

С. МАЖИДОВ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

МАЪЛУМОТНОМА

ОЛИЙ ЎҚУВ ЮРТЛАРИ УЧУН

31.2
М 15

Такризчилар: техника фанлари докторлари, профессорлар
А. С. Қаримов, А. А. Хошимов, профессор С. Э. Усмонов,
доцент У. И. Иброҳимов, филология фанлари кандидатлари Н. Қосимов
ва Ўзбекистонда хизмат кўрсатган фан арбоби О. Усмонов

Мухаррир М. Шарипов

ISBN № 5-640-01352-4

М $\frac{2202000000-106}{351 (04) 93}$ 43—93

© «ЎҚИТУВЧИ» нашриёти, 1985.

© «ЎЗБЕКИСТОН» нашриёти, 1994 й., ўзгаришлар билан.

СУЗ БОШИ

Электротехника — фан ва техниканинг электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш, тақсимлаш ва ундан турли-туман мақсадларда фойдаланиш билан шуғулланувчи соҳасидир. Электротехниканинг жамият ва умуман инсон ҳаётидаги муҳим аҳамияти ҳисобга олиниб, у жадал суръатлар билан ривожлантирилди. Бу эса пировардида тарихан ғоят қисқа вақт мобайнида мамлакатимизнинг техника-иктисодий пойдеворини мустаҳкамлашга имкон берди. Айниқса интенсив техника-иктисодий тараққиёт даврида, буюк ижтимоий ва иктисодий ўзгаришлар асрида электр энергиясининг ва умуман электротехниканинг аҳамияти бениҳоя ўсди. Эндиликда саноат ва кишлоқ хўжалигининг, транспорт ва қурилишнинг, ҳатто космонавтиканинг бирор соҳаси йўқки, у электротехника билан боғланмаган бўлсин. Қисқаси инсоннинг яратувчанлик фаолиятини, унинг кундалик меҳнати ва ҳаётини эндиликда электротехникасиз тасаввур қилиб ҳам бўлмайди. Бунинг тасдиғи учун медицина соҳасидаги хилма-хил даволаш ва диагностика аппаратларини, дори дозаторларини, сунъий электромеханик аъзоларни ёки хонадонларимиздаги электр ёритгичлар, қизитгич, чангсўргич, совутгич, радиоприёмник, телевизор ва ҳ. к. ларни кўрсатиш kifоя. Электр энергияси ва электротехниканинг иктисодий ҳамда маданий ҳаётимизда нақадар катта ўрин олганини республикамиз мисолида яққол кўриш мумкин. Ўзбекистон энергетикаларининг ғайрати ва шижоати билан 1926 йилдаёқ Бўзсув ГЭСи ишга туширилди. Кейинроқ Чирчиқ ГЭС каскадлари фойдаланишга топширилди. Улуғ Ватан урушининг охирларида 150 минг кВт қувватли Фарҳод ГЭСидек йирик гидротехника иншооти ишга тушди, ҳозирги пайтда Ўзбекистон электроэнергетикалари Чирчиқ ГЭС каскадлари, Чорвоқ, Андижон, Туямўйин ГЭСи каби йирик гидротехника иншоотлари комплексини ҳамда умумий қуввати 6—7 млн кВт дан ортик бўлган Ангрён, Тошкент, Сирдарё ва бошқа ГРЭС ларни қуриб битирдилар ва ҳар бирининг умумий қуввати 3—4 млн кВт ли янги ГРЭС ларни қуришга киришдилар. Булар ҳаммаси жонажон ўлкамиз киёфасини тубдан ўзгартириб юборди. Эндиликда узоқ-узоқ кишлоқларимизда ҳам электр чироқлари порлаб, телевизор дилларни хушнуд этмоқда, электр юритмалар эса оғирни енгил қилмоқда.

Маълумки, электротехника олий, ўрта махсус ва хунар-техника ўқув юртларининг деярли ҳаммасида у ёки бу ҳажмда ўқитилади.

Шунингдек, электротехника фани кўп қиррали ҳамда физика, химия, математика, механика ва шу каби фанлар қонуниятига асослангани сабабли уни ўқитиш ва ўзлаштириш масалалари нисбатан анча мураккабдир. Шу сабабли электротехникадан қўлланма яратиш ва бу фанни самарали ўқитишда муҳим педагогик, психологик ва методик муаммоларни ҳал этишга тўғри келади. Хусусан электротехниканинг турли мутахассисликлар учун ўқитилиши шарт бўлган қисмини белгилаш (ўқитишни дифференциаллаш) да муаллифнинг фикрича электр занжирларининг физик параметрлари — актив қаршилиқ, индуктивлик ва сиғимга асосланиш мақсадга мувофиқдир.

Юқори малакали электротехник кадрлар тайёрлаш ва ўқув юртлирида ўқиш-ўқитиш ишларини самарали йўлга қўйишда, турли хил дарслик ва қўлланмалар қатори, илмий-техник томондан асосланган электротехника терминологиясини ишлаб чиқиш ва унификациялаш (бир хил қилиб тартибга солиш) ҳам муҳим аҳамиятга эга. Ушбу китоб, аввало, олий ўқув юртлирининг талабаларига ҳамда ўрта махсус ва ҳунар-техника билим юртлирининг ўқувчиларига мўлжалланган ва уларга ўқув материали мазмунини чуқур ўзлаштириш ва осон мустаҳкамлаш учун ёрдам беради деган умиддамиз.

Луғатда терминлар тематик группаларга бирлаштириб жойлаштирилган. Ҳар бир тематик группа рим рақами билан, терминлар эса араб рақамлари билан белгиланган. Изланган терминни луғатга берилган мундарижадан қараб топиш мумкин (термин мақолалари ичида учрайдиган қўшимча терминлар ҳам ўша жойнинг ўзида изоҳланган). Луғат бошида электр ва магнит катталиклар бирлиги, ҳарфий белгилари, охирида эса электротехника ривожига муҳим ҳисса қўшган жаҳон олимлари ва собиқ совет, яъни Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлигидаги мутахассислар ҳақида қисқача маълумот берилган (бу бўлим хронологик тартибда тузилган).

Муаллиф китоб қўлёзмасини кўриб чиқиб, қимматли маслаҳатлар берган техника фанлари доктори, профессор А. С. Қаримов, педагогика фанлари доктори, профессор Б. Мирзааҳмедов, Ўзбекистонда хизмат кўрсатган фан арбоби О. Усмонов, фан кандидати Н. Қосимов, доцент У. Иброҳимов ва айниқса луғатни синчиклаб кўриб, уни яхшилашга жуда катта ҳисса қўшган С. Ф. Ақобиров ўртоқларга чуқур миннатдорчилик билдиради. Луғатни яхшилаш ва такомиллаштиришга қаратилган фикр ва мулоҳазаларингизни куйидаги адресга юборишингизни илтимос қиламиз:

Тошкент — 700 129, Навоий кўчаси, 30-уй «Ўзбекистон» нашриёти.

**ЭЛЕКТР ВА МАГНИТ КАТТАЛИКЛАР, УЛАРНИНГ СИ ДАГИ
БИРЛИКЛАРИ ВА ҲАРФИЙ БЕЛГИЛАРИ**

№	Катталиклар номи	Улчов бирлиги	Ҳарфий белгиси
1.	Электр заряд	кулон, Кл	Q
2.	Электр майдон кучланганлиги	вольт тақсим метр, $\frac{В}{м}$	ϵ
3.	Электр потенциал	вольт, В	φ
4.	Электр кучланиш (потенциаллар айирмаси)	вольт, В	U
5.	Электр юритувчи куч	вольт, В	E
6.	Электр сизими	фарад, Ф	C
7.	Ток кучи	ампер, А	I
8.	Электр қаршилиқ	Ом	R
9.	Солиштирма қаршилиқ	Ом·мм ² /м	ρ
10.	Электр ўтказувчанлик	сименс, См	g
11.	Солиштирма ўтказувчанлик	м/Ом·мм ²	γ
12.	Электр қувват	ватт, Вт	P
13.	Электр энергия	киловатт-соат, кВт·соат	W
14.	Магнит индукция	тесла, Тл	B
15.	Магнит оқим	вебер, Вб	Φ
16.	Вакуумнинг абсолют магнит сингдирувчанлиги	генри тақсим метр, Гн/м	μ_0
17.	Магнит майдон кучланганлиги	ампер тақсим метр, А/м	H
18.	Магнит кучланиш	ампер, А	U_M
19.	Магнит юритувчи куч	ампер, А	F_M
20.	Электромагнит куч	ньютон, Н	F_{EM}
21.	Электромагнит момент	ньютон-метр, Нм	M_{EM}
22.	Индуктивлик	генри, Гн	L
23.	Ўзаро индуктивлик	Генри, Гн	M
24.	Электр частотаси	Герц, Гц	f
25.	Давр	Секунда, с	T
26.	Фаза	градус, ... °	$\omega t + \varphi$
27.	Бошланғич фаза	градус, ... °	φ
28.	Актив қаршилиқ	ом, Ом	R_a
29.	Актив қувват	ватт, киловатт Вт, кВт	P_a
30.	Индуктив қаршилиқ	ом, Ом	X_L

№	Катталиклар номи	Ўлчов бирлиги	Харфий белгиси
31.	Индуктив қувват	Вольт-Ампер реактив ВАр (кВАр)	Q_L
32.	Сигимий қаршилик	ом, Ом	X_C
33.	Сигимий қувват	вольт-ампер реактив ВАр (кВАр)	Q_C
34.	Тўла қаршилик	ом, Ом	Z
35.	Тўла қувват	вольт-ампер, В·А	S
36.	Реактив қаршилик	ом, Ом	X_p
37.	Реактив қувват	вольт-ампер реактив ВАр	Q_p
38.	Актив ўтказувчанлик	сименс, См	g_a
39.	Индуктив ўтказувчанлик	сименс, См	b_L
40.	Сигимий ўтказувчанлик	сименс, См	b_C
41.	Тўла ўтказувчанлик	сименс, См	Y
42.	Реактив ўтказувчанлик	сименс, См	b_p
43.	Актив энергия	киловатт-соат, кВт·соат	W_a
44.	Реактив энергия	киловар-соат, кВАр·соат	W_p

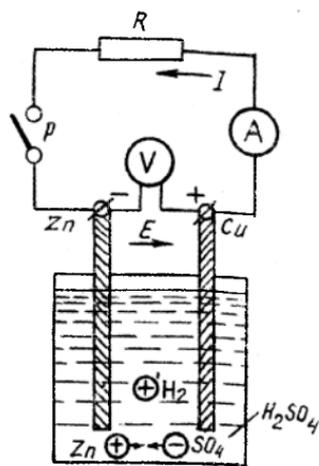
ЭЛЕКТРОХИМИЯВИЙ ТОК МАНБАЛАРИ

1. Гальванические элементы — Гальваник элементлар. Электролит ва унга ботирилган иккита турли хил металл пластинкадан (электроддан) иборат электр токи манбаларининг умумий номи. Бундай элементларнинг яратилишига италия олими, физиолог Гальванининг жониворлар устида ўтказган тажрибалари асосий туртки бўлган. Шу сабабли уларга Г. Э. деган ном берилган. Г. Э. нинг ихтиро қилиниши билан ток хусусиятларини ўрганиш ва ундан фойдаланиш имкони юзага келди, электротехниканинг фан сифатида шаклланишига асос солинди.

2. Элемент Вольта — Вольта элементи. Сульфат кислота (H_2SO_4) нинг сувдаги эритмаси (электролит) ҳамда унга ботирилган манфий электрод — рух (Zn) ва мусбат электрод — мис (Cu) лардан иборат гальваник элемент В. Э. дейилади (1-расм). В. Э. да рух электроди сульфат кислота билан реакцияга киришади. Бунда мусбат Zn манфий SO_4 ионлари билан қўшилишиб $ZnSO_4$ тузини ҳосил қилади. Электролитдаги мусбат H^+ ионлари эса, мис пластинкадан электронлар олиб, водороднинг нейтрал атомларига айланади. Нагижада рух пластинкаси манфий, мис пластинкаси эса мусбат зарядланган электродларга айланиб, улар орасида 1 Вольт (В) потенциаллар айирмаси (э.ю.к.) ҳосил бўлади. В. Э. тарихда биринчи амалий аҳамиятга эга бўлган электрохимиявий ток манбаидир.

3. Электродвижущая сила (ЭДС) — Электр юритувчи куч (ЭЮК). Гальваник элементларда ҳосил бўладиган потенциаллар айирмасини Вольта ЭЮК деб атади. ЭЮК ни ошириш учун Вольта элементларидан Вольтов устуни — батареяси яратилиб, потенциаллар айирмасини бир неча юз ва минг В га етказиш мумкин.

4. Электрохимические источники тока — Электрохимиявий ток манбалари. Гальваник элементлар, яъни химиявий реакция энергиясини бевосита электр энергиясига айлантирувчи манбалар Э. т. м. дейилади. Улар-



1-расм

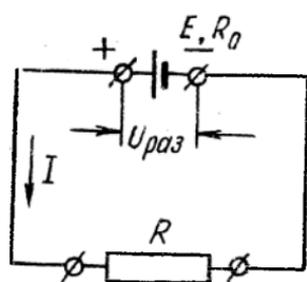
нинг фойдали иш коэффициенти электростанциялардаги генераторларникига нисбатан анча юкори, аммо гальваник элементлардан олинadиган токнинг таннархи уларда арзон ёкилги (газ ёки кўмир) ўрнига қиммат турадиган рух ишлатилиши сабабли анча баланд бўлади. Гальваник элементлардан автоматика, телефон, сигнализация каби кичик тоқларга мўлжалланган қурилмаларда фойдаланилади.

5. Аккумулятор-Аккумулятор. Электр энергиясини химиявий энергияга айлантириб, электр энергияси тўплайдиган ёки аксинча, химиявий энергияни электр энергиясига айлантириб, ўзгармас ток манбаи сифатида ишлатиладиган гальваник типдаги элемент А. деб аталади. Демак, А. иккиламчи ток манбаидир. А. ни 1859 йили Г. Планте ихтиро қилган.

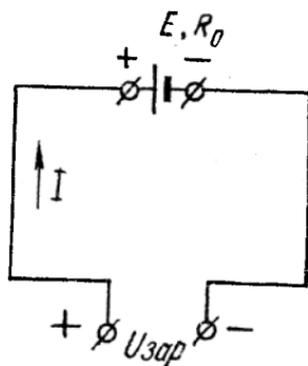
6. Кислотные аккумуляторы — Кислотали аккумуляторлар. Кислотали (ёки кўрғошинли) аккумуляторларда электролит — сульфат кислотадан, электродлар — соф кўрғошин (Pb) ва кўрғошин оксиддан иборат. К. а. икки вольтгача ЭЮК ҳосил қилади. Улар катта электр сизимига ва фойдали иш коэффициенти (ФИК) га эга. Шу сабабли, улардан асосан катта қувватли стационар қурилмаларда кенг фойдаланилади.

7. Щелочные аккумуляторы — Ишкорли аккумуляторлар. И. а. да электролит — ўвчи калий (KOH) ёки натрий (NaOH) эритмасидан иборат. Бундай аккумуляторларнинг ЭЮК ва фойдали иш коэффициенти кислотали аккумуляторларга нисбатан анча паст, лекин тузилиши жиҳатидан сода ва енгил бўлади. Шу сабабли улардан кўпроқ транспорт ва лаборатория шароитларида кенг фойдаланилади.

8. Зарядка и разряд аккумулятора — Аккумуляторнинг зарядланиш ва зарядсизланиши. Аккумуляторга ток бериш режими — зарядланиш, ундан ток олиш режими эса, зарядсизланиш дейилади. 2-расм, а да зарядсизланиш, б да зарядланиш режимида аккумулятор элементларининг улаиш схемалари кўрсатилган. Зарядсизланиш



а)

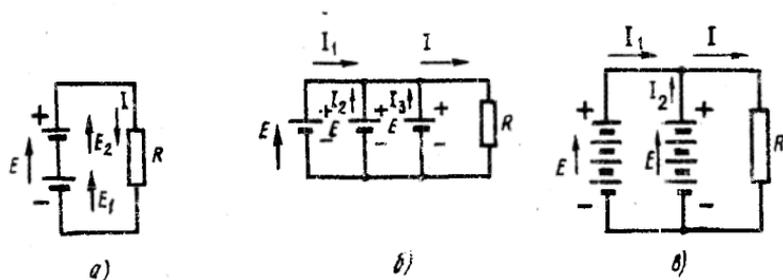


б)

2-расм

режимда аккумуляторнинг кучланиши ($U_{\text{раз}} = E - IR_0$) икки вольтгача пасайиши билан уни зарядланиш режимига ўтказиш керак, акс ҳолда агар кучланиш $1.75 \div 1.8$ В гача пасайса, элементнинг қайта зарядланиш қобилияти мутлақо йўқолади. Зарядланишда ($U_{\text{зар}} = E + IR_0$) зарядловчи токнинг максимал қиймати аккумуляторнинг паспортда кўрсатилган қийматига тенг ёки ундан кичик бўлиши мумкин, аккумуляторнинг кучланиши эса паспортда кўрсатилган ($2.4 - 2.7$ В) қийматга етгунча давом эттирилади.

9. Ёмкость аккумулятора—Аккумулятор сизими. Аккумулятордан зарядсизланиш давомида олинishi мумкин бўлган ток микдори А. с. деб аталади. Бу микдор Ампер-соат билан ўлчанади ва С ҳарфи билан белгиланади: $C = I_{\text{раз}} t_{\text{раз}}$. Агар аккумулятор паспортда кўрсатилган зарядсизланиш токи $I_{\text{раз}} = 10$ А, зарядсизланиш вақти 5 соат бўлса, $C = 10 \cdot 5 = 50$ А=соатга тенг. Демак, зарядсизланиш токи 10 А эмас 1 А бўлса, бундай аккумулятордан 50 соат фойдаланиш мумкин.



3 - расм

10. Аккумуляторная батарея — Аккумуляторлар батареяси. Аккумулятор элементларини ўзаро кетма-кет, параллел ёки аралаш схемаларда улаб, А. б. ҳосил қилиш мумкин. Кетма-кет улашда А. б. нинг электр юритувчи кучи барча элементларнинг ЭЮК йиғиндисига, зарядсизланиш токи эса бир элементнинг токига тенг бўлади. Параллел улашда А. б. нинг ўтказувчанлиги ошади, демак ундан катта зарядсизланиш токи олиш имкони туғилади. Аралаш улаш билан А. б. дан олинадиган қувватни ошириш мумкин. 3-расм, а да элементларни ўзаро кетма-кет улаш, б да параллел улаш ва в да аралаш улаш йўли билан ҳосил қилинган А. б. нинг схемалари кўрсатилган. Агар ЭЮК қиймати $E_1 = E_2 = 1,1$ вольт, ички қаршилиги $R_{01} = R_{02} = 1$ Ом га тенг иккита элементни кетма-кет улаб, ҳосил бўлган батарея учлари қаршилиги $R_{\text{н}} = 0,2$ Ом бўлган юклама бириктирилса, бу занжирдан ўтадиган I токи Ом қонунига мувофиқ қуйидагича бўлади:

$$I = \frac{E}{R_{01} + R_{02} + R_{\text{н}}} = \frac{E_1 + E_2}{R_{\Sigma}} = \frac{1,1 + 1,1}{1 + 1 + 0,2} = 1 \text{ А.}$$

Агар бу элементлар параллел уланса, $I = \frac{E}{R_{\Sigma}} = \frac{1,1}{\frac{1 \cdot 1}{1+1} + 0,2} = 1,6$ А

бўлади. Демак, параллел улашда ток кучи ошади. Агар юклама қаршилиги катта, масалан 20 Ом бўлса, кетма-кет улашда $I = \frac{1,1+1,1}{1+1+20} = 0,1$ А, параллел улашда эса, $I = \frac{1,1}{0,5+20} = 0,053$ А

бўлади. Демак, юклама қаршилиги нисбатан катта бўлган ҳолларда батареядан катта ток олиш учун элементларни кетма-кет улаш керак. Умуман, батарея тузишда ички қаршилиги нисбатан кичик бўлган элементлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

II БУЛИМ

ЭЛЕКТР МАЙДОН

11. Диэлектрик — Диэлектриклар. Электр тоқини ўтказмайди- ган материаллар Д. ёки изолятор дейилади. Д. да ток ҳосил қилувчи эркин электронлар жуда оз бўлади ёки мутлақо бўлмайди. Д. дан электр машина ва трансформатор чулғамларини, кабель ва симларни қоплаш учун ва умуман электр изоляция материал сифатида фойдаланилади. Д. сифатида чинни, каучук ва минерал ёғлар сингари аорганик моддалардан, шунингдек, баъзи органик моддалардан кенг фойдаланилади. Юксак технологик талабларга жавоб берадиган янги Д. нинг ихтиро этилиши ва улардан самарали фойдаланиш катта илмий-техникавий аҳамиятга эга. Масалан, янги Д. материалларнинг яратилиши синхрон генераторлар кучлани- шини 110—165 кв гача кўтариш билан электр энергиясини узок масофаларга узатишда трансформаторлардан фойдаланмаслик им- конини берди.

12. Конденсатор — Конденсатор. Электр заряди тўплаш ва сақлаш учун хизмат қиладиган, диэлектрик билан ажратилган иккита ёки бир нечта ўтказгич пластинкалар (қопламалар)дан иборат тузилма К. деб аталади. К. пластинкаларида (қопламаларида) микдор жиҳатидан тенг, карама-қарши ишорали зарядлар тўплана- ди. Диэлектрик сифатида слюда, керамика ёки парафинланган қоғоз ишлатилган К. дан ўзгармас ва ўзгарувчан ток занжирларида, электролит ишлатилган К. дан эса факат ўзгармас ток занжирларида фойдаланилади. К. асосан электр сифими билан характерланади. Изоляторлар орқали мачталарга осилган ва хаво билан ажратилган икки симли узатиш линияси табиий К. дир. Унда ўтказгич вазифасини симларнинг ўзи, мачта ва ер, диэлектриклар вазифасини эса хаво ва чинни изоляторлар бажаради.

13. Электрическая емкость — Электр сифими. Алоҳида ўтказгич- нинг Э. с. деб унинг электр зарядларини сақлаб қолиш қобилиятига айтилади. Электростатик майдондаги ўтказгичнинг ҳамма нуқталари- да потенциаллар бир хил бўлади. Унинг қиймати эса ўтказгичдаги зарядлар микдорига пропорционалдир. Бундан ўтказгичнинг Э. с. қу- йидагича ифодаланади: $C = \frac{Q}{\varphi}$; бу ерда, C — ўтказгичнинг Э. с., Q —

зарядлар микдори; φ — потенциал. Демак, берилган потенциалда Э. с. канча катта бўлса, ўтказгичда тўпланадиган зарядлар микдори шунча кўп бўлади. Э. с. нинг катталиги ўтказгичнинг геометрик ўлчамлари, шакли ва атроф-муҳитнинг диэлектрик сингдирувчанлигига боғлиқ бўлиб, ўтказгич материалига боғлиқ эмас.

Конденсаторнинг Э. с. куйидагича ифодаланади: $C = \frac{Q}{\varphi_1 - \varphi_2}$; бу ер-

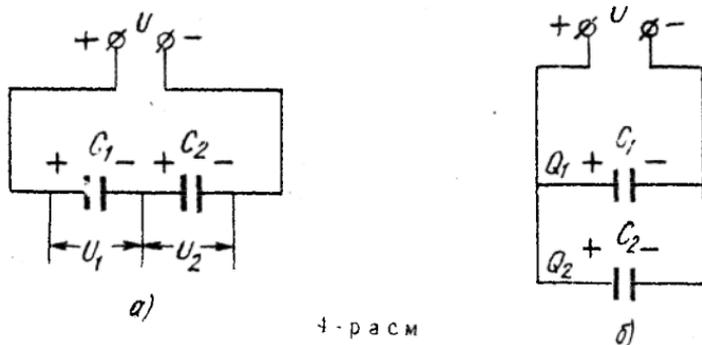
да Q — конденсатор пластинкаларидан бирининг зарядлари микдори, $\varphi_1 - \varphi_2$ — пластинкалар потенциалларининг айирмаси. Конденсаторларнинг тузилиши ва шакли электр зарядларини тўплаш ва саклаш учун мўлжаллаб олинади. Шу сабабли, уларнинг геометрик ўлчамлари кичик бўлган ҳолларда ҳам Э. с. ($C = \frac{Q}{U}$) жуда катта

бўлиши мумкин. СИ да Э. с. нинг ўлчов бирлиги $|C| = \left| \frac{Q}{U} \right| =$

$= \frac{K_{\text{л}}}{B} \equiv 1 \text{ Ф}$ (фарад) дир. Фарад катта бирлик бўлгани учун, одатда

микрофараддан фойдаланилади ($1 \mu\text{Ф} = 10^{-6} \text{ Ф}$).

14. Батарея конденсаторов — Конденсаторлар батареяси. Конденсаторларнинг сифimini ўзгартириш ёки уларнинг кучланишини электр тармогидагига мослаш керак бўлган ҳолларда К. б. тузилади. Унда конденсаторлар кетма-кет, параллел ёки аралаш уланиши



4-расм

мумкин. 4-расм, а да конденсаторлар кетма-кет уланган К. б. нинг схемаси кўрсатилган. Бунда,

$U_1 = \frac{Q}{C_1}$; $U_2 = \frac{Q}{C_2}$; $C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$; $U = U_1 + U_2$ бўлади. 4-расм, б да

эса, конденсаторлар параллел уланган. К. б. нинг схемаси кўрсатилган. Бунда $Q_1 = C_1 U$; $Q_2 = C_2 U$; $Q = Q_1 + Q_2$; $C = \frac{Q}{U} = \frac{Q_1 + Q_2}{U} = C_1 + C_2$ бўлади.

15. Электрическое поле — Электр майдон. Электр заряди бўлган ҳар қандай ўтказгич атропоида Э. м. ҳосил бўлади. Э. м. нинг асосий хоссаларидан бири шуки, унга киритилган ҳар қандай зарядга майдон қандайдир куч билан таъсир кўрсатади. Физика тараккиётининг «Олисдан таъсир қилиш» назарияси ҳукм сурган илк даврида

жисмлар масофадаъ бир-бирига мухитнинг иштирокисиз ўзаро таъсир кўрсатади, яъни кучлар бир жисмдан иккинчисига бўшлик орқали ва бир ойда узатилади, деб тахмин қилинган. Ҳозирги замон материалистик физикаси «Яқиндан таъсир этиш» деб аталган ва Фарадей томонидан тахмин этилган иккинчи назарияни тасдиқлайди. Бу назарияга биноан, жисмлар орасидаги ўзаро таъсир кучлари, улар атрофида бирор мухит бўлгандагина ва бу мухитнинг бир қисмидан иккинчи қисмига маълум тезлик билан узатилади. Электр зарядларининг ўзаро таъсир кучлари Э. м. иштирокида юзага келади ва унинг хусусиятларига боғлиқ. Демак Э. м. электр зарядларининг ўзаро таъсирида мухит вазифасини ўтайди. Тинч (статик) ҳолатдаги зарядлар атрофида Э. м. ҳосил бўлади, ҳаракатдаги зарядлар (тоқлар) ёки доимий магнитлар атрофида эса магнит майдони ҳосил бўлади. Электр ва магнит майдонлари бир-бирига айлана олади ва уларнинг ҳар бири электромагнит ҳодисаларнинг хусусий ҳолидир. Электромагнит майдони, ўз навбатида, материянинг хусусий ҳолати бўлиб, у маълум микдордаги энергия ва массага эга. Шундай қилиб Э. м. ва электромагнит майдони физик хоссаларга эга бўлган объектив реалликдир. Демак, конденсаторларни қарама-қарши ишорали электр зарядлари тўпланиб, кучли Э. м. ҳосил қилинадиган манба деб қараш мумкин.

16. Энергия электрического поля — Электр майдон энергияси. Ўтказгичдаги заряд қанча кўп бўлса, унинг атрофида ҳосил бўлган электр майдони шунча кучли бўлади. Демак, конденсаторга берилаётган **кучланиш** оширилса, унинг электродларида тўпланаётган зарядларнинг микдори ҳам ошиб боради. Бунда конденсатор зарядланиб, унинг электр майдони энергияси ташқи манба энергияси ҳисобига кўпайиб боради. Агар кучланиш du га қадар кўпайса, конденсатордаги электр майдоннинг W энергияси $dW = Qdu$ га етади. Кўчланиш $u_c = 0$ дан $u_c = U_c$ гача кўтарилса, конденсаторда тўпланган энергия микдори

$W_c = \int_{u_c=0}^{u_c=U_c} Q du_c = c \int_0^{U_c} u_c du_c = \frac{cU_c^2}{2} = \frac{QU_c}{2}$ га етади. Зарядланган конденсатор ток манбаидан узилиб бирор ўтказгичга уланса, унинг зарядсизланиш тоқидан ўтказгични қиздирувчи ва микдори W_c га эквивалент иссиқлик энергияси ажралиб чиқади.

17. Электрические заряды — Электр зарядлар. Икки хил жисм бир-бирига ишқаланса ёки зич тегизилса, уларнинг иккаласида ҳам енгил нарсаларни тортиш хусусияти пайдо бўлади. Бу хусусият магнит ва оғирлик кучлари тортишувидан мутлақо фарқ қилади. Буни биринчи бўлиб 1700 йилда инглиз вақчи Жильберт пайкаган ва электр деб атаган (грекча электрон — қаҳрабо демакдир). Электр кучи олган жисмлар электрланган ёки электр билан зарядланган жисмлар деб юритилади, чунки бир-бирига ишқаланган ёки зич тегизилган жисмларда электр кучларини ҳосил қилувчи Э. з. пайдо бўлади. Агар бир-бирига ишқалаб электрланган эбонит ва шиша таёқчаларининг бири шиша таёқчага, иккинчисини эбонит таёқчага тегизилса, бу иккала таёқча бир-бирига тортилади. Агар иккала жисм ё эбонит таёқчадан ёки шиша таёқчадан зарядланса, улар бир-биридан итарилади. Шунга кўра турли жисмларнинг ишқаланишидан

юзага келтирилган Э. з. турли ишорага эга бўлади, деган хулосага келинганда, ва шишадаги зарядни шартли равишда мусбат, эбонитдаги — эс, манфий заряд деб қабул қилинган. Баъзи жисмларда Э. з. бошқа заррачалар орасида эркин қўча олади. баъзиларида эса бу ходиса кузатилмайдди. Шунга кўра биринчи турдаги жисмлар электр ўтказгичлар деб, иккинчи турдагилари эса изоляторлар ёки диэлектриклар дейилади.

18. Закон Кулона — Кулон қонуни. Электр зарядларининг ўзаро таъсир кучи 1785 йили Кулон томонидан ўтказилган тажрибалар асосида аниқланган сабабли электростатиканинг бу асосий қонунига Кулон номи берилди. Бу қонунга мувофиқ иккита нуктавий заряднинг ўзаро таъсир кучи (F) шу зарядлар миқдори (Q_1 ва Q_2) ўзаро пропорционал ва улар орасидаги масофа r нинг квадратига тесқари пропорционалдир, яъни $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ ва Q_1 билан Q_2 ни биёблаштирувчи чизик бўйича йўналади.

Бу формулада k — бирликлар системасига боғлиқ бўлган пропорционаллик коэффициентидир. Демак, уни аниқлаш учун бирор бирликлар системасидан фойдаланиш керак бўлади.

19. Абсолютная электростатическая система единиц (СГСЭ) — Бирликларнинг абсолют электростатик системаси (СГСЭ). Бирликларнинг абсолют СГС (сантиметр — грамм-секунда) системасига асосан Кулон қонундаги масофа r ни см лар билан, куч F ни диналар билан ифодалаб, зарядларнинг электростатик ўзаро таъсир кучи бирлигини аниқлаш мумкин. Дарҳақиқат, $f = 1$, $r = 1$, $Q_1 = Q_2 = 1$ деб фараз қилинса, $F = 1$ бўлади. Заряднинг бундай бирлиги, унинг абсолют электростатик бирлиги деб аталади. Демак, заряднинг абсолют электростатик бирлиги шундай зарядки, у вакуумда 1 см масофадаги ўзига тенг зарядга 1 дина куч билан таъсир этади. Асосий бирликлар сифатида сантиметр, грамм ва секунда, заряд учун эса, унинг абсолют электростатик бирлигидан фойдаланиб, бошқа электр миқдорларнинг ўлчов бирликларини ҳосил қилиш мумкин. Бундай бирликлар системаси абсолют электростатик система дейилади ва СГСЭ билан белгиланади.

