

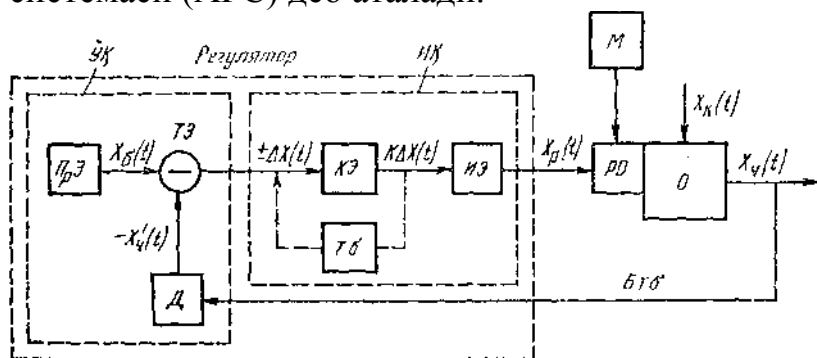
17-майруза. Электр двигател айланиш частотасини ростлашнинг рақамли-аналог системаси.

Режа:

1. Асосий таъриф ва тушунчалар
2. Ўзгармас ток генератори кучланишини нагрукка буйича ростлаш

Ишлаб чиқариш кур ил мала ри — машина, юритма ёки агрегат- ларда утадиган технологи процесслар бир ёки бир нечта сифат кур- саткичлари билан характерланади. Бундай курсаткичлар турли хил — механик, физик ва химиявий катталиклар (температура, босим, тезлик, цувват, концентрация ва коказолар) дан иборат булиб, технологик процесс давомида мекнат предметига ишлов бериш, уларнинг берилган мивдори узгармас ёки маълум конунга мувофиқ узгарадиган шарт-шароитда амалга оширилади. Масалан, пахтани цуритиш про- цессида цуритиш температураси $X(t)$ олдиндан белгилаб куйилган цуритиш температураси X_b га, танда ипини охорлаш сифатли булиши учун эса охор ваннасидаги эритма сатхининг баландлиги $X_4(i)$ берилган баландлик X_b га тенг булиши шарт ва .\оказо. Технологик процесс давомида ростланиб туриши керак булган бундай курсаткичлар (катталиклар) ростланувчи параметрлар $X_4(t)$ деб аталади. Ростлаш ростланувчи параметрларнинг олдиндан бериб цуйилган ростлаш цонунига мувофиқ узгариши Демакдир.

Ростланувчи параметрнинг узгармас булишини ёки берилган кр- нунга мувофиқ узгаришини таъминлайдиган техник к;урилма автоматик ростлаш системаси (АРС) деб аталади.



128-раем. Берк занжирли АРС шнг типик функционал схемаси:

О—объект, РО— объектни ростлаш органи; ИК — ижрочи курилма; ИЭ — ижрочи элемент; КЭ — сигнал кучайтируичи элемент; ТЭ — таққослаш элементи; — қлчаш курилмаси; Д — датчик; ПрЭ — программа ёки топшириқ беруичи элемент; БТБ — бош тескари борланиш зан- мшири; ТВ — тескари борланиш; М — энергия ёки модда манбаи. $X_K(t)$ —объектга кивувчи таици таъсирлар (объект нагруккасининг узгариши).

АРС пинг типик функционал схемаси 128- раемда курсатилган- АРС асосан икки цурилмадан; регулятор (бошцарувчи) ва объект (бошцарилувчи) дан иборат булиб, мецнат предметига объектда ишлов берилади, регулятор эса

мекнат предметига ишлов бериш процессида объектнинг бирор технологик параметрини ростлаб туриш функциясини (одам иштирокисиз) бажаради. Объект билан регулятор инфор. мацион боғланишга эга булган ягона системани ташкил цилади. Регу. лятор объектда утаётган процесс давомида технологик параметрлар- нинг узгариши тугрисида улчов узгарткичлар (датчиклар) оркали информациялар олиб, унга ўлчаш-таццоелаш элемента (ТЭ) да ишлов беради ва ростлаш цонунига ёки ростланувчи параметрнинг четга чиқишига мувофиқ объектга тескари таъсир курсатади, яъни ростлаш процессини бажаради. Ростланувчи параметрнинг четга чиқиши (139) таццоелаш элемента (74-раем) ёрдамида аницланади:

$$\pm \Delta X(t) = X_b - X_c(t), \quad (139)$$

бунда X_0 ростланувчи параметрнинг берилган циймати. $X_c(t)$ — ростланувчи параметрнинг узгараётган циймати.

