к}} + \frac{d(L_{\text{к}} i_{\text{к}})}{dt}, \quad (2.1)$$

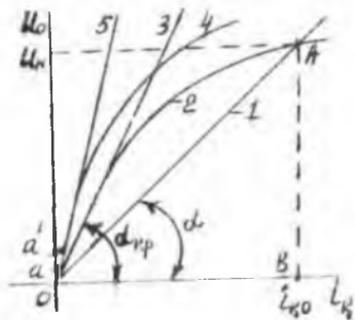
ёқ:

$$E = L_{\text{к}} i_{\text{к}} = \frac{d(L_{\text{к}} i_{\text{к}})}{dt}. \quad (2.2)$$

Бунда, e -якорь чулғами ЭЮК нинг оний қиймати (E ЭЮК нинг бу қиймати қузғатиш чулғами ўчларига ҳам оиддир, чунки қузғатиш чулғами якорь чулғамига параллел уланган); $R_{\text{к}} = R_{\text{н}} + R_{\text{с}}$ -генератор қузғатиш занжирининг натижавий қаршилиги ($R_{\text{н}}$ якорь занжирининг қаршилиги); $R_{\text{с}}$ қузғатиш чулғами қаршилиги $R_{\text{с}}$ га нисбатан анча кичиклигидан

($R_a \ll r_k$) $R_a \approx 0$ деб ҳисоблаб, уни қурилатган таҳлилва натижавий қаршилик R_k нинг таркибига қўшмадик); r_p - ростлаш реостатининг қаршилиги; L_k - қўзғатиш ва якорь чулғамларининг натижавий индуктивлиги.

Агар $R_k = \text{const}$ булса, унда $i_k R_k$ кучланиш пасайиши қўзғатиш токи i_k га тўғри мутаносиб равишда ўзгаради (2.1-расм, 1-туғри чизиқ). Бу тўғри чизиқ абсциссалар ўқи билан α бурчак ҳосил



2.1-расм. $n = \text{const}$ булганда, параллел қўзғатиши генераторнинг ўз-ўзини қўзғатиш жараёнини тушунтиришга оид чизма: $n = n_n$ ва $n > n_n$ (4).

қилиб утади. Бу бурчакни унинг тангенсини орқали қўйидагича аниқланади:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB \cdot m_i}{OB \cdot m_u} = \frac{i_k R_k}{i_k} \cdot \frac{m_u}{m_i} \equiv R_k \quad (2.3)$$

Демак, машина салт ишлашида ўз-ўзини қўзғатиш жараёнининг тугаган нуқтаси "А" ва координаталар боши О орқали ўтган тўғри чизиқнинг абсциссалар ўқига нисбатан қиялик бурчаги α қўзғатиш занжирининг қаршилиги R_k га тўғри мутаносиб экан. R_k нинг қиймати ортиши билан 2.1-расмдаги "А" нуқта СИТ эгри чизиги бўйича О нуқта томон силжийди. R_k нинг 1-туғри чизиққа тўғри келган қиймати R_k дан катта булган қандайдир қийматда тўғри чизиқ СИТ эгри чизигининг бошланғич қисмига уринма (2.1-расм, 3-туғри чизиқ) булади. Қаршиликнинг ана шу қийматига критик қаршилик дейилади. Бундай шароитларда генератор ўз-ўзини қўзғата олмайди.

Кучланиш U_0 ва қўзғатиш токи i_k ларнинг берилган масштабларида СИТ нинг абсциссалар ўқи томон қиялиги якорнинг айланиш тезлигига боғлиқ бўлиб, айланиш тезлигининг ҳар бир қийматига ўзининг критик қаршилиги (R_{k-kp}) тўғри келади. Масалан, 2.1-расмдаги 4-эгри чизиқ билан ифодаланган СИТ га айланиш тезлигининг катта қиймати тўғри келади ва унинг критик қаршилиги шу расмда кўрсатилган:

5 рақамли тўғри чизик билан аниқланади; бунга унинг қиймати

$R'_{к.кр} > R_{к.кр}$ булади.

Қузғатиш чулғами қаршилиги R_k нинг ҳар бир қиймати учун айла-
ниш тезлигининг ҳам критик қиймати мавжуд. Агар тезлик бу қиймат-
пан кичик бўлса генератор ўз-ўзини қузғата олмайди.

2. I-расмдаги 2 рақамли эгри чизик билан 1 рақамли тўғри чизик
орасидаги фарқ, ординаталар ўқи йўналишидаги кесмаларнинг қуйида-
ги айирмасига тенг:

$$U_0 - I_k R_k = \frac{d(L_k I_k)}{dt}. \quad (2.4)$$

Бу айирма ўз бераётган ўз-ўзини қузғатиш жараёнининг жалаллик
ўлчови бўлиб хизмат қилади. Агарда бу айирма мусбат бўлса, яъни
OA тўғри чизик СИТ эгри чизигидан пастда жойлашса, у ҳолда $di_k/dt > 0$
булади ва қузғатиш токи I_k орта боради. Бу жараён, $di_k/dt = 0$
булиб, $U_0 - I_k R_k$ айирма 0 га тенг булганда, яъни 2 рақамли СИТ э-
гри чизик 1 рақамли тўғри чизик билан "А" нўқтала (2. I-расм) ке-
сишганда тугайди. Бу нўқтала машина қузғатиш токи I_{k0} ва ЭЖК
 $E_0 = U_0$ ларнинг барқарорлашган қийматида ишлайди.

Қузғатиш занжири қаршилиги R_k нинг ҳар бир қийматига, СИТ эгри
чизигида "А" нўқтадан фарқли бўлган ўзининг кесишиш нўқталари
тўғри келади. R_k нинг берилган қийматида генераторни "А" нўқта-
га тўғри келувчи қузғатиш токига нисбатан катта ток билан қузғатиш
мумкин эмас. Бу қуйидагича тушунтирилади. Қузғатиш токининг $0 \leq I_k \leq I_{k0}$
дан катта қийматларида (2. I-расмда "А" нўқтадан юқорида) СИТ э-
гри чизиги 1-тўғри чизикдан пастда жойлашгани тўғайди, қузғатиш
занжирига генератор вужўлга келтира оладиган кўчланиш миқдоридан
каттароқ кўчланиш бериш зарур бўлади, лекин параллел қузғатишли
генераторларда буни амалга ошириб бўлмайди, чўнки $di_k/dt < 0$ бўлиб
қолади.

Агар қузғатиш занжири параметрлари $R_k < R_{к.кр}$ буладиган қилиб
танланган бўлса, унда "А" нўқтада ўз-ўзини қузғатиш жараёнининг
турғунлиги таъминланади. Ўз-ўзини қузғатиш жараёнининг "А" нўқта
билан чекланиши магнит занжирининг тўйиниши ҳодисаси тўғайди бў-
лади.

Қузғатиш токи I_k нинг барқарорлашган қиймати I_{k0} дан бирор са-
бабга кўра камайиши ёки кўпайиши, мусбат ёки манфий қийматга эга
бўлган айирма $(E - I_k R_k)$ ни келтириб чиқаради. Бу айирма
қузғатиш токи I_k ни яна олдинги барқарор қиймати $-I_{k0}$ га тенг-

даштиришга ҳаракат қилади. $R_k > R_{k.кр}$ бўлганда ўз-ўзини қўзғатиш жараёнининг турғунлиги бузилади.

Агар ишлаб турган генераторнинг қўзғатиш занжири қаршилиги R_k нинг қийматини $R_{k.кр}$ дан катта қилсак, унда машина магнитсизланади ва якорь занжирининг ЭЖК-и узининг $E_{қол}$ қийматигача камайди.

Агарда генератор $R_k > R_{k.кр}$ бўлган қаршилиқларда ишга туширилса, у ҳолда генератор ўз-ўзини қўзғата олмайди. Шундай қилиб, $R_k < R_{k.кр}$ шarti, генератор қўзғатиш токининг ҳамда кучланишининг рoстлаш oралиқларини чеклаб қўяди. Одатда, қўзғатиш занжирининг қаршилиги R_k ни ошириш йули билан генератор кучланишини (0,6...0,7) U_n гача камайтириш мумкин.

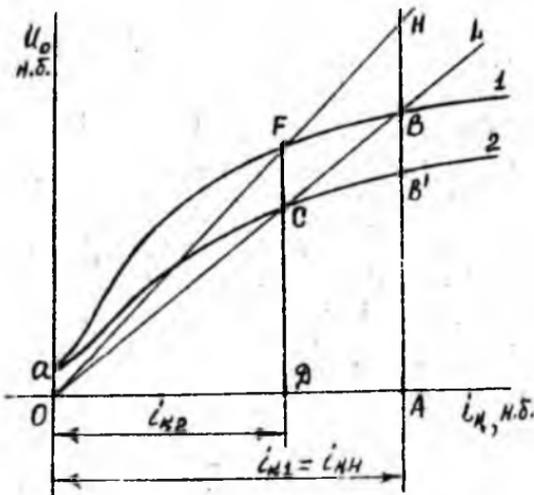
Ўқорида баён қилинган маълумотлардан шу нарса маълум буладики, генератор ўз-ўзини қўзғатиши учун қуйидаги шартлар бажарилиши керак экан:

- 1) қолдиқ магнит оқимининг мавжуд булиши;
- 2) қушимча магнит оқими $\Phi_{қўш}$ қолдиқ магнит оқими $\Phi_{қол}$ билан бир хил йуналишда булиши, яъни қўзғатиш чулғами якорь чулғамига турғи уланган булиши;
- 3) қўзғатиш занжирининг қаршилиги R_k критик қаршилиқ $R_{k.кр}$ дан кичик булиши, яъни $R_k < R_{k.кр}$.

Бу шартлар $n = const$ ($n > n_{кр}$) бўлгандаги ўзгармас ток генератори ўз-ўзини қўзғатишининг асосий шартлари ҳисобланади.

2.1.3. Параллел қўзғатишли ўзгармас ток генераторининг тезлик тавсифини график усулда аниқлаш. Параллел қўзғатишли ўзгармас ток генератори (УТГ) нинг тезлик тавсифини график усулда, СИТ дан фойдаланиб қуйидаги мулоҳазаларга кура аниқланади [14]. Тезлик $n = n_n$ бўлганда, қўзғатиш токи $i_{қўш} = 0A$ бўлган қийматда кучланишининг (ЭЖК нинг пeса ҳам булади, чунки салт ишлашда $U_0 = E$) қиймати номиналга тенг бўлсин ($U = U_n$). Бундаги қўзғатиш занжири қаршилигини ўзгармас ($R_k = const$) ҳолида қолдириб айланиш тезлигини $n_1 = n_n$ қийматидан камайтирсак, унда янги СИТ га утилади (2.2-расм, 2-тавсиф). Бунда кучланишининг (U_{02}) ва қўзғатиш токининг янги қиймагларига эра бўлаемиз. Аммо $R_k = U_0 / i_{қўш}$ бўлганлигидан, тезликнинг янги қиймати n_2 га мос келадиган СИТ нинг изланаётган нуқтаси, СИТ паги "в" нуқта орқали утувчи 04 турғи чизиги устида ўтиши лoзим (чунки $R_k = const$ бўлганлигидан қўзғатиш ток $i_{қўш}$ кучланиш U_0 га турғи мутanosиб равишда ўзгаради). Фарз қилайлик, $n_2 < n_1$ га мос келувчи изланаётган нуқта параллел қўзғатишли генератор учун "в" нуқта бўлади. Бу нуқта орқали орғи-

наталар уқига параллел чизиқ утказиб, унинг СИТ билан кесишган



2.2-расм. Параллел қўзғатишли УТГ нинг тезлик тавсифини қўриш усулини тўшунтиришга оид чизма: BB' - $n_2 < n_1$ да мустақил қўзғатишли генератор кучланишининг ўзгариши.

нуқтаси "F" ни ва абсциссалар уқи билан кесишган нуқта "D" ларни ҳосил қиламиз. Бунда DF кесма генераторнинг айланиш тезлиги $n = n_1 = \text{const}$ ва қўзғатиш токи $I_{N2} = OD$ булгандаги, ЭЮК ни беради. Демак, $DC / DF = n_2 / n_1$ экан. Энди, "C" нуқтанинг ҳақиқий ҳолатини аниқлаш учун O ва F нуқталар орқали тўғри чизиқ утказамиз ҳамда унинг AB тўғри чизигининг лавоми билан кесишган нуқтаси "H" ни аниқлаймиз. Чизмада ҳосил булган OCF ва OBH уч - бурчакларнинг ухшашлигидан қуйидаги нисбатни оламиз:

$$\frac{DC}{DF} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{AB}{AH};$$

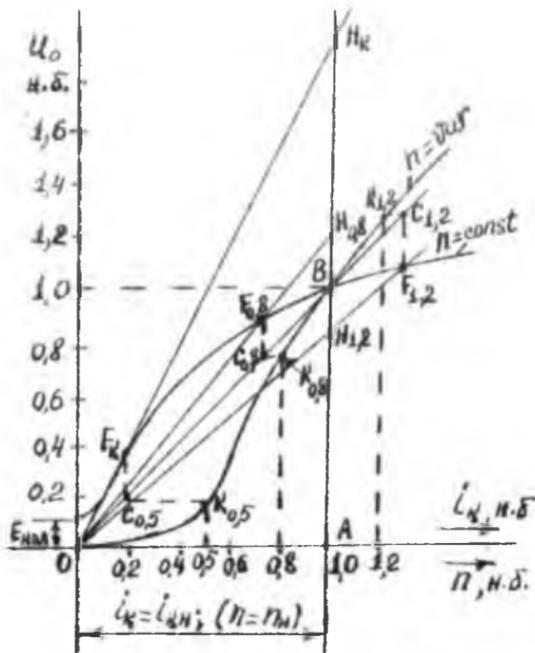
бундан қуйидаги келиб чиқади:

$$AH = AB \cdot \frac{n_1}{n_2} \quad (2.5)$$

Ўқоридаги келтирилган маълумотлардан шундай хулоса чиқади, яъни изланаётган нуқта "C" нинг ҳолатини топиш учун AB чизигидан Ёки унинг лавомида $AH = AB \cdot n_1 / n_2$ кесмани қўямиз ва OH тўғри чизигини утказиб, унинг СИТ билан кесишган нуқта "F" ни топамиз. Бу нуқтадан абсциссалар уқига тик чизиқ FD ни утказиб, унинг OD чизиги билан кесишган нуқтаси изланаётган нуқта "C" бўлади.

Ўқорида баён этилган усулдан фойдаланиб параллел қўзғатишли генераторнинг тезлик тавсифини, яъни $R_N = const$ ва $I = 0$ бўлгандаги $U_0 = f(n)$ боғланишни, $n = n_N = const$ учун нисбий бирликда қўрилган СИТ $U_0 = f(i_N)$ ердимида аниқлаймиз.

УТГ ининг тезлик тавсифини қўриш қўйидагича амалга оширилади [14]. СИТ - $U_0 = f(i_N)$ боғланишни нисбий бирликда чизамиз (2.3-расм). Бу графикнинг, қўзғатиш токи i_N қўйилган абсциссалар уқига айланиш тезлиги n ни ҳам қўямиз (одатдагидек, тезликнинг бирлиги қилиб номинал тезлик n_N қабул қилинади).



2.3-расм. Параллел қўзғатишли генераторнинг тезлик тавсифини қўриш ва уз-узини қўзғатиш жараенидаги критик тезликни аниқлашга оид чизма.