20. Международная система единиц — СИ — Бирликларнинг халқаро системаси — СИ. Физик катталиклар учун СГСЭ системасидан ташқари СГСМ системаси ва, шунингдек, СГСЭ ва СГСМ системаларнинг қўшилишидан иборат симметрик бирликлар системаси (Гаусс системаси) ҳам кенг қўлланилади. Лекин бирликларнинг бу системалари, қатор афзалликлари билан бир қаторда, катта камчиликларга ҳам эга, улар амалий ҳисоблашларда ноқулайлик туғдирадиган жуда кичик ёки жуда катта ҳосилавий бирликлар беради. Шу муносабат билан 1960 йилда Халқаро бирликлар системаси СИ қабул қилинди. СИ олти асосий: узунлик — метр, масса — килограмм, вақт — секунда, ток кучи — ампер (А), температура — кельвин градуси (К) ва ёруғлик кучи — кандел (КД) ва иккита қўшимча бирлик (радиан; стерadian) асосида тузилган. Бу системада электр заряди учун Кулон қабул қилинган. Кулон — ўтказгичнинг кўндаланг қесими орқали ҳар бир секундда бир ампер ўзгармас ток ўтказадиган зарядлар миқдорига тенг, яъни $1 \text{ Кл} = \text{А} \cdot \text{с}$

ёки ток кучининг таърифига биноан $1 \text{ Кл} = 3 \cdot 10^9 \text{ СГСЭ}$ зарядлар бирлиги. *СИ* да куч бирлиги учун Ньютон олинган. Бир Ньютон 1 кг массага $1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ тезланиш берадиган кучдир:

$$1 \text{ Н} = \frac{\text{Кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = \frac{10^3 \text{ г} \cdot 10^2 \text{ см}}{\text{с}^2} = 10^5 \text{ дина.}$$

Иш бирлиги бир Жоуль,

$$1 \text{ Ж} = 1 \text{ НМ} = 10^5 \text{ дина} \cdot 10^2 \text{ см} = 10^7 \text{ эрг.}$$

Қувват бирлиги 1 Ватт

$$1 \text{ Вт} = \frac{\text{Ж}}{\text{с}} = \frac{10^7 \text{ эрг}}{\text{с}}$$

СИ да электр ҳодисадарига доир кўпгина форму-

лалар таркибда 4π учрайди. Муҳим амалий формулаларда 4π дан кутулиш, шу билан уларни рационаллаштириш мақсадида зарядларнинг ўзаро электростатик таъсири ҳамда тоқларнинг ўзаро магнит таъсири конунларини ифодаловчи асосий формулалар таркибда $\frac{1}{4\pi}$ кўпайтувчи киритилади. Шу билан улар асосида чиқарилган

бошка формулалар ҳам соддалашади. Масалан, Кулон конунининг формуласи *СИ* да қуйидагича ифодаланлади: $F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$. Бу ерда

f коэффициенти ўрнига $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ олинган: ϵ_0 нинг қийматини топиш учун,

бир-биридан $1 \text{ М} = 10^2 \text{ см}$ масофада жойлашган нуктавий заряд ($Q_1 = Q_2 = 1 \text{ Кл}$) нинг вакуумдаги ўзаро таъсир кучи аниқланади:

$$F = \frac{(3 \cdot 10^9)^2}{(10^2)^2} = 9 \cdot 10^{14} \text{ дина} = 9 \cdot 10^9 \text{ Ньютон.}$$

Юқоридаги формула мувофиқ

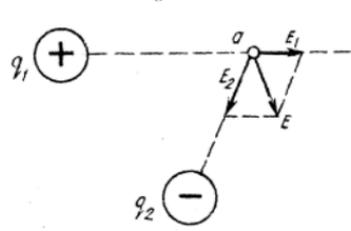
$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1 \cdot 1}{1^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \text{ Ньютон.}$$

F нинг иккала формулада топилган қийматларини тенглаштирсак,

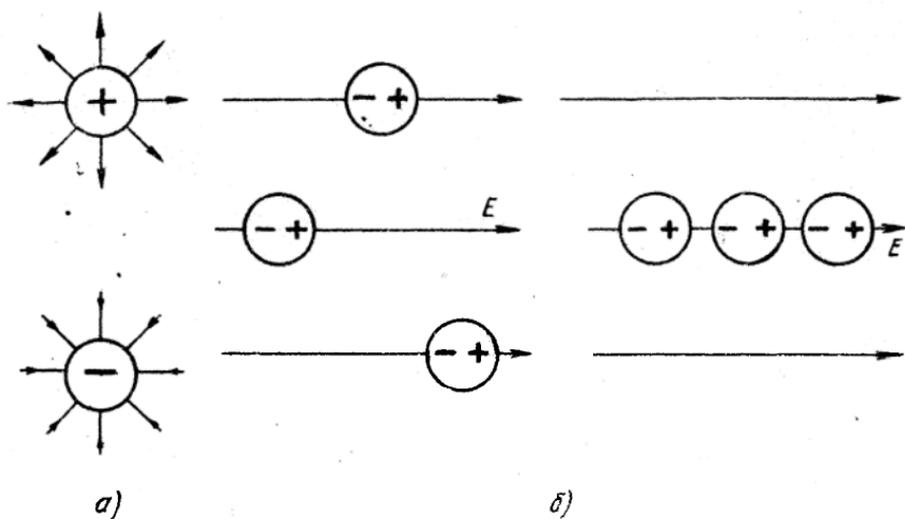
$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{фарада}}{\text{метр}}$ ($\frac{\Phi}{\text{м}}$) келиб чиқади. ϵ_0 — моддаларнинг электр донмийси ёки абсолют диэлектрик сингдирувчанликдир.

21. Напряженность электрического поля — Электр майдон кучланганлиги. Q (нуктавий) заряднинг электр майдонига киритилган Q_1 зарядга майдоннинг турли нукталарида турлича F куч таъсир қилади. Бу кучлар Кулон конунига мувофиқ Q_1 заряднинг микдорига пропорционал бўлади: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{QQ_1}{r^2}$; бундан $\frac{F}{Q_1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} = \epsilon$. Ана шу $\epsilon = \frac{1 \cdot Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ катталиқ Э. м. к. дейлади. Бу ифодадан кўриниб турибдики, Э. м. к. нинг қиймати Q_1 заряд микдорига боғлиқ эмас ва у Q_1 заряд турган нуктадаги электр майдонни характерлайди, холос. Демак, ϵ катталиқ электр майдонни микдорий жihatдан характерловчи физик катталиқдир. Унинг қиймати Q заряддан Q_1 зарядгача бўлган r масофанинг квадратига тескари пропорционал равишда камаяди. Заряд скаляр катталиқ, куч эса вектор катталиқ бўлгани са-

бу ифодадан кўриниб турибдики, Э. м. к. нинг қиймати Q_1 заряд микдорига боғлиқ эмас ва у Q_1 заряд турган нуктадаги электр майдонни характерлайди, холос. Демак, ϵ катталиқ электр майдонни микдорий жihatдан характерловчи физик катталиқдир. Унинг қиймати Q заряддан Q_1 зарядгача бўлган r масофанинг квадратига тескари пропорционал равишда камаяди. Заряд скаляр катталиқ, куч эса вектор катталиқ бўлгани са-



5-расм



б - расм

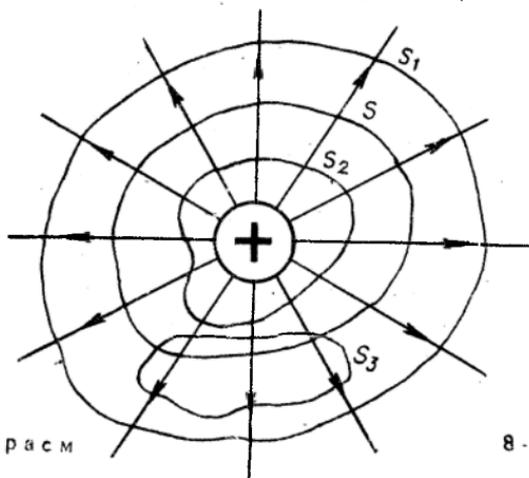
бабли ϵ ҳам вектор катталикдир. 5-расмда мусбат Q_1 ва манфий Q_2 зарядлар ҳосил қилган Э. м. к. нинг йўналиши ва бирор a нуктада уларнинг қўшилиши кўрсатилган. Э. м. к. ни график усулда зич ёки сийрак электр куч чизиклари ёрдами билан ифодалаш ҳам мумкин. 6-расм, a да мусбат заряддан тарқаладиган ва манфий зарядда тугалланадиган электр куч чизикларининг графиги, 6-расм, b да эса тажрибада куч чизикларининг ҳосил бўлиши кўрсатилган. Бунда электр майдонга сепилган майда зарралар индукцияланиб, бири-бирига тортилиши натижасида ϵ майдон томон йўналган бир чизикка тизилиб қолади, бу эса ана шу куч чизикларининг мавжудлигини кўрсатади.

22. Электрическое смещение — Электр силжиши. Электр майдони таъсиридаги диэлектрикларда диэлектрик қутбланиш ходисаси рўй беради. Бу ходиса диэлектрикда бир ёқда мусбат, иккинчи ёқда манфий электр зарядларини вужудга келишидан иборат. Бунда, диэлектрикдаги электр зарядлари ўз ўрнидан силжийди. Бу силжиш ҳар юза бирлиги орқали қанча электр микдори ўтганлиги, яъни $D = \frac{dQ}{dS}$ билан ўлчанади ва электр силжиш D деб аталади. Бунда, dQ — чексиз кичик электр микдори, dS — чексиз кичик юза. Электр силжиш D шу ходисани вужудга келтирган электр майдоннинг кучланганлиги ϵ га тўғри пропорционал ва диэлектрикнинг физика-химиявий табиатига боғлиқ, яъни $D = \epsilon_0 \epsilon$ (бунда ϵ_0 — модданинг диэлектрик синдирувчанлигидир). Электр силжиши тушунчасига асосланган Остроградский — Гаусс теоремаси кўп ҳолларда электр майдонларини ҳисоблашни анча осонлаштиради. Бу теореманинг умумий математик ифодаси $N = S D \cos \alpha = S D_n$ ёки майдон бир жинсли бўлмаган ҳоллар учун $N = \int_s D_n dS$ бўлади. Бунда, $D = \epsilon_0 \epsilon$ — электр силжишдир. Электр майдони биттагина нуктавий заряд Q дан ҳосил бўлса, шу заряддан r масофадаги силжиш микдори

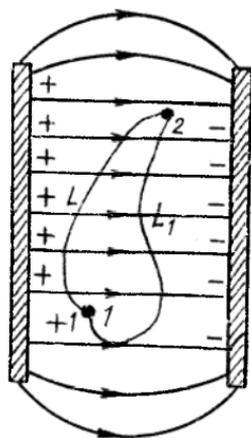
$D = \frac{1}{4\pi} \frac{Q}{r^2}$ бўлади (СГСЭ системаси ва вакуумда $D = \epsilon$); N — бирор

S сирт оркали унга нормал йўналган D_n электр силжишларнинг тўла сонидан иборат силжиш оқими. Электр силжиш чизикларини фазода электр куч чизиклари сингари график тарзида кўрсатиш мумкин. Силжиш чизикларининг йўналиши S сиртга нормал чизик билан ўтқир бурчак ($\cos\alpha > 0$) ташкил қилса, N мусбат, ўтмас ($\cos\alpha < 0$) бурчак ҳосил қилса, манфий бўлади. 7-расмда бирор мусбат Q зарядни қуршаб олган берк S сферик сиртдан ўтувчи N силжиш оқимини ҳисоблашга доир график кўрсатилган. Бунда сферанинг ҳамма нукталарида D бир хил ва $\cos\alpha = 1$. Шу сабабли $N = \frac{1}{4\pi} \frac{Q}{r^2} 4\pi r^2 = Q$. Демак N силжиш оқими Q зарядни қуршаб олган

концентрик ёки концентрик бўлмаган S_1, S_2 ва ҳоказо сфераларнинг радиусига боғлиқ эмас (зарядлар сони исталганча кўп ва ихтиёрий жойлашган, уларнинг қуршаб олган сфералар шакли турлича бўлган ҳолларда ҳам худди шундай бўлади). Агар берк сирт зарядни қуршаб олмаган бўлса (S_3), бу сиртга кираётган D_n ва ундан чиқаётган D_n сони тенг бўлганлиги сабабли, $N = 0$ бўлади. Шундай қилиб, Остроградский — Гаусс теоремаси $N = \int D_n dS = Q$ га бинсан,



7-расм



8-расм

берк сиртдан ўтувчи силжиш оқими сирт ичида жойлашган барча зарядларнинг алгебраик йиғиндиси Q га тенг. Остроградский — Гаусс теоремаси ва унинг исботи Кулон қонунига асосланган, шунинг учун у Кулон қонунининг натижасидир. Силжиш оқимининг ўлчов бирлиги ҳам, заряд бирлиги сингари, Кулон билан ўлчанади. У 1 Кл зарядни қуршаб олган сирт оркали ўтувчи оқимдир.

23. Работа сил электрического поля — Электр майдон кучлари иши.

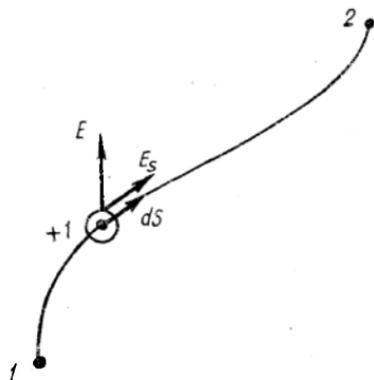
Электр майдонида (8-расм) зарядга таъсир этувчи куч, у майдоннинг бирор 1 нуктасидан бошқа — 2 нуктасига кўчирилса, A_{12} иш бажарилади. Шу зарядни тескари йўналишда, яъни 2 нуктадан 1 нуктага кўчиришда бажарилган A_{21} ишнинг қиймати A_{12} га тенг, ишораси эса унга тескари, яъни $A_{12} = -A_{21}$ бўлади. Бунда

бажариладиган иш заряднинг қисқа L ёки узун L_1 йўл бўйича кўчирилишига боғлиқ бўлмай, фақат йўлнинг бош нуктаси 1 ва охириги нуктаси 2 нинг вазияти билан аниқланади. Демак, берк контур бўйича зарядни кўчиришда бажарилган иш нолга тенг.

24. Разность потенциалов (напряжение) — Потенциаллар айирмаси (кучланиш). Электр майдонида $+1$ зарядни 1 нуктадан 2 нуктага кўчиришда электр майдон кучлари бажарадиган иш билан ўлчанадиган катталик ушбу 1 ва 2 нукталарнинг потенциаллар айирмаси ёки кучланиш дейилади ва $U_{1,2}$ билан белгиланади.

Кучланиш электр майдонининг муҳим характеристикаси ҳисобланади. Майдон нукталарининг кучланганлиги ϵ берилган бўлса, исталган икки нукта орасидаги потенциаллар айирмасини ҳисоблаш мумкин. Агар dS — заряднинг кўчиш йўли L нинг чексиз кичик бир қисми, ϵ_s эса, ϵ нинг dS йўналишига туширилган проекцияси бўлса (9-расм), $+1$ зарядни dS кесмага кўчиришда бажарилган иш $\epsilon_s dS$ бўлади. Бинобарин, 1 ва 2 нукталар орасидаги потенциаллар

айирмаси $U_{1,2} = \int_1^2 \epsilon_s dS$ бўлади.



9-расм

Агар электр майдонида $+1$ заряд эмас, балки ихтиёрий Q катталикдаги заряд кўчириляётган бўлса, у ҳолда ҳар бир нуктадаги зарядга таъсир этувчи куч Q марта катта, бинобарин, бажариладиган иш $A_{1,2} = QU_{1,2}$ бўлади. Энг оддий ҳолда, Q заряддан ҳосил бўлган электр майдоннинг r масофадаги нуктасининг потенциали

$$U = \int_r^\infty \epsilon dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \int_r^\infty \frac{dr}{r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Потенциаллар айирмаси кўпинча

нукта потенциали ёки кучланиши деб юритилади, лекин бунда иккинчи нукта чексизликда, яъни барча зарядланган нукталардан жуда узокда деб фараз қилинади. Берк контур бўйича зарядни кўчиришда бажариладиган иш нолга тенг бўлгани учун, кучланиш бу контур бўйлаб ҳам нолга тенг бўлади. Электр майдоннинг бу хоссаси куйидагича ифодаланади: $\int \epsilon_s dS = 0$. Потенциал — скаляр катталик

бўлгани учун уни турли асбоблар билан осонгина ўлчаш мумкин. Шу сабабли, электр майдонни тавсифлашда, кўпинча, потенциал тушунчасидан фойдаланилади. Си да потенциаллар айирмаси вольт (В) билан ўлчанади. Бунда бажарилган ишнинг ўлчов бирлиги (А) $= |QU| = \text{КлВ} = \text{Жоуль (Ж)}$ бўлади. Энергияни механик (ЭРГ, Жоуль) бирликлар билангина эмас, электр бирликларда ифодалаш ҳам мумкин. Бунинг учун электронвольт (ЭВ) дан фойдаланилади. Бир ЭВ — заряди электроннинг зарядига ($e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл) тенг

зарраинг вакуумда I В кучланиш билан кўчиришда оладиган энергиясига тенг. $1 \text{ ЭВ} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Ж} = 1,60 \cdot 10^{-12} \text{ ЭРГ}$.

25. Эквипотенциальные поверхности — эквипотенциал сиртлар.

Электр майдонидаги бир хил потенциалли нуқталарни бирлаштирувчи сиртлар Э. с. дейилади. Э. с. дан фойдаланиб электр майдонларини график равишда яққол тасвирлаш мумкин. Э. с. нинг чизма юзаси билан кесишуви натижасида Э. с. чизиклари ҳосил бўлади. Бу чизиклар майдоннинг турли нуқталарида потенциалларнинг қандай ўзгариши ҳақида яққол тасаввур беради.

III БУЛИМ.

ЎЗГАРМАС ТОК ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИ

26. **Постоянный ток — Ўзгармас ток.** Қиймати ва йўналиши ўзгармайдиган ток ў.т. дейилади. Ў.т. I билан белгиланади. Ў.т. нинг мусбат йўналиши учун мусбат зарядли заррача (ион)ларнинг электр майдон кучланганлиги йўналишидаги ҳаракати қабул қилинган. Ў. т. нинг манбалари сифатида Вольта элементи, Планте элементи (аккумулятор), электромеханик ва магнетогидродинамик (МГД) генераторлар қўлланилади. Уларда химиявий, механик ёки иссиқлик энергияси ўзгармас ток энергиясига айлантирилади. Ҳозирги пайтда, айниқса электротранспортда қўлланиладиган ўзгармас ток энергиясининг кўп қисми турли типдаги тўғрилагичлар воситасида ўзгарувчан тоқлардан ҳосил қилинади. Ў. т. ҳосил қилиш учун ўзгармас ток генераторларидан ҳам кенг фойдаланилади.

27. **Электрический ток — Электр ток.** Ташқи электр майдон таъсирида ўтказгичлардаги эркин электронлар ёки ионларнинг тартибланган ҳаракати Э. т. деб юритилади.

28. **Сила тока — Ток кучи.** Ўтказгич кўндаланг кесимидан вақт бирлигида ўтайдиган зарядлар микдори $T.k.$ дейилади. Си да $T.k.$ Ампер (А) билан ўлчанади. Бир Ампер $T.k.$ (I) деб ўтказгич кўндаланг кесимидан бир секундда ўтган бир Кулон зарядлар микдорига айтилади. Демак,

$$I = \frac{Q}{t}; \quad i = \frac{dQ}{dt}.$$

29. **Электрические проводники — Электр ўтказгичлар.** Электр тоқини яхши ўтказадиган моддалар Э. ў. дейилади. Уларга мис, алюминий, электролит ва бошқалар қиради. Э. ў. да эркин электрон ёки ионлар жуда кўп бўлади.

30. **Проводники первого рода — Биринчи тур ўтказгичлар.** Эркин электронлари сони ниҳоятда кўп бўлган мис, алюминий каби металллар Б. т. ў. деб юритилади. Ташқи электр майдони бўлмаса, эркин электронлар тартибсиз ҳаракатда бўлади. Бунда ўтказгичнинг ҳар қандай кўндаланг кесимидан ўтувчи зарядлар микдори нолга тенг. Ташқи электр майдони бўлса, эркин электронларнинг ўтказгич бўйлаб ҳаракати тартибга келади ва тезлашади, яъни электр тоқи ҳосил бўлади. Металларнинг бундай ток ҳосил қилиш хоссаси электрон ўтказувчанлик деб аталади.

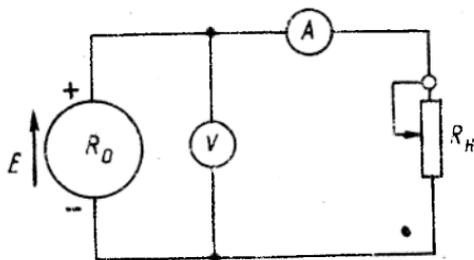
31. **Проводники второго рода — Иккинчи тур ўтказгичлар.** И. т. ў. каторига ишқор, кислота ёки тузларнинг суюқликдаги

электролит деб номланган эритмалари киради. Унда электролит молекулаларининг бир қисми мусбат ва манфий ионларга ажралади. Агар электролитга ботирилган электродлар ток манбаининг мусбат ва манфий кутбларига уланса, мусбат ионларнинг катод, манфий ионларнинг анодга томон тартибли ҳаракати бошланади, яъни электр токи ҳосил бўлади. Электролитларнинг бундай ток ўтказиш хоссаси ион ўтказувчанлик деб аталади.

32. Электролиз — Электролиз. Электролитларга ботирилган электродларни ўзгармас ток манбаига улаб, ион ўтказувчанлик асосида катоддан соф металл ажратиб олиш Э. дейилади. Фарадей қонунига мувофиқ катодда йиғиладиган соф металл миқдори G электролитдан ўтаётган электр миқдори Q га пропорционал бўлади, яъни $G = cQ$. Бунда, c — пропорционаллик коэффициентлари. Масалан, кумуш учун $C = 1.118 \frac{\text{Мг}}{\text{Кл}}$; мис учун эса $C = 0,329 \frac{\text{Мг}}{\text{Кл}}$ бўлади. Соф

кумуш, мис, алюминий ва бошқа соф металллар олишда электролиздан кенг ва самарали фойдаланилмоқда.

33. Электрическая цепь — Электр занжир. Электр энергия манбаи, электр истеъмолчилари ва уларни уловчи симлардан тузилган занжир Э. з. дейилади. Э. з. таркибда коммутацион аппарат ва электр ўлчаш асбоблари бўлиши ҳам мумкин (10-расм).



10-расм

34. Схема электрической цепи — Электр занжир схемаси.

Электр занжирдаги элементларнинг ўзаро қандай уланиши кўрсатилган график тасвир Э. з. с. дейилади (10-расм). Схемаларда электр занжирдаги ҳар бир элемент ГОСТда қабул қилинган шартли белги билан кўрсатилади.

35. Закон Ома — Ом қонуни. Ўтказгичга берилган кучланиш, ундан ўтайдиган ток кучи ва ўтказгич қаршилиги ўртасидаги боғланиш ифодаси О. қ. дейилади. Занжир участкаси учун О. қ. қуйидаги кўринишга эга: $I = \frac{U}{R}$; яъни ток кучи I кучланиш U га тўғри

пропорционал, ўтказгич қаршилиги R га тесқари пропорционал. Қаршиликка тесқари катталиқ $g = \frac{1}{R}$ — электр ўтказувчанлик дейилади. Унинг ўлчов бирлиги $|g| = \left| \frac{1}{R} \right| = \frac{1}{\text{Ом}}$. Бу бирлик Сименс (См)

деб аталади. Электр ўтказувчанлик орқали О. қ. ни қуйидагича ифодалаш мумкин: $I = Ug$. Бир Сименс деб қаршилиги бир Ом бўлган ўтказгичнинг электр ўтказувчанлигига айтилади. Ҳудудий ҳолда бутун занжир учун О. қ. қуйидагича ёзилади: $I = \frac{U + \Sigma E}{\Sigma R_0 + \Sigma R}$. Бунда,

U — занжирга берилган кучланиш; ΣE — занжирдаги ток манбалари ЭЮК ларининг алгебраик йиғиндиси; ΣR_0 — ток манбалари ички

қаршиликларининг йиғиндиси, ΣR — занжирдаги ток истеъмолчилари қаршиликларининг йиғиндиси.

36. Электрическое сопротивление — Электр қаршилик. Электр қучланиш (майдон) таъсирида тартибли ҳаракатга келган эркин электрон ёки ионларнинг бошқа атом ва молекулалар билан тўқнашувидан юзага келган қаршилик ўтказгичдаги Э. қ. дейилади ва R билан белгиланади. Э. қ. нинг ўлчов бирилиги

$|R| = \left| \frac{V}{I} \right| = \frac{B}{A} = \text{Ом}$. Э. қ. бир кОм (1000 Ом), бир МгОм

(1000000 Ом) ларда ҳам ўлчанади. Э. қ. қиймати ўтказгичнинг узунлиги l га тўғри пропорционал, қўндаланг кесими юзаси S га тесқари пропорционал, яъни $R = \rho \frac{l}{S}$. Бунда ρ — қўндаланг кесими

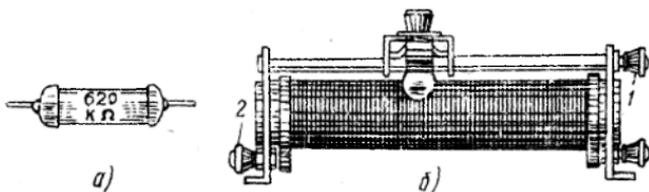
1 мм², узунлиги 1 м бўлган ўтказгичнинг қаршилиги ва ρ солиштирма қаршилик дейилади. Солиштирма қаршилик қиймати материал тури, унинг хусусияти ва температурасига боғлиқ бўлиб, жадвалларда

берилади. ρ нинг ўлчов бирилиги $|\rho| = \left| \frac{RS}{l} \right| = \frac{\text{ОмМ}^2}{\text{М}} = \text{ОмМ}$. Со-

лиштирма қаршиликка тесқари катталиқ $\gamma = \frac{1}{\rho}$ — солиштирма ўтказувчанлик дейлади.

37. Закон Джоуля-Ленца — Жоуль-Ленц қонуни. Ток ўтаётган ўтказгичнинг кизишидан ажралиб чиқадиган иссиқлик энергия миқдори $W(Q)$ ни белгиловчи ифода Жоуль-Ленц қонуни дейилади. Бу қонунга мувофиқ W нинг қиймати ток қучининг квадратиға, ўтказгич қаршилиги R га ва t вақтга тўғри пропорционал, яъни $W = Q = I^2 R t = P t$ Жоуль. Бу ерда, $P = \frac{W}{t} = I^2 R$ — электр қувват

(электр тоқининг R қаршиликли ўтказгичдан ўтиб, уни кизитишга сарфлаган иши). Бу қонунни академик Э. Х. Ленц ва инглиз олими Жоуль бир-биридан мустақил равишда аниқлаган. Жоуль-Ленц қонунидан электростехник қурилма, асбоб ва аппаратларни яратишда ва уларнинг кизиш жараёнларини ҳисоблашда кенг фойдаланилади.



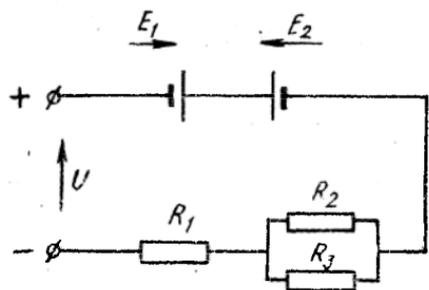
11-расм

38. Резистор — Резистор. Токни чеклаш учун электр занжирига уланадиган тузилма R дейилади. R лар учун солиштирма қаршилиги юқори бўлган материаллардан тайёрланган сим ишлатилади. 11-расм, a да резистор кўрсатилган. R да унинг қаршилиги кўрсатилган бўлади.

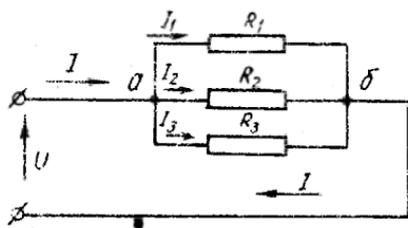
39. Реостат — Реостат. Токни чеклаш ва ростлаб туриш учун электр занжирга уланадиган тузилма P . дейилади. P . учун солиштирма қаршилиги юқори бўлган материаллардан тайёрланган сим ишлатилади. 11-расм, б да реостат кўрсатилган.

40. Расчет электрической цепей — Электр занжирларни ҳисоблаш. Электр занжирга берилган кучланиш ундаги ЭЮК ва резисторлар қаршилигига асосан ток қиймати ва йўналишини аниқлаш Э. з. ҳ. дейилади. Агар занжирда бир неча энергия манбаи ва юкламалар кетма-кет уланган бўлса, бундай занжир Ом қонуни асосида осон ҳисобланади (12-расм): Дарҳақиқат, бу занжирдан ўтадиган ток қиймати $I = \frac{U \pm \Sigma E}{\Sigma R_0 + \Sigma R}$ бўлади. Агар, $E_2 > E_1 + U$ бўлса,

токнинг йўналиши E_2 йўналиши билан бир хил, $E_2 < E_1 + U$ бўлганда эса ток E_1 йўналишида бўлади.



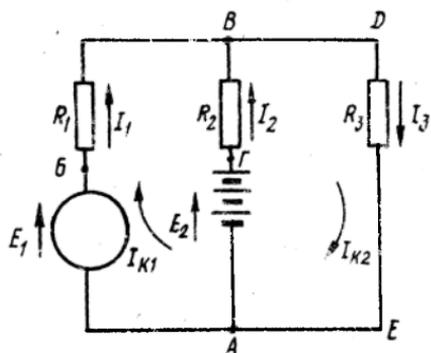
12-расм



13-расм

41. Разветвленная цепь — Тармоқланган занжир. Тармоқланган занжир деб бир неча шохобчаларга ажралган занжирга айтилади (13-расм). Бундай занжирда умумий ток a нуктада I_1, I_2, I_3 тоқларга бўлиниб, b нуктада яна қўшилади, a ва b нукталар занжирнинг тугунлари дейилади. Кирхгофнинг биринчи қонунига мувофиқ, умумий ток I шохобчалардаги тоқлар йиғиндисига тенг, яъни $I = I_1 + I_2 + I_3$. Бунда тугун томон йўналган тоқлар мусбат, тугундан йўналганлари эса манфий деб олинади. Шунга асосан Кирхгофнинг биринчи қонунини қуйидагича таърифлаш ҳам мумкин. Тугундаги тоқларнинг алгебраик йиғиндиси нолга тенг. Дарҳақиқат юқоридаги тенгликдан $I - I_1 - I_2 - I_3 = 0$.

42. Неразветвленная цепь — Тармоқланмаган занжир. Занжир элементлари ўзаро кетма-кет уланган контур T . з. дейилади. $АВВДЕА$, $АВВГА$ ва $АВДЕА$ контурларнинг ҳар бири тармоқланмаган берк занжир деб қаралиши мумкин (14-расм). Бу расмда кўрсатилганидек, иккала энергия манбаи ҳам генератор режимида ишлайди. Демак B ва A тугунлар, D ва E нукталар учун умумий бўлган кучланиш қуйидаги ифодадан аниқланади: $U_{BA} = E_1 - I_1 R_1 = E_2 - I_2 R_2 = U_{DE}$. Шунга кўра, $АВВГА$ контур учун $E_1 - I_1 R_1 = E_2 - I_2 R_2$. Бундан $E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2$ ёки умумий ҳолда $\Sigma E = \Sigma IR$ тенглик олинади. Бу тенглик Кирхгофнинг иккинчи қонунини ифодалайди, яъни берк контурдаги ЭЮК ларнинг алгебраик йиғиндиси шу контурдаги кучланиш тушувларининг алгебраик йиғиндисига тенг. Бунда ЭЮК нинг йўналиши берилган бўлади. Агар унинг йўналиши



14-рaсм

йўналишлари ҳамда энергия манбаларининг генератор ёки истеъмолчи бўлиб ишлаши аниқланади. М. з. ларни ҳисоблашда Ом қонуни билан биргаликда Кирхгофнинг биринчи ва иккинчи қонунидан кенг фойдаланилади. М. з. турли услублар билан ҳисобланади:

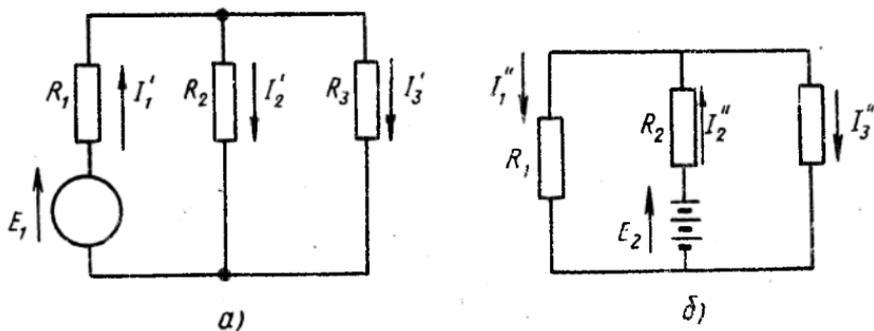
I. Кирхгоф тенгламаларини тузиш услуби. Бу услубга мувофиқ М. з. қуйидаги тартибда ҳисобланади: 1) занжирдаги барча ЭЮК нинг қиймати ва йўналишлари ўндаги юклама ва энергия манбаларининг ички қаршиликлари маълум деб олинади; 2) занжир шохобчаларидаги тоқларга ихтиёрий йўналиш берилади; 3) контурлар учун ихтиёрий мусбат йўналиш (мас, соат стрелкасининг йўналиши) қабул қилинади; 4) занжирнинг исталган бир тугуни учун Кирхгофнинг 1-қонуни асосида $n - 1$ та тенглама тузилади (бунда, n — тугунлар сони). Масалан, ҳисобланадиган мураккаб занжир (14-рaсм) да иккита A ва B тугун бўлгани учун $n - 1 = 2 - 1 = 1$. Агар B тугунини танласак, бу тугун учун тузилган тенглама $I_1 + I_2 = I_3$ ёки $I_1 + I_2 - I_3 = 0$ бўлади; 5) Кирхгофнинг 2-қонуни асосида берк контурлар учун $m - (n - 1)$ та тенглама тузилади. Бунда, m — шохобчалар ёки номаълум тоқлар сони, мазкур занжирда учта — ABV , AGV ва AED шохобча бор. Демак, $m - (n - 1) = 2$. Шунга биноан, иккита берк контурни, масалан $ABVGA$ ва $AGVDEA$ ни танлаймиз. Сўнгра, бу контурларнинг мусбат йўналиши учун соат стрелкасининг йўналишини қабул қилиб, улар учун $E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2$ ва $E_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3$ тенгламалар тузилади. Бунда ҳам соат стрелкаси йўналишидаги ЭЮК мусбат бўлади ва аксинча; 6) учта номаълум токни ўз ичига олган $I_1 + I_2 = I_3$; $E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2$ ва $E_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3$ тенгламалар системаси биргаликда ечилса, I_1 , I_2 ва I_3 тоқларнинг қиймати ва йўналишлари аниқланади. Бунда тоқларнинг аниқланган қиймати плюс бўлиб чиқса, уларнинг дастлабки ихтиёрий олинган йўналишлари хақиқий деб қабул қилинади, акс ҳолда ихтиёрий олинган йўналишлар тесқарисига ўзгаририлади. Ҳисоблаш натижаларига кўра, энергия манбаларининг ЭЮК ва улардан ўтаётган тоқ йўналишлари бир хил бўлиб чиқса, улар генератор режимида, акс ҳолда тоқ истеъмолчиси режимида ишлаётган бўлади.