Ростланувчи параметрнинг четга чиқиши $\pm \Delta X(t)$ АРС га ташци ва ички тасодифий таъсирлар натижасида вужудга келади. Бундай таъсирлар объектга кирувчи сигнал $X_k(t)$ деб аталади. Регулятордан чикувчи сигнал $l_r(t) = K_p A A'(t)$ ростланувчи параметрнинг четга чиқишига нисбатан царама-царши ишорага эга булиб, объектга четга чиқиш $\Delta X(t)$ ни йуц цилиш йуналишида таъсир курсатади, АРС нинг мувозанат цолатини $X_b - X_q(t) \approx 0$ цанта тиклайди.

АРС нинг мувозанат цолатини бузадиган ички факторлар сифатида АРС элементларининг характеристикалари вацт утиши ва эскириши билан узгариб цолишини ва энг асосий ташци факторлар сифатида технологик процесс давомида объект нагрукасининг узгариб тури- шини курсатиш мумкин. Объект нагрукаси технологик процесс даво- мнда узлуксиз узгариб, система га $X_k(t)$ мицдор ида таъсир курсатиб туради ва уз навбатида ростланувчи параметр $X_4(t)$ ни зам узгарти- радп. Бу узгариш берилган цуйим микдоридан ошиб кетмаслигини таъминлаш АРС нинг асосий вазифасидир.

Иккинчи даражали ташци таъсирлар ростлаш процессига кам таъсир цнлувчи хаво температураси узгариши, энергия ёки модда босими ва бошца параметрларининг узгариши, энергия ёки модда манбаи параметрининг кичик мицдордаги узгаришлари ва бошцалар, купинча халацкт берувчи таъсирлар деб аталади. Одатда халацитлар берилган цуиимдан кичик цийматга эга булса, АРС уларнинг таъсирини йуцо- та олмайди. Ростланувчи параметрнинг четга чиқиши $\pm \Delta X(t)$ га пропорционал булган регулятордан чикувчи сигнал $X_p(t) = K_p \Delta X(t)$ объектнинг ростлаш органига ростловчи таъсир курсатади. Бу процесс АРС бир барцарор режимдан иккинчи барцарор режимга утгунича давом этади. Барцарор режимларда $X_p(t) = 0$, $\Delta X(t) \neq 0$ булади, объектнинг ростловчи органи РО ишламай туради.

Автоматик ростлаш системаларини тузишда бир цатор ростлаш усулларидан фойдаланилади. Бу усулларнинг энг асосийлари; 1) объ- гктнинг режим параметрини (ростланувчи параметрини) унинг нагрукаси буйича; 2) объект ростланувчи параметрининг четга чивдши $l_{y_{i+1}}$; 3) шу икки усулнинг комбинациясидан иборат ростлаш усул- ларидир.

Узгармас ток генсратори кучланишини нагрукка буйича
ростлаш

Системанинг таъсирланишига, кузгалиши ва унда уткинчи процесс вужудга келишига сабаб буладиган амда унинг мувозанатнга иутур етказадиган таиши таъсирлар ичида объект нагруккасининг тасодифий равишда узгаРиб туриши системани кузгатувчи энг асосий таъсир қисобланади. Шу сабабли ростланувчи параметрнинг четга чивдшини объект нагруккасига мувофикк ростлаш (компенсациялаш) аича самарали булади. Буни узгармас ток генераторини кузгатиш то- кини компаундлаш мисолида куриш мумкин (129- раем).