Айтайлик, $n_2 = 0,8$; унда $AB_{0,8} = AB$. $n_N/n_2 = 1,1 / 0,8 = 1,25$. Бу кесма AB чизигига нисбатан, $BH_{0,8}$ кесма қадар узун бўлади. То-пилган " $H_{0,8}$ " нуқтани координаталар боши O билан тўғри чизик орқали бирлаштирсак, унинг СИТ билан кесишган нуқта " $G_{0,8}$ " ни ҳосил қиламиз. Бу нуқтадан абсциссалар уқига тик булган ердამчи чизик ўтказиб, унинг OB тўғри чизик билан кесишган нуқта " $C_{0,8}$ " ни топа-миз. Сўнгра абсциссалар уқигаги $n = 0,8$ нуқта орқали ордината-лар уқига параллел булган ердამчи штрих чизик ўтказамиз. Олдинги топилган " $C_{0,8}$ " нуқтани, абсциссалар уқига параллел булган штрих чизик билан бирлаштириб, $U_0 = f(n)$ - график тавсифидани $n = 0,8$

1442534

тезликка мос булган нуқта "К_{0,8}" ни ҳосил қиламиз.

Тезлик тавсифининг $n_2 = 1,2; 0,6$ ва $n = n_{кр}$ гача булган оралиқдаги бошқа нуқталари ҳам шу йул билан аниқланади (2.3-расм).

2.1.4. Узгармас ток генераторининг уз-ўзини қўзғатиш жараёнидаги критик тезликни аниқлаш. Тезлик $n = n_{кр}$ нинг қиймати қуйидагича топилади (бунинг учун $U_0 = f(n)$ - тезлик тавсифни тула қуринишда қуриш талаб қилинмайди) [17].

Бизга маълумки, УТГ нинг уз-ўзини қўзғатиши учун талаб қилинадиган шартлардан бири қўзғатиш занжири қаршилиги R_k нинг қиймати критик қаршилиқ $R_{кр}$ дан кичик бўлишидир, яъни $R_k < R_{кр}$. Критик қаршилиқ $R_{кр}$ ни эса, СИТ нинг бош қисмига уринма булган тўғри чизик утказиб, бу чизик билан абсциссалар ўқи орасидаги бурчак $\alpha_{кр}$ орқали топилишини 2.1.2-бандда маълумот берилган эди.

$n_{кр}$ нинг қийматини шундай йул билан, яъни СИТ нинг бош қисмига (2.3-расм), координаталар боши 0 дан утувчи тўғри чизик (уринма) OH_k ни утказиб СИТ нинг бу тўғри чизикдан эгилиб бошлаган нуқта "Г_к" ни ҳосил қиламиз. Бу тўғри чизикнинг АВ тўғри чизиги лавоми билан кесишган нуқта "Н_к" ни топгандан кейин (2.5) формуладан фойдаланиб (бунда $n_{кр} = n_2$ ва $AN_k = AN$ бўлиши лозим).

$$n_{кр} = \frac{AB}{AH_k} \cdot n_2 = \frac{1,0}{2,0} \cdot 1,0 = 0,5$$

эканлигини аниқлаймиз.

Бу қийматнинг тўғрилигини текшириш мақсадида абсциссалар ўқидаги бу қийматга тўғри келувчи нуқтадан ординаталар ўқида параллел ёрдамчи штрих чизик утказамиз. Сунгра олдин аниқланган "Г_к" нуқтадан абсциссалар ўқида тик булган ёрдамчи чизик утказиб, унинг АВ тўғри чизиги билан кесишган нуқта "С_{0,5}" ни топамиз. Бу нуқтадан абсциссалар ўқида параллел булган ёрдамчи штрих чизикни, олдинги, яъни $n = 0,5$ дан утказилган тик штрих чизиги билан кесишгунча лавом эттириб "К_{0,5}" нуқтани ҳосил қиламиз ва бу нуқта, тезлик тавсифида кучланиш кескин ошаётган қисмининг бошланишида жойлашгани яққол қуриниб турибди.

Демак, параллел қўзғатишли УТГ нинг уз-ўзини қўзғатиш жараёнидаги критик тезликнинг қийматини аниқлашда қуйидаги формуладан

$$n_{кр} = \frac{AB}{AH_k} \cdot n_n = \frac{U_n}{AH_k} \cdot R_n \quad (2.6)$$

фойдаланиш тавсия қилинади.

Шуни таъкидлаш керакки, крйгик айланиш тезлигининг киймати қўзғатиш занжирининг қаршилиги R_k га боғлиқ (масалан, биз текширган генератор қўзғатиш занжирининг қаршилиги R_k га $n_{kp}=0,5$ тўғри келади) ва бу қаршилиқ ошганда критик тезлик ҳам ортади. Агар бирламчи моторнинг тезлиги $n < n_{kp}$ булса генератор уз-узени қўзғата олмайди.

Тезлик тавсифининг бош қисмида, яъни $n < n_{kp}$ булганда, қолдиқ магнит оқими ҳисобига ҳосил булган ЭЖК тўғри чизиққа яқин ҳолда секин ошади: $n = n_{kp}$ тезликдан кейин эса уз-узени қўзғатиш жараёни бошланиб кучланишнинг киймати кескин оша боради ва магнит занжири тўйингунга қадар тўғри чизиқли узғаради. Машинанинг магнит занжири тўйина бошлагандан кейин тезлик тавсифи абсциссалар уқига оғувчи эгри чизиқ кўринишида ушиб, тўйингандан кейин эса, яна тахминан тўғри чизиқли кўринишида узғаради.

2.2. Параллел қўзғатишли генераторнинг қисқа туташув, юкланиш ва ростлаш тавсифлари

2.2.1. Қисқа туташув тавсифи. Якорь чулғамининг чиқиш клеммаларидаги кучланиш $U_a = 0$ (демак, якорь чулғами қисқа туташган), якорнинг айланиш тезлиги $n = n_H = const$ булганда якорь токининг қўзғатиш токига боғлиқлиги - $I_a = f(\omega_k)$ ни қисқа туташув тавсифи (ҚТТ) дейилади.

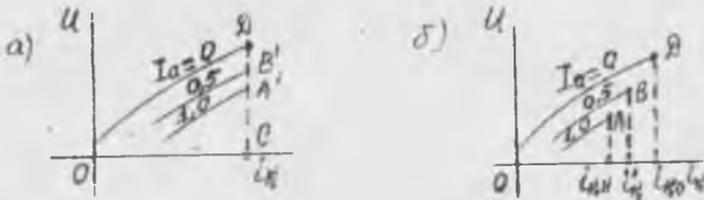
Параллел қўзғатишли генераторнинг ҚТТ ни тажриба йули билан олиб бўлмайди, чунки $U_a = 0$ булгани учун қўзғатиш токи I_k ҳам 0 га тенг булади. Агар бу тавсифни олиш зарурати туғилса, у ҳолда қўзғатиш чулғамини якорь занжиридан ажратиб, мустақил узгармас ток манбаига улаш лозим булади (1.2-расмда ҚТТ нинг узғариш тарзи кўрсатилган).

2.2.2. Юкланиш тавсифи. Якорь токи $I_a = const$ ($I_a > 0$) ва айланиш тезлиги $n = n_H = const$ булганда $U_a = f(\omega_k)$ боғлиқлик - юкланиш тавсифини ифодалайди. Бў тавсифнинг тажрибала олиниши ва унинг узғариш тарзи, ҳудди мустақил қўзғатишли генераторларники каби булади (1.3-расмга қаранг).

Қўзғатиш токи I_k кичик қийматга эри булгани учун, унинг таъсирида якорь занжирини ҳосил булган кучланиш пасайиши кам булиб, машина юк билан ивланганда, унинг кучланишига жидий таъсир кўрсатмайди.

Шуни билиб қўйиш керакки, агар мустақил қўзғатишли генератор

якорь токининг ҳар хил $I_a = const$ бўлган қийматлари учун олинган юкланиш тавсифлари, қўзғатиш токи $I_N = I_{NH} = const$ бўлган нуқтадан ординаталар уқига параллел қилиб утказилган СД тугри чизиқдан бошланса, параллел қўзғатишли генераторда эса, якорь токининг ҳар хил узгармас қийматлари учун олинган юкланиш тавсифлар куйилагича бошланади, яъни $I_a = I_{a1} = const$ бўлгандаги юкланиш тавсифининг бошланиш нуқтаси "А" қўзғатиш токининг номинал қиймати I_{NH} га тугри келса, $I_a = 0,5 I_N = const$ бўлгандаги юкланиш тавсифи қўзғатиш токининг $I_N > I_{NH}$ бўлган қийматидан бошланади (2.4,б-расм, "В" нуқта) ва ҳоказо.



2.4-расм. Узгармас ток генератори юкланиш токининг ҳар хил ($I_a > 0$) узгармас ($I_a = const$) қийматларига хос бўлган юкланиш тавсифлари: а) мустақил қўзғатишли; б) параллел қўзғатишли.

Бунга сабаб, якорь токи $I_a = I_N = const$ катта қийматга эга бўлса, якорнинг чиқиб клеммаларидаги кучланиши камаяди, бу эса қўзғатиш токи I_N нинг камайишига олиб келади.

2.2.3. Ростлаш тавсифи. Параллел қўзғатишли генераторнинг ростлаш тавсифи, ҳуққи мустақил қўзғатишли генераторники каби (1.5-расмга қаранг), $U_a = U_N = const$ ва $I = I_N = const$ бўлганда, $I_a = f(I_N)$ боғлиқликдир. Бу тавсиф, юкланиш токининг ҳар хил қийматларида якорь занжирининг чиқиб клеммаларидаги кучланишини $U_a = U_N = const$ қилиб сақлаб туриш учун қўзғатиш токи I_N нинг узгариши қандай тарзда булишини курсатади. Агар якорь токи I_a ва юкланиш токи I ларнинг өзгина фарқини эътиборга олмасак, параллел қўзғатишли генераторнинг ростлаш тавсифи мустақил қўзғатишли генераторникидан фарқ қилмайди (1.5-расм).

2.3. параллел қўзғатишли генераторнинг ташқи тавсифи ва унинг таҳлили

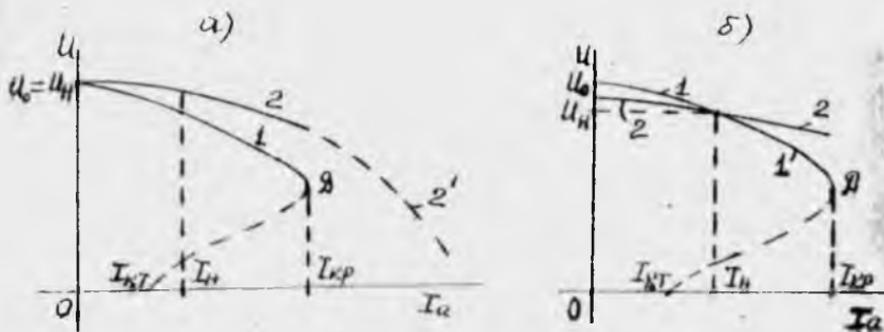
Ташқи тавсиф, $R_K = I_K^2 + r_p = \text{const}$ ва $n = n_n = \text{const}$ бўлганда, $U_a = f(I)$ боғлиқлик қўринишда булади.

Параллел қўзғатишли генераторнинг бу тавсифи худди мустақил қўзғатишли генераторнинг ташқи тавсифи каби, қўзғатиш системасидаги ростловчи реостатни дастлабки олинган нуқтадаги ($U_a = U_n$) ҳолатини ўзгартирмасдан юкланиш токининг ўзгариши якорь занжири-нинг чиқиш клеммаларидаги кучланиш U_a га қандай таъсир қили-шини кўрсатади.

Шуни таъкидлаш керакки, мустақил қўзғатишли генераторда қўзғатиш токи ўзгармас, яъни $I_K = U_n / R_K = \text{const}$ бўлса, параллел қўзғатишли генераторларда эса, $U_n = U_a$ бўлганлигидан қўзғатиш токи I_K ўзгаради, яъни

$$I_K = (U_a / R_K) \neq \text{const} \quad (2.7)$$

булади. Бу шуни кўрсатадики, қўзғатиш занжиридаги қаршилик $R_K = \text{const}$ бўлса, қўзғатиш токи I_K генератор якорининг чиқиш клеммаларидаги кучланиш ўзгаришига мутаносиб равишда ўзгаради.



2.5-расм. Параллел қўзғатишли (1) ва мустақил қўзғатишли (2) ўзгармас ток генераторларининг ташқи тавсифлари .

2.5-расмда юкланиш токини ошириб (а) ва уни камайтириб (б) олинган, параллел қўзғатишли (1-эгри чизиқ) ва мустақил қўзғатишли (2-эгри чизиқ) генераторлар ташқи тавсифларининг тахминий қури-

ишлари келтирилган.

Юкланиш токини ошириб олинган ташқи тавсифларни таққосласак, араллел қўзғатишда бу тавсиф мустақил қўзғатишли генератор ашқи тавсифига нисбатан пастроқда жойлашганини кураимиз, яъни араллел қўзғатишли генераторда якорь чулғамидаги кучланишнинг асайиши юкланиш токининг усиши билан ортар экан. Бу қўйидагича ушунтирилади. Агар мустақил қўзғатишли генераторда юкланиш токининг ошиши билан кучланишнинг тушишига: 1) якорь реакциясининг магнитсизловчи таъсири ва 2) якорь занжиридаги кучланишнинг пасайиши абаб булса, параллел қўзғатишли генераторда бунга 3-сабаб қуши-ади, яъни юқорида курсатилган 2 та сабабга кура, якорь занжиридаги (демак, қўзғатиш занжиридаги) кучланишнинг камайиши (чунки $U_a = U_a$) туфайли қўзғатиш токининг камайиши, таъсир курсатади. емак, шу 3-сабабга кура, параллел ва мустақил қўзғатишли генераторларнинг ташқи тавсифлари бир-бири билан фарқ қилар экан.

Агар ташқи тавсифни тажрибада олиш жараёнида юк қаршилиги $R_{ю}$ и 0 гача камайтиришни давом қилдирсак (2.5, а-расмда 2-пунктир изиқ), якорь токи I_a ҳалдан ташқари ошиб кетади, чунки бунда $U_a = 0$ булиб, қисқа туташув ҳолатига эга буламиз.

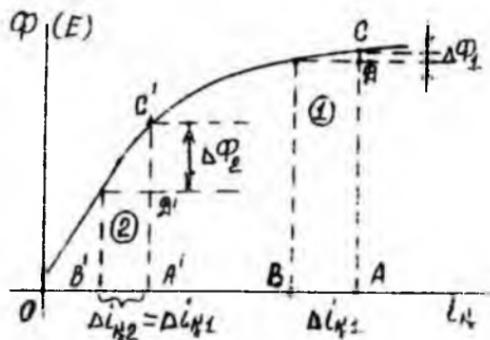
Якорь токининг йул қўйилган қийматидан ошиб кетиши, якорь чулғамини ишпан чиқаради.

Параллел қўзғатишли генераторнинг ташқи тавсифини олишда $R_{ю}$ ни 0 гача камайтирсак юкланиш токи узининг критик $I_{кр} = (2...2,5) I_n$ қийматигача ошиб, кейин эса юкланиш токи камал боради (2.5, а-расм, 1-пунктир эгри чизиқ). Буни қўйидагича тушунтириш мумкин. Маълумки, $R_{ю}$ қаршилиқнинг камайиши юкланиш токи I нинг ошишига олиб келиш керак, аммо юқорида курсатилган 3 та сабабга кура генераторнинг чиқиш клеммаларидаги кучланишнинг камайиши, тескари йуналишда таъсир қилади.