II. Контур тоқлар услуби. Бу услубда контур тоқи (I_K) деган тушунчадан фойдаланиб, ҳар бир контур учун Кирхгофнинг фақат иккинчи қонуни асосида тегишли тенглама тузилади. Ҳисоблаш

контур учун қабул қилинган мусбат йўналиш (мас, соат стрелкаси йўналиши) билан бир хил бўлса, у мусбат ҳисобланади ва аксинча. Тоқ йўналиши контурнинг мусбат йўналиши билан бир хил бўлса, тегишли IR га плюс ишора бериледи ва аксинча.

43. Сложные цепи — Мураккаб занжирлар. Бир неча энергия манбан ва берк контурлардан иборат электр занжир М. з. дейилади. Бундай занжирларни ҳисоблашда тоқларнинг қиймати ва

тартиби: 1) берк контурлардан ўтадиган I_{K1} ва I_{K2} контур тоқлари учун ихтиёрий йўналиш қабул қилинади (14-расмда бу иккала тоқнинг мусбат йўналиши соат стрелкаси йўналишида деб олинган); 2) Кирхгофнинг иккинчи қонуни асосида $АВВГА$ берк контур учун $E_1 - E_2 = I_{K1}(R_1 + R_2) - I_{K2}R_2$; $АГВДЕА$ учун эса, $E_2 = I_{K2}(R_2 + R_3) - I_{K1}R_2$ тенгламалар тузилади; 3) Бу тенгламалар системаси биргаликда ечилса, контур тоқларининг қиймат ва ишораси аниқланади. Бунда агар контур тоқлар ишораси плюс бўлиб чиқса, уларнинг ихтиёрий олинган йўналишлари ҳақиқий деб қабул қилинади, акс ҳолда ихтиёрий йўналиш тескарисига ўзгартирилади. Занжирнинг ташқи шохобчаларидаги тоқлар тегишли контур тоқларга тенг бўлади, яъни $АВВ$ даги $I_1 = I_{K1}$, $ВДЕА$ даги $I_3 = I_{K2}$. Бунда I_1 ва I_3 нинг ихтиёрий белгиланган йўналишлари тегишли I'_{K1} ва I'_{K2} йўналишлари билан бир хил бўлса, улар тўғри олинган бўлади, акс ҳолда, тескарисига ўзгартирилади. Ички $АГВ$ шохобчадаги I_2 ток ёндош контур тоқларининг алгебраик йиғиндисига тенг, яъни $I_2 = I_{K2} - I_{K1}$. Бунда I_2 нинг ишораси плюс бўлса, унинг ихтиёрий белгиланган йўналиши тўғри танланган бўлади, акс ҳолда I_2 йўналиши тескарисига ўзгартирилади.



15-расм

III. Устма-устлаш (наложения, суперпозиция) услуби. Бу услуб фақат электр занжирларни ҳисоблаш учунгина эмас, балки умуман ҳар қандай мураккаб ҳодисаларни таҳлил-анализ қилишда қўлланиладиган илмий-манتيкий тадқиқот усулидир. Унда бир неча омилга боғлиқ бўлган мураккаб ҳодиса айрим қисмларга бўлинади ва ҳар бири ўзига тааллуқли омил билан боғлиқ ҳолда алоҳида таҳлил қилинади. Сўнгра бу қисмларнинг таҳлил натижалари ўзаро устма-устланиб (синтезланиб), ҳақиқий натижа аниқланади. У — у — у га мувофиқ мураккаб электр занжирларини ҳисоблашда қуйидаги тартиб қўлланилади: 1) занжир шохобчаларидан ўтадиган тоқларнинг миқдори ва йўналиши занжирдаги барча ЭЮК ларнинг биргаликдаги таъсирдан ҳосил бўлади (14-расм). Лекин бу тоқлар ҳар бир ЭЮК учун (15-расм, а ва б) галма-галдан, алоҳида-алоҳида ҳисоблаб олинади: Бунда, E_1 электр юритувчи кучдан шохобчаларда ҳосил бўлган қисмий ток I'_1 , I'_2 ва I'_3 лар Ом қонунига асосан

куйидагича бўлади: $I_1 = \frac{E_1}{R_1 + R_{2,3}}; I_2 = \frac{U_{2,3}}{R_2} = \frac{I_1 R_{2,3}}{R_2}; I_3 = \frac{U_{2,3}}{R_3}; E_2$

электр юритувчи кучдан ҳосил бўладиган тоқлар эса,

$I_2 = \frac{E_2}{R_2 + R''_{AB}}; I_1 = \frac{U''_{AB}}{R_1} = \frac{I_2 R''_{AB}}{R_1}; I_3 = \frac{U''_{AB}}{R_3}$ бўлади. 2) Шохобчалар-

да аниқланган қисмий тоқларни устма-устлаб (алгебраик қўшиб), барча ЭЮК лардан ҳосил бўлган ҳақиқий тоқлар топилади: $I_1 = I_1 - I'_1; I_2 = -I_2 + I'_2; I_3 = I_3 + I'_3$. Ҳақиқий тоқлар ишораси плюс бўлиб чиқса, улар учун ихтиёрий олинган йўналишлар тўғри бўлади, акс ҳолда тескарисига ўзгартирилади. Бунда қисмий тоқлар йўналиши 14-расмдаги ҳақиқий тоқлар йўналиши билан бир хил бўлса, улар плюс ишорада олинади ва аксинча.

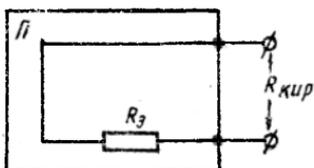
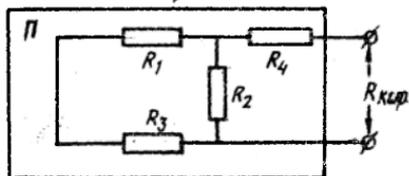
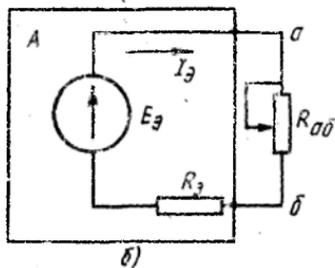
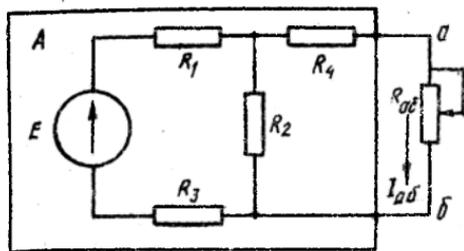
IV. *Тугунлараро кучланиш услуги.* Иккита тугуни бўлган мураккаб занжирлар бу услубда осон ҳисобланади. Ҳисоблашда куйидаги тартиб қўлланилади: 1) занжир шохобчаларидаги тоқларнинг мусбат йўналиши ихтиёрий белгиланади (масалан, *A* тугундан *B* га томон) йўналиш берилади (14-расм); 2) Икки тугун орасидаги кучланишни U_{AB} билан белгилаб, Ом қонуни асосида ҳар бир шохобчадаги ток ифодаси ёзилади:

$I_1 = \frac{E_1 - U_{AB}}{R_1} = (E_1 - U_{AB})g_1, I_2 = \frac{E_2 - U_{AB}}{R_2} = (E_2 - U_{AB})g_2; I_3 = \frac{-U_{AB}}{R_3} = -U_{AB}g_3;$ 3) занжирдаги икки тугундан бири, масалан,

B тугун учун тузилган тоқлар тенгламаси $I_1 + I_2 + I_3 = (E_1 - U_{AB})g_1 + (E_2 - U_{AB})g_2 + (-U_{AB})g_3$ дан фойдаланиб, номаълум кучланиш U_{AB} аниқланади: $U_{AB} = \frac{E_1g_1 + E_2g_2}{g_1 + g_2 + g_3} = \frac{\sum E g}{\sum g}$. Агар E_1 ва E_2

ЭЮКлар 14-расмдагидек бир томонга эмас, қарама-қарши томонларга йўналган бўлса, бу формулада тесқари йўналган ЭЮК олдига минус ишораси қўйилади. U_{AB} қиймати аниқлангач, юқоридаги ифодалардан номаълум тоқлар топилади. Бу тоқлар ишораси плюс бўлиб чиқса, ихтиёрий йўналиш тўғри танланган бўлади, акс ҳолда, тоқларнинг йўналиши тескарисига ўзгартирилади. Бу услуб икки тугунли ўзгарувчан ток занжирларини ҳисоблашда ҳам қўлланилади.

V. *Эквивалент генератор услуги.* 16-расмда кўрсатилган занжирга ўхшаш мураккаб занжирларнинг бирор шохобчаси, масалан, *ab* шохобча, иш режимини текшириш, яъни ундаги юклама қаршилиги R_{ab} нинг ўзгаришида ток кучи I_{ab} , кучланиш U_{ab} ва қувват P_{ab} нинг ўзгаришларини ҳисоблаш учун юқорида кўриб ўтилган услублар қўл келмайди. Бундай ҳолларда Э. г. у. қўлланилади. Бунинг учун занжирнинг иш режими текшириладиган шохобчасидан бошқа ҳамма ЭЮК ва қаршиликлари битта ЭЮК E_s ва битта қаршилик R_s билан алмаштирилади. Ҳосил бўлган бу эквивалент E_s ва R_s дан иборат занжир қисми эквивалент генератор дейилади. Унинг икки *a* ва *b* қутбига иш режими текшириладиган шохобча уланади. Шу сабабли эквивалент генератор икки қутблик деб ҳам аталади. Агар икки



16-расм

күтбликда энергия манбаи бўлса, актив (А), бўлмаса, пасив (П) икки күтблик дейилади. Актив икки күтбликнинг $I_{aб}$ токи

$I_{aб} = \frac{E_3}{R_3 + R_{aб}}$ бўлади. Демак, $I_{aб}$ ни аниқлаш учун, аввало, E_3 ва R_3 ни

топиш керак. E_3 ва R_3 нинг қийматлари эквивалент генераторнинг салт ишлашида ($I_{aб} = 0$) ва қиска туташув ($R_{aб} = 0$) режимида аниқланиши мумкин. Дарҳақиқат, салт ишлашида $I_{aб} = 0$ бўлгани учун a ва b күтблар орасидаги кучланиш $U_0 = E_3$ бўлади, уни вольтметр

билан ўлчаш мумкин. $E_3 = U_0$ ни $E_3 = \frac{ER^2}{R_1 + R_2 + R_3}$ формуладан ҳисоблаб

топиш ҳам мумкин, R_3 қаршиликни аниқлаш учун, аввало, қиска туташув режимидаги

$I_{к} = \frac{E_3}{R_3}$ токи ўлчаниб аниқлана-

ди, сўнгра $R_3 = \frac{E_3}{I_{к}} = \frac{U_0}{I_{к}}$ ҳисоб-

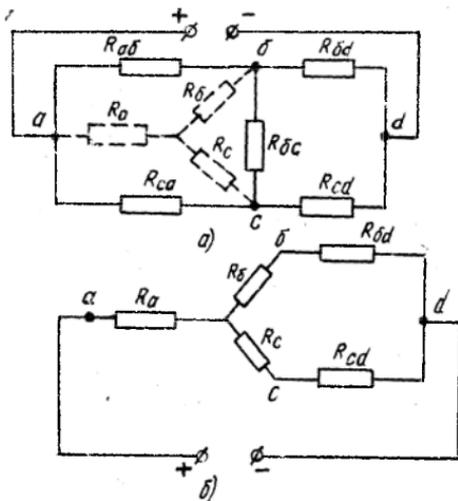
ланади. R_3 ни занжирнинг кириш қаршилиги $R_{квп}$ орқали ҳисоблаб топиш ҳам мумкин (16-расм, в), яъни $R_3 = R_{квп} =$

$$= \frac{(R_1 + R_3)R_2}{R_1 + R_2 + R_3} + R_4.$$

Бунда, $E_3 = 0$ деб ҳисоблаб, актив икки күтблик пасив икки күтбликка айлантрилади.

VI. Узгартриш услуби. Мураккаб занжирларда берилган қаршилиқлар учбурчагини

(17-расм, а) унга эквивалент бўлган қаршилиқлар юлдузи (17-расм, б) билан алмаштирилса, ҳисоблаш анча осонлашади. Бунда



17-расм

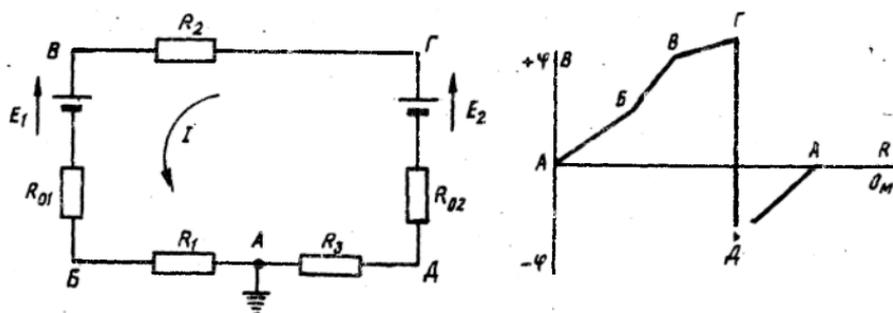
учбурчак томонларининг қаршиликлари R_{a6} , R_{6c} ва R_{ca} берилган бўлса, юлдуз схемасидаги R_a , R_b ва R_c қаршиликлар қуйидагича бўлади:

$$R_a = \frac{R_{a6} \cdot R_{6c}}{R_{a6} + R_{6c} + R_{ca}}; \quad R_b = \frac{R_{6c} \cdot R_{ca}}{R_{a6} + R_{6c} + R_{ca}}; \quad R_c = \frac{R_{ca} \cdot R_{a6}}{R_{a6} + R_{6c} + R_{ca}}$$

Агар юлдуз шохобчаларининг қаршилиги R_a , R_b ва R_c лар берилган бўлса, учбурчак схемасидаги R_{a6} , R_{6c} ва R_{ca} қаршиликлар

$$R_{a6} = R_a + R_b + \frac{R_a R_b}{R_c}; \quad R_{6c} = R_b + R_c + \frac{R_b R_c}{R_a}; \quad R_{ca} = R_c + R_a + \frac{R_c R_a}{R_b};$$

бўлади.



18-расм

44. Потенциальная диаграмма — Потенциал диаграмма. Электр занжири нукталари потенциалининг шу нукталар орасидаги қаршиликларга боғланишини кўрсатувчи график П. д. дейилади. Электр занжирини ўрганиш ва ҳисоблашларда кўпинча П. д. лардан фойдаланилади. Бунда занжирнинг исталган нуктасидаги потенциал ана шу нукта билан ерга уланган нукта орасидаги қучланиш тушувига тенг. 18-расмда электр занжири ва унинг учун тузилган П. д. кўрсатилган. Бунда A нукта $\varphi_A = 0$ га улашиб, унинг потенциали нолга тенгланган ($\varphi_A = 0$). Занжирдаги ток йўналиши ихтиёрий равишда белгиланади. Бирор қаршиликдан ўтаётган ток ҳаммавақт юкори потенциалли нуктадан паст потенциалли нукта томон йўналади. Масалан, B нуктанинг потенциали A нуктанинг потенциалидан юкоридир. Шунга биноан $\varphi_B - \varphi_A = \varphi_{BA} = IR_1$ дан $\varphi_A = 0$ бўлгани учун $\varphi_B = U_{BA} = IR_1$ бўлади. Схемадаги E_1 ЭЮК ли энергия манбаи истеъмолчи режимда бўлгани учун, $\varphi_B - \varphi_B = E_1 + I \cdot R_{01}$. Бундан $\varphi_B = \varphi_B + E_1 + IR_{01}$ келиб чиқади. $\varphi_C = \varphi_B + IR_2$; $\varphi_C - \varphi_D = U_{CD} = E_2 - IR_{02}$. Бундан $\varphi_D = \varphi_C - E_2 + IR_{02}$; $\varphi_A - \varphi_D = IR_3$ дан эса $\varphi_A = IR_3 + \varphi_D = 0$ олинади.

45. Вольт-амперная характеристика — Вольт-ампер характеристика. Электр занжиридаги элементлардан ўтаётган токнинг улардаги қучланишга боғланишини ифодаловчи $I = f(U)$ графиги В. а. х. дейилади. В. а. х. лар тўғри чизик ёки турли эгри чизиклар кўринишида бўлиши мумкин.

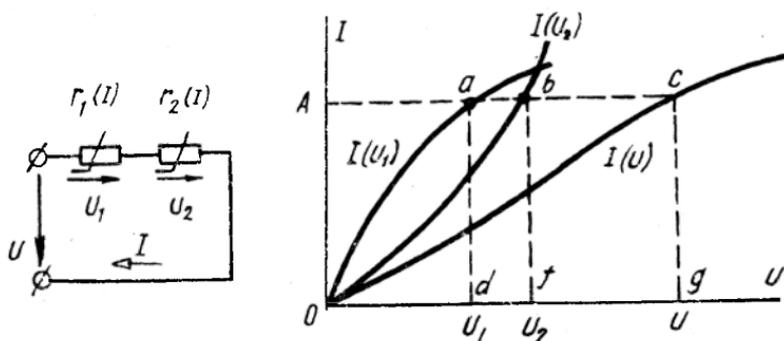
46. Линейные элементы — Чизикий элементлар. Вольт-ампер характеристикаси тўғри чизик кўринишида бўлган электр занжир элементлари Ч. э. дейилади. Бундай элементларнинг қаршилиги улардаги ток ёки кучланишнинг ўзгаришига деярли боғлиқ эмас. Мутлақ чизикий элемент табиатда умуман йўқ.

47. Линейные цепи — Чизикий занжирлар. Чизикий элементлардан ташкил топган электр занжирлари Ч. з. дейилади. Ч. з. нинг вольт-ампер характеристикаси тўғри чизикли бўлади.

48. Нелинейные элементы — Ночизикий элементлар. Вольт-ампер $I=f(U)$ характеристикалари турли эгри чизик кўринишида бўлган электр занжир элементлари Н. э. дейилади. Бундай элементларнинг электр қаршилиги улардаги ток ёки кучланишнинг ўзгаришига кескин равишда боғлиқ бўлади. Шунинг учун Н. э. нинг қаршилиги $R(I)$ тарзида белгиланади. Н. э. каторига бошқарилмайдиган ва бошқарилувчи барча яримўтказгичлар, электрон лампа ва шу каби асбоблар киради. Уларнинг ночизикийлик хусусиятларидан ва бу хусусиятларни бошқарилиш имконидан электротехника, ҳисоблаш техникаси ва автоматикада кенг фойдаланилади. Хусусан, ўзгарувчан токни тўғрилашда, ток ва кучланишни стабиллаш ҳамда кучайтиришда, ҳисоблаш машиналаридаги буйруқларни санаш, хотирада сақлаш ва шу қабиларда Н. э. жуда қўл келади.

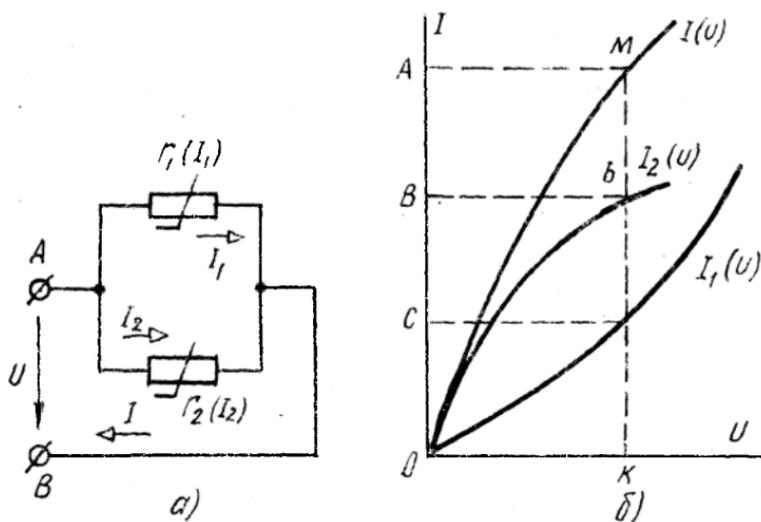
49. Нелинейные цепи — Ночизикий занжирлар. Энг камида битта ночизикий элементга эга бўлган ўзгармас ток электр занжирлари Н. з. дейилади. Бундай занжир элементларининг ночизикийлиги мураккаб эгри чизиклар кўринишига эга бўлганлиги учун уларни аналитик ифодалаш жуда қийин. Шу сабабли Н. з. кўпинча график усулда ҳисобланади. Н. з. ни ҳисоблаш ҳам худди чизикий занжирларники сингари Ом ва Кирхгоф қонунларига асосланади.

50. Последовательное соединении нелинейных элементов — Ночизикий элементларни кетма-кет улаш. 19-расмда иккита Н. э. к.-к. у. схемаси ва бундай ночизикий занжирни график ҳисоблашда қўлланиладиган вольт-ампер характеристикалар кўрсатилган. Бундай занжирни график ҳисоблашда қуйидаги тартиб қўлланилади: 1. Кирхгофнинг иккинчи қонунига асосан занжир учун



19-расм

$U = IR_1(I) + IR_2(I) = U_1 + U_2$ тенгламаси тузилади. 2. Ток ва кучланиш масштабларида элементларнинг вольт-ампер характеристикалари $I(U_1)$ ва $I(U_2)$ чизилади. 3. $I(U_1)$ ва $I(U_2)$ ларни график усулда қўшиб, ночизикий занжир учун умумий вольт-ампер характеристика $I(U)$ ясалди. Бунинг учун занжирдан ўтадиган I токнинг бирор O, A қийматига мос A нуктаси орқали абсцисса ўқига параллел чизик ўтказилади. Бу чизикнинг $I(U_1)$ ва $I(U_2)$ билан кесишган нукталаридан абсцисса ўқига тик чизиклар туширилади. Уларнинг абсцисса ўқи билан кесишган d ва f нукталари U_1 ва U_2 кучланишлар тушувини кўрсатади. Сўнгра od ва of кесмаларини қўшиб, умумий кучланиш U га тенг og кесма топилади. Энди g нуктадан тик чизик чиқариб, A нуктадан ўтказилган параллел чизик давом эттирилса, уларнинг кесишган C нуктаси занжирнинг умумий вольт-ампер характеристикаси $I(U)$ га тегишли нуктани белгилайди. Шу тарика $I(U)$ нинг бошқа нукталари ҳам аниқлаб чиқилади. График усулда ясалган бу характеристикалардан фойдаланиб, занжирнинг бирор параметрига асосан қолган параметрлар осонгина топилади.

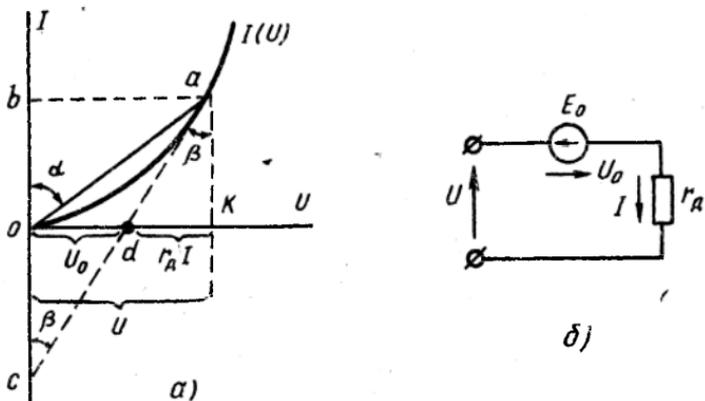


20-расм

51. Параллельное соединение нелинейных элементов — Ночизикий элементларни параллел улаш. 20-расмда иккита ночизикий элементни параллел улаш схемаси ва бундай ночизикий занжирни график ҳисоблашда қўлланиладиган вольт-ампер характеристикалари кўрсатилган. Бундай занжирни график ҳисоблашда қуйидаги тартиб қўлланилади: 1. Қирхгофнинг биринчи қонунига асосан занжир учун $I = I_1 + I_2$ тенгламаси тузилади. 2. Ток ва кучланиш масштабларида элементларнинг вольт-ампер характеристикалари $I_1(U)$ ва $I_2(U)$ чизилади. 3. $I_1(U)$ ва $I_2(U)$ ларни график усулда қўшиб, ночизикий занжир учун умумий вольт-ампер характеристикаси $I(U)$ ясалди. Бунинг учун занжирга берилган U кучланишнинг

бирор ok кийматига мос K нукта орқали ордината ўқига параллел чизик ўтказилади. Бу чизикнинг $I_1(U)$ ва $I_2(U)$ билан кесилган нукталаридан ордината ўқига тик чизиклар туширилади. Уларнинг ордината ўқи билан кесишган C ва B нукталар занжирдан ўтадиган I_1 ва I_2 токини ифодалайди. Сўнгра OC ва OB кесмаларини қўшиб, занжирдан ўтадиган умумий ток $I=I_1+I_2$ га тенг OA кесма топилади. Энди A нуктадан тик чиқариб, K нуктадан ўтказилган параллел чизик давом эттирилса, уларнинг кесишган M нуктаси занжирнинг умумий вольт-ампер характеристикаси $I(U)$ га тегишли нуктани белгилайди. Шу тариқа $I(U)$ нинг бошқа нукталари ҳам аниқлаб чиқилади. Бу нукталар бирлаштирилиб, занжирнинг умумий вольт-ампер характеристикаси $I(U)$ ясалди. График усулда ясалган бу характеристикалардан фойдаланиб, занжирнинг бирор параметрига асосан, қолган параметрлар осонгина топилади.

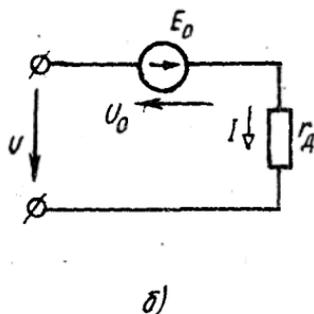
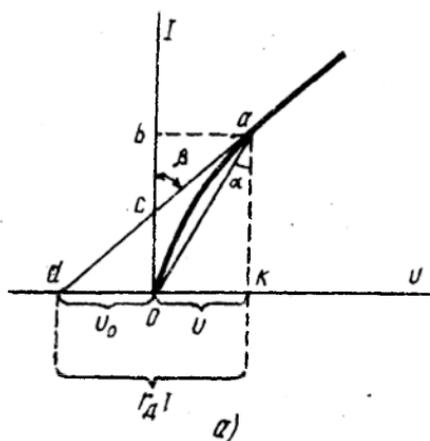
52. Аналитический расчет нелинейных цепей — Ночизикий занжирларни аналитик усулда ҳисоблаш. Занжирдаги ночизикий элемент вольт-ампер характеристикасининг кичик бўлагини чизикий ёки унга яқин деб қараб, уни эквивалент схема билан алмаштириш ва



21-расм

занжирни аналитик усулда ҳисоблаш мумкин. Бунда статик ва динамик қаршилик деган тушунчалардан фойдаланилади (21-расм). Вольт-ампер характеристиканинг бирор нуктасидаги, масалан, a нуктадаги статик қаршилик ($R_{ст}$) деб шу нуктадаги U_a нинг I_a га нисбатига айтилади, яъни $R_{ст} = \frac{U_a}{I_a} = \frac{m_v}{m_i} \frac{Ok}{Ob} = m_r \operatorname{tg} \alpha$. Бу ерда, m_v — қучланиш масштаби, m_i — ток масштаби, m_r — қаршилик масштаби. Шу a нуктадаги динамик қаршилик (R_d) деб эса dU ни dI га нисбатига айтилади, яъни $R_d = \frac{dU}{dI} = \frac{m_v}{m_i} \frac{ae}{e\eta} = m_r \operatorname{tg} \beta$.

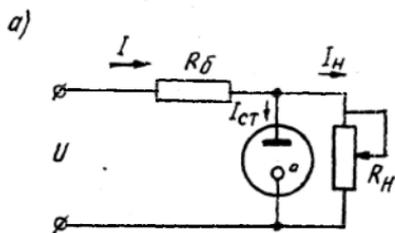
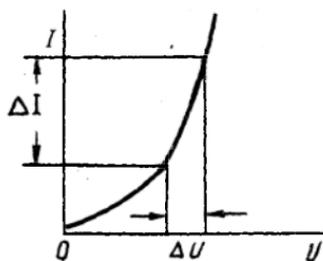
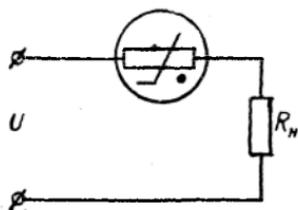
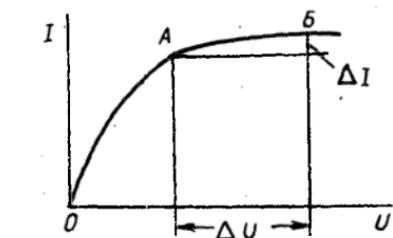
53. Схема замещения нелинейного элемента — Ночизикий элементнинг муқобил схемаси. Ночизикий элементнинг вольт-ампер характеристикасидаги тўғри чизикли бўлак деб қаралаётган қисмининг a нуктасига a_d уринма ўтказилса, $U = U_0 + IR_d$ бўлади (21-расм,



22-расм

а). Шу сабабли, нозичикий элементни 21-расм, б да кўрсатилган муқобил схема билан алмаштириш мумкин. Бунда муқобил схемага киритилган энергия манбаининг ЭЮК қиймати $E_0 = U_0$ деб олинади, демак, $U = E_0 + IR_d$ бўлади. Агар вольт-ампер характеристикаси 22-расм, а даги кўринишда бўлса, унинг муқобил схемаси тенгламаси $E = -U_0 + IR_d$ бўлади. Бундай нозичикий элементнинг муқобил схемаси 22-расм, б да кўрсатилган.

54. Стабилизатор тока — Ток стабилизатори. Кучланишнинг маълум диапазонда ўзгаришларида занжирдаги токни ўзгартирмай (стабил) саклайдиган асбоб Т. с. дейилади. Ўзгармас ва ўзгарувчан ток занжирларида Т. с. сифатида кўпинча бареттердан фойдаланила-



23-расм

ди. Бареттер вольфрам сим ўтказилган ва $50 \div 200$ мм симоб устунига тенг босим остида водород билан тўлдирилган вакуумли шиша баллондан иборат. Занжирга берилаётган кучланиш ошиши билан бареттердаги симнинг қаршилиги кучланишга пропорционал равишда ошиб, ток қиймати стабил сакланади. 23-расм, а да ночизикий элемент — бареттернинг вольт-ампер характеристикаси ва уланиш схемаси кўрсатилган.

55. Стабилизатор напяржения — Кучланиш стабилизатори. Токнинг маълум диапазонда ўзгаришларида юкламадаги кучланишни ўзгартирмай саклайдиган асбоб Қ. с. дейилади. Қ. с. сифатида, кўпинча, вольт-ампер характеристикаси ночизикий бўлган газоразряд асбобдан-стабилитрондан фойдаланилади. Стабилитронлар 70 В ва ундан юқори кучланишга, 5...40 МА токка мўлжаллаб ясалади. 23-расм, б да стабилитроннинг вольт-ампер характеристикаси ва уланиш схемаси кўрсатилган.

IV БУЛИМ.

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

56. Магнитное поле — Магнит майдони. Доимий магнит ва токли ўтказгич атрофида бошқа магнитга ёки токли ўтказгичга таъсир этувчи майдон бўлади. Бу майдон М. м. деб аталади. М. м. нинг мавжудлигини 1820 йили даниялик физик олим Эрстед кашф этган. Унинг хусусиятлари ва қонуниятларини эса француз физиги Ампер аниқлаган. М. м. қуйидаги асосий хусусиятларга эга: магнит стрелкасини маълум томонга йўналтиради; шу майдонда ҳаракатланувчи зарядларга (токли ўтказгичларга) таъсир кўрсатади; шу майдонда ҳаракатланувчи ўтказгич учларида потенциаллар айирмаси ҳосил қилади; М. м. ҳам, худди электр майдон сингари, тоқларни ўзаро таъсирида муҳит вазифасини ўтайди; М. м. нинг қиймати токка пропорционал; доимий магнитнинг табиати ҳам ундаги молекуляр тоқлар билан боғлиқ. Шундай қилиб, токли ўтказгич ва уни қуршаб олган магнит майдони бир бутун электромагнит ҳолисанинг бир-биридан ажратиб бўлмайдиган томонларидир. Электромагнит ходисалари асосида яратилган электр моторлари, генераторлар, трансформатор ва шу қабилардан кенг фойдаланилади. Бу қурилмаларнинг асосий қисмини пўлат ўзакка ўрнатилган кўп ўрамли ғалтак ташкил қилади. Бу ғалтакка берилган ток кучли магнит майдони ҳосил қилади, шу билан электр қурилмаларнинг ихчамлигига эришилади.

57. Магнитные полюса — Магнит қутблари. Доимий магнит пластинкаси яқинидаги темир қуқунлари магнитнинг асосан қарама-қарши икки томонида тўпланади. Магнитнинг бу томонлари унинг қутблари дейилади. Иккала қутб бир хил, лекин қарама-қарши ишорали тортиш кучига эга. Бундан, масалан, компасларда фойдаланилган. Компаснинг магнитдан иборат стрелкаси ҳаммавақт (тахминан) меридиан бўйлаб йўналади. Бунда унинг шимолга йўналган учи — шимолий (*N*), жанубга йўналган учи — жанубий (*S*) қутб ҳисобланади. Магнитлар ва магнитланган жисмлар ҳаммавақт жуфт (*N* ва *S*) қутблидир, электрланган жисмлар эса бир хил (+ ёки -) қутбли зарядларга эга бўлади.

58. Намагничивание — Магнитланиш. Моддаларнинг магнит майдонида магнит хусусиятига эга бўлиши магнитланиш дейилади, магнитланувчи моддалар эса магнетиклар деб аталади. Темир, кобальт, никель, гадолийий ва уларнинг қотишмаларидан иборат магнетиклар ферромагнетиклар деб юритилади. Магнитланган магнетиклар атрофида магнит майдони ҳосил бўлади.