Маълумки, генераторнинг ростланувчи параметри унинг якори клеммаларидаги кучланиши $U_r(t)$, нагруккаси эса унинг якорь токи I_a қисобланади. Бу икки параметрнинг узаро боғланиши $f/r(1;1)$ генераторнинг та иши характеристикаси деб аталади. Генератор кучланишини нагрукка токи буйича ростлаш процесси ана шу ташки характе- ристикага кура анализ вдлипади. Бунинг учун генераторнинг нагруккасиз режимдаги кучланишининг номинал мивдори

$$U_{н} = E_0 = C\Phi \cdot n_{н}$$



129-раем. Нагрукка буйича ростлаш системаси:

а — генератор кучланишининг нагрукка токи буйича ростлаш системаси; б — генераторнинг ташкии характеристикалари 2; в — нагрукка буйича ростлаш системасининг функционал схемаси.

параллел чулгам $W_{иu}$ нинг токи $I_{в}$ ва оцими $\Phi_{ш}$ асосида, якорнинг айланиш частотаси номинал ва узгармас $n = \text{const}$ булган холда $\Phi_{р}$ - натилади.

Шундан сунг царшилик R_h ни камайтириш йули билан уни нагрузка токи I_a ни нолдан I_n гача ошириб генераторнинг ташци характеристикаларини (129-раем, 1, 2-график) олиш мумкин. Бунда график 1 генераторни цузгатиш токи компаундланмаган режимдаги, график 2 эса компаундлангаи режимдаги характеристикалардир. Характеристика (график 1) дан куринадики, генератор номинал режимда ишлаганда, яъни $I_a = I_n$ булганда унинг ростланувчи параметри — кучланиши $A U$ мицдорда камаяди. Ана шу четга чициш мицдорини кучланишлар мувозанати тенгламасига мувофиқ цуйидагича ифодалаш мумкин:

$$E_{гн} - U_r = I_{эл} \cdot R_n = \Delta U,$$

$$\text{бунда } E_{гн} = C\Phi_{ш} n_{гн} = K_c \Phi_{ш}. \quad (140)$$

Агар генератор клеммаларидаги номинал кучланиш U_B ни стабиллаш талаб цилинса, вужудга келган четга чициш $A U$ ни имкони бо-рича камайтириш ёки йуц цилиш, бунинг учун эса генераторнинг электр юритувчи кучи E ни $A U$ мицдорида ошириш керак:

$$\Delta E_r = K_c \Delta \Phi = \Delta U,$$

$$K_c = C n_{гн}.$$

бунда

Нагрузка буйича ростлаш усулида бундай компенсацияловчи оцим АФ генератор токи I_a га пропорционал равишда $A \Phi / f /$ я цосил булади, яъни шунда генератор кучланишини ростлаш учун зарур булган цушимча ЭЮК $A E_r = K_c A \Phi = K_c J$ я генераторни цузгатиш системасида алоцида чулгам W_c булиши ва ундан якорь токени ут- казиб, цушимча оцим АФ — Φ_0 қосил цилиш йули билан вужудга келади. Бунинг учун схемадаги узиб-улагич схеманинг 1 нуцтасини узиб, 2 нуцтасига улайди, шунда генератор якорь токи I_a чулгам W_c дан утиши билзн цосил булган цушимча Φ_c оцим генератор куч- ланишининг огишини $E_c = 1(C\Phi_c)$ га мувофиқ компенсация цилади. Бундай компенсация эффектини генераторнинг ташци характеристикаси (2-график) дан куриш мумкин (129-раем, б).

Кучланиш $ofhhih$ компенсацияловчи ЭЮК $E_c = 1(C\Phi_c)$ генераторнинг нагрузка токи 0 дан I_n гача узгарганда тугри чизиц буйича узгаради, шундан сунг цузгатиш системасининг магнит туйиниши сабабли эгри чизицили була бошлайди (129-раем, б, 3-график), компен- сациялаш самарадорлиги кескин пасаяди.

Генератор кучланишининг (ростланувчи параметри — U_r) нагрузка токи I_a га мувофиқ узгариши 129-раем, б, даги 1 ва 2-графикларда курсатилган, унда 1-график компенсацияловчи чулгам ва оцим Φ , булмаганда 2-график эса чулгам W_a дан якорь токи I_a утганда ва компенсацияловчи оцим Φ_c булган хол учун берилган O_u грл|шкда нагрузка токи I_a нинг ошиши билан W_c чулгам цосил цпладиган магнит оцими Φ_c ва ЭЮК $E_c = 1(C\Phi_c)$ магнит

системасининг туйини- шини цисобга олмаганда тугри чизиц буйича ошади ва генератор кучланиши бирмунча ростланади — стабиллашэди. Схеманинг камчилиги характеристика E_c ($/я$) генераторни ростлаш характеристикасига тула мос эмаслигидир. Шунинг учуй цам бундай нагрукка буйича ростлаш системалари объектни фа цат биргина номинал режимдаги нагруккага нисбатан инвариант (боглиц булмаган) система булиб цолади.