Юкланиш токининг қиймати 2 та омиллан, яъни: 1) юк қаршилиги ва 2) генератор чиқиш клеммаларидаги кучланишнинг қийматларига боғлиқ равишда ўзгаради.

Даставвал, машина магнит занжири кучлироқ тўйинган булганда магнитсизланиш жараёни секин кочади (2.6-расм, 1-оралиқ) ва кучланиш U_a кам ўзгаради, шу сабабли биринчи омилнинг таъсири кучлироқ бўлади. Лекин юкланиш токи I ни яна ҳам оширишни давом қилдирсак, якорь реакциясининг кучайиши ва қўзғатиш токининг камайишидан генератор магнит занжирининг магнитсизланиши кучаяди, ва машина магнитланиш тавсифининг тўғри чизиқли, яъни тўйинмаган қис-

мида ишлайди (2.6-расм, 2-оралик). Бу ҳолда иккинчи омил, яъни



2.6-расм. Қўзғатил токи ўзгаришининг машина асосий магнит оқимиға таъсирини таҳлил қилишға оид чизма.

генератор чиқиш клеммаларидаги кучланишнинг камайиши биринчи омилда nisbatan кучлироқ таъсир қилади ва юкланиш токи ўзининг критик қийматигача ошиб (2.5-расм, "Д" нуқта) кейин камай бошлайди.

$R_{\text{я}} = 0$ булганда қисқа туташув ҳолати бўлиб, $U_{\text{а}} = 0$ ва $I_{\text{к}} = 0$ булади. Бу ҳолдаги ток $I_{\text{кТ}}$ нинг қиймати, қолдиқ магнит оқими якорь чулғамида ҳосил қиладиган қолдиқ ЭЖ $E_{\text{қол}}$ ва якорь занжири қаршилиги $R_{\text{я}}$ орқали аниқланади:

$$I_{\text{кТ}} = E_{\text{қол}} / (R_{\text{я}}) < I_{\text{н}} \quad (2.8)$$

Демак, параллел қўзғатишли генератор учун қисқа туташув ҳолати, мустақил қўзғатишли генераторнинг қисқа туташувиға nisbatan ҳафтлилиги камроқ экан.

Ташқи тавсифни таърибада юкланиш токини камайтириб (демак, юк қаршилигини ошириб) олганда (2.5, 6-расм / генератор якорь занжирининг чиқиш клеммаларидаги кучланиши ошади.

Бу ҳол кўйидагича тушунирилади: юкланиш токининг номинал қиймати $I_{\text{н}}$ дан $I_{\text{н}} = 0$ га қамайтирилганда: 1) якорь реакциясининг магнитсиловчи таъсири ва 2) якорь занжиридаги кучланиш пасайиши камайди ҳамда қўзғатил чулғами токи $I_{\text{к}}$ нинг ошиши туфайли генератор чиқиш клеммаларидаги кучланиш анча ошади. Шу сабабли, номинал юк билан ишлайтган параллел қўзғатишли генераторнинг юкни ўзиб қўйгандаги кучланишининг ошиши (30...35)% бўлиб, мустақил қўзғатишли генераторникиға nisbatan катта бўлади.

гатиш токи I_{K0} ни беради (2.7-расм).

Ташқи тавсифни янги график усулда қуриш учун 2.7-расмда курсатилганидек, унг томондан координаталар уқларини чизиб оламиз. Сунгра учбурчак ABC нинг C учидан абсциссалар уқига параллел булган ёрдамчи пунктир чизиқ утказамиз ва унинг унг томондаги графикда номинал токка тўғри келган чизиқ билан кесишган нўқта "K" ни аниқлаймиз. Бу нўқта изланаётган ташқи тавсифнинг $I = I_H$ га тўғри келадиган битта нўктаси булади. Иккинчи нўктасини, яъни $I = 0$ га тўғри келадиганини топиш учун $U_K = f(I_K)$ боғлиқликни ифодаловчи 2-тўғри чизиқнинг СИТ билан кесишиш нўктаси "E" дан абсциссалар уқига параллел булган ёрдамчи чизиқ утказиб унг томондаги графикда $I = 0$ га тўғри келган чизиқ (ординаталар уқи) билан кесишган "K₀" нўктани топамиз (2.7-расм). Изланаётган ташқи тавсифнинг 3-нўктасини, масалан, номинал юкнинг ярмига тенг булган $I = I_H / 2$ юкланиш токига қуриш учун, эски усул тавсиясига қура, яъни учбурчак ABC нинг томонлари юкланиш токининг қийматига мутаносиб равишда узгарали, деб ҳисобланади ва учбурчакнинг AB ва BC катетларини тенг иккига буламиз (демак, AC гипотенуза ҳам иккига булинади). Топилган $AC' = AC/2$ кесмани AC гипотенузага параллел қилиб шундай сурамызки, бунда "A" нўқта СИТ эгри чизигига сирпаниши ва "C" нўқта эса 2-тўғри чизиқда жойлашиши лозим. Сунгра "C" нўктани унг томондаги графикда $I = 0,5 I_H$ га тўғри келган урни ("K'" нўқта) ни топамиз (2.7-расм).

Ташқи тавсифдаги юкланиш токининг энг катта қиймати I_K ва унга тўғри келадиган генераторнинг якорь клеммаларидаги кучланишини топиш учун эски усулдагидек 2-тўғри чизиққа параллел қилиб СИТ эгри чизигига уринма утказиш лозим. Бу уринманинг эгри чизиқ билан тегиш нўктасига тавсифий учбурчак $A_2B_2C_2$ нинг A_2 учи қўйилади. Бунда A_2B_2 катет тавсифий учбурчакнинг AB катетига, C_2B_2 эса CB катетига параллел жойлашиши керак. Ҳосил булган $A_2B_2C_2$ учбурчак томонларининг ABC учбурчак томонларига мос равишда булган нисбати ток I_H катталигининг номинал ток I_H га нисбатан олинган қийматини беради. Учбурчакнинг C_2 учи эса шу токка - $I_K = I_H(A_2C_2 / AC)$ тўғри келадиган кучланиш U_K ни беради.

Худди шунингдек, чап томондаги графикда курсатилган $A_1B_1C_1$ учбурчакнинг (бу учбурчакнинг ҳолати ихтиёрий танланган булиб, бунда A_1B_1 катет AB га ва B_1C_1 катет эса BC катетга параллел булиши шарт) "C₁" нўктаси орқали, абсциссалар уқига параллел чизиқнинг унг томондаги графикда $I_L = I_H(A_1C_1 / AC)$ қийматига тенг булган токка тўғри келадиган "K₁" нўктани аниқлаймиз ва, дарҳақиқат, то-

пилган: " K_0 ", " K_1 ", " K_2 ", " K_3 ", " K_4 " нуқталарни бирлаштириб из-
ланаётган ташқи тавсифни ҳосил қиламиз (2.7-расм).

График усулда ҳосил қилинган ташқи тавсифнинг эгри чизиги (4)
тажрибадан олинган ҳақиқий ташқи тавсифдан (2.7-расм, 5- эгри
чизиқ) фарқ қилади. Бунга юкланиш токининг катта қийматларида ма-
шинанинг қундаланг якорь реакцияси туфайли магнит занжири тўйиниш
паражасининг ўзгариши сабаб бўлади.

СМТ ва тавсифий учбурчак ердамида параллел қўзғатишли генера-
торнинг ташқи тавсифини аниқлашнинг тавсия қилинган янги график
усулининг афзаллиги, унинг яққоллигидан, яъни ҳосил қилинган
ташқи тавсиф худди тажрибадан олинган қуринишга эга бўлади.

3-БОБ. АРАЛАШ ҚЎЗҒАТИШЛИ ЎЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ

3.1. Дастлабки маълумотлар

Бу турдаги генераторнинг иккита қўзғатиш чулғами бўлиб, улардан
биттаси якорь чулғамига параллел қўлиб, иккинчиси эса, унга кетма-
кет қилиб уланади.

Маълумки юкланиш токининг ошиши билан параллел қўзғатишли гене-
раторнинг чиқиш клеммаларидаги кучланиш пасаяди, кетма-кет қўзға-
тишли генераторда эса, юкнинг камроқ қийматларида ошади (3.3-расм,
5-эгри чизиқ). Аралаш қўзғатишли генераторларда эса, бу қўзғатиш
чулғамларининг иккаласи ҳам булганлигидан, лойиҳалаш пайтида улар
шундай ҳисобланадики, генераторда якорь занжирининг чиқиш клем-
маларидаги кучланиши

$$U = E_a - I_a R_a \quad (3.1)$$

юкнинг йул қўйилган қийматларида ўзгармай қолсин. Бунинг учун
якорь чулғамидаги ЭЮК E_a , лемак, магнит оқими Φ_k ҳам, юкланиш
токи I_a га қатъиян мос ўзгариши зарур. Шу хусусда кетма-кет қўз-
ғатишли генераторнинг ташқи тавсифи (3.3-расм, 5-эгри чизиқ) би-
лан танишиш мақсадга мувофиқдир. Қўзғатиш чулғами якорь чулғами-
га кетма-кет уланганлигидан $L_{кс} = L_a$ бўлиб, якорь занжирининг чи-
қиш клеммаларидаги кучланиши, машина магнит занжирининг тўйиниш
паражаси кам булганида, юкланиш токига мутаносиб равишда ўзгаради.
Тўйиниш паражаси катта булган ҳолларда эса юкланиш токини оширсак
якорь реакциясининг магнитсизловчи таъсири кучайиб, генераторнинг

кучланиши камаяди. Бу эса, бундай генераторнинг жиддий камчилигидир.

Шу сабабдан кетма-кет қўзғатишли генераторлар амалда қўлланилмай, фақат аралаш қўзғатишли генераторларда яхши самара беради. Параллел ($F_{\text{ш}}$) ва кетма-кет ($F_{\text{с}}$) қўзғатиш чулғамлари ҳосил қилган МЖК ларнинг биргаликдаги таъсиридан умумий қўзғатиш оқими $\Phi_{\text{к}}$ вужудга келтирилади. Купинча қўзғатиш чулғамлари, улар ҳосил қилган магнит оқимлари бир хил йўналадиган қилиб уланадилар, бунинг устига, параллел қўзғатиш чулғами генератор салт ишлашида номинал кучланиш ҳосил қилиб, кетма-кет қўзғатиш чулғами эса, юкнинг маълум қийматлари оралигида, якорь реакцияси МЖК-ини ва якорь занжирида кучланиш пасасови ($I_{\text{а}}$, $R_{\text{а}}$) ни йўқотади (компенсациялайди). Шу тариқа юкнинг баъзи бир маълум қийматларида генератор клеммаларидаги кучланишни автоматик равишда ростилашга эришилади. Кетма-кет қўзғатиш чулғами ҳосил қилган МЖК $F_{\text{с}}$ нинг таъсири машина магнит занжири пулат қисмларининг тўйиниш паражазасига боғлиқ булади. Пулат қисмлар ута тўйинган ҳолда, МЖК $F_{\text{с}}$ нинг генератор магнит оқимига таъсири кам булади ва шу сабабли, $\cos \zeta \neq 1$ булишига эришиш учун машина магнит занжирининг тўйиниш паражазаси шундай булиши керакки, бунда МЖК $F_{\text{с}}$, юкланиш токи $I_{\text{а}}$ га мутаносиб равишда узгарадиган магнит оқими $\Phi_{\text{с}}$ ни ҳосил қилиши лозим. Демак, аралаш қўзғатишли генераторлар-магнит занжирининг тўйиниш паражазаси кам булган машиналар турига киради.

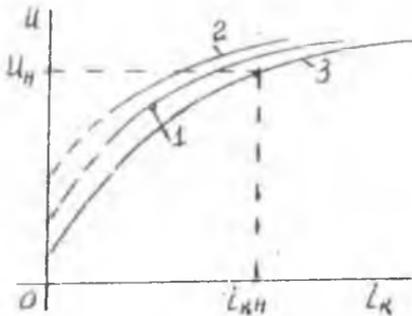
3.2. Салт ишлаш ва юкланиш тавсифлари ҳамда улар ёрпамида тавсифий учбурчак қуриш

Салт ишлаш тавсифи. Бу тавсиф параллел қўзғатишли генераторнинг СИТ сингари $I = 0$ ва $n = n_{\text{н}} - \cos \zeta$ булганда олинадиган $\cos \alpha = f(\zeta)$ боғлиқликни ифодалайди.

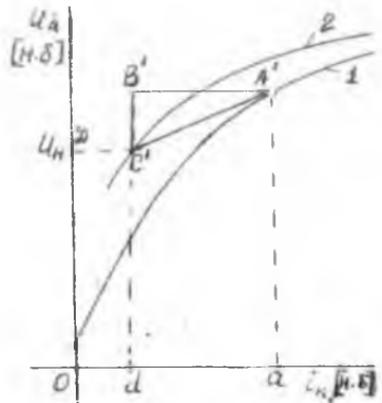
Салт ишлашда юкланиш токи $I = 0$, лемак, кетма-кет қўзғатиш чулғамидан ўтадиган ток ҳам $\zeta_{\text{к}} = 0$ булганлигидан, аралаш қўзғатишли генераторнинг СИТ параллел қўзғатишли генераторнинг худди шундай тавсифидан фарқ қилмайди (3.1-расмга қаралсин).

Юкланиш тавсифи. Бу тавсиф $I_{\text{а}} = \cos \zeta$ ($I_{\text{а}} > 0$) ва $n = n_{\text{н}} - \cos \zeta$ булганда олинадиган $\cos \alpha = f(\zeta)$ боғлиқликни ифодалайди. Бу тавсифлар кучланишининг параллел қўзғатиш чулғамидаги ток $\zeta_{\text{к}}$ га нисбатан янгилик. Бу ҳолда кетма-кет қўзғатишли чулғамни мос уланганимизда, яъни параллел ва кетма-кет қўзғатиш чулғамлари ҳосил

қилган МЮК ларнинг йуналишини бир хил қилиб уланганда, аралаш қўзғатишли генераторнинг юкланиш тавсифлари параллел қўзғатишли генераторники билан бир хил қурилишда бўлиб, агар кетма-кет қўзғатишли чулғам МЮК-и етарлича катта бўлса, бу тавсифлар салт ишлаш тавсифларидан юқорида жойлашади (3.1-расм). Бу эса кетма-кет қўзғатишли чулғам МЮК ининг магнитловчи таъсирдан далолат беради. Натижада юк билан ишлаётган машинанинг магнит оқими ҳамда ЭЮК ва кучланиши салт ишлашидагига нисбатан кўпроқ бўлиши мумкин (3.1-расм, I ва 2-эгри чизиқлар).



3.1-расм. Аралаш қўзғатишли генераторнинг юкланиш тавсифлари: 1- $I_H = 0,5 I_H$; 2- $I_H = I_H$; 3- СИТ, яъни $I_a = 0$



3.2-расм. Салт ишлаш ва юкланиш тавсифлари ёрдамида қурилган мос уланган аралаш қўзғатишли генераторнинг тавсифий учбурчаги.