58. Элементарные магнетики — Элементар магнетиклар. Магнетиклар молекуляр ток ҳосил қилувчи заррачалар — Э. м. дан иборат. Магнетикнинг магнитланмаган ҳолатида Э. м. бетартиб бўлади, шу сабабли уларнинг йиғиндиси нолга тенг. Магнитланиш натижасида Э. м. нинг бир қисми ёки барчаси ташқи магнит кутблари томон бурилиб бир тартибга келади, бунда умумий магнит майдони кескин кучаяди, яъни магнетик магнитланади.

59. Остаточный магнетизм — Қолдиқ магнетизм. Магнитланган магнетикка магнит майдонининг таъсири тўхтатилса, бурилиб тартибга келган элементар магнетикларнинг кўпчилиги дастлабки ҳолатига қайтади. Лекин бир қисми (5...10 % ҳақиқат) тартибланган (магнитланган) ҳолатида қолади. Магнетикда қолган ана шу магнетизм Қ. м. дейилади.

60. Гистерезис — Гистерезис. Моддаларнинг ҳолатига боғлиқ равишда физик катталарнинг ўзгаришидаги кечикиш Г. деб аталади. Масалан, қолдиқ магнетизм, яъни магнит майдон ҳосил қилувчи ток йўқолганда магнитланган модданинг кечикиб магнитсизланиши айнан магнит гистерезис натижасида юзага келади.

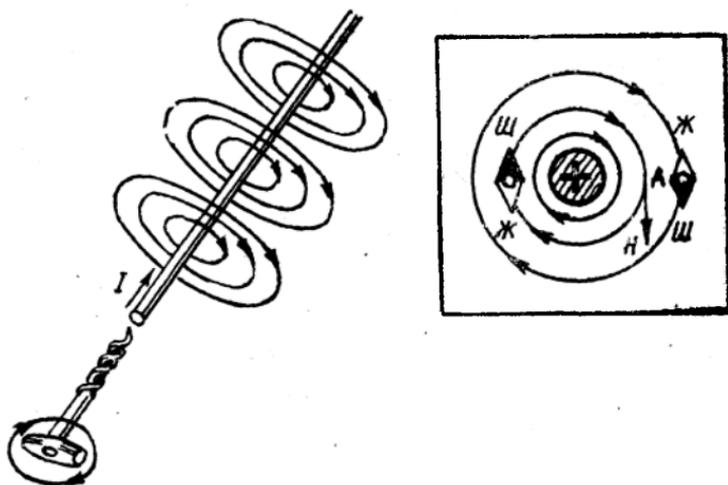
61. Намагничивание электрическим током — Электр токи билан магнитлаш (магнитланиш). Магнетиклардаги барча элементар магнетиклар ташқи майдон таъсирида тартибга келтирилса, катта кучли магнит майдони ҳосил бўлади. Бунга эришиш учун ферромагнит ўзакка изоляцияланган сим ўраб, ҳосил бўлган кўп ўрамли ғалтакдан ток ўтказиш kifоя. Бунда ғалтакнинг ҳар бир ўрамидаги токдан ҳосил бўлган магнит майдонлар ўзаро қўшилиб, ўзакни магнитлайдиган кучли ташқи майдон ҳосил қилади.

62. Насыщение магнетика — Магнетикнинг тўйиниши. Ферромагнит ўзакка ўралган ғалтак орқали ўтаётган ток ошиб борган сари ташқи майдон таъсирида тартибга келган элементар магнетиклар сони ҳам кўпайиб боради. Ниҳоят, токнинг бирор қийматида ўзак тўла магнитланади. Бундан сўнг ток қанча ошгани билан умумий магнит майдонининг кучи факат токдан ҳосил бўлган майдон ҳисобига бир озгина кўпаяди. Ферромагнитнинг тўла магнитланган, яъни ундаги барча элементар магнетикларнинг ташқи майдон таъсирида тартибга келган ҳолати М. т. дейилади, бу ҳолатни юзага келтирган ток тўйиниш токи деб аталади. Тўйиниш токидан ферромагнит ўзак ҳосил қиладиган умумий магнит майдони тўйиниш токининг ўзи ҳосил қила оладиган магнит майдонига нисбатан бир неча минг, ҳатто бир неча ўн минг марта кучли бўлиши мумкин. Ферромагнетикларнинг ана шу хусусиятидан электротехник қурилмаларда кенг фойдаланилади.

63. Направление магнитного поля — Магнит майдоннинг йўналиши. Магнит майдони унга киритилган магнит стрелкасига маълум йўналишда таъсир кўрсатади. Буни майдоннинг турли жойларида магнит стрелкасининг турлича вазият олишидан кўриш мумкин.

М. м. й. деб унинг ҳар бир нуктасида магнит стрелкасининг шимолқий кутбига кўрсатадиган таъсири йўналишига айтилади.

64. Магнитные силовые линии — Магнит куч чизиклари. Магнит майдонининг йўналишларини график равишда тасвирлаш учун М. к. ч. тушунчасидан фойдаланилади. Агар қоғоз билан копланган магнитга темир кукунлари сепилса, уларнинг ҳар бири майда магнит милчасига айланиб, магнит майдонида унинг кутблари меридиан бўйлаб жойлашади. Ана шу майда магнитчаларнинг магнит майдонида жойлашган ҳамда *N* ва *S* кутблари бўйлаб йўналган берк узлуксиз чизиклар М. к. ч. деб аталади. М. к. ч. нинг боши ва охири бўлмайди. Электр майдон куч чизиклари (шу мақолага қаранг) эса очик, узлукли бўлиб, мусбат зарядда бошланади ва манфий зарядда тугайди. Магнит куч чизикларининг узлуксизлиги табиатда магнит зарядлари йўқлиги ва бинобарин. магнит токининг содир бўлолмаслигидан далолат беради.



24-расм

65. Правила буравчика — Парма қондаси. Ўтказгичдаги ток атрофида ҳосил бўлган магнит майдонининг йўналиши токнинг йўналишига боғлиқ. Масалан, тўғри ўтказгичдаги ток атрофида ҳосил бўлган магнит майдонининг куч чизиклари умумий марказга эга бўлган айланалардан иборат (24-расм). Агар ўтказгичдаги ток йўналиши парманинг илгариланма ҳаракатига мос бўлса, магнит майдонининг куч чизиклари йўналиши парма дастаси айлантирилган йўналишга мос бўлади ва аксинча. Бу қонда П. қ. деб аталади.

66. Симметричное магнитное поле — Симметрик магнит майдони. Тўғри ўтказгичдаги токдан ҳосил бўлган магнит майдони С. м. м. деб аталади, чунки бундай майдоннинг куч чизиклари шу ўтказгич атрофида концентрик айланалар шаклида жойлашади ва бу айланаларнинг ҳар бир нуктасида магнит майдони бир хил кучга эга

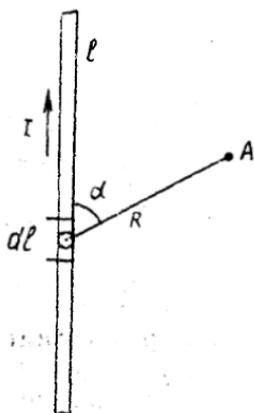
бўлади. Халқасимон галтак ўрамларидаги токнинг магнит майдони ҳам С. м. м. дир.

67. Однородное магнитное поле — Бир жинсли магнит майдони. Барча нукталарда бир томонга йўналган ва бир хил кучли магнит майдони Б. ж. м. м. деб аталади. Масалан, кутблари кичик хаво оралиғи билан ажратилган узун такасимон магнитнинг магнит майдони Б. ж. м. м. дир. Бундай майдон ўзаро параллел магнит куч чизиклари билан тасвирланади.

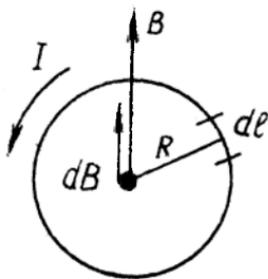
68. Магнитная индукция — Магнит индукцияси. М. и. деб магнит майдоннинг шу майдонда магнит чизиклари йўналишига тик йўналишида ҳаракатланувчи бирлик зарядга кўрсатадиган таъсир кучига айтилади. Бир жинсли майдонда М. и. магнит майдони куч чизикларининг зичлигига тенг М. и. B билан белгиланади. М. и. магнит майдонининг асосий характеристикаларидан биридир. Ундай магнит оқими (Φ), магнит майдон кучланганлиги (H) ва бошқа қўшимча тушунчалардан фойдаланиб, магнит майдонига тўла характеристика берилиши мумкин. М. и. вектор катталик. Унинг йўналиши магнит чизикларининг ҳар бир нуктасида унга уринма қилиб ўтказилади, ва магнит чизиги билан бир хил бўлади. Француз физиклари Био ва Савар номи билан аталган қонунга мувофиқ, тоқли ўтказгич атропоида ҳосил бўлган магнит майдонининг ҳар бир нуктасидаги М. и. нинг қиймати ток кучи, ўтказгич шакли, нукта билан ўтказгич орасидаги масофа ва ўтказгич атропоидаги мухитга

боғлиқ, яъни
$$dB = \frac{\mu_0 Idl}{4\pi r^2} \sin\alpha.$$
 Бунда $\frac{\mu_0}{4\pi}$ танланган бирлик систе-

масига боғлиқ бўлган пропорционалик коэффициент: μ_0 — вакуумнинг абсолют (мутлак) магнит синдирувчанлиги; Idl — ўтказгичнинг чексиз кичик элементи dl орқали ўтадиган ток (ток элементи деб ҳам юритилади); r — майдонининг бирор A нуктасидан ток элементигача бўлган масофа; dB — A нуктада Idl дан ҳосил бўлган элементар магнит индукцияси (25-расм). Демак, A нуктада барча элементар Idl тоқлардан ҳосил бўлган умумий B индукцияни



25-расм



26-расм

топиш учун ҳар бир элементар Idl тоқдан ҳосил бўлган dB элементар векторларнинг геометрик йиғиндисини топиш керак. Умумий ҳолда

$$B = \int dB = \int \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{r^2} \sin \alpha \text{ бўлади. 26-расмда тоқли ҳалқасимон}$$

ўтказгич марказидаги нуктада ҳосил бўлган B индукция қийматини ҳисоблашга доир чизма кўрсатилган. Бунда тоқ элементи Idl дан r масофада ҳосил бўлган барча элементар dB индукцияларнинг йўналиши парма қондасига биноан аниқланади ва бир хил бўлади. Демак, Био — Савар қонуни формуласи қуйидагича:

$$B = \int dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} \int dl = \frac{\mu_0 I 2\pi r}{4\pi r^2} = \frac{\mu_0 I}{D}$$

М. и. нинг Си даги ўлчов бирлиги $B = \frac{\mu_0 I}{D} = \frac{\text{Гн} \cdot \text{А}}{\text{м} \cdot \text{м}} = \frac{\text{В} \cdot \text{С}}{\text{м}^2} = \frac{\text{Вб}}{\text{м}^2} = \text{Тл}$

(Тесла). Бу Тесла номли бирлик катта бўлгани сабабли кўпинча Гаусс бирликдан фойдаланилади:

$$1 \text{ Гс} = 10^{-4} \text{ Тл.}$$

69. Магнитная проницаемость — Магнит сингдирувчанлик. Магнит индукциясининг қиймати тоқли ўтказгич ағрофидаги мухит (материал хусусияти)га боғлиқ. Агар тоқли ўтказгич парамагнит материал мухити, масалан, ҳавода бўлса, магнит индукцияси вакуумдагига нисбатан бир оз катта, диамагнит материал мухити, масалан, мисда бўлганда эса бир оз кичик бўлади. Мухитнинг ана шу хусусияти M с. ёки мухитнинг нисбий магнит сингдирувчанлиги деб аталади ва μ билан белгиланади. Парамагнит материалларда M с. бирдан катта ($\mu = 1,0000031$), диамагнит материалларда эса бирдан кичик ($\mu = 0,99$). Бу фарқлар жуда оз бўлганлиги сабабли, улар учун техник ҳисобларда $\mu = 1$ олинади. Ферромагнит материалларда μ қиймати бир неча минг ва хатто ўн минггача бўлади. Био —

Савар қонунининг $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{r^2} \sin \alpha$ формуласидаги μ_0 — вакуум-

нинг абсолют магнит сингдирувчанлиги бўлиб, Си системасида

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Ом} \cdot \text{с}}{\text{м}} \simeq 125 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}. \text{ Шундай қилиб, } \mu = \frac{\mu_a}{\mu_0} \text{ бўлади.}$$

Бунда, μ_a — мухитнинг абсолют магнит сингдирувчанлиги. У ҳам

$\left| \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \right|$ билан ўлчанади. Демак, M с. ёки нисбий магнит сингдирувчан-

лик μ — ўлчамсиз сондир.

70. Магнитный поток — Магнит оқими. Магнит индукциясининг векторлари бирор сирт орқали ўтган оқими M о. дейилади. Агар магнит индукцияси вектори сиртга тик бўлса, $\Phi = B \cdot S$, агар сирт S билан B вектор α бурчак ҳосил қилса, $\Phi = BS \cos \alpha = B_n S$ бўлади. Бунда, B_n — вектор B нинг нормалга туширилган проекциясидир. $\Phi = BS$ — скаляр катталиқ бўлиб, сирт орқали ўтган магнит индукция чизикларининг тўла сонига тенг. Агар магнит майдони бир жинсли бўлмаса, унинг M о. элементар магнит

оқимлари $d\Phi = B_n dS$ нинг интегралига тенг, яъни $\Phi = \int B_n dS$ бўлади. Берк сиртдан ўтувчи M . о. нинг йиғиндиси $\oint B_n dS$ нолга тенг, яъни берк сиртга кираётган M . о. ундан чиқаётган M . о. га тенг. M . о. нинг ўлчов бирлиги $|\Phi| = |BS| = \frac{B \cdot c \cdot m^2}{m^2} = B \cdot c$ (Вб). Бу бирлик Вебер

(Вб) деб номланган. Вебер катта микдор бўлгани учун M . о. кўпроқ Максвелл номли бирликда ўлчанади: $1 \text{ Мкс} = 10^{-8} \text{ Вб}$.

71. Напряженность магнитного поля — Магнит майдони кучланганлиги M . м. к. ҳам токли ўтказгич атрофида ҳосил бўлган майдоннинг бирор нуктасидаги магнит индукцияси векторлари каби катталикни ифодалайди ва H билан белгиланади: $H = \frac{B}{\mu_0}$. M . м. к.

ўтказгич шакли ва ундаги ток қийматига боғлиқ. Ҳалқасимон токли ўтказгич марказидаги M . м. к. $H = \frac{B}{\mu_0} = \frac{\mu_0 I}{\mu_0 D} = \frac{I}{D}$ бўлади. Демак,

бир жинсли магнит майдонида H нинг қиймати муҳит хусусияти μ_0 га боғлиқ эмас. Бу эса, магнит занжирларини ҳисоблашда катта қулайликлар туғдиради. H вектори ҳам, B каби магнит чизиги томон йўналган ва унга ҳар бир нуктада уринма қилиб ўтказилади. СИ системасида H нинг ўлчов бирлиги $|H| = \left| \frac{B}{\mu_0} \right| = \frac{B \cdot c}{m^2} \frac{M}{\text{Ом} \cdot c} = \frac{A}{m}$.

M . м. к. Эрстед (\mathcal{E}) номли бирликда ҳам ўлчанади: $1\mathcal{E} = 80 \frac{A}{m}$ га тенг.

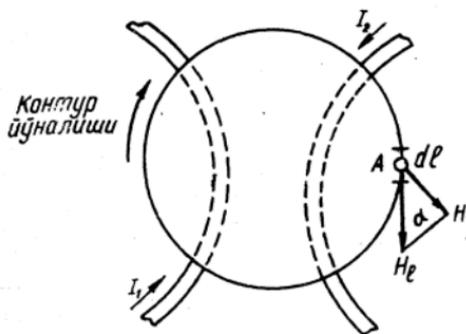
72. Магнитное напряжение — Магнит кучланиш. Электр майдонидаги потенциаллар айирмаси (кучланиш) сингари, магнит майдони учун ҳам M . к. деган тушунча қиритиш мумкин. Бир жинсли магнит майдонининг бирор магнит чизигида жойлашган икки нукта орасидаги M . к. деб магнит кучланганлиги H нинг шу нукталар орасидаги масофа l га кўпайтмасига айтилади, яъни $U_m = Hl$. Умумий ҳолда, $U_m = Hl \cos \alpha = H_n l$; бунда α — H ва l орасидаги бурчак; $H_n = H \cos \alpha$ — магнит майдон кучланганлиги H нинг l га проекцияси. Бир жинсли бўлмаган магнит майдонида $U_m = \int H_n dl$, яъни $U_m = \sum H_n \Delta l$ бўлади. Маълумки, электр кучланиши контур шаклига боғлиқ эмас, U_m қиймати эса контурнинг шаклига ҳам боғлиқдир. Шунингдек, берк контур бўйлаб олинган электр кучланишларининг йиғиндиси $\oint U = 0$ бўлса, $\oint U_m \neq 0$, M . к. нинг ўлчов бирлиги:

$$|U_m| = |Hl| = \frac{A \cdot m}{m} = A.$$

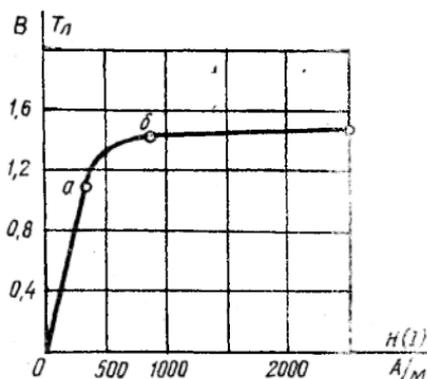
73. Магнитодвижущая сила — Магнит юритувчи куч. M . ю. к. тушунчаси шартли равишда қиритилган. Унинг қиймати ихтиёрий берк контур орқали ўтган тоқлардан ҳосил бўлган магнит кучланишлари йиғиндиси, яъни $\oint H_n dl$ га тенг ва F билан белгиланади: $F = \oint H_n dl$. Демак, M . ю. к. ҳам Ампер билан ўлчанади. Магнит занжирлари ҳисоблашда M . ю. к. тушунчасидан кенг фойдаланилади.

74. Закон полного тока — Тўла ток қонуни. Бирор берк контур сиртидан ўтаётган тоқларнинг алгебраик йиғиндиси ($\sum I$) тўла ток деб

юритилади — 27-расмда тўла ток тушунчасига доир чизма кўрсатилган. Агар контурнинг мусбат йўналиши (расмда кўрсатилгандек) парма дастасининг йўналиши билан бир хил деб қабул қилинса, бундай контурдан парма йўналишида ўтаётган ток мусбат бўлади ва аксинча. Шунга биноан I_1 — мусбат, I_2 — манфий, тўла ток қиймати эса, $\Sigma I = I_1 - I_2$. Берк контур нуқталаридаги магнит кучланишлари ҳам контур учун қабул қилинган йўналишга қараб турли ишорага эга бўлади. Масалан, A нуқтадаги H_n кучланишнинг йўналиши контур йўналишига мос бўлганлиги сабабли, $H_n dl$ кучланиши мусбат бўлади. Шундай қилиб, Т. т. к. га мувофиқ берк контур (берк занжир) бўйича олинган магнит юритувчи кучларнинг қиймати шу контур сиртидан ўтайдиган тўла токка тенг, яъни $F = \Sigma I = \oint H_n dl$. Т. т. к. тўғри



27-расм



28-расм

ўтказгичдаги токка татбиқ қилинса, магнит майдони характеристикалари осонгина ҳисобланади. Дарҳақиқат, бунда токли ўтказгич атрофида айланалардан иборат берк магнит язизиқлари ҳосил бўлади. Уларнинг ҳар бир нуқтасидаги H_n ва H лар ўзаро тенглигидан, $F = \Sigma I = I = \oint H_n dl = H \cdot 2\pi r$, бундан эса, $H = \frac{I}{l} = \frac{I}{2\pi r}$ ва демак,

$$B = \mu_a H = \mu_0 \cdot \mu \cdot H = 125 \cdot 10^{-8} \mu \frac{I}{2\pi r}, \text{ Тл. Бу ерда, } \mu \text{ нинг қиймати токли}$$

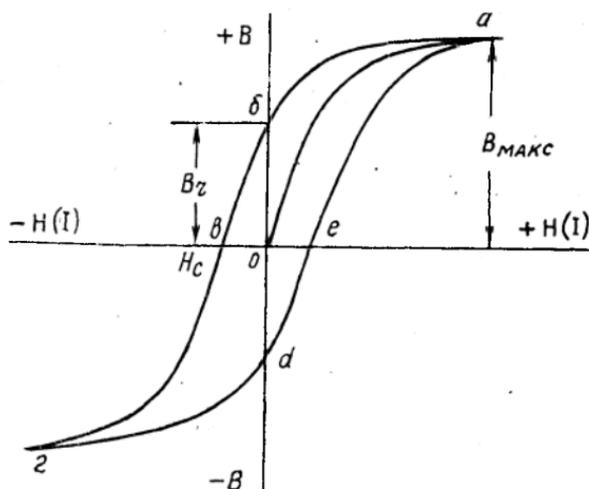
ўтказгич атрофидаги муҳитга боғлиқ. Маълумки, ферромагнит муҳитида μ бир неча мингларга тенг, ферромагнит бўлмаганда эса, $\mu = 1$. Ички радиуси r_1 , ташқи радиуси r_2 бўлган ферромагнит ҳалқасига ω ўрамли ғалтак ўраб, ундан I токи ўтказилса, ҳосил бўлган магнит майдони Т. т. к. га мувофиқ қуйидагича ҳисобланади: Ферромагнит ўзагидан ташқарида $H = 0$ ва $B = 0$, ичкарида эса,

$$B = \mu \cdot \mu_0 \cdot H = 125 \cdot 10^{-8} \mu \cdot \frac{I\omega}{2\pi r}. \text{ Бунда берк контур } r = \frac{r_1 + r_2}{2} \text{ радиус}$$

ли магнит чизигидан, тўла ток эса $\Sigma I = I \cdot \omega$ дан иборат бўлади. Берк контурнинг барча нуқталаридаги магнит кучланганлиги H лар ўзаро тенг ва бир хил йўналишда бўлганлиги сабабли, $Hl = I\omega$.

75. Кривая намагничивания — Магнитланиш эгри чизиги. Магнитловчи ток I (магнит кучланганлиги H) ни ошириш билан магнит индукцияси B нинг ўзгаришини (28-расм) ифодалайдиган гра-

фик М. э. ч. дейилади. Агар пўлат ўзак биринчи марта магнитланаётган бўлса, унинг М. э. ч. нолдан бошланади. Бундай чизик бошлангич М. э. ч. дейилади ва $B=f(H)$ боғланиши билан ифодаланади. $B=f(H)$ нинг тўғри чизикли oa участкаси ўзакнинг тўйинмаган ҳолатига тўғри келади. Шу сабабли, H нинг бир озгина кўпайишида B кескин ошади. $B=f(H)$ нинг эгри чизикли ab участкаси унинг тирсаги дейилади. Бу участкада ўзакнинг бирмунча тўйинганлиги сабабли B нинг ўсиши анча камаяди. Тирсакдан кейинги тўғри чизикли участка ўзакнинг тўйинган ҳолатига тўғри келади. Бу участкада B нинг ўсиши кескин камаяди. $B=f(H)$ чизиги тўғри ва эгри чизиклардан иборат бўлгани сабабли, ферромагнит материалларнинг магнит синдирувчанлиги ($\mu = \frac{B}{H}$) ҳам ўзгарувчан бўлади. М. э. ч. биринчи марта рус олими А. Г. Столетов томонидан 1872 йили аниқланган ва ундан магнит занжирларини ҳисоблашда кенг фойдаланилади.



29-расм

76. Петля гистерезиса — Гистерезис сиртмоғи. Ғалтакка бериладиган магнитловчи токни ошира бориб, ўзак тўла магнитлангандан кейин ток аста-секин камайтирилса, магнитсизланиш чизиги гистерезис туфайли магнитланиш эгри чизиги билан устма-уст тушмай, ундан юқорирок жойлашади. Бунда у ордината ўқини b нуктада кесиб ўтади. $Ob=B_r$ кесмаси қолдиқ магнетизмни ифодалайди (29-расм). Энди ток йўналишини ўзгартириб, уни яна ошира борсак, ўзакнинг магнитсизланиши давом этади ва магнитсизланиш эгри чизиги абсцисса ўқини c нуктада кесиб ўтади. Қолдиқ магнетизмни йўқотадиган магнит кучланганлиги $oc=H_c$ коэрцитив куч дейилади. Магнитловчи ток қийматини оширишни давом эттирсак, ўзак тесқари магнитланади (bc чизик). Энди ток яна камайтирилса, ўзак магнитсизланади (cd чизик). Ва ниҳоят, ток йўналишини ўзгартириб уни яна ошира борсак, ўзак e нуктагача магнитсизланиб, сўнгра a нуктагача қайта магнитланади. Ҳосил бўлган $a b c d e a$ берк контур Г. с. дейилади.

77. Потери на гистерезис — Гистерезис исрофи. Ферромагнетикларни даврий равишда қайта магнитланишлари натижасида ўзакларнинг қизишига сарфланган қувват G и дейилади. Унинг қиймати гистерезис сиртмоғи юзасига пропорционал бўлиб, пўлат тури, магнит индукцияси B нинг максимал қиймати $B_{\text{мокс}}$ ва ток частотаси f га боғлиқ.

78. Основная кривая намагничивания — Асосий магнитланиш эгри чизиги. Ферромагнетикни турли даражаларгача магнитлаш ва магнитсизлаш йўли билан бир нечта симметрик гистерезис сиртмоклари ясаб, уларнинг учлари бирлаштирилса, А. м. э. ч. олинади. Бу чизик бошланғич магнитланиш эгри чизигига яқин бўлади. Магнит занжирларини ҳисоблашда бевосита А. м. э. ч. дан фойдаланилади.

79. Магнитная цепь — Магнит занжири. Магнит оқим ўтказиш учун турли хил ферромагнит ўзаклардан тузилган қурилма М. з. дейилади. М. з. таркибида тор ҳаво ораликлари ($\mu_a = \mu_0$) бўлиши ҳам мумкин. М. з. лари ҳам электр занжирлари сингари, тармоқланган (электр машиналарда) ёки тармоқланмаган (электромагнитларда) бўлади. Тармоқланмаган М. з. нинг ҳамма участкалари бир хил кўндаланг кесимли S сиртга эга бўлса, $\Phi_1 + \Phi_2 = \dots = \Phi_n$, $\Phi = BS$ ва демак, $B_1 S_1 = B_2 S_2 = \dots B_n S_n$ бўлади.

80. Закон Ома для магнитной цепи — Магнит занжири учун Ом қонуни. Тармоқланмаган магнит занжирининг турли участкаларида магнит оқими Φ бир хил, B магнит индукциялари эса $B = \frac{\Phi}{S}$ га мувофиқ кўндаланг кесими S катталигига боғлиқ. Демак, бир жинсли тармоқланмаган магнит занжири учун $U_n = HI = \frac{Bl}{\mu\mu_0} = \frac{\Phi l}{S\mu\mu_0} = I \omega$ дан магнит оқими $\Phi = \frac{U_n}{l} = \frac{I\omega}{S\mu\mu_0}$ келиб чиқади. Бу ифода электр

занжиридаги ток ифодаси сингари, магнит занжири учун Ом қонуни деб юритилади. Шунга биноан, $\frac{l}{S\mu\mu_0}$ магнит қаршилик деб олинади

ва R_n билан белгиланади: $R_n = \frac{l}{S\mu\mu_0}$. Си да R_n нинг ўлчов бирлиги $R_n = \frac{l}{S\mu\mu_0} = \frac{M}{m^2 \cdot \Gamma_n} = \frac{1}{\Gamma_n}$. Агар тармоқланмаган магнит занжири бир жинсли бўлмаса, $\Phi = \frac{I\omega}{\sum R_n}$ бўлади. Бунда ҳар бир қисмнинг

R_n қаршиликлари алоҳида аниқланади ва уларни қўшиб умумий қаршилик топилади. Бу формуладаги μ ферромагнит материалларнинг $B = f(H)$ эгри чизигига мувофиқ ўзгарувчан бўлганлиги сабабли, магнит занжирларини ҳисоблашда бу Ом қонуни формуласидан кам фойдаланилади.

81. Расчёт магнитных цепей — Магнит занжирларини ҳисоблаш. Кирхгоф қонунилари магнит занжирлари учун ҳам тааллуқлидир. Магнит оқими ва куч чизиклари узлуксизлиги сабабли, уларнинг тармоқланиш нуктасидаги алгебраик йнгиндиси нолга тенг, яъни

$\Sigma\Phi=0$. Кирхгофнинг иккинчи қонунига асосан (тўла ток қонунига мувофиқ) магнит занжирининг ҳар бир участкасидаги магнит кучланишларнинг алгебраик йиғиндиси шу участкалардаги магнит юритувчи кучларнинг алгебраик йиғиндисига тенг: $\Sigma U_M + \Sigma HI = \Sigma IW$. Магнит юритувчи кучнинг бирор қийматида магнит занжирдан ўтадиган оқим Φ энг катта бўлиши учун R_M нинг қиймати мумкин қадар кичик бўлиши керак. Шунинг учун магнит занжирлари асосан ферромагнит материалларидан тузилади, ҳаво оралиғи эса иложи борича кичик олинади. Ўлчамлари ва $\beta=f(H)$ чизиклари маълум бўлган магнит занжири участкаларидан талаб этилган Φ магнит оқими ўтказиш учун керак бўлган тўла ток қийматини аниқлаш М. з. х. дейилади. Мазкур масала тескарича қўйилиши ҳам мумкин. Бу ҳолда берилган Φ га мувофиқ занжирнинг турли участкаларидаги B индукциялар аниқланади, сўнгра $B=f(H)$ чизиклардан фойдаланиб аниқланган B индукцияларга мос магнит кучланганликлари қиймати топилди. Бунда, ҳаво оралиғи учун

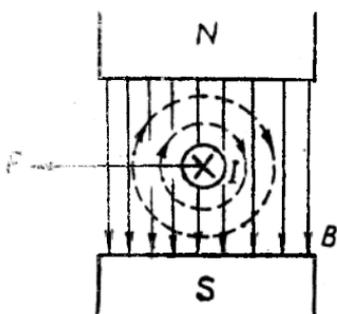
$$H_0 = \frac{B_0}{\mu_0} = \frac{B_0}{125 \cdot 10^{-8}}, \frac{A}{м}$$

Булар асосида тўла ток қонунига мувофиқ

тўла ток қиймати, яъни $H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_0 l_0 = IW$ аниқланади. Масалан, топилган $IW = 1000$ бўлса, бу 1 А токни 1000 ўрамли ғалтақдан ёки 1000 А токни бир ўрамли ғалтақдан ўтказиш кераклигини кўрсатади.

82. **Электромагнитные явления — Электромагнит ҳодисалар.** Электр тоқининг магнит майдони билан ўзаро таъсири, яъни магнитоэлектр ҳодисаси билан электромагнит индукция ҳодисаси биргаликда Э. х. дейилади. Магнитоэлектр ҳодиса ва унинг қонунилари Эрстед, Био ва Саварлар томонидан аниқланган ва математик равишда ифодалаб берилган. Электромагнит индукция қонуниятларини эса Фарадей ва Максвелл кашф этган. Бу икки гуруҳ ҳодисаларнинг ўзаро боғлиқлиги, уларнинг бир бутунлиги академик Ленц ишларида асослаб берилган ва шунга мувофиқ электр энергиясининг механик энергияга ва аксинча, механик энергиянинг электр энергияга айланиши мумкинлиги (алмашилиш принципи)ни у назарий жиҳатдан исботлаган.

83. **Закон Ампера — Ампер қонуни.** Магнит майдонига киритилган



30-расм

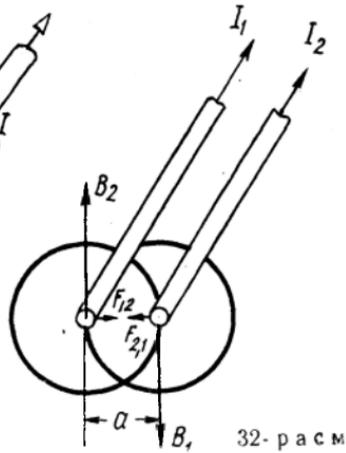
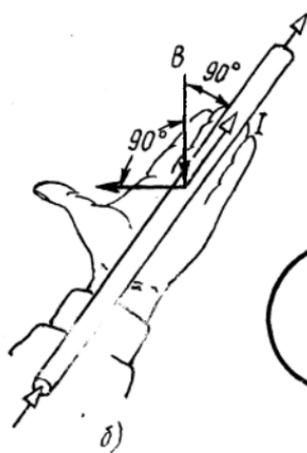
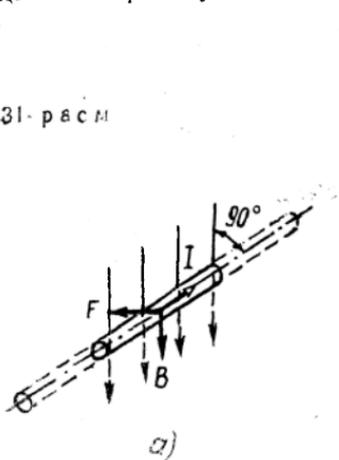
токли ўтказгичга уни майдон ташқариси томон итарувчи электромагнит механик F куч таъсир этади (30-расм). Бу F кучи магнит индукцияси B га ўтказгичнинг магнит индукцияси таъсиридаги актив узунлиги l га ва ўтказгичдаги ток кучи I га тўғри пропорционал, яъни $F = BIl$. Бу формула электромагнит кучлар қонуни ёки Ампер қонуни дейилади. Бу кучнинг йўналиши чап қўл қоидага биноан топилади. Электр моторларининг ишлаш принципи шу қонунга асосланган.

84. **Правила левой руки — Чап қўл қоидаси.** Магнит майдони га киритилган токли ўтказгичга таъсир этувчи механик F кучнинг йўналиши Ч. к. к. га биноан аниқланади. Бу қоидага мувофиқ чап қўл кафтини магнит индукцияси B чизиқларига тик тутиб, олдинга чўзилган тўрт бармоқ ўтказгичдаги I ток томон йўналтирилса, кафтга нисбатан 90° га бурилган бош бармоқ ўтказгичга таъсир этувчи F куч йўналишини кўрсатади.