Нагрукка буйича АРС нинг муцим афзаллиги унинг ростловчи таъсир курсатишда сигнал кечикишининг йуцлигидир. Ростловчи таъсир бу усулда ростланувчи параметрнинг узгариши юз бериши биланоц уни компенсация цила бошлайди. Регулятор юз берпан ташци таъсирга нисбатан кечикмасдан царши таъсир курсатади. Бу усулнинг афзалликлари сабабли нагрукка буйича ростлаш синхрон машиналарда цам кенг қўлланади ва синхрон машинанинг цузгатиш токини компаундлаш деб аталади.

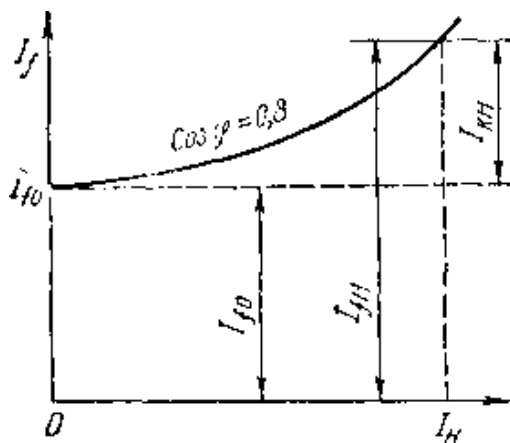
Электр машиналарининг нагрукка токи $/я = 0$ дан $1я = /н$ гача узгарганда кучланишини ростлаш сифатли булиши учун компаундлаш занжири характеристикаси тугри чизицли булмай, машинани ростлаш характеристикаси $i_K = (/J$ га мос булиши в а шундагина ростланувчи параметр $U_r(t)$ нагрукка токи $/я$ буйича инвариант булиши мумкин.

Синхрон машина кучланишини нагрукка буйича ростлаш

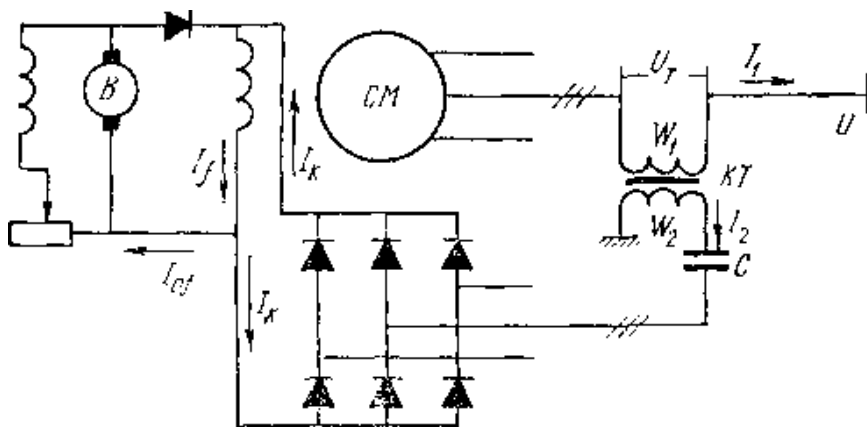
Синхрон машина кучланишини стабиллаш учун уни цузгатиш токи маълум ростлаш характеристикасига (130- раем) мувофиқ узгариши талаб цилинади. Амалда бу талабни бажариш учун синхрон машинанинг цузгатиш токини компаундлаш цурилмасидан фойдаланилади. Бундай цурилмалардан бирининг принципиал схемаси 131- раемда курсатилган. Бунда синхрон машинанинг цузгатиш токи $/f$ икки манбадан: узгармас ток генератори В дан олинадиган ток $/о!$ цамда компаундловчи трансформатор КТ, конденсатор С ва уч фазали вентиллардан тузилган компаундлаш цурилмасидан олинадиган ток $/к$ лар- дан иборат:

$$A = /о! + /к - (142)$$

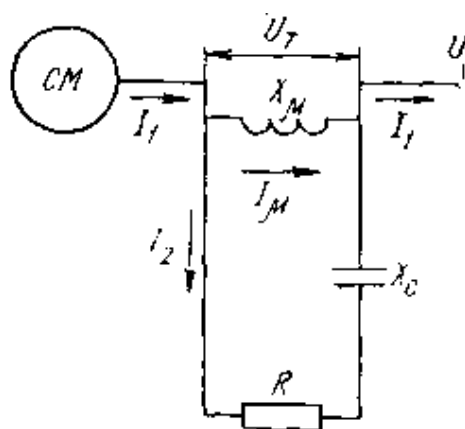
Узгармас ток генератори В синхрон машинанинг нагруккасиз режим кучланиши номинал мицдор $U_0 = U_n$ га тенг булишини таъминлаш учун, компаундлаш цурилмаси эса, синхрон машинанинг нагруккаси 0 дан $/,$ гача узгарганда унинг клеммаларидаги кучланиши U ни ростлаб туриш учун



130- расм. Синхрон машина кучланишини ростлаш характеристикаси ($\cos \varphi = 0,8$ бўлганда).



131- расм. Синхрон машина қўлланивнинг нағрузка токи бўйича роллаш схемаси.



132- расм. Компаундлаш қўрилмасининг соддалаштирилган эквивалент схемаси.

хизмат қилади. Бунда компаундлаш цурилмасининг вольтампер характер истикаси синхрон машинанинг роллаш характеристикасига (130-расм) мос булиши мақсадга мувофикдир. Утказилган текширишлар бундай характеристикани тоқлар феррорезананси қодисасига эга булган компаундлаш қ,урилмаси (131-раем)асосида олиш мумкинлигини курсатди.

Компаундлаш занжириниинг вольтампер характеристикаси $U_T(I_1)$ нинг аналитик ифодасини топишни бир оз осонлаштириш мақсадида қурилманинг соддалаштирилган бир фазали эквивалент

схемасидан (132- раем) фойдаланилган. Унда компаундловчи трансформатор чулгамларидаги индуктив іқаршиликлар қисобга олинмайди, узгармас ток занжирининг эквивалент царшилиги R хамда реактив царшилик X_C трансформатор нинг икки- ламчи чулгамига келтирилган булади.

Компаундловчи трансформаторнинг магнитланиш характеристикасини куйидагича ифодалаш мумкин:

$$H = \alpha B + \beta B^2,$$

бунда α ва β берилган магнит материали учун тажриба йули билан олинган H/B эгри чизит буйича апикланадиган коэффицентлар. Ифода (143) даги H хамда B ни магнитловчи ток /м қамда оцим Φ билан алмаштириб, трансформаторнинг электрик қамда магнит системаларининг параметрларини характерловчи коэффицентлар M ва N қисобга олинса (V боб, 6- §), магнитловчи токка /м нинг 3 ва 5- гармоникалари хисобга олинмаса, магнитлаш токининг ифодаси куйидагича булади;

$$i_m = \sqrt{2} (MU_T + NU_T^5) \sin \omega t.$$

Магнитлаш токининг ҳақиқий қиймати

$$I_m = -j(M + NU_T^4) U_T.$$

Компаундлаш қурилмасининг R ҳамда X_c кабиларининг ток бий қийматининг ифодаси:

$$i_2 = \sqrt{2} I_2 \cos(\omega t + \varphi_2); \quad (146)$$

ҳақиқий қийматининг ифодаси:

$$I_2 = \frac{U_T}{R - jX_c} = \frac{U_T R}{R^2 + X_c^2} + j \frac{U_T X_c}{R^2 + X_c^2}. \quad (147)$$

Синхрон машинанинг нагрузка токи I_1 параллел занжирдаги токлар I_m ҳамда I_2 лар йиғиндисига тенг бўлгани учун унинг комплекс қийматини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I_1 = I_m + I_2 = \frac{U_T R}{R^2 + X_c^2} - jU_T \left[(M + NU_T^4) - \frac{X_c}{R^2 + X_c^2} \right] \quad (148)$$