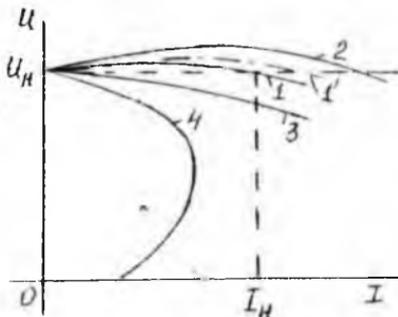
3.2-расмдаги 2-эгри чизиқ мос уланган аралаш қўзғатишли генераторнинг кетма-кет қўзғатишли чулғам МЮК F_C юкланиш токи ҳосил қилган МЮК F_a дан катта ($F_C > F_a$) бўлган ҳолдаги юкланиш тавсифидир. Шу расмдаги учбурчак $A'B'C'$ -аралаш қўзғатишли генераторнинг $F_C > F_a$ қийматли МЮК ларига хос бўлган юкланиш (2) ва салт ишлаш (1) тавсифлари ёрдамида қурилган тавсифий учбурчаги чизилган. Уни чизиш ҳудди 1.7-расмдаги учбурчак ABC ни қуриш каби амалга оширилади, лекин битта фарқи шундан иборатки, якорь занжиридаги қаршилик мустақил (ёки параллел) қўзғатишлига қараганда каттароқ бўлгани учун (чунки кетма-кет қўзғатишли чулғамининг қаршилиги F_C ҳам

қушилади) $V' C' > BC$ булади (BC кесмани 1.7-расмдан қаранг).

3.3. Ташқи тавсифи

Бу тавсиф, параллел қўзғатиш занжиридаги қаршилик $R_k = const$ ва $n = n_n = const$ бўлганда $U_a = f(I_a)$ борлиқликни ифода-лайди. Бу тавсиф, нормал ишлатиш тавсифи бўлганлигидан унинг таҳ-лили катта аҳамиятга эгадир.

Кетма-кет қўзғатиш чулғамининг урамлар сони шундай танланапи-ки, у чулғам ҳосил қилган МЮК якорь реакциясини ва якорь занжири-да кучланиш пасайишини, $I_a = I_n$ қийматда бартараф қилсин (3.3-расм). Аммо, кўпинча генератор клеммаларидаги кучланиш қиймати-ни бир хил қилиш талаб қилинмай (3.3-расм, 1), балки электр энер-гия истеъмолчиларининг кириш клеммаларидаги кучланишнинг қиймати



3.3-расм. Аралаш қўзғатишли генераторнинг ташқи тавсиф-лари (1; 1'; 2; 4); 3-параллел қўзғатишли учун.

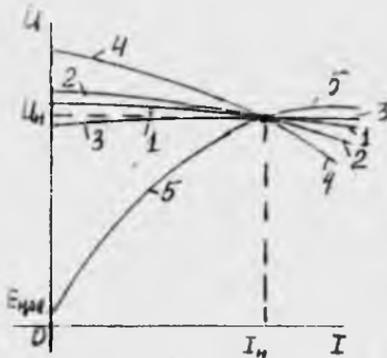
$U_n = const$ бўлиши талаб қилинади. Бунинг учун, қўшимча равишда, линия симларидаги кучланиш пасайишини ҳам бартараф қилиш керак бу-лади. Бундай ҳолда, ташқи тавсифни 3.3-расмдаги 2-эгри чизиги ку-ринишида бўлиши учун, кетма-кет қўзғатишли чулғамнинг урамлари сони, демак, бу чулғамнинг МЮК-и оширилади. Бу расмда ҳар хил қўзғатишли (кетма-кет қўзғатишлидан бошқа) узгармас ток генера-торининг юки ошириб олинган ташқи тавсифлари таққосланган. Парал-лел ва кетма-кет қўзғатиш чулғамлари қарама-қарши уланган (3.3-расм, 4-эгри чизик) ҳол пайвандлаш генераторларда ишлатилади.

3.3-расмдан куринишича, график усулида аниқланган ташқи тав-сиф (1'), тажрибадан олингани (1) пан-бир оз юқорида жойлашади. Бу тафовутга қуйидагилар сабаб бўлади:

1) якорь қўзғалмас бўлгандаги, чўни совуқ ҳолатдаги улчанган якорь чулғамининг қаршилиги, якорь айлангандагига нисбатан кичик-роқ бўлиши (чўни якорь чулғами қаршилиги R_a , ҳароратнинг ўсиши билан ошади) [11];

2) машина МЖК ининг магнитловчи таъсирини узгармас, деб ҳисоблаш бир оз хатоликка олиб келади, яъни бу МЖК нинг таъсири машина магнит занжирининг туйиниши билан бир оз камайди.

3.4-расмда электромагнит усулда қўзғатиладиган барча турдаги узгармас ток генераторларининг, юкланиш токини камайтириб олинган ташқи тавсифлари келтирилган. Бундан кетма-кет қўзғатишли чулғам МЖК нинг генератор ишига таъсири яққол кўриниб турибди, яъни юкланиш токи камай борган сари якорь реакциясининг таъсири ва якорь занжиридаги кучланиш пасайиши $I_a \cdot R_a$ нинг камайиши сабабли, якорь занжирининг чиқиш клеммаларидаги кучланиш ортади



3.4-расм. Узгармас ток генераторларининг ташқи тавсифларини таққослаш: 1-мустақил; 2-параллел; 3-мос уланган аралаш; 4-қарши уланган аралаш; 5-кетма-кет қўзғатишли генераторларнинг ташқи тавсифлари.

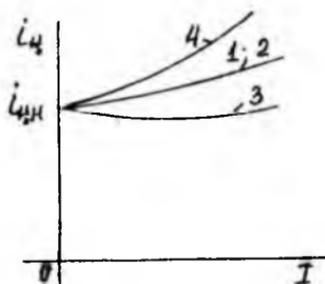
(1, 2, 4-эгри чизиқлар), 3-эгри чизиқ мос уланган аралаш қўзғатишлига хос булгани учун, кетма-кет қўзғатиш чулғами МЖК и камайиши билан генератор клеммаларидаги кучланиш салгина камайди.

3.4. Ростлаш тавсифи

Бу тавсиф, олдинги ҳоллардаги (1.5 ва 2.2.3-банлар) каби, $U_a = U_n = const$ ва $n = n_n = const$ булгандаги $U_a = f(I_a)$ боғлиқлик- аралаш қўзғатишли генераторнинг ростлаш тавсифини ифода қилади. Юқорида баён қилинганларга асосан, аралаш қўзғатишли генератор уз-узини ростлаш хусусиятига эга (3.3-расм, 1-эгри чизиқ), бу эса унинг катта афзаллигидир, шунинг учун бу тавсифни қисқача таҳлил қилиб утаемиз.

Бу тавсиф аралаш қўзғатишли генераторнинг ташқи тавсифи кўринишига боғлиқ булади. Генераторнинг кетма-кет қўзғатишли чулғамининг урамлар, совини кўпроқ қилиб, яъни юкланиш токи усини билан якорь занжирининг чиқиш клеммаларидаги кучланиш сезириган қилиб тайёрланса, унда бу генераторнинг ростлаш тавсифи 3.5-расм-

даги 3-эгри чизик куринишида булади. 3.5-расмдаги (I...4) белгилашлар 3.3-расмдагилар билан бир хилдир.



3.5-расм. Қўзғатиш чулғамлари ҳар хил уланиш схемаларига хос булган аралаш қўзғатишли генераторнинг ростлаш тавсифларини таққослаш.

Бу тавсифлар, юкланиш токи узғариши билан, генераторнинг кучланиши $U = U_H = \text{const}$ бўлиши учун, параллел қўзғатиш чулғамдаги токни қандай узгартириш кераклигини кўрсатади.

3.5. Қисқа туташув тавсифи

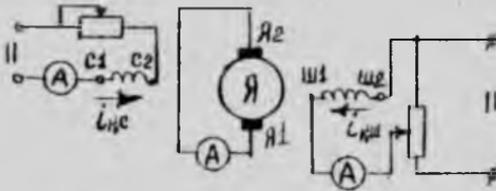
Якорь чулғамининг чиқиш клеммаларидаги кучланиш $U_a = 0$ ва якорьнинг айланиш тезлиги $n = n_H = \text{const}$ булганда олинаниган $I_{KT} = f(i_K)$ боғланиш - аралаш қўзғатишли генераторнинг қисқа туташув тавсифи (ҚТТ) дейилади.

Мустақил қўзғатишли генератордаги каби ҚТТ салт ишлаш тавсифи билан биргаликда аралаш қўзғатишли генераторнинг тавсифий учбурчagini қуриш имконини яратиши ва бу учбурчак ёрдамида якорь занжиридаги кучланиш пасайишининг ва якорь реакциясининг генератор чиқиш клеммаларидаги кучланишга таъсирини аниқлаб бериши эса, ҚТТ нинг амалий аҳамиятини кўрсатади.

Агарда аралаш қўзғатишли генераторнинг СИТ, амалда худди, параллел қўзғатишли генераторники сингари олинса, унинг ҚТТ ни амалда олишга эса, қўшимча кетма-кет қўзғатиш чулғами булганлигидан, ўзига хос хусусиятларга эга булади.

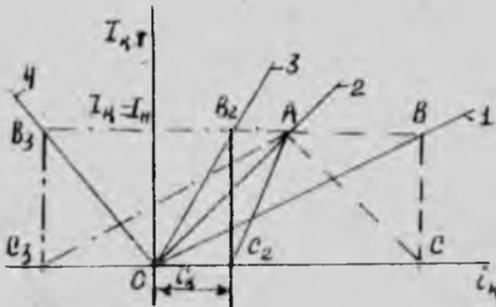
Шуни эслатиб ўтиш лозимки, мустақил ва параллел қўзғатишли генераторлар учун, салт ишлаш ва қисқа туташув тавсифлари ёрдамида қурилган тавсифий учбурчак, шу генераторларни магнитсизлантитувчи булган якорь реакцияси МЮК ини ва якорь занжири қаршичилигидаги кучланиш пасайишини аниқлашга имкон беришини билиб олганмиз. Аммо, аралаш қўзғатишли генераторда эса, кетма-кет қўзғатиш

чулгам ҳосил қилган МКОК F_c буйлама якорь реакциясига қарама-қарши йуналган булиб, унинг таъсирини баргараф қилади. Кетма-кет қўзғатиш чулгамнинг бу МКОК ини аниқлаш учун 3.6-расмдаги схема буйича иккита қисқа туташув тажрибаси утказилади.



3.6-расм. Аралаш қўзғатишли генераторнинг қисқа туташув тажрибасини утказиш схемаси.

Даставвал, қисқа туташув тажрибаси кетма-кет қўзғатиш чулғамини ўзиб қўйиб утказилади. Олдин маълумот берганимиздек (2.2-бандга қаранг) параллел қўзғатишли генераторнинг қисқа туташув тажрибасини олишнинг имкони бўлмаганлигидан қўзғатиш чулғамини якорь занжиридан ўзиб, қисқа туташув тажрибасини мустақил қўзғатиш курунишида утказамиз. Бу тавсиф 3.7-расмда, I-туғри чизиқ курунишида курсатилган, сунгра, бу тавсиф ва СИТ нинг туғри чизиқли қисмидан (2-туғри чизиқ) фойдаланиб, қисқа туташув токи $I_{кТ} = I_H$ қиймати учун кетма-кет қўзғатиш чулғами токи $i_{нс} = 0$



3.7-расм. Аралаш қўзғатишли генераторнинг ҚТТ лари (бунда таҳлилни осонлаштириш мақсадида қўлдиқ марнинг оқимининг таъсирни курсатилмаган).

булгандаги тавсифий учбурчак ABC ни қурамыз (бу борада I.6.I-бандга қаранг).

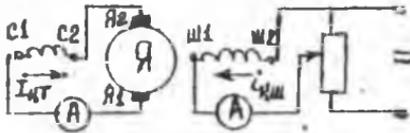
Сунгра кетма-кет қўзғатиш чулғами уланади ва бу чулғамдаги токнинг қийматини $i_{\text{нс}} = I_{\text{ан}}$ қилиб олинади. Агар кетма-кет қўзғатиш чулғами МКК-и $F_{\text{кс}}$ параллел қўзғатиш чулғами МКК-и $F_{\text{кш}}$ билан мос йуналган бўлса (З- қисқа туташув тавсифи), унда қисқа туташув токнинг олдинги қиймати - $I_{\text{кт}} = I_{\text{н}}$ ни олиш учун, кам қўзғатиш токи $i_{\text{к}}$ талаб қилинади, масалан $i_{\text{к}}' = 0\text{С}_2$. Бу ҳолда В В₂ кесма, қўзғатиш токи $i_{\text{к}}$ нинг масштабида, МКК $F_{\text{кс}} = I_{\text{н}} W_{\text{кс}}$ ни ифодалайди. Бундан шунни қурамызки, агар кетма-кет қўзғатишли чулғам МКК-и $F_{\text{кс}} > F_{\text{а}}$ бўлса, у якорь реакциясининг таъсирини бартараф қилади, ҳамда шундай қўзғатиш токи $i_{\text{к}}$ масштабида АВ₂ кесмага тенг булган ортиқча магнитловчи МКК ни ҳосил қилади. Якорь занжирида кучланиш пасайиши ($I_{\text{н}} \leq R_{\text{а}}$) узгармаганлиги сабабли, А В₂С₂ учбурчак, $I_{\text{кт}} = I_{\text{н}}$ ва $i_{\text{нс}} = I_{\text{н}}$ булгандаги тавсифий уч-бурчакни ифодалайди.

Агар кетма-кет қўзғатиш чулғамининг урамлар сони $W_{\text{кс}}$ яна ҳам катта бўлса, унда бу чулғамнинг МКК-и шундай катта бўлиши мумкинки, ҳатто қўзғатиш токи $i_{\text{к}}$ нинг йуналишини тескарига узгартириш керак бўлиб қолади, яъни параллел қўзғатиш чулғамига қарши улашга тўғри келади. Бу ҳолга тўғри келадиган ҚТТ З.7-расмда 4-туғри чизик куринишида курсатилган. Бу ерда 0С₃ оралиқ $I_{\text{кт}} = I_{\text{н}}$ ва $i_{\text{нс}} = I_{\text{н}}$ қийматлардаги манфий қийматга эга булган қўзғатиш токи ($-i_{\text{к}}$) га тенг. У ҳолда ВВ₃ кесма кетма-кет қўзғатиш чулғами ҳосил қилган МКК $F_{\text{кс}}$ ни, икки кесма айирмасидан ҳосил булган АВ₃ = ВВ₃ - ВА оралиқ кетма-кет қўзғатиш чулғами ортиқча ҳосил қилган МКК ни ва АВ₃С₃ учбурчаги эса, $I_{\text{кт}} = I_{\text{н}}$ ҳамда $i_{\text{нс}} = I_{\text{н}}$ қийматлардаги янги тавсифий учбурчакни ифодалайди.

Параллел қўзғатишли генератор учун қурилган тавсифий учбурчак ABC ни ва аралаш қўзғатишли генератор учун қурилган тавсифий учбурчаклар А В₂С₂ ёки А В₃С₃ ларни солиштириб қуйидаги ҳулосага келамиз: аралаш қўзғатишли генераторни якорь реакцияси магнитловчи таъсир қиладиган, яъни чуткалари геометрик нейтралдан якорнинг айланиш йуналишига тескари силжитилган параллел қўзғатишли генератор, пёб ҳисоблаш мумкин.