31-расмда чап қўл қоида сига доир чизма берилган.

85. **Взаимодействие двух параллельных проводников с токами — Токли иккита параллел ўтказгичнинг ўзаро таъсири.** Бундай таъсир хам Ампер қонуни асосида талқин қилинади. 32-расмда токли иккита

31-расм



параллел ўтказгичнинг ўзаро таъсирига доир чизма берилган. Бунда иккала ўтказгичдаги тоқлар бир томонга йўналган деб қабул қилинган. Шунга биноан I_1 тоқдан ҳосил бўлган B_1 индукцияли магнит майдони I_2 тоқли ўтказгичга $F_{12} = B_1 I_2 l = \mu_0 H_1 I_2 l =$

$= \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi a} l$ куч билан таъсир қилса, иккинчи ўтказгичдаги I_2 тоқ-

дан ҳосил бўлган B_2 индукцияли магнит майдони I_1 тоқли ўтказгичга

$F_{21} = B_2 I_1 l = \mu_0 H_2 I_1 l = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi a} l$ куч билан таъсир қилади. Демак, бу

иккала F_{12} ва F_{21} кучларнинг қийматлари ўзаро тенг бўлиб, йўналишлари чап қўл қоида си асосида аниқланади. Параллел ўтказгичлардаги тоқлар бир томонга йўналган бўлса, улар ўзаро тортишади, қарама-қарши йўналган бўлса, бир-бирини итаради. Бу кучларнинг қиймати I_1 ва I_2 тоқларга тўғри ва улар орасидаги масофа a га тесқари пропорционалдир. Электр ўлчаш асбобларини яратишда, электр қурилма конструкциясини ҳисоблашда ана шу ҳодисадан кенг фойдаланилади.

86. **Определение Ампера — Ампер таърифи.** Си даги тўртинчи асосий бирлик Ампернинг таърифи бевосита токли иккита параллел ўтказгичнинг ўзаро таъсиридан келиб чиқади. Бунда ўзаро таъсир кучининг ўтказгич узунлиги l га тўғри келадиган ифодаси $F_0 = \frac{F}{l}$

дан фойдаланилади. Бир Ампер шундай ўзгармас ток кучики, бу ток вакуумда бир-биридан бир метр масофада жойлашган, кўндаланг кесими жуда кичик, узунлиги чексиз катта иккита параллел ўтказгичдан ўтаётганда, улар орасида $F_0 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{H}{M}$ га тенг ўзаро

таъсир кўчи хосил қилади. Дарҳақиқат, $I = \sqrt{\frac{F_0 \cdot 2\pi a}{\mu_0}}$ га биноан,

$F_0 = 2 \cdot 10^{-7} H/M$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$, $a = 1$ м, бўлгандагина,

$$I = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 2\pi \cdot 1}{4\pi \cdot 10^{-7}}} = 1 \text{ А (бир Ампер) бўлади. Си даги 1 А СГСМ}$$

системасида 0,1 СГСМ ток бирлигига, СГСЭ системасида эса $3 \cdot 10^9$ СГСЭ бирлигига тенг.

87. Работа электромагнитных сил — Электромагнит кучлар иши.

Электромагнит кучлар таъсирида ўтказгичнинг δ масофага сурилишида бажарилган $A = F\delta = BIl\delta = \Phi I$ ишга Э. к. и. дейилади. Си да Э. к. и. нинг бирлиги $A/\delta = \Phi I/\delta = B \cdot cA$ Жоуль (Ж) бўлади.

88. Энергия магнитного поля — Магнит майдони энергияси. Ток $i = 0$ дан $i = I$ гача ўзгарганда индуктив ғалтак магнит майдонида тўпланган энергия M . м. э. дейилади. Бунда Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ $U = iR_a + L \frac{di}{dt}$ бўлади. Бу тенгламанинг икки

томони idt га кўпайтирилса, $Uidt = i^2 R_a dt + Lidi$ келиб чиқади: $Uidt$ — ток манбадан dt вақтда олинган электр энергия; $i^2 R_a dt$ — актив қаршилиқнинг кизишига сарфланган энергия; $Lidi$ эса токнинг $i = 0$ дан $i = I$ гача кўпайиб боришида индуктив ғалтак магнит майдонида тўпланган энергия. Демак, ташқи манбадан олинган ток энергиясининг бир қисми занжирнинг актив қаршилигини қиздиришга сарфланади, қолган қисми эса магнит майдони энергияси

$$W_M = \int_0^I Lidi = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi I}{2} \text{ (Ж) га айланади. Агар индуктив ғалтак}$$

ҳалқасимон темир ўзакка эга бўлса, $\Psi = \Phi W = BS\Psi$ ва $I = \frac{Hl}{\omega}$ сабабли, М. м. э.

$$W_M = \frac{\Phi I}{2} = \frac{BS\Psi Hl}{2} = \frac{BH}{2} Sl = \frac{BH}{2} V = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} W = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} Sl$$

бўлади. Бунда V — темир ўзакнинг ҳажми.

89. Электромагнит — Электромагнит. Ток билан таъминланиб турадиган ферромагнит ўзакли кўзғалмас ғалтак ва кўзғалувчи пўлат якордан иборат қурлма Э. дейилади. Бундай қурилмада ғалтакдан ўтаётган токнинг магнит майдони таъсирида ферромагнит ўзак магнитланиб, кучли электромагнит майдон хосил бўлади. Бу майдон ўз навбатида пўлат якорни магнитлайди ва улар ўртасида ўзаро тортишиш кучи хосил бўлади. Бу F куч якорни ўзакдан ажратиб турувчи пружина кучига тенг ва электромагнитнинг тортиш ёки кўтариш кучи деб аталади. Унинг таъсирида якорь l масофадаги ўзакка тортилади, натижада магнит майдон энергияси W_M га

тенг бўлган $A = Fl = W_M$ иш бажаради: $W_M = \frac{B^2}{2\mu_0} Sl$. Бундан

$$F = \frac{W_M}{l} = \frac{B^2 S}{2\mu_0} = \frac{B^2 \cdot S \cdot 10^7}{2 \cdot 4\pi} = 4 \cdot 10^7 \cdot B^2 S \text{ (Ньютон)}. \text{ Демак, } F \text{ куч магнит}$$

индукциясининг квадрати B^2 га пропорционалдир. Шу сабабли катта тортиш кучини ҳосил қилиш учун магнит сингдирувчанлиги юқори бўлган материаллардан фойдаланиш ва ўзак билан якорнинг туташув юзаси S ни ошириш керак. Э. лардан техника ва автоматикада турли максадлар учун кенг фойдаланилади.

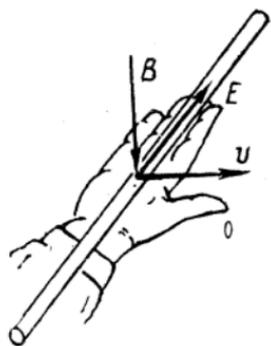
90. Электромагнитная индукция — Электромагнит индукцияси. Агар ўтказгич магнит майдони куч чизикларини қандайдир тезлик билан кесиб ўтса, бу ўтказгич учларида потенциаллар айирмаси, яъни электр юритувчи куч (ЭЮК) ҳосил бўлади. Инглиз физиги Фарадей томонидан 1831 йили кашф этилган бу ҳодиса Э. и. деб аталади. Унинг қонуниятлари ва микдорий томонларини Фарадей ва Максвелл аниқлаган.

91. Электродвижущая сила (ЭДС) электромагнитной индукции — Электромагнит индукцияси электр юритувчи кучи (ЭЮК). Электромагнит индукцияси туфайли ўтказгич учларида ҳосил бўлган потенциаллар айирмаси Э. и. ЭЮК дейилади. Дарҳақиқат, ўтказгич бирор v тезлик билан магнит майдони чизикларини кесиб ўтганда ўтказгичдаги эркин электронлар ҳам шу тезликда ҳаракатга келади. Бундай ички ўтказгични тоқли ўтказгич деб қараш мумкин. Демак, унга электромагнит кучлар таъсир этиб, ўтказгичдаги эркин электронлар унинг бир учига тўпланиб, манфий зарядли қутб ҳосил қилади. Ўтказгичнинг иккинчи учи эса мусбат зарядли бўлиб қолади, натижада потенциаллар айирмаси (ЭЮК) юзага келади.

92. Закон электромагнитной индукции — Электромагнит индукцияси қонуни. Магнит майдони куч чизикларини бирор тезлик билан кесиб ўтаётган ўтказгич учларида ҳосил бўлган ЭЮК (E) нинг қиймати магнит индукция B га, ўтказгич узунлиги l га ва унинг ҳаракат тезлиги v га тўғри пропорционал, яъни $E = Blv$ бўлади. Бу ифода Э. и. қ. га Фарадей томонидан берилган таърифдир. Унда B (Тл), l (М), v ($\frac{M}{c}$) билан ўлчанса, ЭЮК нинг бирлиги Вольт (V) бўлади. Фарадей тажрибалари натижаларини чуқур ўрганган Максвелл Э. и. қ. ни бошқача таърифлади: магнит оқими билан илашган берк ўтказгичдаги ЭЮК нинг қиймати магнит оқимининг камайиш тезлиги билан аниқланади, яъни $e = -\frac{d\Phi}{dt}$.

Бу ифода Э. и. қ. га Максвелл томонидан берилган таърифдир. Бу таъриф ифодасидаги — (минус) ишоранинг моҳияти Ленц қонуни асосида осонгина тушунтирилади.

93. Правила правой руки — Ўнг қўл қондаси. ЭЮК нинг йўналиши \vec{U} . қ. қ. га мувофиқ аниқланади. Бу қондага қўра, ўнг қўл қафтини магнит индукция B чизикларига тик тутиб, қафтга нисбатан 90° га бурилган бош бармоқни ўтказгич-



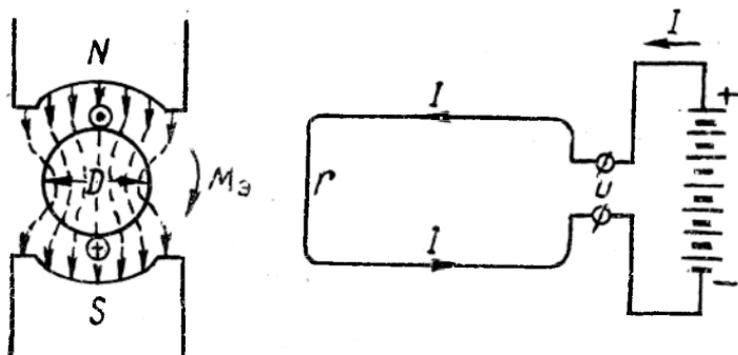
33-расм

нинг ҳаракат тезлиги v томон йўналтирилса, олдинга чўзилган тўрт бармок ЭЮК йўналишини кўрсатади. 33-расмда ўнг қўл қондасига доир чизма берилган.

94. Закон Ленца — Ленц қонуни. Электромагнит кучлар ва электромагнит индукцияси ЭЮК нинг пайдо бўлиш ҳодисалари бир бутун электромагнит ҳодисасининг айрим кўринишлари эканлигини ва уларнинг ўзаро узвий боғлиқлигини академик Э. Х. Ленц ўз ишларида тўла-тўқис асослаб берган. Бу муҳим назарий хулоса Ленц қонуни деб аталади. Бу қонунни Ленцнинг ўзи қуйидагича таърифлайди: Электромагнит кучлар таъсирида юзага келган ҳар бир ҳаракат ҳодисасига (магнитоэлектр ҳодисага) монанд, албатта, муайян электромагнит индукция ҳодисаси (электромагнит ҳодиса) рўй бериши керак. Дарҳақиқат, магнит майдонига киритилган токли ўтказгичга $F = BIl$ қийматли механик куч таъсир этади ва уни ҳаракатга келтиради. Бунда ўтказгич магнит куч чизиқларини кесиб ўтади, натижада унда ўтказгичдаги токка тесқари йўналган ЭЮК ҳосил бўлади. Худди шунингдек, берк контур ташқи механик куч таъсирида магнит куч чизиқларини кесиб ўтса, унда ҳам ЭЮК ва демак, ток ҳосил бўлади, лекин бу ҳолда ток ЭЮК томон йўналади. Натижада бу ток ўтаётган берк контурга электромагнит куч $F = BIl$ таъсир қила бошлайди. Бу электромагнит куч ташқи механик кучга тесқари йўналади. Электромагнит индукция қонунининг Максвелл таърифи ифодаси $e = -\frac{d\Phi}{dt}$ даги минус ишораси Ленц принципи

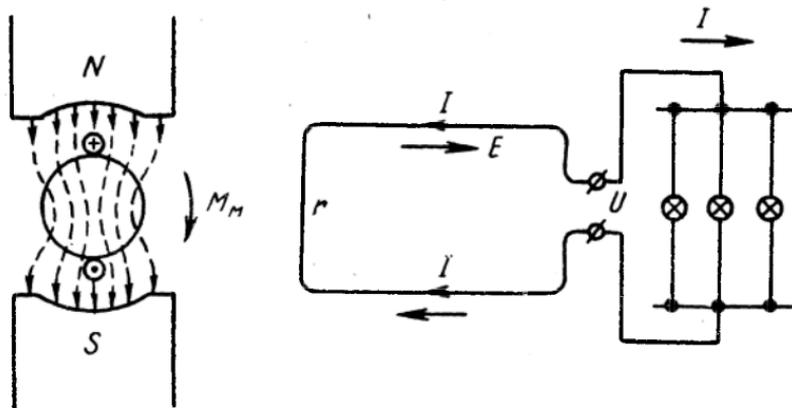
асосида қуйидагича тушунтирилади. Агар, $\frac{d\Phi}{dt} > 0$ бўлиб, берк контур билан илашувчи магнит окимлари кўпайиб борса, контурда ҳосил бўлувчи ЭЮК (e) ишораси минус бўлади ва ундан ҳосил бўлган индукцион токнинг магнит окими асосий магнит окимига тесқари йўналиб, унинг кўпайишига ҳалақит беради ва аксинча. Шундай қилиб, Ленц ўз қонуни билан электромагнит ҳодисалар табиатини энергиянинг сақланиш қонунига асосан тўла-тўқис талқин қилиб, бу соҳаларнинг ривожланишига катта ҳисса қўшди.

95. Электрический двигатель — Электр мотор. Электр энергиясини механик энергияга айлантирувчи машина Э. м. дейилади. 34-расм-



34-расм

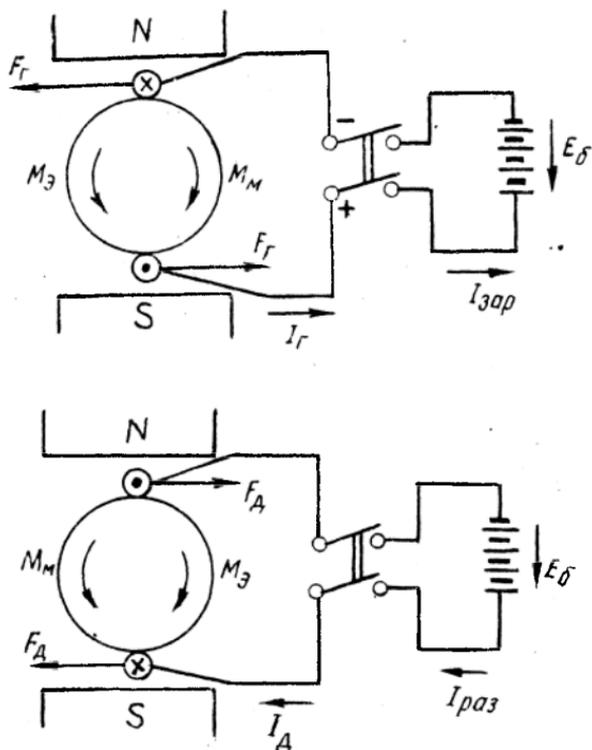
да Э. м. нинг принципиал схемаси кўрсатилган. Унда кўзгалмас магнит кутблари орасига машинанинг айланувчи қисми (якори) жойлаштирилади. Якорь ўрамга сирғалувчи контактлар орқали ток берилса ўрамга таъсир этувчи бир жуфт электромагнит қарама-қарши кучлар ҳосил бўлади. Бу жуфт кучлардан ҳосил бўлган айлантурувчи электромагнит $M = FD$ момент якорни айлантиради ва натижада электр энергияси механик энергияга айланади. Якорнинг айланишида ўрамдаги токка тескари йўналган ЭЮК ҳосил бўлади. Бунда R каршиликли ўрамдан $I = \frac{U - E}{R}$ ток ўтади. Демак, электр моторларида ҳамма вақт $U > E$ бўлади. Мотор валидаги юклама оширилса, унинг тезлиги, табиий камаяди. Бунда барабан ўрамида ҳосил бўлган ЭЮК ($E = BIV$) ҳам камаяди, ўрамдан ўтаётган ток $I = \frac{U - E}{R}$ эса кўпаяди. Натижада якорни айлантурувчи электромагнит момент $M = FD = BII D$ ўз-ўзидан валдаги юклага монанд ортиб боради. Шундай қилиб, электр моторда электр энергиясининг механик энергияга айланишида Ленц қонунига мувофиқ якорь ўрамида ҳосил бўлаётган ЭЮК туфайли энергиянинг мувозанат ҳолати автоматик равишда ростланиб (тикланиб) туради.



35-расм

96. Электрический генератор — Электр генератор. Механик энергияни электр энергиясига айлантурувчи машина Э. г. дейилади. 35-расмда Э. г. нинг принципиал схемаси кўрсатилган. Генераторнинг бир ўрамли якори ташки куч $F_M (M_M)$ билан айлантурулса, ўрамда индуктирланган ЭЮК (E) таъсирида шу ЭЮК томон йўналган I ток ҳосил бўлади ва демак, генераторда механик энергия электр энергиясига айланади. Генераторда ҳамма вақт $E > V$ бўлади. Э. г. да ток ҳосил бўлиши биланоқ унга электромагнит кучлар таъсир этиб, айлантурувчи моментга тескари йўналган тормозловчи $M_z = FD = -BII D$ электромагнит момент ҳосил бўлади. Генератор мисолида ҳам

энергиянинг сақланиш қонуни Ленц қонунида ифодаланганлигини осонгина кўрсатиш мумкин. Дарҳақиқат, генератордан олинадиган ток оша борса, унинг тормозловчи электромагнит моменти катталашади. Демак генератордан кўпроқ ток олиш учун уни каттарок куч билан айлантириш керак.



36-расм

97. Принцип обратимости электрических машин — Электр машиналарнинг алмашилиш принципи. Агар аккумуляторлар батареяси билан 36-расмдагидек уланган электр машинасининг кутблари чулғамидаги ток ва демак, магнит оқимини ошириб, унинг ЭЮКи батареяниқидан кагта, яъни $E_n > E_δ$ бўлса, ток машинадан аккумуляторга ўтиб, уни зарядлайди. Бу ҳолда электр машинаси генератор вазифасида, аккумулятор эса ток истеъмолчиси режимида ишлайди. Машина кутбларидаги магнит оқими камайтирилиб, унинг ЭЮКи аккумулятор батареясиникидан кичик, яъни $E_n < E_δ$ қилинганда эса занжирдаги ток ўз йўналишини ўзгартиради. Бунда ток аккумулятордан машинага бериледи, демак, машина ток истеъмолчиси, яъни мотор вазифасида, аккумулятор эса генератор режимида ишлайди. Шундай қилиб, электр машинасининг ЭЮК кийматиини ўзгартириш билан уни генератор режимидан мотор режимиға ва аксинча, мотор режимидан генераторға ўта олиши унинг алмашилиш принципи дейилади. Электр машиналарининг алмашилиш принципи Э. Х. Лэнц ва Б. С. Якоби томонидан ҳамкорликда ишлаб чиқилган. Бу принципда ҳам энергиянинг сақланиш қонуни тўла акс этади.

98. Индуктивность — Индуктивлик. Бирор электр занжирдаги токдан ҳосил бўлган тўла магнит оқими ΦW нинг шу токка нисбати $\left(\frac{\Phi W}{I}\right)$ И. дейилади ва L билан белгиланади, яъни $\mu = \text{const}$

$L = \frac{\Phi W}{I} = \frac{\Psi}{I}$. Агар магнит сингдирувчанлик ўзгармас $\mu = \text{const}$ бўлса,

$L = \frac{\Phi W}{I} = \frac{\Psi}{I}$ ҳам ўзгармас бўлади. Бунда, $\Psi = LI$ — илашилган оқим

(ўрамлари сони W бўлган ғалтақдан I ток ўтишида ҳосил бўлган магнит оқимининг тўла қиймати). Электр занжирдаги И. қанча катта бўлса, ундаги токдан ҳосил бўлган магнит оқимининг тўла қиймати ҳам шунча катта бўлади. И. электр занжирнинг асосий физик параметрларидан биридир. Унинг ўлчов бирлиги

$|L| = \left| \frac{\Psi}{I} \right| = \frac{Вб}{А} = \frac{Вс}{А} = \text{Ом} \cdot \text{с} = \text{Гн}$ (Генри). Занжирдаги ток бир

секунда бир амперга ўзгарганида бир вольт ўзиндукция Э. ю. к. ҳосил қиладиган контурнинг индуктивлиги бир генри бўлади. Бир генри катта birlik бўлгани сабабли ҳисоблашларда кўпинча миллигенри ($1 \text{ мГн} = 10^{-3} \text{ Гн}$) дан фойдаланилади. Ҷрамлар сони W ва ток қиймати I бўлган ғалтақнинг индуктивлиги қуйидаги ифодадан топилади:

$$L = \frac{\Phi W}{I} = \frac{BSW}{I} = \frac{\mu\mu_0 I W S}{I} = \mu\mu_0 \frac{W^2}{l} S = 125\mu 10^{-8} \frac{W^2}{l} S \text{ (Генри)}.$$

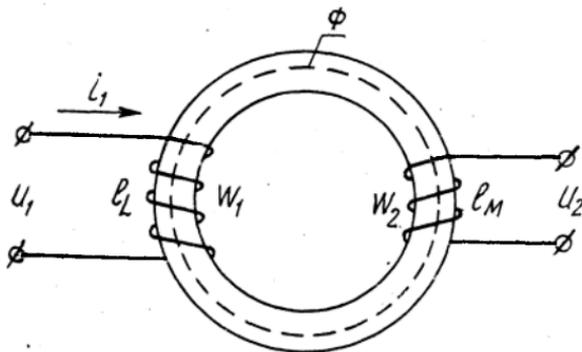
Бунда S (м^2) — ғалтақнинг кўндаланг кесими, l (м) — ғалтақ узунлиги. Демак, L нинг қиймати W нинг квадрати ва μ га пропорционал, яъни, масалан, ғалтақ ферромагнит ўзакли бўлса, унинг индуктивлиги ферромагнит ўзаги бўлмаган ғалтаққа нисбатан μ марта катта бўлади.

99. Самоиндукция — Ҷиндукция. Электр занжирдаги токнинг ўзгаршидан шу занжирда ЭЮК нинг ҳосил бўлиши Ҷ. деб аталади, бундаги ЭЮК эса Ҷ. электр юритувчи кучи дейилади. 37-расмда ўзиндукция ҳодисасига доир чизма кўрсатилган. Бу ҳодисадан тегишли ҳулосалар чиқариш ва улардан фойдаланиш учун қуйидаги шартлиқлар қабул қилинади: 1. Ғалтақ токидан ҳосил бўлган магнит оқими фақат темир ўзак чегарасида ёпилади, яъни унинг ҳаво орқали ёпилувчи қисми жуда оз бўлгани учун ҳисобга олинмайди. 2. Темир ўзак тўйинмаган деб қаралади, яъни $\mu = \text{const}$ ҳисобланади. Бу ҳолда ўрамлар сони W_1 бўлган ғалтаққа i_1 ток берилса, ундан ўзакда

$\Phi = \frac{i_1 W_1}{l / \mu\mu_0 S} = \frac{\mu\mu_0 S i_1 W_1}{l}$ магнит оқими ҳосил бўлади. Агар, ток қиймати

ўзгарса, биринчи ва иккинчи ғалтақлар билан илашган умумий магнит оқимлари ҳам ўзгаради. Натижада, электромагнит индукция қонунига биноан бу ғалтақларда ЭЮК лар ҳосил бўлади. Агар фақат биринчи ғалтақдаги ток ўзгарса, бу ғалтақда Ҷ. ҳодисаси рўй беради. Бунда шу ғалтақнинг ҳар бир ўрамида ҳосил бўлган Ҷ. электр

юритувчи кучи $e_0 = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu\mu_0 S W_1}{l} \cdot \frac{di_1}{dt}$, бутун ғалтақдаги ўзин-



37-расм

дукция ЭЮК эса $e_L = e_0 W_1 = -\frac{\mu\mu_0 S W_1^2}{l} \cdot \frac{di_1}{dt} = -L \frac{di_1}{dt}$ бўлади. Бунда $L = \frac{\mu\mu_0 S W_1^2}{l}$ — ғалтак индуктивлиги.

100. Взаимоиндукция — Ўзаро индукция. 37-расмда Ў.и. ходиса-сига доир чизма берилган. Унда биринчи ғалтакдаги токнинг ўзгаришида ҳар иккала ғалтак билан ҳам илашган умумий магнит оқими ўзгаради ва электромагнит индукцияси қонунига мувофиқ, иккинчи ғалтакда ҳам ЭЮК ҳосил бўлади. Бундай ходиса Ў.и. ходисаси, бундаги ЭЮК эса Ў.и. ЭЮК дейилади. Бунда ғалтакларнинг ҳар бир ўрамидаги ЭЮК қиймати

$$e_0 = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\left(\frac{\mu\mu_0 S i_1 W_1}{l}\right)}{dt} = -\frac{\mu\mu_0 S W_1}{l} \cdot \frac{di_1}{dt}$$

бўлгани сабабли иккинчи ғалтакдаги Ў.и. ЭЮК $e_{m_2} = e_0 W_2 = -\frac{\mu\mu_0 S W_1 W_2}{l} \cdot \frac{di_1}{dt} = -M \frac{di_1}{dt}$ бўлади. Бу ерда $M = \frac{\mu\mu_0 S W_1 W_2}{l}$ —

генрида ўлчанадиган ўзаро индуктивлик. Бу ифодадан фойдаланишда ҳам ферромагнит ўзак тўйинмаган, яъни $\mu = \text{const}$, магнит оқими эса фақат ферромагнит ўзак чегарасида ёпилади деб ҳисобланади.

✓ БУЛИМ.

СИНУСОИДАЛ ТОК ЗАНЖИРЛАРИ

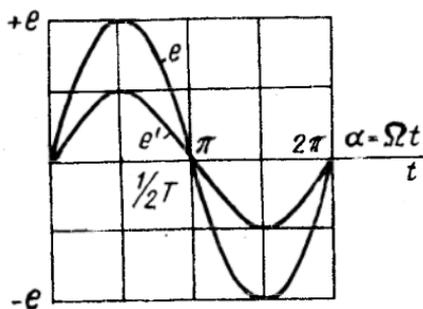
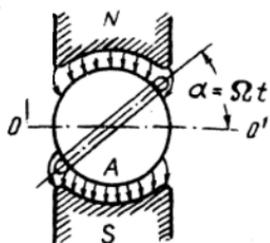
101. Основные определения и преимущества синусоидального тока — Синусоидал токнинг асосий таърифи ва афзалликлари. Электр юритувчи куч (ЭЮК) кучланиши, тоқининг қиймати ва йўналиши синусоидал қонун асосида даврий ўзгарувчи электр

занжирлари синусоидал ток, баъзида эса ўзгарувчан ток занжирлари дейилади.

Электр станцияларидаги ўзгарувчан ток генераторлари шундай тузилганки, уларга ҳосил бўладиган ЭЮК синусоидал қонун бўйича ўзгаради. Маълумки, чизкиий резистив, индуктив ва сизгим элементларидан иборат электр занжирга синусоидал ЭЮК таъсир этгандаги ток ҳам синусоидал бўлади. Бундай занжирнинг индуктив ғалтагида ҳосил бўладиган ўзиндукция ЭЮК ва конденсатордаги қучланиши ҳам синусоидал қонун бўйича ўзгаради, чунки синусоидал микдор $-L \frac{di}{dt}$ ва $C \frac{du_c}{dt} = i$ лар ҳосиласи синусоидал катталикни

беради. Маълумки, синусоидал ЭЮК, қучланиш ва токли генератор, мотор, трансформатор ва электр узаткичларнинг фойдали иш коэффициентлари носинусоидалниқидагига нисбатан юқори (қувват исрофи кам), ҳамда синусоидал ЭЮК, қучланиш ва токли занжирларни ҳисоблаш носинусоидалниқидагига нисбатан анча осонроқ бўлгани сабабли техникада синусоидал ЭЮК ли ток манбаларидан фойдаланилади. Синусоидал ток манбалари сифатида синхрон генераторлари ишлатилади. Улар ўзгармас ток генераторларига нисбатан арзонроқ, ишда ишончлироқ, катта қувват ва юқори қучланишларга ҳисобланиши мумкин. Генератор қучланиши эса трансформатор билан керакли қийматгача қучайтирилиши ва демак, унинг энергияси узоқ масофаларга тежамли равишда узатилиши мумкин. Ўзгарувчан ток моторлари ҳам ўзгармас токлиларга нисбатан арзон ва ишлашда ишончлироқ. Шу билан бирга, ўзгарувчан токли қурилмалардаги асосий камчилик — уларнинг қувват коэффициенти ($\cos\varphi$)нинг пастлигидадир.

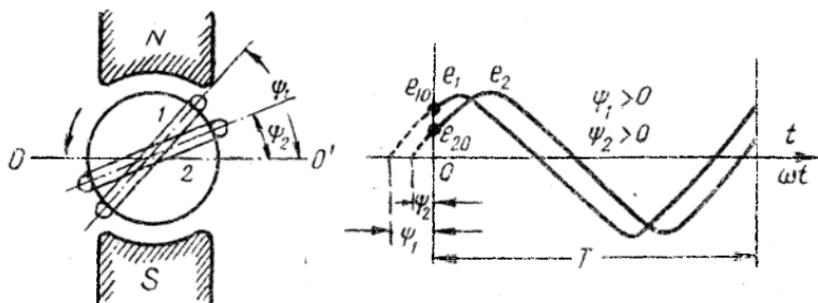
102. Синусоидалные электрические величины — Синусоидал электр катталиклар. Қиймати ва йўналиши энг оддий синусоидал қонун асосида даврий ўзгарувчи ток, қучланиш ва электр юритувчи куч С.э.к. дейилади. Электр станциялардаги барча генераторлар, ток истеъмолчиларининг кўпчилиги синусоидал токка мўлжалланган. Бундай токка электротехника қурилмаларда қувват исрофи кам, фойдали иш коэффициенти юқори ва бошқа параметрлари нисбатан яхши бўлади. Синусоидал ЭЮК ли занжирларнинг барча элементла-



рида ток ва кучланиш синусоидал бўлади, шу сабабли уларни ҳисоблаш ҳам анча содда. 38-расмда энг оддий синусоидал ток генераторининг тузилиши ва синусоидал ЭЮК графиги кўрсатилган. Унда магнит кутблари орасига ўриятилган якорь ω та ўрамли чулгамга эга. Бу чулгамнинг учлари контакт ҳалқалари ва чўткалар орқали истеъмолчи занжирига уланган. Кутб бошмоқлари билан якорь ўртасидаги ҳаво оралиғида $B = B_M \sin \alpha$ магнит индукция ҳосил бўлади. Бунда α — нейтрал чизик $o-o'$ билан чулгам ўраи орасидаги бурчак. Агар якорь бирор ўзгармас бурчак ω частота билан ҳаракатга келтирилса, электромагнит индукция қонунига мувофиқ чулгам ўрамларининг ҳар бир актив томонида

$e_0 = Blv = B_M l v \sin \alpha = B_M l v \sin \omega t$ га тенг синусоидал ЭЮК ҳосил бўлади. Ҳар бир ўрам икки актив томонга эга. Шу сабабли W та ўрамга эга бўлган чулгамда ҳосил бўлган синусоидал ЭЮК: $e = 2e_0 = 2WB_M l v \sin \omega t = E_M \sin \omega t$ бўлади. Бунда, $E_M = 2WB_M l v$ — синусоидал ЭЮКнинг максимал (амплитуда) қиймати. Синусоидал ЭЮКли бундай генератор занжирига истеъмолчи уланса, синусоидал $i = I_M \sin \omega t$ ток ҳосил бўлади.

103. Основные показатели синусоидальных величин — Синусоидал катталикларнинг асосий кўрсаткичлари. С.к.а.к. — давр, частота, фаза, фазалар силжиши, бошланғич фаза ҳамда оний, эффектив, ўртача ва амплитудавий қийматлардир.



39-расм

104. Период синусоидальных величин — Синусоидал катталиклар даври. Синусоидал ток, кучланиш ёки ЭЮКнинг тўла ўзгариш вақти $t = T$ давр дейилади (39-расм). Си системасида T секунд билан ўлчанади. 39-расмда синусоидал катталикларнинг асосий кўрсаткичлари тасвирланган

105. Частота синусоидальных величин — Синусоидал катталиклар частотаси. Синусоидал ток, кучланиш ёки ЭЮКнинг бир секунддаги даврлар сони $f = \frac{1}{T}$ частота дейилади. Си системасида

частотанинг ўлчов бирлиги $|f| = \left| \frac{1}{T} \right| = \frac{1}{c} = \text{Гц}$ (Герц). Бизда давлат стандартига мувофиқ асосан 50 герцли синусоидал токдан фойдаланилади.

106. Фаза — Фаза. Синусоидал катталикларнинг ўзгариш қонунияти ифодасидаги синус аргументи $(\omega t + \psi)$ фаза дейилади. Бунда $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right)$ — синусоидал катталикнинг бурчак частотаси дейилади.

106. Начальная фаза — Бошланғич фаза. $t=0$ даги фаза Б.ф. дейилади. 39-расмдаги $e_1 = E_{1M} \sin(\omega t + \psi_1)$ ва $e_2 = E_{2M} \sin(\omega t + \psi_2)$ ЭЮК графикларида ψ_1 биринчи ЭЮК e_1 нинг, ψ_2 эса иккинчи ЭЮК e_2 нинг Б.ф. дир.