Бундан умумий ток I_1 нинг ҳақиқий қиймати ифодасини топиш мумкин:

$$I_1 = U_T \sqrt{\frac{R^2}{(R^2 + X_c^2)^2} + \left[(M + NU_T^4) - \frac{X_c}{R^2 + X_c^2} \right]^2}. \quad (149)$$

Компаундлаш занжирининг вольтампер характеристикаси шиббий birlikлар)

$$I_* = \frac{I_1}{I_{рез}}; \quad U_{т*} = \frac{U_T}{U_{рез}}$$

орқали қуйидагича ифодаланади:

$$I_* = U_{т*} \sqrt{A (U_{т*} - 1)^2 + 1}. \quad (150)$$

Бунда $U_{трез}$ ва $I_{рез}$ занжирда юз берадиган токлар резонанси шarti

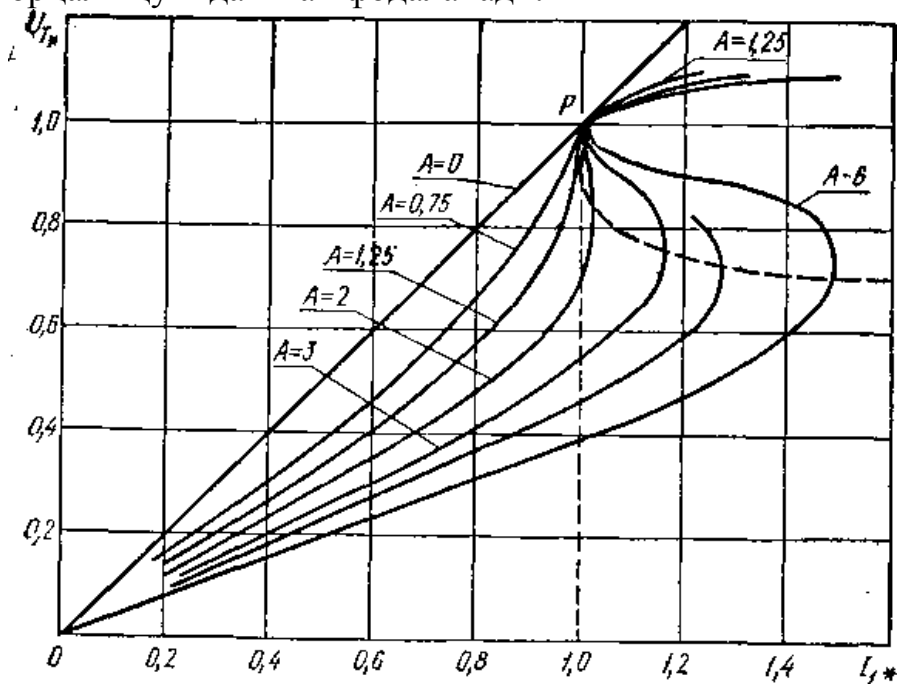
$$U_T \left[(M + NU_T^4) - \frac{X_c}{R^2 + X_c^2} \right] = 0$$

га мувофиқ (148) тенгламадан топилади:

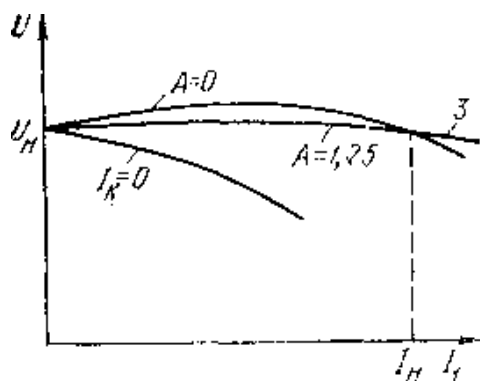
$$U_{трез} = \sqrt{\frac{\frac{X_c}{R}}{RN \left(1 + \frac{X_c^2}{R^2} \right)} - \frac{M}{N}}, \quad (151)$$

$$I_{рез} = \frac{U_{трез}}{R \left(1 + \frac{X_c^2}{R^2} \right)}$$

Компаундлаш коэффициентини A ростлаш характеристиканинг эг* ри чизицилик даражасини курсатади ва компаундлаш занжири па* раметрлари орцали цуйидагича ифодаланеди:



133- раем. Компаундлаш цурилмасининг польтампер характеристикалари.



$$A = \left[\frac{X_c}{R} - MR \left(1 + \frac{X_c^2}{R^2} \right)^2 \right] \quad (152)$$

$$A = U_{T*}^8 N^2 R^2 \left(1 + \frac{X_c^2}{R^2} \right)^2 \quad (150)$$

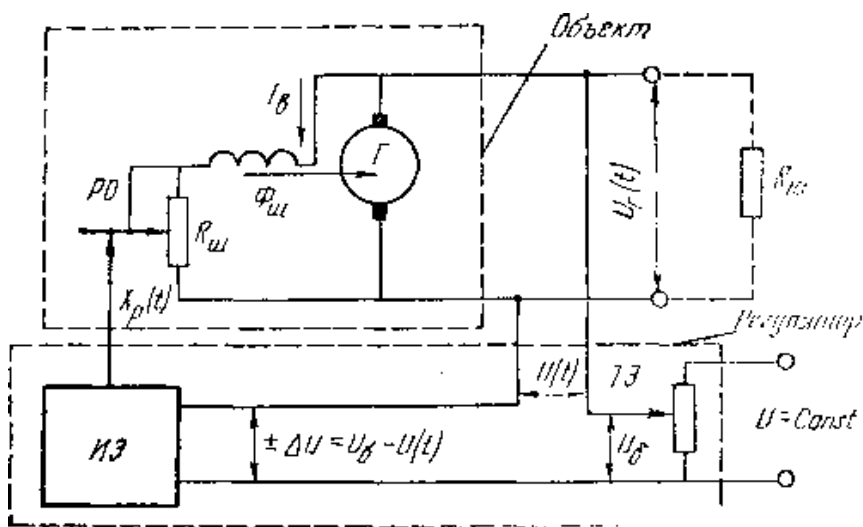
га мувофик тузилган компаундлаш заижири

нинг вольтампер характеристикалари 133- раемда курсатилган. Унда $I_k=0$ дан $I_k=2$ гача булгандаги вольтампер характеристикаларини син- 134-раем. Синхрон машинанинг хрон машинани ростлаш ташки характеристикалари. каси

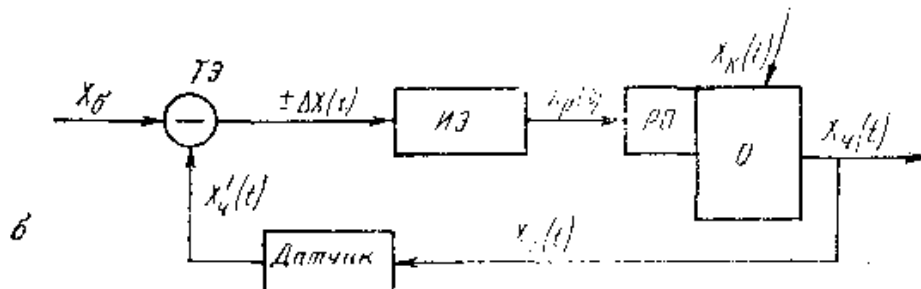
сифатида кабул I_k қилиш мумкинлиги

куринади. Бунга мисол сифатида 134- раемда $A = 0$, $A = 1,25$ булгандаги синхрон машинанинг тажрибада олинган ташки характеристикалари курсатилган. Бундан бошца яна таққослаш мақсадида синхрон машинанинг компаундлаш курил- маси булмагандаги, $I_k = 0$, булгандаги ташки характеристикаси қам келтирилган.

Компаундлаш коэффициентини $A = 1,25$ булганда тапши характе- ристиканинг ниқоятда самарали ва сифатли булишини утказилган тажрибаларда олинган (134- раем) эгри чизшқ 3 дан куриш мумкин. Характеристикага мувофик ростланувчи параметр $U(t)$ нағрузка токи- I_{T*} га нисбатан ($I_k=0$ дан — I_n оралигида) инвариант булиб қолишини куриш мумкин.



а



б

135-раем. Генератор кучлаишини оқиши буйича ростлан) системаси.
 а — принципал схемаси; б — функционал схемаси.