Агарда аралаш қўзғатишли генераторнинг номинал токи катта бўлса, масалан, $I_{\text{н}} = 200 \text{ А}$ булган ҳолларда З.6-расмдаги схема бўйича ҚТТ ни тажрибада олишда қуйидаги қийинчиликлар пайдо бўлади: 1) кетма-кет қўзғатиш чулғамини энергия билан таъминлаш учун кат-

та ток бера оладиган узгармас ток манбаи керак булади; 2) кетма-кет қўзғатиш чулғамидаги токни рўстлаш учун жуда оғир рўстловчи реостат керак булади. Шунинг учун, бу ҳолда, тажриба 3.8-расм буйича утказилади. Бунда кетма-кет ва параллел қўзғатиш чулғамлари тескари уланлиши керак, агар бу икки чулғам мос уланган бўлса, кетма-кет қўзғатишли генераторнинг қисқа туташув



3.8-расм. Аралаш қўзғатишли генераторнинг номинал токи $I_H \geq 200$ А булганда, қисқа туташув тажрибасини утказиш схемаси.

иш ҳолатига эга буламиз. Бу ҳолда, $i_H = 0$ булса ҳам кетма-кет қўзғатиш чулғами ҳосил қилган магнит оқими қолдиқ магнит оқими билан бир хил йўналишда бўлиб, натижавий оқим ошадиган ва генератор уз-узидан қўзғалиш жараёни рўй бериб, якори занжири қисқа туташган бўлгани учун, бу занжирда қиймати жиҳатидан йўл қўйилмаган, номинал ток I_H га нисбатан унлаб марта катта булган ток ҳосил булади.

Қўзғатиш чулғамлари тўғри ёки тескари уланганлигини юкланиш усули билан текшириш мумкин. Бунинг учун салт ишлашда якорнинг айланиш тезлиги $n = n_H$ булганда генераторни номинал кучланишга қадар қўзғатилади ва, сўнгра, унинг юкланиш токини ошира бошлаймиз. Агар бунда генератор клеммаларидаги кучланишнинг озоқ ортгани сезилса, бу икки қўзғатиш чулғамлари тўғри уланган бўлиб, агарда бу чулғамлар тескари уланганда кучланишнинг камайиши сезиларли булади.

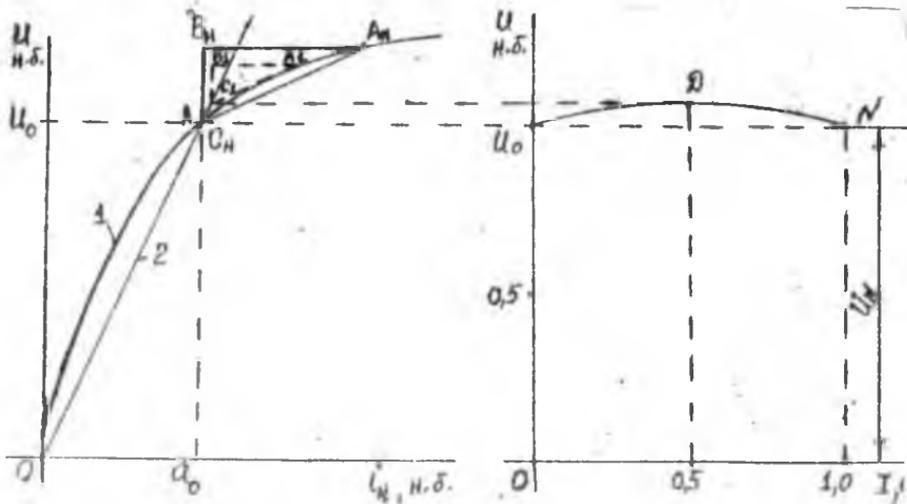
Ўрни эслатиб ўтиш лозимки, фақат параллел қўзғатиш чулғамидаги токнинг йўналишини узгартириб, қўзғатиш чулғамларнинг узаро уланлишларини узгартириб булмайди, бунга сабаб, параллел қўзғатиш чулғамидаги ток йўналишининг узгартириши якори чулғамидаги ЭЖКнинг йўналишини узгартириб, бу эса, уз навбатида, якори токнинг ва кетма-кет қўзғатиш чулғамидаги токнинг ҳам йўналишини узгартиради.

Шундай қилиб, 3.8-расмдаги схема, 3.6-расмдагидан фарқи бўлиб, у буйича ишлаганда шунга аҳамият бериш керакки, қўзғатиш чулғамларини бир-бирига нисбатан улашиш схемасини узгартириш учун кетма-кет қўзғатиш чулғами учларидаги симларни алмашлаб улаш лозим бўлади, натижада бу чулғамдаги токнинг йўналиши тескарига узгаради.

3.6. Аралаш қўзғатишли генераторнинг ташқи тавсифини янги график усулида қуриш

Айталик, биз таҳлил қилаётган аралаш қўзғатишли генераторнинг кетма-кет қўзғатиш чулғами МЖК-и F_c нинг қиймати шундай танланганки, бунда юкланиш токининг номинал қийматидаги кучланиш (U_n) салт ишлашдаги кучланиши U_0 га тенг бўлади. Бу натижа МЖК F_c нинг қиймати якорь реакциясини тула қоплаган ҳолда ҳосил бўлади.

Бундай генераторнинг ташқи тавсифини график усулда қуриш учун даставвал СИТ (1) ва ундаги кучланишнинг қиймати U_0 га ($U_0 = U_n$ бўлиши ҳам мумкин) мос келувчи "А" нуқтадан утказилган ОА тўғри чизигини (бу тўғри чизик $U_n = f(I_n)$ боғлиқликни ифода қилади) чизиб оламиз (3.9-расм). Шунга юкланиш токи $I = I_n$



3.9-расм. Аралаш қўзғатишли генераторнинг ташқи тавсифини янги усулда қуриш чизмаси.

учун қурилган тавсифий учбурчак $A_H B_H C_H$ ни шундай жойлаштирамизки, бунда C_H учи ОА чизигида (масалан, $U_0 = U_H$ га мос келувчи "А" нуқтада) A_H учи эса СИТ эгри чизигида ётиши лозим. Аниқланган " C_H " нуқтани унг томондаги графика кучириб иккита нуқтани ҳосил қиламиз, яъни ординаталар уқидаги ($I = 0$) U_0 га мос келувчи нуқта ва текширилаётган генераторнинг номинал юкдаги кучланиши шартга кура $U_H = U_0$ булгани учун изланаётган иккинчи нуқта $I = I_H$ га тўғри келган нуқта "N" булади (3.9-расм).

$I = 0,5 I_H$ га тўғри келадиган нуқтани топиш учун $A_H B_H C_H$ учбурчакнинг томонларини икки марта камайтириб топилган учбурчак $A_1 B_1 C_1$ ни худди олдингидек, яъни A_1 учини СИТ эгри чизигида, C_1 учи эса ОА тўғри чизигининг давомида ётадиган қилиб қуямиз. Ҳосил булган " C_1 " нуқтани унгадаги графика $I = 0,5 I_H$ га тўғри келадиган нуқта "Д" га кучирамиз (бунинг учун чапда чизилган графикадаги " C_1 " нуқтадан абсциссалар уқиға параллел чизиқ утказиб, унгадаги графикада эса $I = 0,5 I_H$ га мос келадиган нуқтадан ординаталар уқиға утказилган параллел чизиқ билан кесилган "Д" нуқтани топамиз). Ҳосил булган " U_0 ", "Д" ва "N" нуқталарни бирлаштириб ташқи тавсифни ҳосил қиламиз (3.9-расм).

Аралаш қўзғатишли генераторнинг салт ишлаш ва қисқа туташув тавсифлари ёрдамида F_C нинг баъзи бир қийматлари учун қурилган тавсифий учбурчаклар 3.9-расмда келтирилган.

Хулоса қилиб шунни таъкидлаш керакки, узгармас ток генераторининг ишлагилиш (юкланиш, ташқи ва ростлаш) тавсифларини, СИТ ва тавсифий учбурчак ёрдамида график усулда қуришнинг афзаллиги кузга яққол ташланади, чунки тавсифий учбурчак салт ишлаш ва қисқа туташув тавсифлари ёрдамида қурилади, бу тавсифларни тажрибадан олиш эса, энг оқидий, қўшимча ёрдамчи қурилмалар талаб қилмайди, энергия кам сарфланади ва генераторнинг йул қўйилган иш ҳолатлари учун етарлича аниқликда булган натижаларни беради. Бундай усул билан аниқланган тавсифий учбурчак машинанинг фақат буйлама уқ буйича буладиган якорь реакциясини ҳисобга олади.

Агар тавсифий учбурчак салт ишлаш ва юкланиш тавсифлари ёрдамида қуриласа (оқорида, яъни 1.6.2-бандда бу хусусла маълумот берилган эди), юкланиш токи $I = I_H$ булганда машинанинг қўндаланг уқи буйича буладиган якорь реакциясининг магнит элажири туйлини даражасига қўшимча таъсири ҳам ҳисобга олинади. Юкланиш тавсифини тажрибадан олиш учун қўшимча қурилма талаб қилингани сабабли, бу усул билан аниқланган тавсифий учбурчакни таъкидлаш аниқлик киритиш учун илгач булади.

4-БОБ. ПАРАЛЛЕЛ ИШЛАЁТГАН УЗГАРМАС ТОҚ ГЕНЕРАТОРЛАРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ

4.1. Дастлабки тушунчалар

Станцияларда ва узгармас ток узгарткич нимстанцияларида, охиринда бир нечта генераторлар урнатилиб, улар умумий тасмасимон утказгичлар (шиналар) ёрдамида параллел уланган бўлади.

Бир нечта генераторларнинг параллел ишлаши, агрегатлардан самаралироқ фойдаланишни таъминлайди. Масалан, юк камайганда параллел ишлаётган генераторлар тула (номинал) юк билан, демак, улар юқори фойдали иш коэффициентини билан ишлаши учун генераторларнинг айримларини узиб қўйиш мумкин.

Замонавий ҳаво транспортида охиринда бир нечта узгармас ток генераторлари узаро параллел ишлайди. Буларда ишлатиладиган генераторлар, авиаторларнинг сонига тенг ёки уларга нисбатан 2 марта кўп бўлиши мумкин.

Ҳаво транспортида бир нечта параллел ишлаётган генераторларнинг ишлатилиши қуввати оширилган битта генераторнинг ишига нисбатан ҳамда бир нечта генераторлар алоҳида ишлаган ҳолга нисбатан бир қатор афзалликларга эга:

1) генераторлардан бирортаси ишдан чиқиб (бузилиб) қолса, ёки 4 авиаторли ҳаво транспортида авиаторлардан бирортаси ишламай қолса электр энергия таъминоти зилмайди;

2) генераторлардан фойдаланиш яхшиланади;

3) узгармас ток генераторлари параллел ишлаганида аккумулятор батареясининг сифими пасаяди, аккумулятор батареяларининг сони камаяди ва уларнинг иш шaroитлари яхшиланади.

Мустақил қўзғатилми генераторларнинг узаро параллел ишлаши, параллел қўзғатишли генераторларнинг параллел ишлашидан деярли фарқ қилмайди.

Узгармас ток генераторларининг параллел ишчи амалга оширишда қўйиладиган мақсадлар кўзда тутилади:

а) генераторларни параллел ишга улаш;

б) юкни бир генератордан бошқасига утказиш; бу жараёнда:

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= U_2 = U_3 = \text{const}, \\ I_1 &= I_{1H} = \text{const}, \\ I_2 &= I_{2H} = \text{const} \end{aligned} \right\} \text{булганда}$$

$I_{K1}, I_{K2}, I_1 = f(I_2)$ боғлиқликлар олинади;

б) параллел ишлаётган генераторларнинг бир қисмини тармоқдан ажиб қуйиш.

Бундан ташқари қуйидаги параллел иш ҳолатлари амалий аҳамиятга эга:

1) ростлаш жараёнида бўлган генераторларнинг параллел ишлаши; бунда:

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= U_H = const, \\ n_1 &= n_{1H} = const, \\ n_2 &= n_{2H} = const \end{aligned} \right\} \text{булганда,}$$

$I_1, I_2, I_{K1}, I_{K2} = f(I_T)$ боғлиқликлар олинади.

2) ташқи таъсир шартитига тўғри келган ҳолатдаги генераторларнинг параллел ишлаши; бунда:

$$\left. \begin{aligned} n_1 &= n_{1H} = const; \quad n_2 = n_{2H} = const, \\ R_{K1} &= const; \quad R_{K2} = const \end{aligned} \right\} \text{булганда,}$$

$U_T = f(I_T), U_1 = f(I_1)$ ва $U_2 = f(I_2)$ боғлиқликлар олинади.

4.2. Параллел ишлаётган параллел қўзғатилми генераторларнинг таъсирлари

Узгармас ток генераторини параллел ишлаётган генераторлар билан, яъни узгармас ток тармоғи билан параллел улаш учун иккита шартнинг бажарилиши зарур булади:

1) уланаётган генераторнинг ЭЖ-и E_2 тармоқ қучланиши U_T га тенг ($E_2 = U_T$) бўлиши керак. Бунда генератор тармоққа улангандан кейинги якорь теги қуйидагича тегилади:

$$I_2 = (E_2 - U_T) / R_{K2} = 0. \quad (4.1)$$

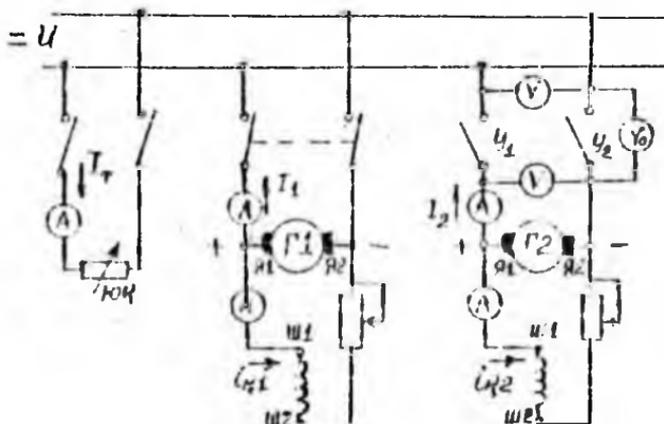
Бундаги ЭЖ E_2 параллел уланувчи генераторнинг қўзғатиш теги I_{K2} ни ростлаш йули билан узгартирилади;

2) параллел уланадиган генератор якорь занжири чиқиб клеммаларнинг қўблагги тармоқ қўбларига мос келиши керак. Агар бу шарт бажарилмаса, параллел ишлаётган ва янги уланган генератор якорьлари ҳосил қилган занжира, шу якорь қўзғатилиш шундан келган ЭЖлар қувилади ва тўғлаштирувчи ток

$$I_{KT} = (E_1 + E_2) / (R_{K1} + R_{K2}) \quad (4.2)$$

ҳосил бўлиб, у қўймағ жиҳатдан машинанинг чиқишидаги клеммаларни қисқа туташган ҳолати ($U = 0$) қисқа туташув токига тенг бўлади.

Агарча юқоридаги нискала шарт ҳам bajarилса, генераторларнинг якорь занжирлари ҳосил қилган занжирга тенглаштирибчи ток бўлмайди. Бу ҳолда янги уланган генератор ($\Gamma 2$) салт ишлаш ҳолатида бўлиб, олдинги ишлайётган генератор $\Gamma 1$ эса, аввалгидек тула юк остида ишловчи давом қилдиради (4.1-расм).



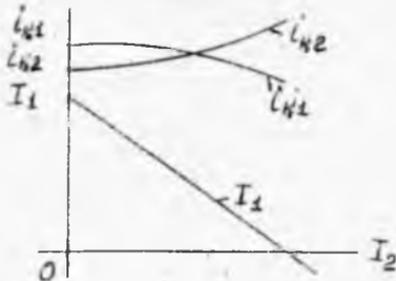
4.1-расм. Параллел қўзғатишли генераторларнинг параллел ишлаш схемаси.