107. Сдвиг фаз — Фазалар силжиши. Иккита синусоидал катталик бошланғич фазаларининг айирмаси $(\psi_1 - \psi_2)$ Ф.с. дейилади ва φ билан белгиланади (39-расм). Бунда, e_1 ЭЮК e_2 га нисбатан φ бурчагига ўзувчи ҳисобланади ва аксинча e_2 ЭЮК e_1 га нисбатан φ бурчагига орқада қолувчидир.

108. Мгновенное значение — Оний қиймат. Синусоидал катталикнинг ҳар бир ондаги қиймати О.к. дейилади. О.к. тегишли кичик i , u , e ҳарфлар билан белгиланади.

108'. Амплитудное значение — Амплитудавий қиймат. Синусоидал катталикнинг фазаси $\frac{\pi}{2}$, яъни 90° бўлган пайтидаги қиймати А. (максимал) к. дейилади. А.к. тегишли катта I_M , E_M ва U ҳарфлар билан белгиланади.

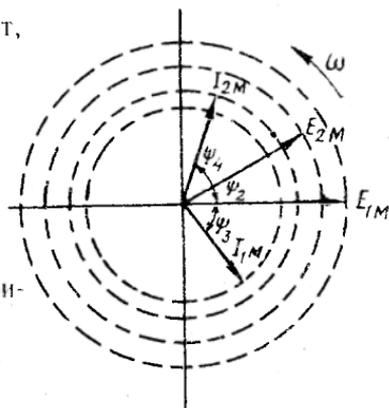
109. Действующее значение — Эффектив (таъсир этувчи) қиймат. Синусоидал катталикларнинг амперметр, вольтметр билан ўлчанадиган қиймати Э.к. дейилади. Синусоидал ток ҳам ўзгармас ток сингари иссиқлик, механик, ёруғлик ва химиявий таъсирларга эга. Масалан, бирор қаршилик орқали синусоидал токнинг мусбат ярим тўлқини ўтганда ҳам, манфий ярим тўлқини ўтганда ҳам, у бир хил қизийди. Шунга кўра бир T давр ичнда R қаршиликдан ўтиб синусоидал ток ажратадиган иссиқликка тенг энергия ажратувчи ўзгармас қийматли I ток синусоидал токнинг Э.к. деб қабул

қилинади. Демак, $\int_0^T i^2 R dt = \int_0^T I^2 R dt$. Бундан $I = \sqrt{\left(\frac{1}{T}\right) \int_0^T i^2 dt} = \frac{I_M}{\sqrt{2}} \approx 0,707 I_M$ олинади. Дарҳақиқат,

$$\int_0^T \sin^2 \omega t dt = \int_0^T \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} dt = \frac{1}{2} \int_0^T dt - \int_0^T \frac{\cos 2\omega t}{4\omega} d2\omega t = \frac{T}{2}, \text{ чунки}$$

$\int_0^T \frac{\cos 2\omega t}{4\omega} d2\omega t = 0$. Демак, бошқа синусоидал катталикларнинг Э.к. ҳам $I = \frac{I_M}{\sqrt{2}}$

ва $E = \frac{E_M}{\sqrt{2}}$ бўлади.



40-расм

110. Коэффициент амплитуды — Амплитуда коэффициенти. Ўзгарувчан токнинг амплитудавий кийматини эффектив кийматга нисбати

$$K_a = \frac{I_M}{I_s} \text{ А.к. дейилади. Синусоидал ток учун А.к. } K_a = \frac{I_M}{I_s} = \sqrt{2}.$$

111. Среднее значение — Ўртача киймат. Синусоидал токнинг бир T давр ичидаги ўртача киймати нолга тенг. Шу сабабли синусоидал ток, кучланиш ёки ЭЮК нинг ў.к. деб уларнинг ярим давр ичидаги оний кийматларга асосан топилган ўртача арифметик кийматига айтилади. Демак, синусоидал токнинг ў.к. куйидаги ифодадан топилади:

$$I_s = \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} i dt = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} I_M \sin \omega t dt = -\frac{2I_M}{T\omega} \cos \omega t \Big|_0^{\frac{T}{2}} = \frac{2I_M}{\pi} \approx 0,637 I_M.$$

112. Коэффициент формы кривой — Эгри чизикнинг шакл коэффициенти. Синусоидал катталиқ эффектив кийматларининг ўртача кийматларига нисбати $\frac{E}{E_s}$, $\frac{I}{I_s}$ ва $\frac{U}{U_s}$ уларнинг э.ч.ш.к. дейилади ва

$$K_m \text{ билан белгиланади. Демак, } K_m = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\pi}{2} \approx 1,11 \text{ бўлади. Э.ч.ш.к.}$$

тушунчасидан тўғрилагич ва электр машиналарини ҳисоблашда фойдаланилади.

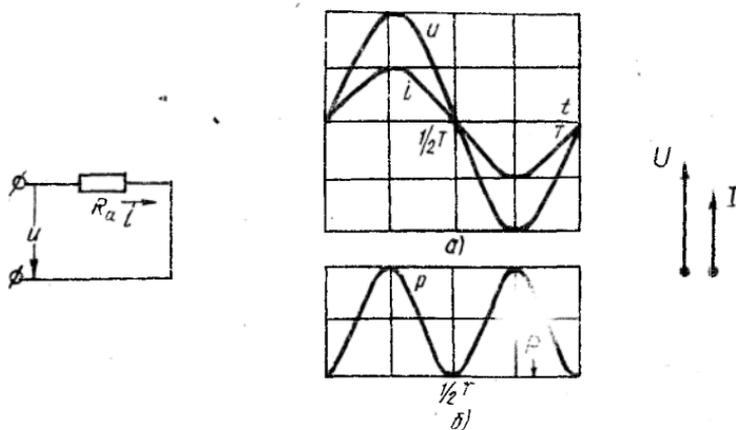
113. Векторная диаграмма — Вектор диаграмма. Бир хил частота-ли синусоидал катталиқларнинг соат стрелкасига тескари айланадиган векторлар билан ифодаси В. д. дейилади. 40-расмда синусоидал $e_1 = E_{1M} \sin \omega t$, $e_2 = E_{2M} \sin(\omega t + \psi_2)$ ЭЮК ларнинг ва $i_1 = I_{1M} \sin(\omega t - \psi_3)$, $i_2 = I_{2M} \sin(\omega t + \psi_4)$ токларнинг тегишли масштабларда чизилган В.д. си кўрсатилган. Бунда синусоидал катталиқларнинг бошланғич фазаси $\psi = 0$ бўлса, уларнинг максимал ёки эффектив кийматини ифодалайдиган вектор абсцисса ўқи бўйича йўналтирилади. Агар ψ мусбат бурчак бўлса, бу векторлар абсцисса ўқидан юқорига, манфий бўлганда эса, пастга йўналтирилади. В.д. синусоидал катталиқларни кўшиш ёки айириш амалларини анча соддалаштиради ва яққоллаштиради. Дарҳақиқат, i_1 ва i_2 синусоидал токларни кўшиш учун аввал уларнинг графикларини ясаб, сўнгра уларнинг ординаталарининг алгебраик йиғиндисини топиш керак. Бу эса В.д. га мувофиқ икки векторни параллелограмм усулида кўшиш ёки айиришдан кўра анча кийин ишдир.

114. Электрические цепи синусоидального тока — Синусоидал ток электр занжирлари. Ўзгармас ток занжир элементларидаги ток, қувват ва энергия миқдорлари доимий кийматга эга бўлади. Ўзгарувчан ток занжирида эса бу параметрлар вақт давомида ўзгариб туради. Синусоидал ток занжирларини характерловчи физик параметрлар актив қаршилик R_a , индуктивлик L ва сизим C дир.

115. Активное сопротивление — Актив қаршилик. Электр энергиясининг бир қисмини ёки ҳаммасини бошка турдаги фойдали

энергияга, масалан, иссиқликка, ёруғликка ёки механик энергияга айлантирувчи занжир элементининг қаршилиги А.к. дейилади ва А.к. ли элементларга мисол қилиб чўғланиш лампаси, иссиқлик асбоблари, резистор ва шу кабиларни кўрсатиш мумкин. Истеъмолчиларнинг ўзгарувчан токка кўрсатган А.к. ги қиймати юза деб аталувчи эффект ҳисобига ўзгармас токдаги $R = \rho \frac{l}{S}$ электр қаршилигига нисбатан бир оз катта бўлади. Бу фарқ тажриба орқали осонгина аниқланади.

116. Поверхностный эффект — Юза эффекти. Ўзгармас токка электр қаршилиги R бўлган ўтказгичдан ўзгарувчан ток ўтказилса, унинг қаршилиги R_a бир оз ошади. Бунинг сабаби шуки, ўзгарувчан ток ўтказгич кесмининг марказига яқин толаларида каттарок индуктивлик L ҳосил қилади. Натижада ўтказгич марказий қисмининг тўла қаршилиги юзасидаги қаршиликка нисбатан ошади. Шу сабабли ўтказгичнинг кўндаланг кесими гўё торайиб (қаршилиги ошиб), ундан ўтаётган ток юза томон сиқиб чиқарилади. Бу ҳодиса Ю.э. дейилади.



41-расм

117. Цепь с активным сопротивлением — Актив қаршиликли занжир. 41-расмда R_a қаршиликли занжир схемаси, ундаги ток ва кучланишнинг ўзгариш графиги ҳамда вектор диаграммаси кўрсатилган. Агар бу занжирга синусоидал $u = U_m \sin \omega t$ кучланиш берилса, ундан ўтайдиган ток $i = \frac{u}{R_a} = \frac{U_m \sin \omega t}{R_a} = I_m \sin \omega t$ ҳам синусоидал бўлади. Унинг фазаси эса кучланиш фазасига мос, яъни ток ва кучланиш векторлари бир томонга йўналади. Бунда

$$I_m = \frac{U_m}{R_a} \text{ ёки } I = \frac{U}{R_a} \text{ бўлади. Демак, А.к.з. учун Ом қонуни ўзгармас}$$

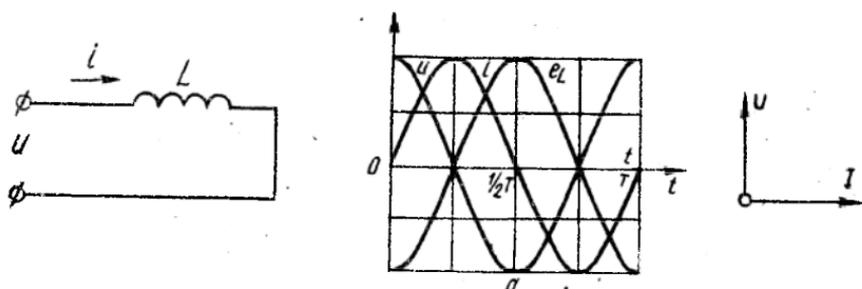
ток занжиридаги каби бўлади. А.к.з. да унга берилган электр энергияси фақат R_a нинг қизишига сарфланади. Демак, Жоуль-Ленц қонунига мувофиқ қизитишга сарфланган қувватнинг ўрғача

киймати $P = I^2 R_a = \frac{U^2}{R_a} = UI$ бўлади. Бундай ўртача қувватни актив қувват дейлади ва у Ватт (Вт), киловатт (кВт) лар билан ўлчанади.

118. Индуктивное сопротивление — Индуктив каршилик. Индуктивлиги L бўлган ғалтакдан синусоидал $i = I_m \sin \omega t$ ток ўтказилса, Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ

$$u = -e_L = L \frac{di}{dt} = L \frac{d(I_m \sin \omega t)}{dt} = \omega L I_m \sin(\omega t + 90^\circ) = U_m \sin(\omega t + 90^\circ)$$

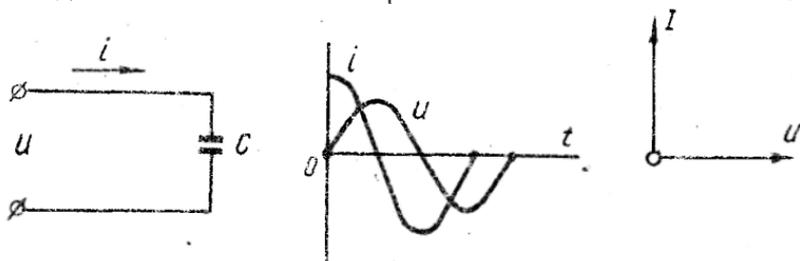
бўлади. Бундан, $I_m \omega L = U_m$ ёки $I \omega L = U$ келиб чиқади. Бу формула ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонунининг ифодасидир. Демак, индуктивликли занжирдаги токнинг фазаси кучланиш фазасидан 90° орқада бўлади. 42-расмда И.к. ли занжир схемаси ва ундаги



42-расм

катталикларнинг ўзгариш графиги ҳамда вектор диаграммаси кўрсатилган. Ленц принципига биноан i ошганда, яъни $\frac{di}{dt} > 0$ бўлганда юзага келадиган ўзиндукция e_L манфий бўлади ва i токка қарама-қарши йўналади. Шу сабабли токнинг ўсишига халакит беради (реактив таъсир кўрсатади) ва аксинча i ток камайганда, яъни $\frac{di}{dt} < 0$ бўлганда e_L ишораси мусбат бўлиб, у i нинг камайишига халакит беради. Ўзиндукция e_L нинг занжирга кўрсатадиган бу реакцияси шартли равишда И.к., баъзан реактив қаршилик дейлади ва $x_L = \omega L$ билан ифодаланади. И.к. нинг ўлчов бирлиги $|x_L| = |\omega L| = \frac{1}{c} \cdot \text{Ом} \cdot \text{с} = \text{Ом}$. Аммо $R = \rho \frac{l}{S}$ электр қаршилик билан И.к. нинг ҳеч қандай физик ўхшашлиги йўқ. x_L қиймати ток частотаси f , индуктивлик L га тўғри пропорционал. Синусоидал ток ортиб борганда манбадан олинаётган энергия ғалтакнинг магнит майдони энергияси $\frac{LI^2}{2}$ ни оширишга сарфланади, камайганда эса, ҳосил бўлган ўзиндукция электр юритувчи куч e_L ток йўналишида

бўлади. Шу сабабли ғалтакда тўвланган энергия ток манбаи томон йўналлади. Демак, электр занжирига берилган энергия фойдали ишга сарфланмай, ток манбаи билан ғалтак ораллигида иккиланган частота билан тебраниб туради. Бундай бефойда тебранувчи энергияни реактив энергия дейилади, ундан ғалтакнинг магнит майдонида ҳосил бўлган максимал қувват $Q_L = I^2 \omega L = UI$ эса реактив ёки индуктив қувват деб юритилади. Реактив қувват ВАР (вольт — ампер реактивный) ва КВАРларда ўлчанади. И.к. қа эга бўлган занжирдан ўтадиган ток индуктив ёки реактив ток дейилади. Реактив ток энергия манбаидан олинладиган актив токни, яъни унинг фойдали ишга сарфланадиган қисмини камайтиради.



13-расм

119. Ёмкостное сопротивление — Сигимий қаршилик. Сигими C бўлган конденсатор занжирига синусоидал кучланиш $u = U_m \sin \omega t$ берилса, қопламалар гоҳ мусбат, гоҳ манфий зарядланиб туради ва ундан синусоидал

$$i = \frac{dQ}{dt} = C \frac{d(U_m \sin \omega t)}{dt} = \omega C U_m \cos \omega t = I_m \sin(\omega t + 90^\circ)$$

ток ўтади. Бунда, $I_m = \frac{U_m}{\frac{1}{\omega C}}$ ёки

$$I = \frac{U}{\frac{1}{\omega C}}$$

— С.к. ли ўзгарувчан ток занжирини учун Ом қонунининг

ифодасидир. Бу ифодага мувофиқ С.к. ли занжирдаги ток фазаси кучланиш фазасидан 90° ўзувчи бўлади. 43-расмда С.к. ли занжир схемаси, ундаги катталикларнинг ўзгариш графиклари ва вектор диаграммалари кўрсатилган. Юқоридаги Ом қонуни ифодасидаги $\frac{1}{\omega C}$ катталик шартли равишда сигимий ёки реактив қаршилик деб

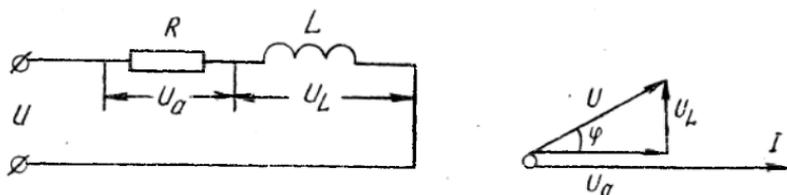
юритилади ва $x_c = \frac{1}{\omega C}$ билан белгиланади. Демак, x_c нинг қиймати ток частотаси ва занжир сигимига тесқари пропорционалдир. С.к. нинг ўлчов бирлиги $|x_c| = \left| \frac{1}{\omega C} \right| = \frac{c}{\Phi} = \frac{c \cdot B}{A \cdot c} = \text{Ом}$. Аммо бунда ҳам

R электр қаршилик билан С.к. нинг ҳеч қандай физик ўхшашлиги йўқ. Конденсатор зарядланиб, унинг қопламаларидаги кучланиш ошганда электр майдон энергиясининг максимал қиймати $\frac{CU^2}{2}$ га

етади ва зарядсизланган даврида бу энергия ток манбаи томон йўналиди. Демак, бундай электр занжирга берилган энергия ҳам фойдали ишга сарфланмай, ток манбаи билан конденсатор оралигида иккиланган частота билан тебраниб туради. Бундай бефоида тебранувчи энергия реактив энергия дейилади, ундан конденсаторнинг электр майдонида ҳосил бўлган максимал қувват $P = \frac{1}{\omega C} = UI = Q_c$ эса сизимий ёки реактив қувват деб юритилади. Бу

қувват ҳам ВАР ёки КВАР ларда ўлчанади. С.к. ка эга бўлган занжирдан ўтадиган ток сизимий ёки реактив ток дейилади. Реактив ток энергия манбаидан олинандиган актив токни, яъни унинг фойдали ишга сарфланадиган қисмини камайтиради.

120. Цепь с активным и индуктивным сопротивлением — Актив ва индуктив каршиликли занжир. 44-расмда актив R_a ва индуктив x_L каршиликли занжирининг схемаси ҳамда ундаги ток ва кучланишнинг вектор диаграммаси кўрсатилган. Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ бу занжир учун $u + e_L = iR_a$ тенглама тузила-



44-расм

ди. Бундан $u = iR_a + L \frac{di}{dt}$ тенгламаси келиб чиқади. Занжирга синусоидал кучланиш u берилса, занжирдаги i ток ҳам синусоидал, яъни $i = I_m \sin \omega t$ бўлади. Энди, $\frac{di}{dt} = \frac{d(I_m \sin \omega t)}{dt} = \omega I_m \cos \omega t = \omega I_m \sin(\omega t + 90^\circ)$ бўлгани учун $u = R_a I_m \sin \omega t + \omega L I_m \sin(\omega t + 90^\circ) = u_a + u_L$ бўлади. Демак, кучланишнинг оғий қиймати u ни актив u_a ва индуктив u_L ташкил этувчилардан иборат $u = u_a + u_L$ деб караш мумкин. Бунда u_a ток йўналишида, u_L эса, токдан 90° га ўзувчи бўлади. u_a нинг эффектив қиймати $U_a = IR_a$, u_L нинг эффектив қиймати эса $U_L = Ix_L$ га тенг. Бундай занжирдаги ток ва кучланишларнинг вектор диаграммасини тузиш учун асосий вектор қилиб ток вектори I олинади. Сўнгра ток вектори йўналишида U_a кучланиш вектори қўйилади. Бу вектор охиридан 90° га ўзувчи қилиб U_L вектори ўтказилади ва уларнинг йиғиндиси $\bar{U}_a + \bar{U}_L$ дан занжирдаги кучланиш вектори U топилади, яъни $\bar{U} = \bar{U}_a + \bar{U}_L$. Демак, кучланишнинг эффектив қиймати $U = \sqrt{U_a^2 + U_L^2} =$

$$= \sqrt{(IR_a)^2 + (Ix_L)^2} = I\sqrt{R_a^2 + x_L^2} = IZ. \text{ Бундан } I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R_a^2 + x_L^2}}$$

келиб чиқади. $Z = \sqrt{R_a^2 + x_L^2}$ — актив ва индуктив қаршиликли занжирнинг тўла қаршилиги дейилади. Вектор диаграммадаги φ бурчак ток вектори билан кучланиш вектори орасидаги фаза силжиши бурчагидир. Кучланиш вектори токка нисбатан, 44-расмдагидек, ўзувчи бўлса, φ мусбат, орқада қолувчи бўлса, манфий ҳисобланади.

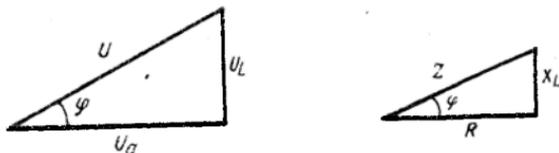
121. Треугольник напряжений — Кучланишлар учбурчаклиги.

44-расмда кўрсатилган вектор диаграммадаги U_a , U_L ва U кучланишларидан тузилган тўғри бурчакли учбурчаклик — К.у. дейилади. К.у. дан қуйидагилар келиб чиқади:

$$U = \sqrt{U_a^2 + U_L^2}; \quad U_a = \sqrt{U_m^2 + U_{mL}^2}; \quad \cos \varphi = \frac{U_a}{U}; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{U_L}{U_a}.$$

122. Треугольник сопротивлений — Қаршиликлар учбурчаклиги.

Кучланишлар учбурчаклиги томонлари токка бўлинса, яъни $\frac{U_a}{I} = R_a$; $\frac{U_L}{I} = x_L$; $\frac{U}{I} = Z$ топилса, шу учбурчакка ўхшаш ва R_a , x_L , Z лардан тузилган К.у. ҳосил бўлади. 45-расмда кучланиш ва



45-расм

қаршиликлар учбурчакликлари кўрсатилган. Булардан $\cos \varphi = \frac{U_a}{U} = \frac{R_a}{Z}$; $\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_L}{U_a} = \frac{x_L}{R_a}$ келиб чиқади. Демак, x_L қиймати R_a га нисбатан қанча катта бўлса, фаза силжиши φ шунча катта, $\cos \varphi$ шунча кичик бўлади.

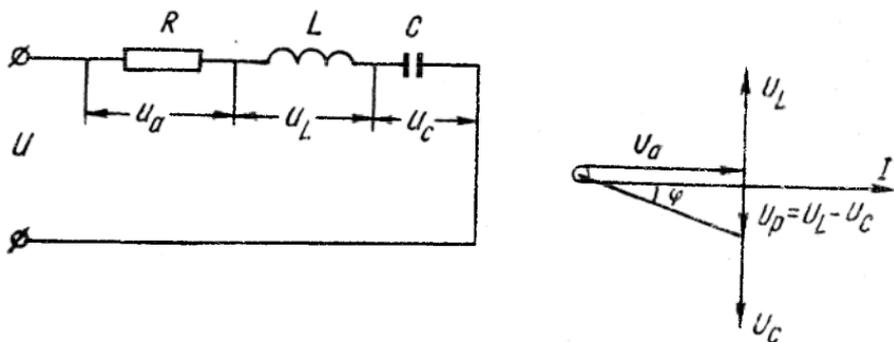
123. Мощность цепи из активного и индуктивного сопротивления — Актив ва индуктив қаршиликли занжир қуввати. Бундай занжирдаги оний қувват $p = ui = U_m \sin(\omega t + \varphi) I_m \sin \omega t =$

$$= \frac{U_m I_m}{2} \cos \varphi - \frac{U_m I_m}{2} \cos(2\omega t + \varphi) = UI \cos \varphi - UI \cos(2\omega t + \varphi). \quad \text{Де-}$$

мак, p қиймати икки ташкил этувчидан: ўзгармас $UI \cos \varphi$ ва иккиланган частота билан синусоидал қонун бўйича ўзгарувчи $UI \cos(2\omega t + \varphi)$ қувватлардан иборат бўлади. Бир даврдаги ўртача қувват $UI \cos \varphi$ га актив қувват P дейилади. $P = UI \cos \varphi = U_a I = I^2 R_a$. Индуктив ёки реактив қувватнинг қиймати $Q = U_L I =$

$= UI \sin \varphi = I^2 X_L$ бўлади. Кучланишлар учбурчаклиги томонлари U_a , U_L ва U ток I га кўпайтирилса, $P = U_a I$; $Q = U_L I$ ва $S = UI$ лардан ташкил топган кувватлар учбурчаклиги ҳосил бўлади. Демак, $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(UI \cos \varphi)^2 + (UI \sin \varphi)^2} = U \cdot I$. Бу S кувват — занжирнинг тўла куввати дейилади. Тўла кувватнинг ўлчов бирлиги $|S| = |UI| = B \cdot A$ (Вольт—Ампер) бўлади.

124. Цепь из активного, индуктивного и емкостного сопротивления — Актив, индуктив ва сизимий қаршиликли занжир. 46-расмда R , L ва C дан иборат занжир схемаси ва ундаги ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси кўрсатилган. Бундай занжир учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ $u = u_a + u_L + u_C$ ёки $U = U_a + U_L + U_C$ бўлади. Бунда: $U_a = IR_a$; $U_L = IX_L$; $U_C = IX_C$. Зан-



46-расм

жирдаги ток ва кучланишларнинг вектор диаграммасини ясаш учун асосий вектор қилиб ток вектори олинади. Сўнггра шу ток вектори йўналишида U_a векторини қўйиб, унинг охиридан ток векторига 90° узувчи қилиб U_L ва 90° га орқада қолувчи қилиб U_C векторлари қўйилади. Энди қарама-қарши йўналган U_L ва U_C векторларини бир-биридан айириб, реактив кучланиш $U_p = U_L - U_C$ топилади. Сўнггра U_a векторнинг бошини U_p векторининг охири билан бирлаштирсак, кучланишлар учбурчаклиги ҳосил бўлади. Бу учбурчакликдан $U = \sqrt{U_a^2 + U_p^2} = I \sqrt{R_a^2 + (x_L - x_C)^2} = IZ$ ва демак, $I = \frac{U}{Z}$ келиб чиқади. Бунда $Z = \sqrt{R_a^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{R_a^2 + x_p^2}$ — занжирнинг тўла қаршилиги, $x_p = x_L - x_C$ эса реактив қаршилик дейилади. Демак,

$$\cos \varphi = \frac{U_a}{U} = \frac{R_a}{Z}; \quad \sin \varphi = \frac{U_p}{U} = \frac{x_L - x_C}{Z} = \frac{x_p}{Z};$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_p}{U_a} = \frac{x_L - x_C}{R_a} = \frac{x_p}{R_a}$$

бўлади. Кучланишлар учбурчаклигининг томонлари U_a , U_p ва U ни ток I га кўпайтириб, кувватлар учбурчаклигининг $P_a = U_a I$; $Q_p = U_p I$; $S = UI$ томонлари топилади ва улардан кувватлар учбурчаклиги ясалади. Бу учбурчакликдаги $S = \sqrt{P_a^2 + Q_p^2} = \sqrt{P_a^2 + (Q_L - Q_C)^2}$ —

тўла кувват, $Q_p = Q_L - Q_C$ $P_p = \frac{U^2}{x_p} = UI \sin \varphi$ — реактив кувват,

$P = I^2 R_a = \frac{U^2}{R_a} = UI \cos \varphi$ — актив кувват дейилади. Бу ифодалардан

φ бурчагининг ишораси ҳам аниқланади. Агар $x_L > x_C$ бўлса, $\varphi > 0$, яъни у мусбат. Бунда ток кучланишдан орқада қолувчи ва индуктив характерли бўлади. Шунингдек, бунда $Q_L > Q_C$ бўлгани сабабли реактив кувват $Q_p = Q_L - Q_C$ индуктив характерли ва мусбат. Бунда

реактив кувват энергия манбаидан истеъмолчи томон узатилади. Агар $x_L < x_C$ бўлса, $\varphi < 0$, яъни у манфий. Бунда, ток кучланишдан

ўзувчи ва сизим характерли бўлади. Бунда $Q_L < Q_C$ бўлгани сабабли реактив кувват $Q_p = Q_L - Q_C$ сизим характерли ва манфийдир.

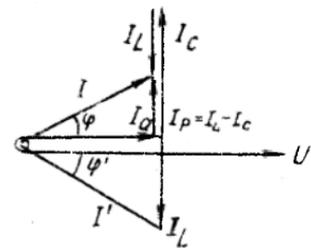
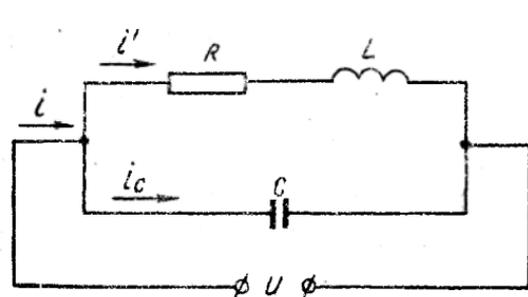
Демак, у истеъмолчидан электр тармоғи томон, яъни тескарига узатилади.

125. Разветвленная цепь из активного, индуктивного и емкостного сопротивлений — Актив, индуктив ва сизимий қаршиликли тармоқланган занжир. 47-расмда тармоқланган занжир схемаси ва унга тегишли вектор диаграммаси кўрсатилган. Бундай занжирда Кирхгофнинг биринчи қонунига мувофиқ $i = i' + i_c$ ёки $\bar{I} = \bar{I}' + \bar{I}$

бўлади. Ҳалтақдаги I' ток иккита таъкил этувчидан — кучланиш вектори томон йўналган актив I_a ва ундан 90° орқада қолувчи индуктив I_L тоқлардан иборат, яъни $\bar{I}' = \bar{I}_a + \bar{I}_L$ деб қабул қилинади.

Бунда:

$$I_a = I' \cos \varphi' = I' \frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + x_L^2}} = I' \frac{R_a}{Z'}; \quad I_L = I' \sin \varphi' = I' \frac{x_L}{Z'}$$



47-расм

Бундай занжир учун ток ва кучланишларнинг вектор диаграммасини ясаганда асосий вектор қилиб кучланиш вектори олинади. Сўнгра I' ток векторининг актив I_a ташкил этувчиси кучланиш вектори томон ўтказилади ва унинг охиридан кучланишдан 90° орқада қолувчи индуктив I_L ташкил этувчи ҳамда 90° ўзувчи сизимий I_c ток векторлари қўйилади. Индуктив I_L ва сизимий I_c ток векторлари қарама-қаршилиги сабабли уларнинг айирмаси $I_L - I_c$ дан реактив $I_p = I_L - I_c$ ток ҳосил бўлади. Энди реактив I_p ток векторининг охирини I_a векторининг боши билан бирлаштирсак, I_a , I_p ва I лардан иборат тоқлар учбурчаклиги ясалади. Диаграммага биноан, бу учбурчакликдан $I = \sqrt{I_a^2 + (I_L - I_c)^2} = \sqrt{I_a^2 + I_p^2}$; $\cos \varphi = \frac{I_a}{I}$; $\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_p}{I_a}$ келиб чиқади. Тоқлар учбурчаклигининг I_a , I_p ва I томонларини U кучланишга бўлсак, $g_a = \frac{I_a}{U}$; $b_p = \frac{I_p}{U}$ ва $y = \frac{I}{U}$ лардан ясалган ўтказувчанликлар учбурчаклиги ҳосил бўлади. Бунда, y — занжирнинг тўла ўтказувчанлиги, g_a — актив ва b_p — реактив ўтказувчанликлар. Ўтказувчанликлар ифодасини топиш учун тоқнинг $I_a = I' \cos \varphi'$ ва $I_L = I' \sin \varphi'$ ташкил этувчиларидаги I' ўрнига $\frac{U}{Z'} = \frac{U}{\sqrt{R_a^2 + X_L^2}}$ қўйиб,

қуйидаги натижаларга эришилади:

$$I_a = I' \cos \varphi' = \frac{U}{Z'} \cos \varphi'; \quad I_L = I' \sin \varphi' = \frac{U}{Z'} \sin \varphi'. \quad \text{Энди}$$

$$\cos \varphi' = \frac{R_a}{Z'}; \quad \sin \varphi' = \frac{X_L}{Z'} \quad \text{бўлгани сабабли} \quad I_a = \frac{UR_a}{Z' \cdot Z'} = U \frac{R_a}{(Z')^2} \quad \text{ва}$$

$$I_L = \frac{UX_L}{Z' \cdot Z'} = U \frac{X_L}{(Z')^2} \quad \text{лардан актив} \quad g_a = \frac{R_a}{(Z')^2} \quad \text{ва индуктив ўтказувчан-$$

$$\text{лик} \quad b_L = \frac{X_L}{(Z')^2} \quad \text{ифодалари келиб чиқади. Демак, бу занжирдаги}$$

$$\text{сизимий ўтказувчанлик} \quad b_c = \frac{x_c}{z_c} = \frac{x_c}{x_c^2} = \frac{1}{x_c}; \quad \text{тўла ўтказувчанлик эса}$$

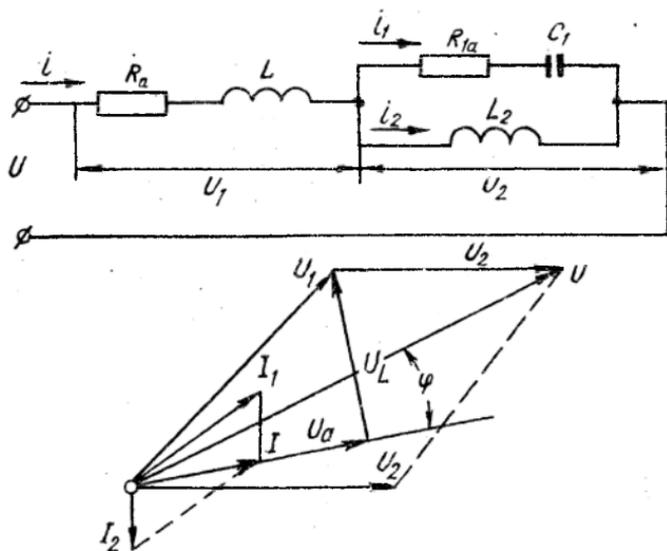
$$y = \sqrt{g_a^2 + (b_L - b_c)^2} = \sqrt{g_a^2 + b_p^2} \quad \text{бўлади. Занжирнинг умумий тоқи}$$

$$I = \sqrt{I_a^2 + I_p^2} = U \sqrt{g_a^2 + b_p^2} = UY$$

бўлади. Агар занжир элементларининг g_a ва b_p ўтказувчанликлари берилган бўлса, қаршиликлар қиймати қуйидаги ифодалардан топилади:

$$R_a = \frac{g_a}{y^2}; \quad X_p = \frac{b_p}{y^2}.$$

126. Цепь из смешанного соединения активного, индуктивного и емкостного сопротивлений — Актив, индуктив ва сизимий қаршиликларнинг аралаш уланган занжири. 48-расмда шундай аралаш



48-расм

занжир схемаси, ундаги ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси кўрсатишган. Бундай занжирнинг ток ифодаси $\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$,

$I = \frac{U}{Z_s} = UY_s$, бўлади. Эквивалент Z_s , каршилик ва эквивалент Y_s , ўтказувчанлик қуйидагича топилади:

$$g_a = \frac{R_a}{R_a^2 + (\omega L)^2} = \frac{R_a}{Z^2}; \quad b_p = \frac{X_L}{R_a^2 + (\omega L)^2} = \frac{\omega L}{Z^2};$$

$$y = \sqrt{g_a^2 + b_p^2};$$

$$g_{1a} = \frac{R_{1a}}{R_{1a}^2 + X_{1c}^2} = \frac{R_{1a}}{Z_1^2}; \quad b_{1c} = \frac{X_{1c}}{Z_1^2}; \quad b_{2L} = \frac{1}{X_{2L}};$$

$$y_2 = b_{2L} = \frac{1}{X_{2L}};$$

$$y_{12} = \sqrt{g_{1a}^2 + (b_{2L} - b_{1c})^2}; \quad y_1 = \sqrt{g_a^2 + b_p^2};$$

$$y_s = \sqrt{(g_a + g_{1a})^2 + [(b_p + b_{2L}) - b_{1c}]^2}.$$

Демак, $Z_{12} = \sqrt{R_{12}^2 + X_{12}^2}$, бунда $R_{12} = \frac{g_{1a}}{y_{12}^2}; \quad x_{12} = \frac{b_{2L} - b_{1c}}{y_{12}^2}$ ва

$R_s = R_a + R_{12}; \quad X_s = X_L + X_{12}; \quad Z_s = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$. Бунда $U_2 = IZ_{12}$ ва

$I_1 = \frac{U_2}{Z_1}$; ва $I_2 = \frac{U_2}{X_{2L}}$ бўлади. Занжирнинг вектор диаграммасини

ясашда асосий вектор қилиб U_2 векторни олиш қулай. Уни горизонтал йўналтириб, φ_1 бурчак остида I_1 вектори ва 90° орқада қолувчи қилиб,

I_2 вектори ўтказилади. Сўнгра I_1 ва I_2 тоқларининг геометрик йиғиндисидан занжирнинг умумий I тоқи топилади. Қучланиш U_1 нинг актив ташкил этувчиси $U_a = U_1 \cos \varphi$ вектори ток I вектори йўналишида, индуктив ташкил этувчиси $U_L = U_1 \sin \varphi$ вектори эса I векторидан 90° ўзувчи қилиб қўйилади. Энди, U_a векторининг боши билан U_L векторининг охирини бирлаштирсак, U_1 вектори аниқланади. U_1 ва U_2 векторларининг геометрик йиғиндисидан занжирга берилган қучланиш U топилади, шу билан вектор диаграммасини қуриш тугайди.