4.3. Параллел ишлайётган параллел қўзғатишли генераторлар орасидаги юкнинг тақсимланиши ва юкни биридан иккинчисига ўтказиш

Бир генератор ($\Gamma 1$) дан иккинчиси ($\Gamma 2$) га юкни тармоқ кучланишини узарттирмаган ҳолда ўтказиш қўйидагича амалга оширилади: қўзғатиш токи $i_{\Gamma 1}$ ни (ёки $I_{\Gamma 1}$ ни) камайғирин билан бир вақтнинг узида, биринчи генератор $\Gamma 1$ нинг токи $I_1 = 0$ бўлгунга қадар, иккинчи генератор $\Gamma 2$ нинг қўзғатиш токи $i_{\Gamma 2}$ нинг (ёки $I_{\Gamma 2}$ нинг) қиймати оширилади. Шундан кейин генератор $\Gamma 1$ ни тармоқдан ўзиб қўйиш мумкин.

Агар генератор $\Gamma 1$ дан генератор $\Gamma 2$ га юкни ўтказиш жараёнида $\Gamma 1$ нинг юкни, $i_{\Gamma 1}$ ни камайғирин йўли билан, $I_1 = 0$ га уз тушир-

гандан кейин ҳам $i_{\mu 1}$ ни камайтиришни давом қилдирсак, Ёки генератор Г2 нинг қўзғатиш токи $i_{\mu 2}$ ни оширсак, ёки $i_{\mu 1}$ ни камайтириш ва $i_{\mu 2}$ ни оширишни, бир вақтнинг узида амалга ошир-лак (4.2-расм), унда генератор Г1, айланиш йўналишини ўзгар-тирмаган ҳолда мотор иш ҳолатига ўтади.



4.2-расм. Параллел ишлайтган параллел қўзғатишни генера-торларнинг юкини бирдан ик-кинчисига утказиш жараёнидаги боғлиқликлар: $I_1, i_{\mu 1}, i_{\mu 2} = f(I_2)$.

Бу қуйидагича тушунтирилади. Маълумки, машина генератор иш ҳолатида бирламчи моторнинг айлантирувчи моменти M_1 га тескари таъсир қилувчи электромагнит момент M ни ҳосил қилади. Агарда биз текшираётган ўзгармас ток машинаси Г1 нинг, якорь токи I_a ва қўзғатиш оқими Φ_k ларнинг (демак, $i_{\mu 1}$ нинг) олдинги йўналишини сақлаган ҳолда, бирламчи моторнинг айлантирувчи моменти M_1 ни ажратиб қўйсак, у ҳолда электромагнит момент M таъсирида машина тескари йўналишда айланиши керак. Агарда якорь токи I_a ёки қўзғатиш токи $i_{\mu 1}$ нинг (чунки қўзғатиш оқими Φ_k ни қўзғатиш токи ҳосил қилади) йўналишини тескарига ўзгартирсак, у ҳолда машина мотор сифатида ишлаб, генератор сифатида ишлаганидаги йўналишида айланади (қурилайтган ҳолда якорь токи I_a нинг йўналиши ўзгарган).

Шуни назарда тутиш керакки, параллел ишлайтган генераторлар якорь занжири қаршиликлари R_{a1} ва R_{a2} ларнинг қиймати кичик булганлигидан, $i_{\mu 1}$ ва $i_{\mu 2}$ -қўзғатиш токлари кам ўзгартирилса ҳам якорь чулгамларидаги ток катта қийматларга ўзгаришга қодир бу-лади, чунки қуйидаги:

$$U = E_{a1} - I_{a1} R_{a1} = E_{a2} - I_{a2} R_{a2} \quad (4.3)$$

ифодада мувофиқ линиядаги кучланиш $U = \cos \delta \dot{E}$ булганда $E_{a1} = C_{E1} \Phi_{k1} n_1$ ва $E_{a2} = C_{E2} \Phi_{k2} n_2$ ларнинг ўзгариши, $I_{a1} R_{a1}$ ва $I_{a2} R_{a2}$ -якорь занжирларидаги кучланиш пасайишлари ҳисобига

қопланиши керак. Шунинг учун генератор қўзғатиш тоқларини ростлашни аҳтиётлик билан ва етарли паражада раво амалга ошириш керак. 4.2-расмда шу жараёнга хос булган I_1 , i_{K1} , $i_{K2} = f(I_2)$ боғлиқликларнинг нмунаси кўрсатилган.

Машинани генератор иш ҳолатидан мотор иш ҳолатига ўтказишни текшириш қўйидаги усулда, яъни текшириладиган машинанинг якорь занжирига уланган "0" рақами паража кўрсаткичининг уртасида булган магнитоэлектрик системали амперметр мили (стрелкаси) оғиш йўналишининг ўзгаришига қараб осон аниқлаш мумкин.

4.4. Параллел ишлаётган параллел қўзғатишли генераторларнинг ростлаш жараёнидаги тавсифлари

Умумий тармоққа параллел ишлаётган генераторларнинг кучланиши ўзгармас булиши талаб қилинади, яъни умумий юкнинг ўзгаришидан қатъий назар истеъмолчилардаги кучланишлар ўзгармаслиги керак. Шунинг учун параллел ишлаётган параллел қўзғатишли генераторларнинг умумий юки ўзгарганда, фақат юкнинг генераторлараро тўғри тақсимланишини қўзлаш билан чекланмасдан, балки уларнинг кучланишларини ҳам ўзгартирмай сақлаш ($U_T = \cos \delta$) учун мазкур генераторларнинг қўзғатиш тоқларини ростлаш лозим булади.

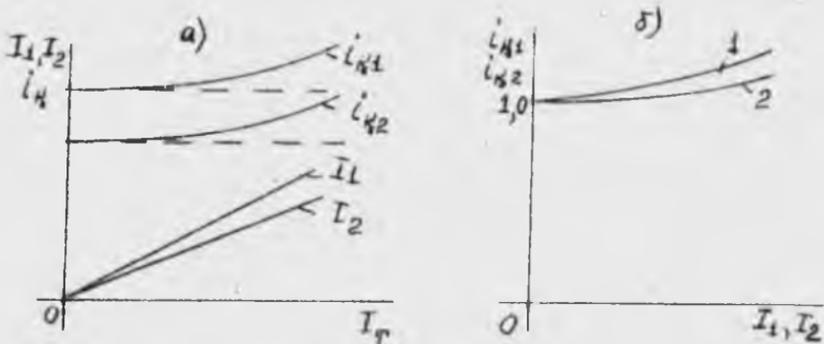
Шундай қилиб, параллел ишлаётган параллел қўзғатишли генераторларнинг ростлаш жараёнидаги иш ҳолати, унинг асосий ишлатиш ҳолати ҳисобланади.

Генераторларнинг параллел иши нормал кечаётганда тармоқдаги юкнинг ҳар қандай ўзгаришидан қатъий назар, бу юк, ишлаб турган агрегатлар орасида уларнинг қувватига тўғри муносабат равиши тақсимланиши керак бўлиб, истеъмолчилардаги кучланиш эса ўзгармас бўлиб қолиши лозим. Акс ҳолда айрим агрегатлар ута юкланиб, бошқалари эса тула юкланмай қолади, тармоқ кучланишининг ўзгариши эса истеъмолчиларнинг нормал ишлашини бузди. Бу маълумотлар шуни кўрсатадики, параллел ишлаб турган генераторларни тўғри ростлаш муҳим аҳамиятга эга экан.

4.3-расмнинг "а" ва "б" қисмларидаги тавсифлар генераторларни ростлаш паражасининг ҳар хил эканлигини кўрсатади. Тавсифларнинг кўриниши машина магнит занжирининг тўйиниш паражасига, якорь реакциясининг миқдорига ва якорь занжири қаршилигидаги кучланиш пасайишига боғлиқ булади.

Агар генераторларнинг магнит занжири бир хил тўйинган булса,

якорь реакцияси ва якорь занжири қаршилигидаги кучланиш пасайи- шининг биргаликдаги таъсири катта булган генератор қузғатиш то- кининг узғариши катта булади (4.3,а-расм, $i_{\mu 1}$ эгри чизиғи).



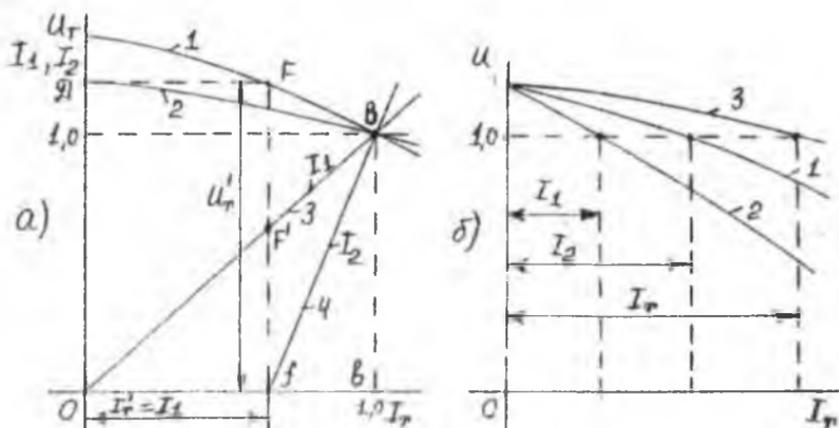
4.3-расм. Параллел ишлаётган параллел қузғатишли генераторларнинг ростлаш жараёнидаги тавсифлари (а); магнит занжирларининг туйиниш даражаси ҳар хил бул- ган генераторларнинг ростлаш тавсифларини таққослаш (б).

Агар генераторларнинг якорь реакциялари ҳам, кучланиш пасайиш- лари ҳам бир хил булса, унда қайси генераторнинг магнит занжири кўп туйинган булса, уша генераторнинг қузғатиш токини кўп узғар- тириш талаб қилинади (4.3,б-расм, 1-эгри чизиқ).

4.5. Параллел ишлаётган параллел қузғатишли генераторларнинг ташқи тавсиф широтига тугри келган ҳолатдаги тавсифлари

Агар иш жараёнида тармоқ юки узғарса, унда қузғатиш токи рост ланмаган параллел ишлаётган генераторлар орасида оқларнинг тақ- симланиши, умумий ҳолда, уларнинг номинал қувватларига номутожа- сиб равишда амалга ошади. Параллел ишлаётган генераторлар ораси- да ўқнинг тақсимланишига уларнинг ташқи тавсифлари жийдий таъсир кўрсатади.

Бунинг физик маъносини қўидагида ташутирилади. Биринчи ге- нератор П1 нинг ташқи тавсифи 1-қуринида, иккинчисиники эса 2-қуринида булсин (4.4,а-расм). Агар иккала генератор ҳам



4.4-расм. Параллел ишлаётган генераторлар орасида тоқларнинг тақсимланиши; а) юк камайганда; б) юк ошганда .

номинал ток ва номинал кучланиш билан параллел ишлаётган булса, унда тармоқнинг юки камайиши билан биринчи генератор Г1 нинг юки $I_1 = 0,5 I_r = 0,5 I_1$ гача камаяди, иккинчи генератор Г2 эса тула юксизланади, яъни $I_2 = 0$ булади. Бунда тармоқнинг кучланиши $U_T = 0$ гача ошади. Демэк, агар юк камайса, юқорида курсатилгандай, қайси генератор ташқи тавсифининг абсциссалар уқига нисбатан қиялиги кам булса, яъни тавсиф "қаттиқ" булса (4.4, а-расм, 2-эгри чизик), уша генератор тезроқ юксизланади, умумий юкни оширганимизда эса, ташқи тавсифи "қаттиқ" булган генератор тезроқ юкланади (4.4, б-расм, 2-эгри чизик).

4.4-расмдаги ташқи тавсифга хос булган эгри чивикларнинг таҳлили шуни курсатадики, 1-генераторнинг магнит занжири 2-генераторникига нисбатан камроқ туйинганлиги, ёки туйиниш даражаси бир хил булганда ҳам, 1-генераторнинг якорь реакцияси ва якорь занжирида кучланиш пасайиши 2-генераторникига қараганда катта булади.

Шундай қилиб, ташқи тавсифлар, параллел ишлашдаги танланган иш ҳолати учун генераторларнинг яроқлилиги тўғрисида аниқ хулоса чиқаришга имконият беради. Масалан, юкни параллел ишлаётган генераторлар қувватига муносабат равишда тақсимлаш учун, уларнинг нисбий бирликлар системасида қурилган ташқи тавсифлари бир хил булиши шарт.

4.6. Параллел ишлаётган аралаш қўзғатишли генераторларнинг тавсифлари

Аралаш қўзғатишли генераторлар параллел ва кетма-кет генераторларнинг хусусиятларига эга булганлари учун, аралаш қўзғатишли генераторлар параллел ишлаганда ҳам уларнинг афзаллигини ва камчилигини узларида намоён қилади.

Аралаш қўзғатишли генераторларнинг турғун параллел ишлашини таъминлаш учун схемани шундай тузиш керакки, бунда бирорта генераторнинг кетма-кет қўзғатиш чулғамидаги токнинг ортиши натижасида, шу генераторнинг ЭОК-и бошқа генератор ЭОК идан ортиб кетишига олиб келмасин, ана шундагина кетма-кет қўзғатиш чулғамларида токнинг тақсимланиши генераторнинг ЭОК ларига боғлиқ булмай, балки фақат ташқи занжир токлари, ҳамда кетма-кет қўзғатиш чулғамлар қаршиликларининг нисбатига боғлиқ булади.

Биринчи генераторнинг ЭОК-и ортса, ток кетма-кет қўзғатиш чулғамидан утмай, тенглаштирувчи симлардан утиб биринчи генераторнинг юкни оширади ва 2-генераторнинг юкни камайтиради, яъни якорлардаги тоklar шундай узаро тақсимланадики, бунда параллел ишлаётган иккала машинанинг чиқиб клеммаларидаги кучланишлари бир хил қийматга эга булади. Кетма-кет қўзғатиш чулғамларидан утариган юкланиш тоklarининг қиймати эса узгармасдан қолади. Шундай қилиб, қаршилиги жуда кичик булган тенглаштирувчи симлар, аралаш қўзғатишли генераторларнинг параллел ишини параллел ишлаётган параллел қўзғатишли генераторларники сингари турғун қилиш имкониятини яратди.

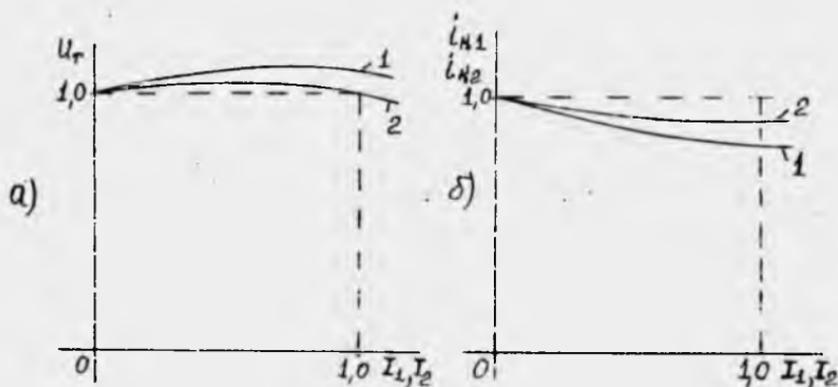
Параллел ишлаётган аралаш қўзғатишли генераторларда юкнинг тақсимланиши худди параллел қўзғатишли генераторлардаги каби булади.

Шуни таъкидлаш керакки, аралаш қўзғатишли генераторлар орасида юкнинг қайта тақсимланиши, параллел қўзғатишли генераторлардаги каби фақат уларнинг ЭОК лари фарқига ва якорь чулғамининг қаршиликларига боғлиқ булиб қолмасдан, яна тенглаштирувчи симлар ва кетма-кет қўзғатишли чулғамлар қаршиликларининг узаро нисбатига ҳам боғлиқдир.

3.4-бандда берилган маълумотдан биламизки, агар кетма-кет ва параллел қўзғатиш чулғамлари мос уланган бўлса, истеъмолчилар таъминланадиган кучланиш автоматик равишда тахминан узгармас булади.

Бундан кўринишича, параллел ишлаётган аралаш қўзғатишли генераторларнинг асосий иш ҳолати булиб, ташқи тавсиф шароитидаги иш

ҳолати (4.5,а-расм) тўғри келар экан.



4.5-расм. Параллел ишлайётган аралаш қўзғатишли генераторларнинг ташқи (а) ва ростлаш (б) тавсифлари.

Аралаш қўзғатишли генераторларнинг ташқи тавсиф ҳуринишига боғлиқ равишда ўзгарадиган, ростлаш жараёнига мос келадиган ҳолатдаги ишлаши (4.5,б-расм) айрим қизиқиш туғдиради.

Ташқи тавсифни тажрибада олиш учун генераторларнинг бирор тасини, якорининг айланиш тезлигини $n = n_n$ қилиб, қўчланиши

$U = U_n$ бўлгунча параллел қўзғатиш қўлғамининг токи $I_{Hш}$ оширилади ва шу ҳолатдаги параллел қўзғатиш занжирининг қаршилигини ўзгартирмасдан, генераторнинг юки тахминан $I_a = 0,5 I_n$ бўлгунга қадар оширилади. Сунгра унга иккинчи генератор улашиб, юк уларнинг қувватига мутаносиб равишда тақсимланади. Агарда қўзғатиш занжирдаги қаршилиқлар ўзгартirilмаган ҳолда тармоқ юки оширилса, унда ҳар бир генератор узининг ташқи ва ростлаш тавсифларига (4.5,а-расм) боғлиқ равишда юкланади. Ҳар битта генераторнинг тезлигини $n = n_n = \text{const}$ қилиб сақлаб, параллел қўлғамлар занжирларидаги қаршилиқларни ўзгартирмасдан ҳолда, тармоқнинг юкини 0 дан бошлаб оширилади.

Ростлаш жараёнига мос келадиган иш ҳолатида ҳам тажриба $I_n = 0$ қийматдан бошланади. Параллел ишлайётган генераторларнинг қўзғатиш токи шундай ростланадики, бунда ишлайётган агрегатлар орасида юк уларнинг қувватларига мутаносиб равишда тақсимланиб, генераторларнинг айланиш тезлиги ўзгармас бўлганда, умумий шиналардаги

(тасмасимон утказгичлардаги) кучланиш эса узгармас булсин.
Росглаш тавсифларини ифодалайдиган эгри чизиқлар 4.5,6-расмда
курсатилган.

УЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРЛАРИ БУЙИЧА ТЕСТ СИНОВЛАРИГА ВАРИАНТ ТУЗИШ УЧУН САВОЛЛАР ВА ТОПШИРИҚЛАР

1. Узгармас ток генератори (УТГ) нинг тузилиши ва ишлаш тарти-
би / 1.1; 1.2 /.
2. Мустақил қузғатишли УТГ нинг салт ишлаш тавсифи (СИТ) ва унинг
аҳамияти нимадан иборат? / 1.1 /
3. Мустақил қузғатишли УТГ нинг қисқа туташув тавсифи / ҚТТ / ва
унинг аҳамияти хусусида маълумот беринг. / 1.2 /.
4. Мустақил қузғатишли УТГ нинг юкланиш ва СИТ лари орасидаги фарқ
нимадан иборат? / 1.3 /.
5. Нима учун УТГ ни лойиҳалаганда унинг номинал кучланишига туғри
келадиган СИТ даги нуқтаси эгилган қисмига, яъни магнит занжири
туйинган қисмига туғри келадиган қилинади? / 1.1 /
6. Мустақил қузғатишли УТГ нинг ташқи тавсифларини амалда, юни
овириб ёки камайтириб олишдаги буладиган электромагнит жараён-
ларни таҳлил қилинг. / 1.4 /
7. Мустақил қузғатишли УТГ нинг ростлаш тавсифи ва унинг таҳлили-
ли келтиринг. / 1.5 /
8. Якорь реакциясининг таъсири мустақил қузғатишли УТГ тавсифла-
рини қандай узгартиради? / 1.2...1.5 /
9. Мустақил ва параллел қузғатишли УТГ ларининг ташқи тавсифлари-
ни таққослинг. / 1.4; 2.3 /
10. Параллел қузғатишли УТГ нинг мустақил қузғатишли туридан асо-
сий афзаллиги нимадан иборат? / 2.3 /
11. Қандай қузғатишли УТГ нинг салт ишлашида якорь чулғамидаги
ток 0 га тенг булмайди ва нима учун? / 2.1 /
12. Параллел қузғатишли УТГ нинг уз-узини қузғатиш жараёни қандай
солир булади? / 2.1.2 /
13. Параллел қузғатишли УТГ нинг теълик тавсифини СИТ бўрамини
аниқланг. / 2.1.3 /
14. Уз-узини қузғатиш жараёнидаги критик теълик қандай аниқлана-
ди? / 2.1.3; 2.1.4 /
15. Параллел қузғатишли УТГ қандай ишлайди? / 2.1 /
16. Параллел қузғатишли УТГ нинг асосий тавсифларига сиз қисқича

- маълумот беринг. / 2-боб /
17. Параллел ва мустақил қўзғатишли УТГ ларининг ҳар хил шқланиш токи учун тажрибадан олинган юкланиш тавсиқлари нима билан фарқ қилади? / 2.2 /
 18. Параллел қўзғатишли УТГ нинг ташқи тавсиқини таҳлил қилиб беринг. / 2.3 /
 19. Параллел қўзғатишли УТГ учун критик токи хавфлими ёки қисқа туташув токими? / 2.3 /
 20. Параллел ва кетма-кет қўзғатишли УТГ нинг юкланиш токи $I = 0$ дан $I = I_n$ гача ошганда, генератор занжирининг чиқиш клеммаларидаги кучланиш қандай ўзгаради? / 2.3; 3.3 /
 21. Аралаш қўзғатишли УТГ нинг тузилиши ва ишлаши ҳусусида қисқача маълумот беринг. / 3.1 /
 22. Аралаш қўзғатишли УТГ да юкланиш токиннинг ошиши билан якорь занжирининг чиқиш клеммаларидаги кучланиш қандай ўзгаради? / 3.3 /
 23. Аралаш қўзғатишли УТГ даги кетма-кет қўзғатиш чулғами қандай вазифани бажаради? / 3- боб /
 24. Аралаш қўзғатишли УТГ нинг эфзаллиги ва камчилиги нималардан иборат? / I-илова /
 25. Нима учун аралаш қўзғатишли УТГ магнит занжирининг тўйиниш даражаси анча кам қилиб лойиқаланади? / 3-боб /
 26. Ҳар хил қўзғатишли УТГ ларининг ташқи тавсиқларини таққослаб беринг. / 3.3 /
 27. Аралаш қўзғатишли УТГ нинг ҚТТ ни тажрибада олишда буладиган ўзига хос ҳусусиятлар нималардан иборат? / 3.5 /
 28. Аралаш қўзғатишли УТГ да қўзғатиш чулғамларининг ўзаро уланешларини ўзгартириш учун фақат параллел қўзғатиш чулғамидан фойдаланиш билан кифояланса буладими? / 3.5 /
 29. Аралаш қўзғатишли УТГ ташқи тавсиқининг СИТ ва тавсиқий учбурчак ёрдамида қуриш. / 3.6 /
 30. Тавсиқий учбурчакни салт ишлаш ва қисқа туташув тавсиқлари ёрдамида қуриш ва унинг амалий аҳамияти нима? / 1.6 /
 31. СИТ ва ҚТТ лари ёрдамида қурилган тавсиқий учбурчак-якорь реакциясининг қайси ташкил этувчисини ҳисобга олади (буйлама ўқ буйичами ёки кундаланг ўқ буйичами) ? / 1.6.1 /
 32. Тавсиқий учбурчакни салт ишлаш ва юкланиш тавсиқлари ёрдамида қандай қуриш мумкин? / 1.6.2 /
 33. Ҳар хил усул билан қурилган тавсиқий учбурчакларни таққослаб беринг. / 1.6.1; 1.6.2 /

34. Салт ишлаш ва юкланиш тавсифлари ёрдамида қурилган мустақил ва аралаш қўзғатишли УТГ ларининг тавсифий учбурчаклари орасидаги фарқ нимада? / 1.6.2 /
35. Мустақил қўзғатишли УТГ нинг ростлаш тавсифи СИТ ва тавсифий учбурчак ёрдамида қандай қурилади ва бу усул билан қурилган тавсифнинг аниқлиги қандай? / 1.7.3 /
36. СИТ ва тавсифий учбурчак ёрдамида мустақил қўзғатишли УТГ нинг ташқи тавсифини қуринг. / 1.7.2 /
37. Параллел қўзғатишли УТГ нинг ташқи тавсифини СИТ ва тавсифий учбурчак ёрдамида қуринг ва унинг аниқлигини таҳлил қилинг. / 2.4 /
38. УТГ ларининг параллел ишини амалга оширишда қандай мақсадлар кузди тутилади ва бундаги тавсифлар нималардан иборат. / 4.1 /
39. Параллел қўзғатишли УТГ ларини узаро параллел улаш учун қандай шартлар бажарилиши лозим? / 4.2 /
40. Параллел ишлаётган УТГ ларида юк қандай тақсимланади? / 6.3; 3-илова /
41. Параллел ишлаётган параллел қўзғатишли УТГ ларининг ростлаш жараёнидаги тавсифларни таҳлил қилиб беринг. / 4.4 /
42. Параллел ишлаётган параллел қўзғатишли УТГ ларининг ташқи тавсиф шароитига туғри келган ҳолатдаги тавсифларини таҳлил қилиб беринг. / 4.4 /
43. Параллел ишлаётган аралаш қўзғатишли УТГ ларининг тавсифларини таҳлил қилиб беринг. / 4.5 /
44. Параллел қўзғатишли УТГ ларининг ишлатилиш соҳаларига мисоллар келтиринг. / 2-илова /
45. Мустақил қўзғатишли УТГ ларининг асосий қўлланиш соҳаларига мисоллар келтиринг. / 2-илова /
46. Аралаш қўзғатишли УТГ лари халқ хужалигининг қайси соҳаларида қўлланилади? / 2-илова /
47. УТГ "Г-К" системасида қандай вазифани бажарди ва бу система узғарувчан ток электр таъминотидан қандай ишлайди? / 2-илова /
48. Қайси соҳаларда УТГ электр-машинали кучайтиргич сифатида қўлланилади ва улар қилмоқда? / 2-илова /
49. Қандай ҳолларда УТГ пайвандлаш генератори сифатида ишлатилади ва унинг афзаллиги нимада? / 2-илова /
50. УТГ ларининг замонавий ҳаво транспортида бажарадиган вазифаси нимадан иборат? / 2-илова /

1-ИДОВА. МУСТАҚИЛ, ПАРАЛЛЕЛ, КЕТМА-КЕТ ВА АРАЛАШ ҚУЗГАТИШНИ УЗГАРМАС ТОК
ГЕНЕРАТОРЛАРИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИНИ ТАҚҚОСЛАШ

Коллекторли узгармас ток генераторлари

Узгатиш тури	Афзалликлари	Камчиликлари
Мустақил қузгатишли	1. Кучланишни ҳенг миқёсда узгартириш мумкинлиги. 2. Ташқи тавсифининг нисбатан "қаттиқ" лиги.	1. Алоҳида узгармас ток манбаининг талаб қилиниши.
Параллел қузгатишли	1. Ташқи узгармас ток манбаининг талаб қилинмаслиги. 2. Қисқа туташув токнинг кичиклиги.	1. Кучланишнинг кичик қийматларида тургун ишламаслиги. 2. Бехосдан буладиган қисқа туташув ҳолатининг хавфлидиги $[I_{\text{қт}} = (I_1 \dots I_2) I_N]$.
Кетма-кет қузгатишли	1.	1. Кучланишнинг оқланишга боғлиқ равишда узгариши. 2. Қисқа туташув ҳолатида токнинг жуда катта қийматга эга булиши.
Аралаш қузгатишли	1. Қузгатиш чулғамлари мос уланиб, кетма-кет қузгатиш чулғамининг маълум бир танланган қийматида, ок узгарса ҳам якорь чулғамининг кучланишининг тахминан узгармаслиги. 2. Қузгатиш чулғамлари тескари уланишда қисқа туташув токнинг қиймати оқланиши.	1. Қузгатиш чулғамлари тескари уланишда окнинг ортити билан кучланишнинг пасайиши.

2-ИЛОВА. УЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРЛАРИНИНГ БАЪЗИ БИР ИШЛАТИЛИШ СОҲАЛАРИ

1) ТРАНСПОРТДА ВА САНОАТНИНГ АЙРИМ ТАРМОҚЛАРИДА: ПП туркумли қуввати 700 кВт дан 2000 кВт гача бўлган узгармас ток генераторлари (УТГ) узгармас ток электрзатишли тепловозлар учун мулжалланган бўлиб, тортиш электр моторларини узгармас ток билан таъминлаш мақсадида хизмат қилади.

ВГТ туркумли қуввати 8 ёки 12 кВт; МВТ туркумли қуввати 5,75 кВт ва ПСГ туркумли стартер-генератор, қуввати 50 кВт бўлган УТГ тепловозларнинг ҳар хил иш ҳолатларини ҳосил қилиш учун ишлатилади [32, 35, 36].

УТГ экскаваторларнинг бош юритма механизмларини электр энергияси билан таъминлаш учун хизмат қилади. Бу генераторлар туркумларига қараб қуйидаги қувватларга эгадирлар: ППЭ-(75+2000) кВт; 2ПЭ-(250-560) кВт; 2ПЭМ-(112-560) кВт; 2ПЭ-(118, 132, 900, 2500) кВт [37].

Тўғ-қон саноатида ишлатилариган баъзи бир бурғилаш дастгоҳлари П-92 туркумли қуввати 60-70 кВт бўлган УТГ лари ишлатилади [21].
Электрхимия саноатининг электролиз қурилмаларида қуввати 160-500 кВт бўлган УТГ қулланилади [9].

Гальванопластика (электродитик чуқуртириш усулида аниқ металл нусхалар ясаш) ва гальваник қопламаларда қуввати 3-30 кВт бўлган УТГ ишлатилади [9].

Электрхимия саноатидаги алюминий ишлаб чиқариш комбинатларида қуввати 2500 ва 4550 кВт бўлган УТГ қулланилмоқда [9].

Янги қурилган шундай комбинатларда бу генераторлар ярим утказгичли турғилагичлар билан алмаштирилмоқда.

Нефть-газ саноатида чуқур қуруқларни бурғилашда электр бурғи машинасини айлантирувчи электр мотири вилининг айланиш тезлигини ростлаш мақсадида ишлатилариган, қуввати 605 кВт бўлган УТГ қулланилади.

Ротор ёрдамида чуқур қуруқларни бурғилашнинг иш ҳолатларини автоматик ростлаш агрегатларида қуввати 27-50 кВт бўлган УТГ ишлатилади [18].