127. Коэффициент мощности ($\cos \varphi$) — Кувват коэффициенти ($\cos \varphi$). Ўзгарувчан ток электр истеъмолчиси актив қувватининг тўла қувватга нисбати $K. \kappa.$ дейилади ва косинус фи ($\cos \varphi$) билан белгиланади:

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{S} = \frac{P_a}{\sqrt{P_a^2 + Q_p^2}} = \frac{I^2 R_a}{I^2 Z} = \frac{R_a}{\sqrt{R_a^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{R_a}{Z} = \frac{g_a}{y}$$

К.к. ифодасига мувофиқ $\cos \varphi$ қиймати электр истеъмолчисининг R_a , X_L , X_C қаршилиқлари ёки g_a , b_L , b_C ўтказувчанлиқлари ўртасидаги нисбат билан аниқланади. К.к. электр истеъмолчиларининг муҳим техник-иқтисодий аҳамиятга эга бўлган кўрсаткичидир. У истеъмолчига берилган электр энергиянинг қанча қисми бошқа турдаги энергияга (мас. иссиқлик, механик энергияга) айланишини кўрсатади. Кўпчилик электр қурилмалари, масалан, кенг тарқалган асинхрон моторларнинг статор чулғами занжири актив R_a ва индуктив X_L қаршилиқларга эга. Демак, бундай мотор статорига берилган электр энергиясининг бир қисми (актив қувват P_a) моторнинг роторида механик энергияга айланади, қолган қисми (реактив қувват Q_p) статор чулғамида магнит майдон ҳосил қилишга сарфланади.

Шунинг учун асинхрон моторларнинг К.к. $\cos \varphi = \frac{P_a}{\sqrt{P_a^2 + Q_p^2}}$ бирдан

кичик бўлади. Демак, электр истеъмолчисининг К.к. $\cos \varphi$ қанча кичик бўлса, генераторда ҳосил қилинадиган электр энергиясининг шунча катта қисми бефойда сарфланади. Шунга биноан электр истеъмолчиларининг хусусан асинхрон моторларни тўла юклама P_a (кувват)да ишлатиш керак. Агар y , масалан, ярим қувват $\frac{P_a}{2}$ билан ишлатилса, Q_L нинг юкламага боғлиқмаслиги сабабли

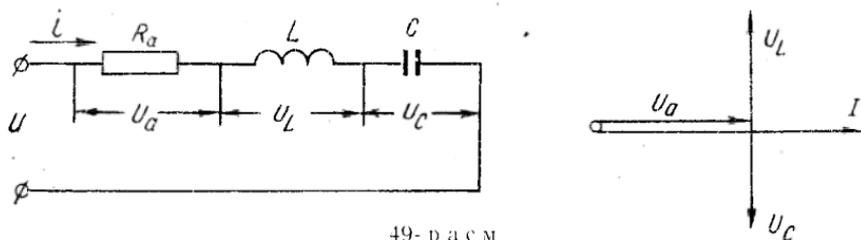
$\cos \varphi$ қиймати тахминан 0,85 дан 0,5 га тушиб қолади. Бунда масалан, $P_a = 100$ кВт бўлган мотор электр манбаидан оладиган тўла қувват $S = \frac{P_a}{\cos \varphi} = \frac{100}{0,85} = 120$ кВа бўлади. Агар шу мотор $p = \frac{P_a}{2} = 50$ кВт

кувват билан ишлатилса, $S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{50}{0,5} = 100$ кВа бўлади, яъни $\cos \varphi$ камайса, реактив қувват улуши ошади, генератор қувватидан тўла фойдаланилмаган бўлади. Бундай ҳолда 100 кВт ли мотор

ўрнига 50 кВт ли мотордан фойдаланиш тавсия этилади. Юқорида кўрилган вектор диаграммаларига мувофиқ $\cos \varphi$ кийматини сунъий равишда ошириш ҳам мумкин. Бунинг учун I_L индуктив токли занжирга I_C сизимий ток киритиш кифоя. Бунда, $I_C = I_L$

бўлса, $I_L - I_C = 0$; $\cos \varphi = \frac{I_a}{I} = \frac{I_a}{I_a} = 1$ бўлади. Бундай сизимий ток

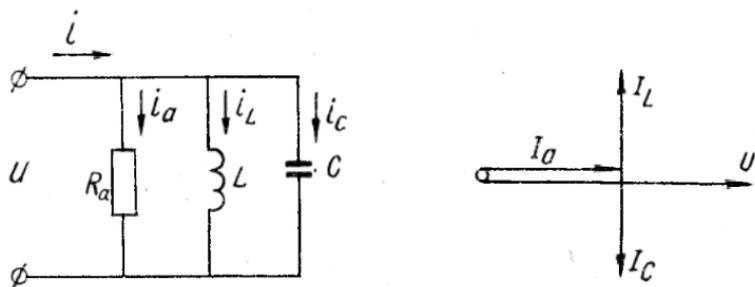
хосил қилиш учун асинхрон моторнинг статор чулғамига параллел уланган конденсатор батареяларидан фойдаланилади. $\cos \varphi$ ни ошириш учун белгиланган конденсатор батареялари ва бошқа шу каби қурилмалар компенсаторлар деб ҳам юритилади. Бундай компенсаторлардан фақат техника-иқтисодий таққослашлар асосидагина фойдаланиш керак. Умуман корхоналар учун ўртача $\cos \varphi$ киймати $0,9 \div 0,92$ белгиланган. Агар $\cos \varphi < 0,9$ бўлса, электр энергия учун олинadиган хак оширилади. Агар $I_C > I_L$ бўлса, электр истеъмолчи ўзувчи $\cos \varphi$ га эга дейилади. Бунда ортиқча реактив ток $I_p = I_L - I_C$ электр тармоғига берилади ва натижада тармоқдаги $\cos \varphi$ кўтарилади.



49-расм

128. Резонанс напряжений — Кучланишлар резонанси. 49-расмда. К.р. га доир занжир схемаси ва вектор диаграммаси кўрсатилган. Бу занжирда индуктив X_L ва сизимий X_C қаршиликлар тенг, яъни $X_L = X_C$ бўлса, К.р. ходисаси рўй беради. К.р. да занжирнинг тўла қаршилиги $Z = \sqrt{R_a^2 + (X_L - X_C)^2} = R_a$, ток эса ўзининг максимуми $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R_a}$ га эришади. Бунда кувват коэффициентини $\cos \varphi = \frac{R_a}{Z} = \frac{R_a}{R_a} = 1$, занжирдаги кучланишлар эса $U_L = U_C = IX_L = IX_C = X_L \frac{U}{R_a}$ бўлади. Демак, К.р. ходисасида занжир элементларидаги индуктив U_L кучланиш ёки сизимий кучланиш U_C нинг киймати умумий U кучланишга нисбатан $\frac{X_L}{R_a}$ ёки $\frac{X_C}{R_a}$ марта ортиб кетади. Натижада ғалтак ва конденсатор изоляциялари учун хавф туғилиши мумкин. К.р. да электр тармоғидан олинаётган энергия фақат R_a актив қаршиликни киздиришга сарфланади. Бунда

галтак магнит майдонининг энергияси конденсаторнинг зарядсизла-
ниши ҳисобига ошади, конденсатор электр майдонидаги энергия эса
галтакда тўпланган магнит майдон энергиясининг конденсаторга
берилишидан юзага келади. Демак, электр тармоғидан олинган
энергиянинг бир қисми галтак ва конденсатор майдонларида ўзаро
алмашилиб (тебраниб) туради. Шу сабабли бу ҳодиса механик
тебранишлар резонансига ўхшатилади ва К.р. деб юритилади. К.р.
шарти ифодаси $2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C}$ дан топилган $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ частота —
резонанс частотаси дейилади. К.р. ҳодисасидан радиотехникада кенг
фойдаланилади.



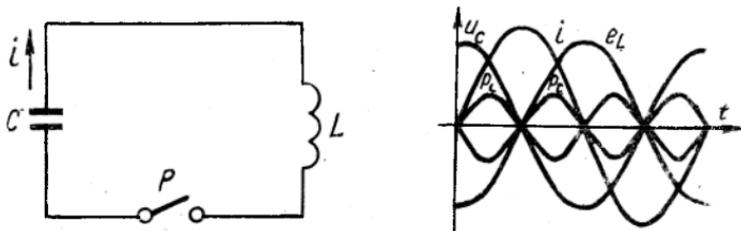
50-расм

129. Резонанс токов — Токлар резонанси. 50-расмда токлар
резонансига доир занжир схемаси ва вектор диаграммаси кўрсатилган.
Бу занжирда индуктив b_L ва сигимий b_C ўтказувчанликлар
тенг, яъни $b_L = b_C$ бўлса, Т.р. ҳодисаси рўй беради. Бунда
 $I = \sqrt{I_a^2 + (I_L - I_C)^2} = I_a = U g_a$ бўлиб, ток I ўзининг минимуми I_a га,
куват коэффициенти эса $\cos \varphi = \frac{g_a}{y} = \frac{g_a}{g_a} = 1$ га эришади.

$I_L = I_C = U b_L = U b_C = I \frac{b_L}{g_a}$ дан индуктив I_L ва сигимий I_C тоқларнинг
қиймати занжирдаги умумий I тоқдан $\frac{b_L}{g_a}$ ёки $\frac{b_C}{g_a}$ марта катта бўли-
ши мумкин. Шунинг учун бу ҳодиса механик тебранишлар
резонансига ўхшатилади ва Т.р. деб юритилади. Бунда,
 $I_L = -I_C$ бўлгани сабабли, $Q_L = -Q_C$ бўлади. Демак, ҳар бир онда
мазкур контурнинг магнит майдони энергияси электр майдонида
тўпланган энергиянинг камайиши ҳисобига ошади ва аксинча. Бунда
ҳам электр тармоғидан олинган энергия фақат актив R_a
қаршилиқни қиздиришга сарфланади, галтак ва конденсатор
майдонларида тўпланган энергия эса ўзаро алмашилиб (тебраниб)
туради. Т.р. ҳодисасидан электротехник қурилмаларнинг кувват
коэффициенти $\cos \varphi$ ни ошириш учун кенг фойдаланилади.

130. Колебательный контур — Тебраниш контури. Зарядланган конденсатор C , узгич ва индуктивлиги L бўлган ғалтакдан тузилган контур Т.к. дейилади. 51-расмда Т.к. схемаси ва ундаги параметрларнинг ўзгариш графиклари кўрсатилган. Агар, $X_L = X_C$ ва демак, контурнинг хусусий частотаси $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ бўлса, узгич оркали

контур беркитилганда $\frac{CU_c^2}{2}$ энергияли конденсатор зарядсизлана, индуктив ғалтакка ток бера бошлайди. Бунда конденсатор кучланиши U_c пасайиши билан контур занжиридан синусоидал разряд токи ўта бошлайди. U_c нинг киймати нолга тенглашганда электр майдонидаги



51-расм

энергия батамом магнит майдони энергиясига айланади, яъни

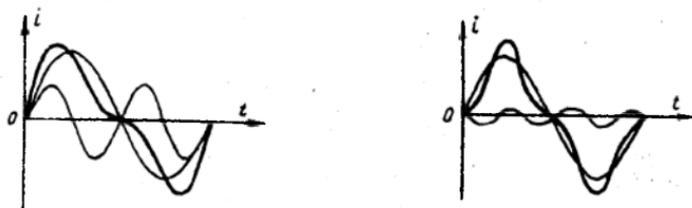
$$U_m = \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_c^2}{2} \text{ бўлади. Лекин ўзиндукция ЭЮК } e_L \text{ туфайли } U_c =$$

$= 0$ да ҳам занжирдаги ток йўқолмайди, балки фақат йўналишини ўзгариради. Бунда зарядсизланган конденсатор копламалари тескари зарядланади, яъни илгари заряди манфий бўлган коплама мусбат заряд ола бошлайди ва аксинча. Бундай зарядланиш тугагач, конденсатор тескарига зарядсизлана бошлайди. Сўнгра яна зарядлана бошлайди ва ҳ.к. Бундай зарядланиш — зарядсизланиш даврий равишда такрорланиб туради. Демак, Т.к. да электр майдон энергиясининг магнит майдонига ўтиши, сўнгра яна электр майдон энергиясига ўтиши даврий равишда давом этади. Шу сабабли бундай контур Т.к. дейилади. Т.к. даги актив қаршилик канча кичик бўлмасин, ундаги тебранишлар сўнувчи тебраниш бўлади. Сўнмайди-ган тебранишлар ҳосил қилиш учун Т.к. ни синусоидал энергия манбаига улаш кифоя.

131. Несинусоидальные токи — Носинусоидал токлар. Даврий равишда ўзгарадиган, лекин синусоидал токдан фаркли токлар Н.т. дейилади. Бундай токлар, масалан: яримўтказгич асбоблар киритилган электр занжирларида юзага келади. Н.т. нинг вольт-ампер характеристикаси нозизикий бўлади. Н.т., ни ўрганиш ва ҳисоблаш учун Эйлер — Фурьенинг асосий ва юкори гармоникали синусоидал функциялар қаторидан фойдаланилади. Бундай қаторлар умумий ҳолда қуйидаги кўринишга эга:

$a = A_0 + A_{1,m} \sin \omega t + A_{2,m} \sin 2\omega t + \dots + A_{n,m} \sin(n\omega t)$. Бу ерда, a — носинусоидал ўзгарувчи даврий функция, A_0 — носинусоидал функциянинг ўзгармас

ташкил этувчиси, $A_{1,m} \sin \omega t$ — частотаси ω га тенг бўлган a функция-сининг асосий гармоникаси (синусоидал функция), $A_{2,m} \sin 2 \omega t$; $A_{3,m} \sin 3 \omega t$ — иккинчи ва учинчи (юқори) гармоникалар. Уларнинг частотаси асосий гармоника частотасидан 2,3 ва ҳ.к. марта катта, яъни 2ω , 3ω ва ҳ.к. бўлади. 52- расм, а да асосий ва иккинчи гармоникалардан иборат носинусоидал ток графиги, б да эса ферромагнит ўзакли ғалтакдаги асосий ва учинчи гармоникалардан иборат носинусоидал ток графиги кўрсатилган. Носинусоидал функцияни синусоидал гармоникаларга ажратишнинг афзаллиги шундаки, бу усул носинусоидал функцияни ҳисоблашда синусоидал катталиклар учун ҳосил қилинган ифодалардан фойдаланишга имкон беради, дарҳақиқат, носинусоидал кучланиш берилган бўлса, бундай занжирда юзага келадиган токни топиш учун носинусоидал кучланиш

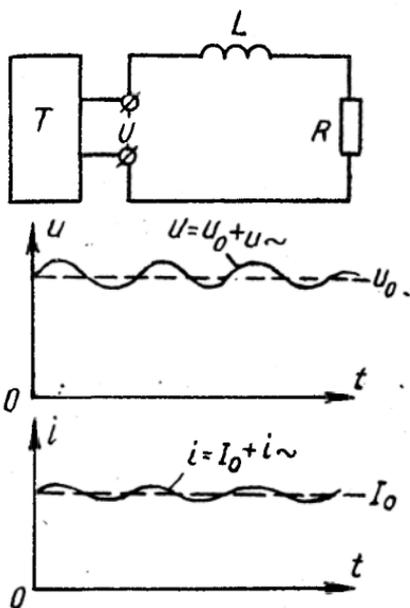


52- расм

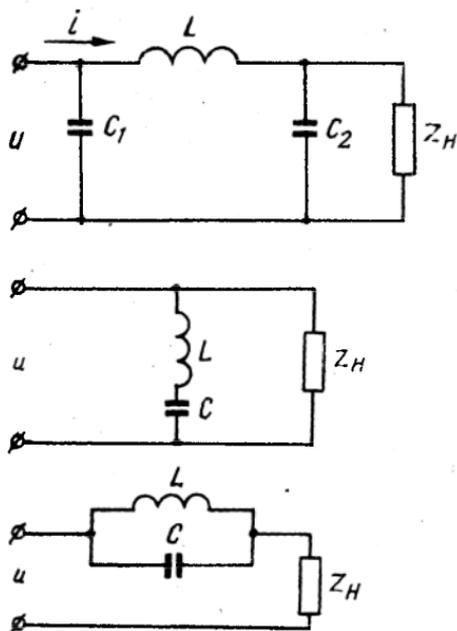
синусоидал гармоникаларга ажратилади, сўнгра бу гармоникаларнинг ҳар биридан ҳосил бўлган тоқлар аниқланади ва уларни бир-бирига қўшиб, носинусоидал ток графиги ясалади. Бунда токнинг носинусоидал ўзгаришлари кучланишнинг ўзгаришларига ўхшаш бўлмаслиги мумкин. Чунки ўзгарувчан ток занжирларида актив R_a қаршиликдан ташқари индуктив X_L ва сиғимий X_C қаршиликлар ҳам бўлади. X_L ва X_C қаршиликларнинг қиймати ω га боғлиқ бўлгани учун юқори гармоникалардаги тоқларга бу қаршиликлар турлича таъсир этади. Натижада, масалан, носинусоидал кучланишли занжирда индуктивлик ғалтаги бўлса, катта индуктив қаршилик юзага келади, шу сабабли юқори гармоникали тоқлар кичик бўлади. Демак бундай занжирдаги носинусоидал ток кучланишга нисбатан синусоидага яқинроқ туради. Сиғимли занжирда эса бунинг акси бўлади. Носинусоидал ток занжирининг бу хусусияти тўғрилагичдан ўтган носинусоидал (пульсацияланувчи) кучланишдан вужудга келадиган токни индуктив ғалтак орқали текислашда кенг қўлланилади (53- расм). Бунда носинусоидал U кучланишнинг ўзгармас ташкил этувчиси U_0 тегишли ўзгармас I_0 токни, синусоидал ташкил этувчиси

$U \sim$ эса ўзгарувчан $i \sim$ токни ҳосил қилади. Демак,
$$I_0 = \frac{U_0}{R_a};$$

$I \sim = \frac{U}{\sqrt{R_a^2 + (\omega L)^2}}$ бўлади. Ўзгарувчи $I \sim$ ток қийматига R_a дан



53-раём



54-расм

ташқари индуктив ωL қаршилик ҳам таъсир этади. Шу сабабли токнинг пульсацияланиши кучланишнинг пульсацияланишига нисбатан анча паст бўлади.

132. Электрические фильтры — Электр филтрлари. Носинусидал тоқларни текислайдиган индуктив ғалтак ва конденсаторлардан иборат асбоблар Э. ф. дейилади. 54-расмда турли Э. ф. нинг схемалари кўрсатилган. Э. ф. да юклама занжирга кетма-кет уланган L индуктивлик ёрдами билан ундан ўтайдиган юқори гармоникали тоқлар таъсирининг пасайишига эришилади. Бунда, масалан, биринчи гармоника тоқига ωL қаршилик таъсир қилса, бешинчи гармоника тоқига 5 марта катта, яъни $5\omega L$ қаршилик таъсир этади, натижада бу токнинг қиймати беш марта пасаяди. Шунингдек, юклама занжирга параллел уланган сифимлар билан ҳам юқори гармоникали тоқлар шунтланиб, уларнинг юклама тоқига бўлган таъсирини камайтириш мумкин. Дарҳақиқат, бунда, масалан, 5- гармоника тоқи учун сифимий қаршилик биринчи гармоникадагига нисбатан 5 марта кичик, яъни $x_c = \frac{1}{5\omega c}$ бўлади. Кетма-кет ёки параллел уланган резонанс занжирли Э. ф. исталган бирор юқори гармоникали токнинг юклама тоқига таъсирини бутунлай йўқота олади. Бунинг учун Э. ф. юклама тоқига таъсири йўқотилиши керак бўлган гармоника тоқи частотасига резонансланади. Натижада кетма-кет резонанс занжирининг реактив қаршилиги ёки параллел резонанс занжирининг реактив ўтказувчанлиги нолга тенгланади ва юкламадан бу гармоника тоқи ўтмайди.

133. Действующее значение несинусоидального тока — Носинусоидал токнинг таъсирчан қиймати. Н.т.т.к. I ҳам синусоидал токники сингари $I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$ ифодадан аниқланади. Бунда i — носинусоидал токнинг оний қиймати. Бундан:

$$I^2 = \frac{1}{T} \int_0^T (I_0 + I_{1,m} \sin \omega t + I_{2,m} \sin 2\omega t + \dots + I_{n,m} \sin n\omega t)^2 dt ;$$

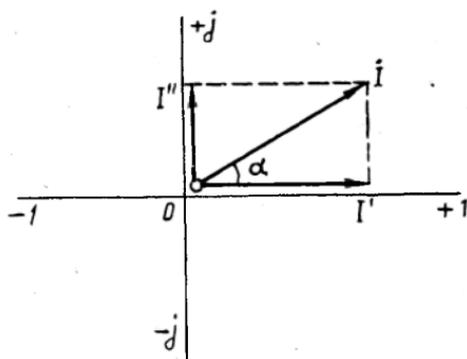
$$I^2 = I_0^2 + \frac{I_{2,m}^2}{2} + \frac{I_{2,m}^2}{2} + \dots + \frac{I_{n,m}^2}{2}$$

$$\text{ёки } I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2}$$

келиб чиқади. Худди шунингдек, носинусоидал кучланишнинг таъсирчан қиймати $U = \sqrt{U_0^2 + U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$, ЭЮК ники эса $E = \sqrt{E_0^2 + E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2}$ бўлади.

134. Символический метод — Символик метод. Синусоидал ток занжирларини ҳисоблашда вектор диаграммаси методига асосланган графо-аналитик метод ҳамда ўтказувчанликлар (ток ва кучланишларни актив ва реактив ташкил этувчиларга ажратиш) методига асосланган аналитик усулдан фойдаланилади. Бу иккала методни ўзида бирлаштирган метод С.м. дейилади. Бу метод синусоидал токни мураккаб занжирларни ҳисоблашда ўзгармас ток занжирларига оид формулалардан фойдаланишга имкон беради. С.м. да синусоидал катталиклар вектор диаграммадаги сингари, векторлар билан тасвирланади, аммо бунда векторлар устида ўтказиладиган амалларга график усул эмас, балки аналитик усул қўлланилади. С.м. комплекс сонлар назариясига асосланган. Бунда ҳар бир вектор, масалан, ток вектори I абсцисса ва ордината ўқлари бўйича йўналган ҳақиқий I' ва мавҳум I'' ташкил этувчилардан иборат деб қабул қилинади. Мавҳум ўқ бўйича йўналган катталиклар I символ билан ажратилади, масалан, $I = I' + jI''$ (55- расм). Бунда, I — комплекс

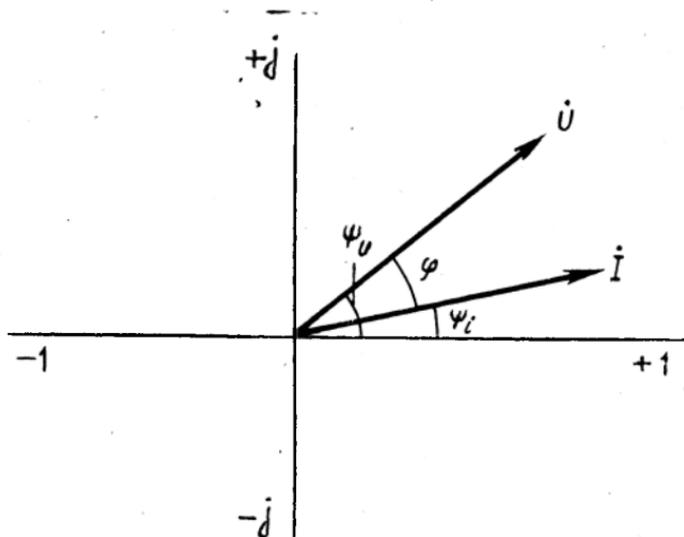
ток белгиси. 55- расмда ток векторининг комплекс текислигидаги символик тасвири кўрсатилган. $j = \sqrt{-1}$ деб қабул қилинади. Ҳақиқий ўқ томон йўналган бирор вектор j га кўпайтирилса, у соат стрелкасига тескари томон 90° бурилади. Агар бу вектор j^2 га кўпайтирилса, 180° га, яъни соат стрелкасига тескари томонга бурилган бўлади. $j = \sqrt{-1}$ мавҳум сон бўлгани сабабли j билан белгиланган ордината ўқи ҳам



55- расм

мавҳум ўқ дейилади. Комплекс катталиқлар уч хил кўринишда тас-
 вирланади. Масалан, комплекс ток: 1) $I = I' + jI''$ — алгебраик кў-
 ринишда; 2) $I = I \cos \alpha + jI \sin \alpha$ — тригонометрик кўринишда;
 3) $I = Ie^{j\alpha}$ — кўрсаткичли кўринишда ифодаланади (маълумки,
 $\cos \alpha + j \sin \alpha = e^{j\alpha}$). Алгебраик кўринишдан кўрсаткичли ёки
 геометрик кўринишга ўтиш учун комплекс сонларнинг модули
 $I = \sqrt{I'^2 + I''^2}$ ифодадан, аргументи α эса $\alpha = \arctg \frac{I''}{I'}$ ифодадан то-

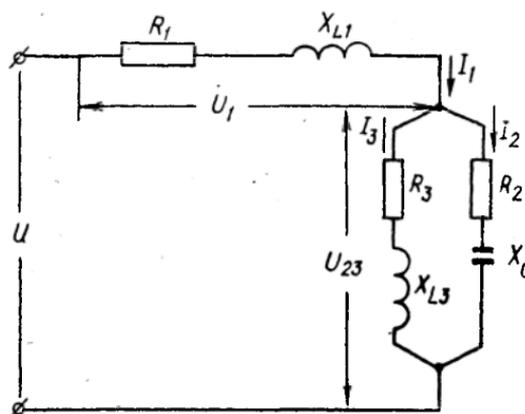
пилади. Ток вектори актив R_a қаршиликка кўпайтирилса, унинг
 фақат қиймати ўзгаради, индуктив ωL қаршиликка кўпайтирилганда,
 унинг қиймати билан бирга йўналиши ҳам $+90^\circ$ га, сиғимий
 $\frac{j}{\omega c}$ қаршиликка кўпайтирилганда эса -90° га ўзгаради. Демак,



56-расм

Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ актив ва индуктив қар-
 шиликли занжирдаги комплекс кучланиш ифодаси $\dot{U} = \dot{I}R_a + \dot{I}j\omega L =$
 $= \dot{I}(R_a + jx_L)$, актив ва сиғим қаршиликли занжирда эса $\dot{U} = \dot{I}(R_a -$
 $- jx_c)$ бўлади. Демак, комплекс тўла қаршилик Z ҳам, умумий ҳолда,
 уч кўринишда: $Z = R_a \pm jx_p$; $Z = z \cos \alpha \pm jz \sin \alpha$ ёки $Z = ze^{\pm j\alpha}$
 кўринишларда ифодаланади.

Комплекс қаршиликнинг модули $z = \sqrt{R_a^2 + x_p^2}$ аргументи эса
 $\alpha = \arctg \frac{x_p}{R_a}$ бўлади. Шунга ўхшаш комплекс тўла ўтказувчан-
 лик $Y = g_a \pm jb_p$; $Y = y \cos \alpha \pm jy \sin \alpha$ ёки $Y = ye^{\pm j\alpha}$; унинг модули
 $y = \sqrt{g_a^2 + b_p^2}$, аргументи эса $\alpha = \arctg \frac{b_p}{g_a}$ бўлади. 56-расмда ком-
 плекс қувватни аниқлашга доир график кўрсатилган. Бунда, комплекс



57-расм

S кувват топиш учун комплекс кучланиш \dot{U} комплекс ток \dot{I} нинг туташ киймати $I = Ie^{-j\psi_i}$ га кўпайтирилади. $\dot{U} = Ue^{j\psi_U}$, $I = Ie^{-j\psi_i}$ дан $\varphi = \psi_U - \psi_i$ бўлгани учун $S = \dot{U}\dot{I} = Ue^{j\psi_U} \cdot Ie^{-j\psi_i} = UIe^{j(\psi_U - \psi_i)} = UIe^{j\varphi} = UI \cos \varphi + jUI \sin \varphi = P_a + jQ_p$ бўлади. Комплекс кувватнинг модули $S = \sqrt{P_a^2 + Q_p^2}$, унинг аргументи φ эса $\varphi = \arctg \frac{Q_p}{P_a}$

бўлади. 57-расмда С.м. билан

хисоблашга доир занжир схемаси кўрсатилган. Бундай занжирни хисоблаш ўзгармас ток занжирини хисоблаш каби бўлади:

$$I_1 = I_2 + I_3 = \frac{U}{Z}; Z = Z_1 + Z_{23} = R_1 + jx_{L1} \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3} = R_1 + jx_{L1} + \frac{(R_2 - jx_{C2})(R_3 + jx_{L3})}{(R_2 - jx_{C2}) + (R_3 + jx_{L3})} = R_1 + jx_{L1} + \frac{R_2 \cdot R_3 - jR_3 x_{C2} + jR_2 x_{L3} + x_{C2} \cdot x_{L3}}{(R_2 + R_3) - j(x_{C2} - x_{L3})};$$

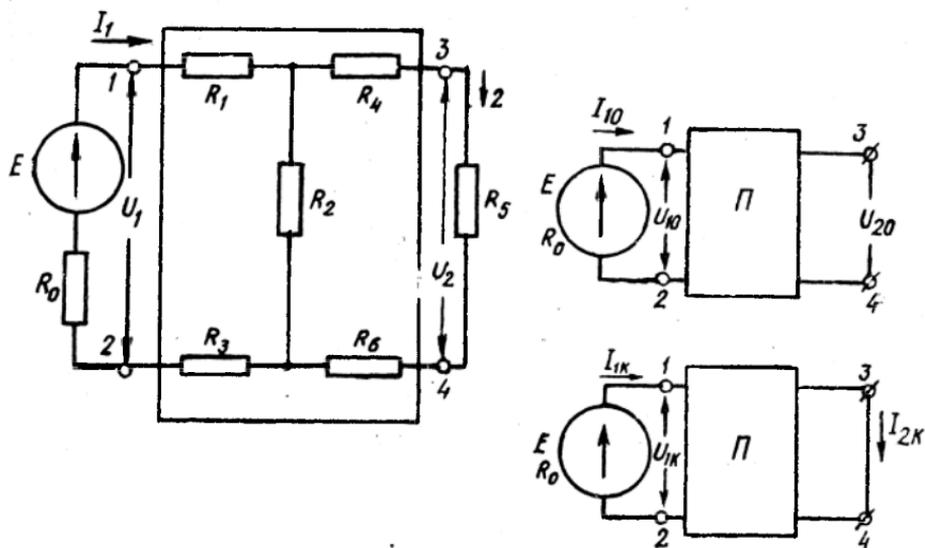
$$\dot{U} = \dot{U}_1 + \dot{U}_{23}; \dot{U}_1 = I_1 Z_1 = I_1 (R_1 + jx_{L1}); \dot{U}_{23} = I_1 Z_{23} = I_1 \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3}$$

$$I_2 = \frac{\dot{U}_{23}}{Z_2} = \frac{\dot{U}_{23}}{R_2 - jx_{C2}}; I_3 = \frac{\dot{U}_{23}}{Z_3} = \frac{\dot{U}_{23}}{R_3 + jx_{L3}}$$

135. Четырехполюсник — Тўрт кутблик. Иккита кириш кутби (1—2) ва иккита чиқиш кутби (3—4) бўлган мураккаб занжирнинг, масалан, узатиш линияси, трансформатор ёки ўзгарткич занжирларнинг эквивалент схемаси (58-расм) Т.к. деб юритилади. Агар Т.к. ичида ток манбаи бўлса, у актив Т.к. (А) бўлмаса, пассив Т.к. (П) дейилади. Одатда, Т.к. нинг 1—2 кириш кутблари ток манбаига, 3—4 чиқиш кутблари эса ток истеъмолчисига уланади.