Нефть-газ саноатида пулат қувурларни пайвандлашда ГСО-300-5У2 ва ГД-310У2 туркумли узгармас ток пайвандлаш генераторлари ишлатилари [28].

Қурилишда ГСО-1000, ГСР-500, ГСМ-1000, СР-1000 ва ГСМ 500

туркумли пайвандлаш УТГ ишлатилади. Курилишда ишлатиладиган узи юрар ДЗ-67 туридаги скрепер ва ДЭТ-250М тракторларининг тортиш моторлари ПИА-600 (600 кВт), ДК-51Б-1 (215 кВт) туркумли УТГ ёрпаида энергия билан таъминланади [37].

Авиацияда замонавий тайёраларнинг айримларида ГСР, ГСР-ІВМ, ГСР-20К туркумли параллел қузғатишли УТГ кенг қулланилади. Бу туркумдаги генераторларнинг қуввати 25 кВт гача етиб, уларнинг сони авиаторларнинг сонига тенг ёки улардан икки марта кўп булади [25].

2) АВТОМАТИКА ВА БАЗИ БИР ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТ СИСТЕМАЛАРИДА: автоматика системаларида ТП туркумли кичик қувватли УТГ [тахогенераторлари] [34, 36] ва аккумулятор батареяларини зарядлашда эса П, 2П туркумли УТГ ишлатилади [36].

Генератор-мотор (Г-М) системаси ишлатиладиган: кутариш крани механизмларида, [24, 40] катта қувватли бир чумичли ва кўп чумичли экскаваторларнинг бош механизмларида [24, 34, 37]; шахталардаги редукторсиз юритмали кутариш машиналарида (бу соҳада ишлайдиган УТГ нинг қуввати 630-6300 кВт) [31]; тоғ-кон саноати карьерларининг бургилаш дастгоҳларида [21, 34]; кема рулини бошқариш секторли механизмлари юритмасида ва юкловчи қурилмаларда [19]; тўқимачилик саноати корхоналаридаги пардозлаш ишларида [26, 34]; металлургия цехларидаги кутаришган машиналарнинг юритмасида [34, 40]; ҳамда саноатнинг бошқа соҳаларидаги [37] механизмларни бошқаришда қулланиладиган Г-М системаларида УТГ ишлатилади.

3) УЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИНИНГ ЭЛЕКТР-МАШИНАЛИ КУЧАЙТИРГИЧЛАРИ СИФАТИДА ИШЛАТИЛИШИ ВА УЛАРНИНГ САНОАТ ТАРМОҚЛАРИДАГИ ҚУЛЛАНИШ СОҲАЛАРИ: авиацияда қуввати 0,6-1,3 кВт булган УТГ электр-машинали кучайтиргич (ЭМК) сифатида хизмат қилади [25]. ЭМК лар фақат тайёрларда ишлатилиб қолмай, балки аввалдан ишлатилиб келатган автоматик бошқариш системаларида ҳам қулланилиб келмоқда. Масалан, тоғ-кон саноатидаги бургилаш дастгоҳларини айлантиришда [21], карьерларда ишлатиладиган кўп чумичли экскаваторларнинг юқори қисмини айлантирувчи механизмларда ЭМК лар ишлатилади [24].

ҶОДАДАНИЛГАН АДАБИЁТ РҶИҲАТИ

Асосии адабиёт

1. АНДРИАНОВ В.Н. Электрические машины и аппараты. -М.: Колос, 1971. - 448 б.
2. АНДРИАНОВ В.Н., БОРОПАЕВ Н.И., ДРУЖИЛИНА Н.А., НИКОНОВ Л.В. Практикум по электрическим машинам и аппаратам. -М.: Колос, 1969. -272 б.
3. ЕРУСКИН Д.Э., ЗОРОХОВИЧ А.Е., ХВОСТОВ В.С. Электрические машины. Ч.2. -М.: Высшая школа, 1987. -335 б.
4. ВОЛЬДЕК А.И. Электрические машины. -Л.: Энергия, 1974. -340 б.
5. ИБРОҶИМОВ У. Электр машиналари. -Т.: Уқитувчи, 1988. -372 б.
6. ИВАНОВ-СМОЛЕНСКИЙ А.В. Электрические машины. -М.: Энергия, 1980. -928 б.
7. КАЦМАН М.М. Электр машиналари ва трансформаторлар. Тар.-Т.: Уқитувчи, 1976. -408 б.
8. КОПЫЛОВ И.П. Электрические машины. -М.: Энергоатомиздат, 1986. -360 б.
9. КОСТЕНКО М.П., ПИОТРОВСКИЙ Л.М. Электрические машины. Ч.1. -Л.: Энергия, 1972. -544 б.
10. МАЖИДОВ С. Электр машина ва электр ритмаларидан практикум. -Т.: Уқитувчи, 1976. -164 б.
11. МАЖИДОВ С. Электр машиналари ва электр ритмалар. -Т.: Уқитувчи, 1970. -376 б.
12. ПЕТРОВ Г.Н. Электрические машины. Ч.3. -М.: Энергия, 1968. -224 б.
13. ПИОТРОВСКИЙ Л.М. Электрические машины. Учебник для вузов. -М.-И.: Госэнергоиздат, 1949. -528 б.
14. ПИОТРОВСКИЙ Л.М., ПАЛЬ Е.А. Испытание электрических машин. Ч.1. Общая часть и испытание машин постоянного тока. -М.-Л.: Госэнергоиздат, 1949. -380 б.
15. ТКАРЕВ Б.Ф. Электрические машины. Учебник для вузов. -М.: Энергоатомиздат, 1990. -624 б.
16. ХВОСТОВ В.С. Электрические машины. Машины постоянного тока. -М.: Высшая школа, 1968. -336 б.

Қўшимча адабиёт

17. АЙСАРОВ Р.А., САЛИМОВ Ж.С., ПИРМАТОВ Н.В. Узгармас ток генераторининг э-узини қўзғатиш қараёнидаги критик тезлиқни салт ишлаш тавсияси брқчинда аниқлаш / Материали Вузовской научно-технической конференции ТашГУ. Ташкент, 1994. С.3.

18. БЛАНТЕР С. Г., СУД И. И. Электрооборудование нефтяной и газовой промышленности. - М.: Недра, 1980. - 478 б.
19. ГОЛОВИН Ю. К. Судовые электрические приводы. - М.: Транспорт, 1991. - 327 б.
20. ДАНИЛОВ И. А., ЛОТОЦКИЙ К. В. Электрические машины. - М.: Колос, 1972. - 527 б.
21. ЖУКОВСКИЙ А. А., НАНКИН Ю. А., СУШИНСКИЙ В. А. Привод и системы управления буровых станков для карьеров. - М.: Недра, 1990. - 223 б.
22. КАЦМАН М. М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу. - М.: Высшая школа, 1983. - 215 б.
23. КИТАЕВ В. Е., КОРХОВ Ю. М., СВИРИН В. К. Электрические машины. Ч. I. Машины постоянного тока. Трансформаторы. - М.: Высшая школа, 1978. - 184 б.
24. КОЛОСЖК В. П. Электрослесарь на открытых горных работах. - М.: Недра, 1991. - 303 б.
25. КОМИСАР М. И. Авиационные электрические машины и источники питания. - М.: Машиностроение, 1990. - 304 б.
26. ЛАНГЕН А. М., КРАСНИК В. В. Электрооборудование предприятий текстильной промышленности. - М.: Легпромиздат, 1991. - 320 б.
27. МАЖИДОВ С. М. Русско-узбекский словарь электротехнических терминов. - Т.: Уқитувчи, 1992. - 128 б.
28. МИЧКОВ В. И., АРИПОЛИН А. Г. Электрооборудование насосных и компрессорных станций. - М.: Недра, 1991. - 157 б.
29. НИКОЛАЕВ С. А. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам. - М.: Энергия, 1975. - 224 б.
30. ПИОТРОВСКИЙ Л. М. Электрические машины. Учебник для техникумов. - Л.: Энергия, 1975. - 504 б.
31. РИМАН Я. С., СЛОВЕЦ А. И. Устройство и эксплуатация электрооборудования стационарных установок. - М.: Недра, 1991. - 284 б.
32. ГУДАЯ К. И., ЛОГИНОВА Е. Д. Тепловозы. Электрическое оборудование и схемы. Устройство и ремонт. - М.: Транспорт, 1991. - 303 б.
33. ГУСЧА-УЗИ ЭЦИА политехника лугати. Электротехника ва энергетика/ д. ин. фан. докт., проф. А. С. Каримов тахрири остида. - Т.: ТошПИ, 1990. - 150 б.
34. СПРАВОЧНИК по автоматизированному электроприводу. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 661 б.
35. СПРАВОЧНИК по электрическим машинам. Т. I. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 456 б.
36. СПРАВОЧНИК по электрическим машинам. Т. 2. - М.: Энергоатом-

37. СПРАВОЧНИК энергетика строительной организации. Т. I. Электро-снабжение строительства. -М.: Стройиздат, 1991. -640 б.
38. ТИКАРЕВ Б.Ф. Электрические машины. Учебник для техникумов. М.: Энергосатомиздат, 1989. -672 б.
39. ТОЛВИПСКИЙ В.А. Электрические машины постоянного тока. -М-Л.; Энергоиздат, 1956. -468 б.
40. ФОРТНЕВ М.М. Электропривод и электрооборудование металлургии. -М.: Металлургия, 1990. -352 б.
41. УШЕВСКИЙ ТИЛЛИ илимий-техникавий терминологиясини тартибга солиш принциплари. -Т.: ФАН, 1991. -172 б.
42. УЗГАТМАС ТОҚ МАШПАЛАРИНИНГ симметрик якорь чулғамларини қисқарттириш на таҳвия қилиш / Тошкент политехника институти; Ж.С. Қалимов, М.Г. Ахиятов, Тошкент, 1991. -52 б.

М У Н Д А Р И Ж А

СЎЗ БОШИ.....	3
КИРИШ.....	4
К.1. Замонавий саноат тармоқларини ишлатишда электр машиналарининг тутган урни ва узгармас ток машиналари тавсифларини бағиқсил урганишда мазкур қўлланманинг аҳамияти.....	4
К.2. Узгармас ток машинасининг тузилиши ва унинг генератор сифатида ишлаш тартибига оид қисқача маълумот.....	6
К.2.1. Тузилишининг асосий элементлари.....	6
К.2.2. Узгармас ток машинасининг генератор сифатида ишлаш тартиби.....	7
УЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРЛАРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ.....	10
Таслабки маълумотлар.....	10
1-БОБ. МУСТАҚИЛ ҚЎЗГАТИЛИ УЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ.....	10
1.1. Салт ишлаш тавсифи.....	11
1.2. Қисқа туташув тавсифи.....	12
1.3. Ёқланиш тавсифи.....	11
1.4. Ташқи тавсифи.....	16
1.5. Ростлаш тавсифи.....	16
1.6. Мустақил қўзғатишли узгармас ток генераторининг тавсифий учбурчагини қуриш усуллари.....	19
1.6.1. Салт ишлаш ва қисқа туташув тавсифлари ёрдамида қуриш.....	19
1.6.2. Салт ишлаш ва ёқланиш тавсифлари ёрдамида қуриш.....	21
1.7. Салт ишлаш тавсифи ва тавсифий учбурчак ёрдамида мустақил қўзғатишли генераторнинг ёқланиш, ташқи ва ростлаш тавсифларини қуриш.....	2
1.7.1. Ёқланиш тавсифини қуриш.....	2
1.7.2. Ташқи тавсифини янги график усулда қуриш.....	2
1.7.3. Ростлаш тавсифини янги усул билан қуриш.....	2
2-БОБ. ПАРАЛЛЕЛ ҚЎЗГАТИЛИ УЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ.....	2
2.1. Салт ишлаш тавсифи ва уз-узини қўзғатиш жараёни.....	2
2.1.1. Салт ишлаш тавсифи.....	2

2.1.2. Параллел қузғатишли генераторнинг уз-уздини қузғатиш жараёни.....	28
2.1.3. Параллел қузғатишли узгармас ток генераторининг тезлик тавсифини график усулда аниқлаш.....	31
2.1.4. Узгармас ток генераторининг уз-уздини қузғатиш жараёнидаги критик тезликни аниқлаш.....	34
2.2. Параллел қузғатишли генераторнинг қисқа туташув, юкланиш ва ростлаш тавсифлари.....	35
2.2.1. Қисқа туташув тавсифи.....	35
2.2.2. Юкланиш тавсифи.....	35
2.2.3. Ростлаш тавсифи.....	36
2.3. Параллел қузғатишли генераторнинг ташқи тавсифи ва унинг таҳлили.....	37
2.4. Параллел қузғатишли генераторнинг ташқи тавсифини унинг салт ишлаш тавсифи ва тавсифий учбурчаги ёрдамида янги усулда қуриш.....	40
3-БОБ. АРАЛАШ ҚУЗҒАТИШЛИ УЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ.....	42
3.1. Дастлабки маълумотлар.....	42
3.2. Салт ишлаш ва юкланиш тавсифлари ҳамда улар ёрдамида тавсифий учбурчак қуриш.....	43
3.3. Ташқи тавсифи.....	45
3.4. Ростлаш тавсифи.....	46
3.5. Қисқа туташув тавсифи.....	47
3.6. Аралаш қузғатишли генераторнинг ташқи тавсифини янги график усулида қуриш.....	51
4-БОБ. ПАРАЛЛЕЛ ИШЛАЁТГАН УЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРЛАРИНИНГ ТАВСИФЛАРИ.....	53
4.1. Дастлабхи тўқунчалар.....	53
4.2. Параллел ишлаётган параллел қузғатишли генераторларнинг тавсифлари.....	54
4.3. Параллел ишлаётган параллел қузғатишли генераторлар орасидаги иккинчи тақсимланиши ва икки бирдан иккинчисига ўтказиш.....	55
4.4. Параллел ишлаётган параллел қузғатишли генераторларнинг ростлаш жараёнидаги тавсифлари.....	57
4.5. Параллел ишлаётган параллел қузғатишли генераторларнинг ташқи тавсиф жараёнига тўғри келган ҳолатдаги тавсифлари.....	58

4.6. Параллел ишлаган аралаш	
қузғатишли генераторларнинг тавсифлари.....	60
УЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРЛАРИ БУЛИЧА ТЕСТ СИНОВЛАРИГА	
ВАРИАНТ ТУЗИШ УЧУН САВОЛЛАР ВА ТОПШИРИҚЛАР.....	62
1-ИЛОВА. Мустақил, параллел, кетма-кет ва аралаш	
қузғатишли узгармас ток генераторларининг	
хусусиятларини таққослаш.....	65
2-ИЛОВА. Узгармас ток генераторларининг	
баъзи бир ишлатилиш соҳалари.....	66
ТОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТ РЎЙХАТИ.....	68

САЛИМОВ А.С.

АХМАТОВ И.Т.

ПИРМАТОВ Н.Б.

ЎЗГАРМАС ТОҚ МАШНАЛАРИНИНГ
ТАЪСИФЛАРИ. ТАЪСИМИ ТАҲЛИЛ

Мухаррир Э.Бозоров

Босишга руҳсат этилди 1995.27.03. Бичими 60x84
1/16 - қороз. Тезкор босма усулида босилди. Шартли босма
тобови 4,6 Ҳисоб-нашр тобови 4,5. Адади 100 нусха-
лурғина. №552

бу, таъсир ва таъсир қилиши билан Тошкент давлат
техника университети. 1000 95, Тошкент Университет
қўшниги, 4.

Тошкент давлат техника университетининг боснахонаси.