136. Метод четырехполюсника — Тўрт кутблик услуги. Пассив тўрт кутблик назариясида унинг кириш ва чиқишидаги ток ҳамда кучланишларнинг ўзаро бевосита боғланиши аниқланган (58-расм). Тўрт кутбликнинг чиқишига уланган шохобчадаги ток ва кучланишларнинг ўзгариш қонуниятини унинг ички қисми схемасини хисобга олмай факат киришидаги параметрларга асосан аниқлаш Т.к.у. дейилади.

137. Постоянные четырехполюсника — Тўрт кутблик доимийлари. Агар тўрт кутблик занжири чизиқий элементлардан тузилган

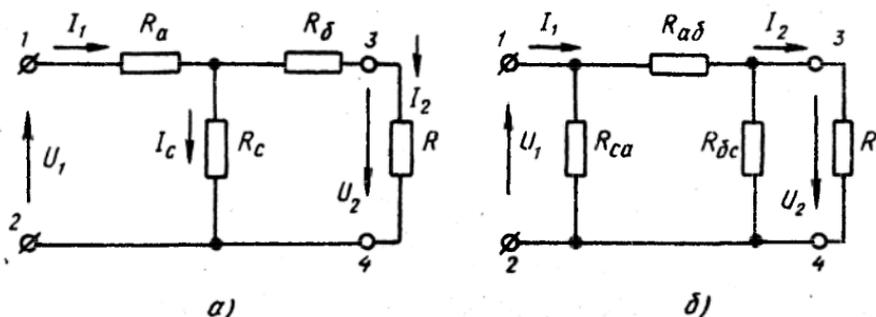


58- расм

бўлса, унинг кириш ва чиқишларидаги кучланиш ва тоқлар ўзаро қизиқий боғланишларда, яъни $U_1 = AU_2 + BI_2$; $I_1 = CU_2 + DI_2$ бўлади (58- расм). Бунда A , B , C , D — тўрт кутблик схемасига ва унинг параметрлари қийматига асосан аниқланадиган ва Т.к.д. деб аталадиган коэффицентлар; U_1 , I_1 — тўрт кутбликнинг киришидаги, U_2 , I_2 эса унинг чиқишидаги ток ва кучанишлардир. Т.к.д. ни аниқлашда салт ишлаш ва қиска туташув тажрибасидан ёки режимларидан фойдаланилади. Тўрт кутбликнинг салт ишлашидаги ($I=0$) режимдан U_{10} , I_{10} ва U_{20} лар, қиска туташуши ($U_2=0$) дагидан эса $U_{1к}$, $I_{1к}$ ва $I_{2к}$ лар топилади. Демак, $U_{10} = AU_{20}$; $I_{10} = CU_{20}$; $U_{1к} = BI_{2к}$; $I_{1к} = DI_{2к}$ бўлади. Булардан, Т.к.д.

$A = \frac{U_{10}}{U_{20}}$; $B = \frac{U_{1к}}{I_{2к}}$; $C = \frac{I_{10}}{U_{20}}$; $D = \frac{I_{1к}}{I_{2к}}$ топилади. Энди бу Т.к.д. дан

фойдаланиб, U_2 , I_2 ларни U_1 , I_1 орқали ҳисоблаб чиқариш мумкин ёки аксинча.



59- расм

138. Схемы замещения пассивного четырехполюсника — Пассив тўрт кутбликнинг мукобил схемалари. Агар пассив тўрт кутблик элементлари ўзгармас кийматли параметрларга эга бўлса, уни Т-симон ёки П-симон мукобил схема билан тасвирлаш мумкин. 59- расм, а да тўрт кутбликнинг Т-симон, б да эса П-симон мукобил схемаси кўрсатилган. Кирхгофнинг 1 ва 2-қонунларига асосан Т-симон схема учун қуйидаги тенгламаларни тузиш мумкин:

$$I_1 = I_2 + I_c = I_2 + \frac{U_2 + I_2 R_{\bar{c}}}{R_c} = \frac{U_2}{R_c} + I_2 \left(1 + \frac{R_{\bar{c}}}{R_c} \right);$$

$$\begin{aligned} U_1 = I_1 R_a + I_2 R_{\bar{b}} + U_2 &= \left[\frac{U_2}{R_c} + I_2 \left(1 + \frac{R_{\bar{c}}}{R_c} \right) \right] R_a + I_2 R_{\bar{b}} + U_2 = \\ &= U_2 \left(1 + \frac{R_a}{R_c} \right) + I_2 \left(R_a + \frac{R_{\bar{c}} \cdot R_a}{R_c} + R_{\bar{b}} \right) \end{aligned}$$

Демак, Т-симон схемада:

$$A = 1 + \frac{R_a}{R_c}; \quad B = R_a + R_{\bar{b}} + \frac{R_a R_{\bar{c}}}{R_c}; \quad C = \frac{1}{R_c}; \quad D = 1 + \frac{R_{\bar{b}}}{R_c} \text{ бўлади.}$$

П-симон схемада эса:

$$U_1 = \left(I_2 + \frac{U_2}{R_{\bar{c}c}} \right) R_{a\bar{a}} + U_2 = U_2 \left(1 + \frac{R_{a\bar{a}}}{R_{\bar{c}c}} \right) + I_2 R_{a\bar{a}};$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_{ca}} + \left(I_2 + \frac{U_2}{R_{\bar{c}c}} \right) = \frac{U_2 \left(1 + \frac{R_{a\bar{a}}}{R_{\bar{c}c}} \right)}{R_{ca}} + I_2 \frac{R_{a\bar{a}}}{R_{ca}} +$$

$$+ I_2 \frac{U_2}{R_{\bar{c}c}} = U_2 \left(\frac{1}{R_{\bar{c}c}} + \frac{1}{R_{ca}} + \frac{R_{a\bar{a}}}{R_{\bar{c}c} \cdot R_{ca}} \right) + I_2 \left(1 + \frac{R_{a\bar{a}}}{R_{ca}} \right) \text{ бўлади.}$$

Булардан, $A = 1 + \frac{R_{a\bar{a}}}{R_{\bar{c}c}}$; $B = R_{a\bar{a}}$; $C = \frac{1}{R_{\bar{c}c}} + \frac{1}{R_{ca}} + \frac{R_{a\bar{a}}}{R_{\bar{c}c} \cdot R_{ca}}$ ва

$D = 1 + \frac{R_{a\bar{a}}}{R_{ca}}$ топилади.

139. Симметричный четырехполюсник — Симметрик тўрт кутблик. А, В, С, Д тўрт кутблик доимийларининг мукобил схемалар параметрлари билан ўзаро боғланиш ифодаларидан фойдаланиб, Т-симон ва П-симон мукобил схема қаршиликларини топиш мумкин.

Т-симон схемада $R_a = \frac{A-1}{C}$; $R_{\bar{b}} = \frac{D-1}{C}$ ва $R_c = \frac{1}{C}$; П-симон схемада

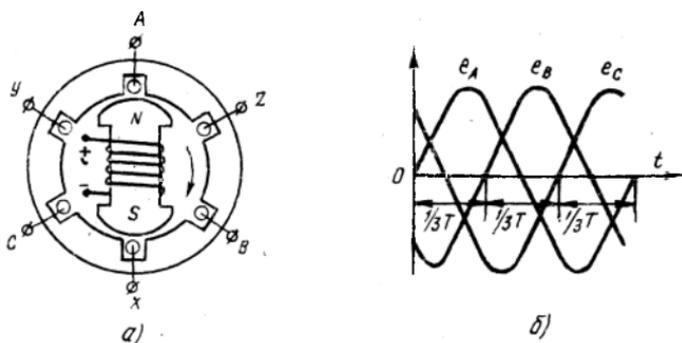
эса, $R_{a\bar{a}} = B$; $R_{\bar{c}c} = \frac{B}{A-1}$; $R_{ca} = \frac{B}{D-1}$ бўлади. Бу ифодаларга муво-

фик пассив тўрт кутбликларда $AD - BC = 1$. Агар $A = D$ бўлса, тўрт кутбликнинг кириши ва чиқиши ўзаро жой алмашганида улардаги I_1 ва I_2 тоқлар ўзгармайди. Шу сабабли бундай занжирлар симметрик тўрт кутблик дейилади.

VI БУЛИМ

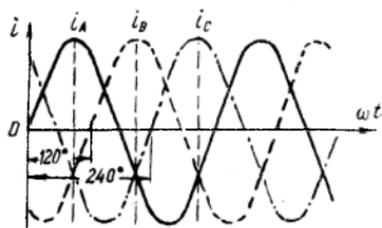
УЧ ФАЗАЛИ ТОҚ ЗАНЖИРЛАРИ

140. Трехфазный ток — Уч фазали ток. Бир хил частотали ўзаро 120° силжиган учта ЭЮК ли электр занжири системасидаги ток У.ф.т. дейилади. Машхур рус электротехниги М. О. Доливо — Добровольский томсидан 1889—1891 йилларда ихтиро қилинган У.ф.т. генератори, трансформатори, мотори ва узатиш системаси, яъни уч фазали система комплекси жaxon миқёсида электротехниканинг фан ва техниканинг етакчи соҳасига айланишига асос бўлди. У.ф.т. бир фазали токка нисбатан қуйидаги асосий афзалликларга эга: 1) тузилиш жиҳатидан оддий, яхши иш тавсифларига эга бўлган, ишлашда ишончли ва арзон ҳамда бир неча 10 ваттдан 10 минг кВт ва ундан ҳам катта қувватли уч фазали моторлар яратиш имконини беради; 2) уни узатишда бир фазали токни узатишдагига нисбатан рангли металл тахминан 25 фоиз тежаллади; 3) уч фаза ва тўрт симли системада бир-биридан $\sqrt{3}$ га фаркланувчи иккита кучланишдан фойдаланиш мумкин.



60-расм

141. Трехфазная ЭДС — Уч фазали ЭЮК. 60-расм, а да У.ф. ЭЮК генераторининг схемаси, б да уч фазали ЭЮК графиги кўрсатилган. Бундай генераторнинг айланувчи қисми (ротори) ўзгармас ток электромагнитдан иборат бўлади. Қўзғалмас статор пазларига (арикчаларига) бир-биридан 120° бурчакка сурилган $AХ$, $ВУ$ ва $СZ$ чулғам ўрнатилади. Ротор ўзгармас ω частота билан айлантирилса, электромагнит индукция қонунига мувофиқ статор чулғамларида фазалари бир-биридан 120° бурчакка силжиган уч фазали синусонал ЭЮКлар $e_1 = E_M \sin \omega t$; $e_2 = E_M \sin (\omega t - 120^\circ)$ ва $e_3 = E_M \sin (\omega t + 120^\circ)$ ҳосил бўлади. 61-расмда уч фазали ток-



61-расм

нинг ўзгариш графиги кўрсатилган. Бунда уч фазали e_A , e_B ва e_C ЭЮҚлар ҳосил бўлган генератор чулғамларига симметрик бўлган юкларга уланса, уларда фазалари 120° бурчакка снлжиган уч фазали синусоидал $i_A = I_M \sin \omega t$; $i_B = I_M \sin(\omega t - 120^\circ)$; $i_C = I_M \sin(\omega t + 120^\circ)$ тоқлар юзага келади.

142. Симметричная трёхфазная система ЭДС, напряжений и токов — Уч фазали ЭЮҚ, кучланиш ва тоқларнинг симметрик системаси.

Фазалари бир-биридан 120° фаркланувчи учта ўзаро тенг ЭЮҚлар системаси ЭЮҚларнинг симметрик системаси дейилади.

Бунда:

$$E_A = E_B = E_C = E; \quad \dot{E}_A = Ee^{j0} = E;$$

$$\dot{E}_B = Ee^{-j120^\circ}; \quad \dot{E}_C = Ee^{+j120^\circ};$$

$e_A + e_B + e_C = 0$ бўлади. Бундай ЭЮҚ системаси бир хил қаршиликли юкларга берилган бўлса, бу юкларга ва фаза чулғамларида уч фазали кучланишларнинг симметрик системаси юзага келади.

Бунда $U_A = U_B = U_C = U$; $\dot{U}_A = Ue^{j0} = U$; $\dot{U}_B = Ue^{-j120^\circ}$;

$\dot{U}_C = Ue^{+j120^\circ}$; $u_A + u_B + u_C = 0$ бўлади. Агар ЭЮҚлар симметрик уч фазали системасига учта ўзаро тенг ва бир хил тавсифли

$Z_A = Z_B = Z_C = ze^{j\theta}$ қаршиликли юкларга уланса, бу занжирда уч фазали тоқларнинг қуйидаги симметрик системаси ҳосил бўлади:

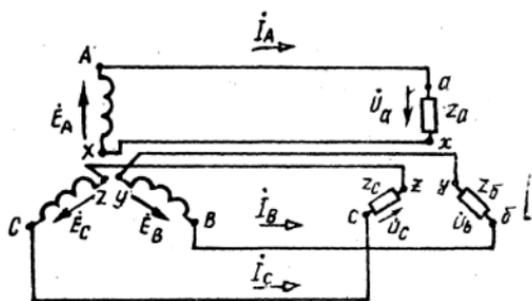
$$I_A = I_B = I_C = I; \quad \dot{I}_A = Ie^{j0} = I; \quad \dot{I}_B = Ie^{-j120^\circ}; \quad \dot{I}_C = Ie^{+j120^\circ}.$$

Бунда:

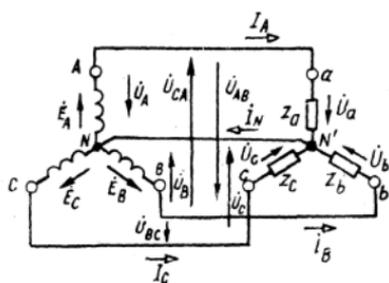
$$\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0; \quad i_A + i_B + i_C = 0.$$

143. Система трехфазных цепей — Уч фазали занжирлар системаси. 62-расмда ўзаро боғланмаган уч фазали занжир системаси кўрсатилган. Унда уч фазали генераторнинг ҳар бир чулғами юкларга алоҳида-алоҳида уланган, натижада олти симли уч фазали занжир системаси ҳосил бўлган. Бунда генераторнинг ҳар бир чулғами ва юклардан иборат занжир фаза деб аталади. Ўзаро боғланмаган бу уч фазали занжирни М. О. Доливо-Добровольский юлдуз ёки учбурчак схемаларда улаб ўзаро боғланган, қулай ва тежамли уч фазали занжир системасига айлантирди.

144. Схема звезды — Юлдуз схемаси. 63-расмда юлдуз схемасида уланган уч фазали занжир системаси кўрсатилган. Унда генератор чулғамларининг X , Y , Z охирилари бир тугунга уланган. Бу тугун потенциали ноль бўлгани сабабли у генераторнинг ноль ёки нейтрал N нуктаси дейилади. Генератор чулғамларининг бошлари уч фазали Z_A , Z_B , Z_C юкларнинг бир учига уланади. Бу юкларнинг иккинчи учлари ҳам бир тугун N' нуктага бириктирилади. N' нукта уч фазали юкларнинг нейтрал нуктаси дейилади. Натижада юлдуз



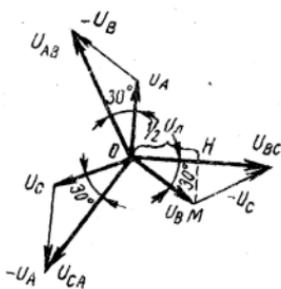
62-расм



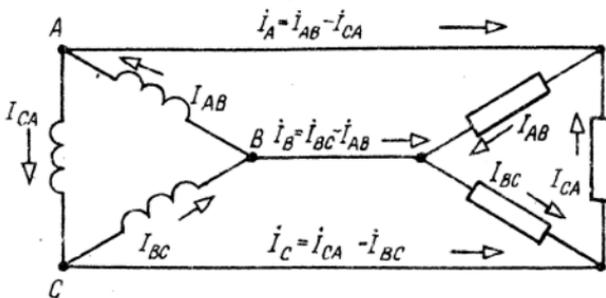
63-расм

схемасида уланган уч фазали (уч симли) занжир системаси ҳосил бўлади. Бундай система уч фазали юклама симметрик бўлган ҳолларда, яъни $i_A + i_B + i_C = 0$ да қўлланилади. Юклама носимметрик, яъни $i_A + i_B + i_C \neq 0$ бўлса, унинг фазаларидаги кучланишларни ўзаро тенглаштириш учун тўрт симли система қўлланилади. Бунинг учун генератор ва юкламанинг нейтрал N ва N' нукталари ўзаро бириктирилиб, ноль ёки нейтрал сим деб аталган тўртинчи симдан фойдаланилади. Юлдуз схемасини характерловчи кўрсаткичлар куйидагилар: 1) фазавий кучланиш (U_ϕ). Бу кучланиш генератор чулғамларининг бошлари (A, B, C нукталар) билан нейтрал нукта N орасидаги U_A, U_B, U_C кучланишлар ёки юкламанинг боши a, b, c нукталар билан нейтрал нукта N' орасидаги U_a, U_b, U_c кучланишлардир; 2) линия кучланиши (U_L). Бу кучланиш генератор билан юкламани боғлайдиган линия симлари орасидаги U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} кучланишлардир. Симметрик кучланиш ва тоқлар системасининг вектор тасвирига мувофиқ $U_\phi = \frac{U_L}{\sqrt{3}}$, яъни линия кучланиши фаза кучланишдан $\sqrt{3}$ марта катта (64-расм). Дарҳақиқат $U_{AB} = U_A - U_B$; $U_{BC} = U_B - U_C$ ва $U_{CA} = U_C - U_A$ бўлганлиги сабабли $U_\phi = \frac{U_L}{\sqrt{3}}$ бўлади. 3) Фазавий ва линия тоқларининг тенглиги. Генератор чулғами ва юкламадан ўтадиган ток фазавий ток I_ϕ , генератор билан юкламани улайдиган линия симидан ўтадиган ток эса линия тоқи I_L дейилади. Юлдуз схемасида фаза ва линия тоқлари ўзаро тенг, яъни $I_\phi = I_L$. Генератор чулғамидаги ЭЮК ларнинг мусбат йўналиши учун чулғам охиридан унинг боши томон йўналиш қабул қилинади. Бунда юклама фазасидаги токнинг мусбат йўналиши генератордан юклама томон, нейтрал симдаги ток I_N нинг мусбат йўналиши эса юкламадан генератор томон бўлади.

145. Схема треугольник — Учбурчак схемаси. Уч фазали-генераторнинг биринчи чулғам охири иккинчи чулғам боши, иккинчи чулғам

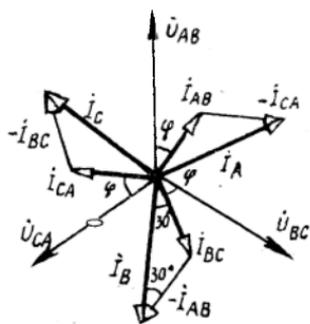


64- расм



65- расм

охиринчи учинчи чулғам боши ва учинчи чулғам охири биринчи чулғам боши билан уланса У.с. ҳосил бўлади. 65- расмда У.с. да улаиш кўрсатилган. У.с. ни характерловчи кўрсаткичлар қуйидагилар: 1) ЭЮКлар йиғиндисининг нолга тенглиги. Дарҳақиқат, генератор чулғамларидаги E_A, E_B, E_C ЭЮКлар ўзаро тенг ва бир-бирига нисбатан 120° бурчакка сурилганлиги сабабли $E_A + E_B + E_C = 0$ ва ўзаро қиска туташтирилган бу чулғамларда юклама бўлмаганда ток нолга тенг. Бунда, мабодо, бирор чулғамнинг боши ва охири тескари уланган бўлса, ЭЮК лар йиғиндисини бир чулғамдагига нисбатан икки марта катта ($2 E$) бўлади. Натижада қиска туташув контурига фазадаги ЭЮК (E) га нисбатан икки марта катта ЭЮК таъсир этиб, генератор чулғамларидан жуда катта (қиска туташув) ток ўтади ва авария содир бўлади; 2) Линия ва фаза токлари нисбатининг $\sqrt{3}$ га тенглиги. Дарҳақиқат, Кирхгофнинг биринчи қонунини 65- расмдаги A', B' ва C' тугунларга татбиқ этиб, улардаги $I_A = I_{AB} - I_{CA}$; $I_B = I_{BC} - I_{AB}$; $I_C = I_{CA} - I_{BC}$ токларнинг ва, демак, линия токлари I_A, I_B ва I_C ларнинг фаза токлари I_{AB}, I_{BC} ва I_{CA} токлардан $\sqrt{3}$ марта катталигини кўриш мумкин (66- расм); 3) линия U ва фазавий U_ϕ кучланишларнинг ўзаро тенглиги. Бу тенглик У.с. нинг



66- расм

ўзидан келиб чиқади. 66- расмда У.с. даги симметрик ток ва кучланишлар системасининг вектор тасвири кўрсатилган.

146. Расчёт симметричных цепей — Симметрик занжирларни ҳисоблаш. Линиядаги кучланишлар ва юкламаларга (қаршиликларга) мувофиқ линия ва фазалардаги ток ва қувватларни аниқлаш занжирни ҳисоблаш дейилади. Юлдуз схемасидаги симметрик занжир учун

$$I_A = I_B = I_C = I_\phi = I_L = \frac{U_\phi}{Z_\phi} = \frac{U_L}{\sqrt{3} Z_\phi}; \quad \text{уч.}$$

бурчак схемасида эса

$$I_{AB} = I_{BC} = I_{CA} = I_\phi = \frac{U_\phi}{Z_\phi} = \frac{U_L}{Z_\phi}; \quad I_A = I_B = I_C = I_L = \sqrt{3} I_\phi$$

бўлади. Кувват эса иккала схема учун:

$$P_a = 3U_\phi I_\phi \cos\varphi = \sqrt{3} U_L I_L \cos\varphi; \quad Q_p = 3U_\phi I_\phi \sin\varphi = \\ = \sqrt{3} U_L I_L \sin\varphi \quad \text{ва} \quad S = 3U_\phi I_\phi = \sqrt{3} U_L I_L$$

147. Расчёт несимметричных цепей при звезде — Юлдуз схемасидаги носимметрик занжирларни ҳисоблаш. 67-расмда носимметрик уч фазали занжир схемаси ва ундаги кучланишларнинг топографик (вектор) тасвири кўрсатилган. Бунда юклама қаршилиқлари носимметрик, яъни $Z_A \neq Z_B \neq Z_C$

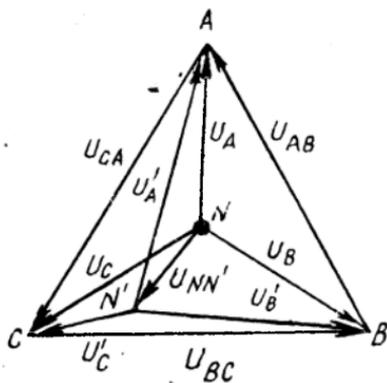
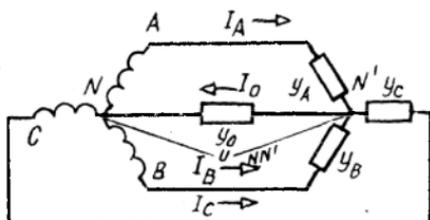
бўлгани сабабли улардаги фаза-вий кучланиш $\dot{U}'_A, \dot{U}'_B, \dot{U}'_C$ лар ва демак, ток I_A, I_B, I_C лар турли кийматларга эга бўлади. Бу номаълум кучланиш ва демак, тоқларни ҳисоблаб топиш учун, ўзгармас ток занжирини ҳисоблашдаги сингари, икки тугун N ва N' орасидаги $\dot{U}_{NN'}$ кучланишни

аниқлашга асосланган услубдан фойдаланилади. Бунинг учун N ва N' нукталар Z_N қаршилиқли сим билан уланган деб фараз қилиб, $U_{NN'}$ нинг киймати маълум

$$U_{NN'} = \frac{E_A Y_A + E_B Y_B + E_C Y_C}{Y_A + Y_B + Y_C + Y_N}$$

ифодадан аниқланади. Генератор чулғамлари ва линия симлари қаршилиқлари жуда кичик бўлганлиги учун эътиборга олинмайди ёки юклама қаршилиқларига қўшилган деб қаралади ва шунга асосан A ва A' нукталар бир

хил потенциалга эга деб ҳисобланади. Энди Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ ҳар бир контур учун $\dot{U}'_A = E_A - \dot{U}_{NN'}$; $\dot{U}'_B = E_B - \dot{U}_{NN'}$; $\dot{U}'_C = E_C - \dot{U}_{NN'}$ тенгламалар тузилади ва улардан фаза-вий кучланишлар топилади. Бунда $E_A = E_B = E_C$ — генератор чулғамларидаги ЭҮК лар. $U_{NN'}$ ифодасига биноан, носимметрик юкламадаги фаза-вий кучланишларнинг мақсадга мувофиқ равишда ўзаро тенг бўлишини таъминлаш учун уч фазали системани нейтрал сим билан таъминлаш керак. Бунда нейтрал симнинг қар-



67-расм

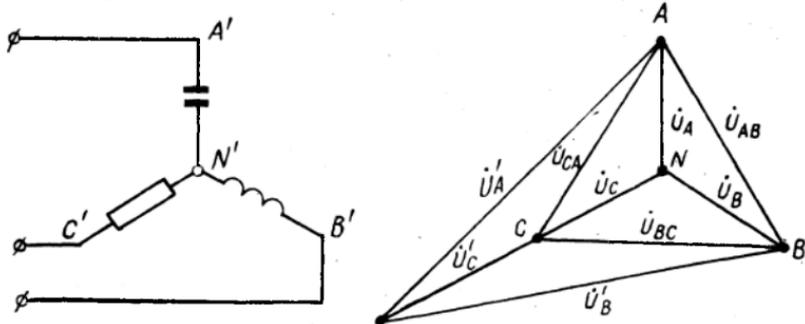
шилиги $Z_V \approx 0 (Y_V \approx \infty)$ бўлса, $U_{NN'}$ нолга, фазавий кучланишлар эса $\dot{U}'_A = \dot{E}_A = \dot{U}_A$; $\dot{U}'_B + \dot{E}_B = \dot{U}_B$ ва $\dot{U}'_C = \dot{E}_C = \dot{U}_C$, яъни $U'_A = U'_B = U'_C$ бўлади. Носимметрик юкламада нейтрал сим узилса, $Y_N = 0 (Z_N = \infty)$ бўлади ва $U_{NN'}$ кескин кўпаяди. Бунда айниқса юклама фазасидаги ўтказувчанликлар модули ўзаро тенг, лекин турли характерга эга, яъни $Y_A = +jb_p$; $Y_B = -jb_p$; $Y_C = g_a$ бўлса,

$$\dot{U}_{NN'} = \frac{\dot{U}_A(jb_p - ja^2b_p + ag_a)}{jb_p - jb_p + g_a} = \dot{U}_A(-1,37 + j2,37) \text{ — жуда катта киймат.}$$

ли бўлади. Натижада занжирда кучланишлар резонанси юз беради. Шу сабабли N' нукта ҳатто линия кучланишлари учбурчаги ташқарисига сурилади. 68- расмда уч фазали носимметрик юклама схемаси ва унинг топографик (вектор) диаграммаси берилган. Унда

$$\dot{U}'_A = \dot{U}_A - \dot{U}_{NN'}; \dot{U}'_B = \dot{U}_B - \dot{U}_{NN'} \text{ ва } \dot{U}'_C = \dot{U}_C - \dot{U}_{NN'}.$$

Шунга биноан $U'_A = U'_B = 3,34U_\phi$; $U'_C = \sqrt{3}U_\phi$ бўлади ва натижада



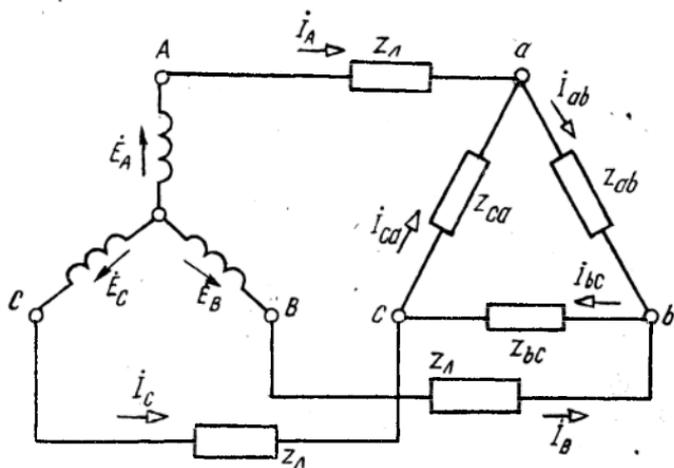
68- расм

катта авария содир бўлиши мумкин. Шу сабабли нейтрал сим занжирига сақлагич ёки бирор коммутацион аппарат (рубильник) мутлақо киритилмайди. Носимметрик занжирдаги қувватлар ҳар бир фаза учун алоҳида топилади, яъни $P_A = U'_A I_A \cos\varphi_A$;

$$Q_A = U'_A I_A \sin\varphi_A; S_A = U'_A I_A.$$

Учала фазадаги актив қувват $P_a = P_A + P_B + P_C$; реактив қувват $Q_p = \sum Q_\phi$ бўлади. Бунда, индуктив характерли юкламада Q_L қувват мусбат, сигимида эса манфий нишора билан олинади. Уч фазали занжирнинг тўла қуввати $S = \sqrt{P_a + Q_p}$ бўлади.

148. Расчёт несимметричных цепей при треугольнике — Учбурчак схемасидаги носимметрик занжирларни ҳисоблаш. 69- расмда учбурчак схемасидаги носимметрик юкламадан иборат занжир кўрсатилган. Бунда ток тармоғидаги генератор ёки трансформаторнинг уланиш схемасидан қатъи назар, кўп контурли мураккаб занжир



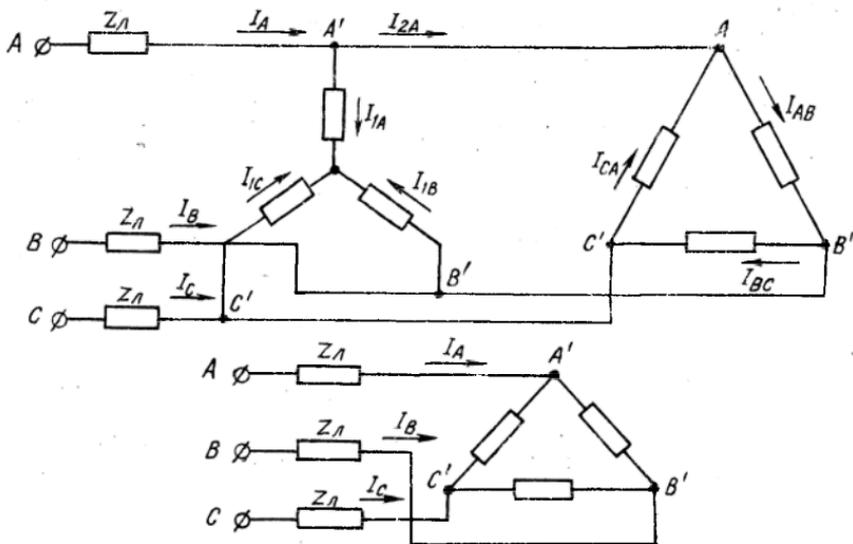
69-расм

хосил бўлади. Кўпчилик ҳолларда ток манбалари юлдуз схемасида уланилади. Агар линия қаршиликлари ҳисобга олинмаса, юкламадаги фаза тоқлари Ом қонунига асосан қуйидагича аниқланади:

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{Z_{AB}}; I_{BC} = \frac{U_{BC}}{Z_{BC}}; I_{CA} = \frac{U_{CA}}{Z_{CA}}$$

Бунда юклама фазаларидаги U_{AB} , U_{BC} , ва U_{CA} кучланишлар ўрнига ток манбаидаги ўзаро тенг бўлган линия кучланишлари, яъни U_{AB} , U_{BC} ва U_{CA} олинади. Линия тоқлари фаза тоқларининг айирмалари $I_A = I_{AB} - I_{CA}$; $I_B = I_{BC} - I_{AB}$; $I_C = I_{CA} - I_{BC}$ дан аниқланади. Линия қаршиликлари Z_L ҳисобга олинса, юклама тоқлари қуйидаги тартибда аниқланади: 1) қаршиликлар учбурчаги эквивалент Z'_A , Z'_B , Z'_C қаршиликли юлдуз схемасига айлантирилади; 2) линия қаршиликларини эквивалент юлдуз схемасидаги қаршиликларга қўшиб, умумий қаршиликлардан иборат юлдуз схемаси олинади; 3) бу юлдуз схемасидан эквивалент учбурчак схемасига ўтилади ва юкоридагига ўхшаш усулда I_ϕ ва I_L топилади.

149. Расчёт несимметричной цепи смешанного соединения — Аралаш уланган носимметрик занжирни ҳисоблаш. 70-расмда юлдуз ва учбурчак схемаларидан иборат аралаш уланган носимметрик занжир схемаси кўрсатилган. Бундай занжир қуйидаги тартибда ҳисобланади: 1) юлдуз схемали юклама қаршиликлари эквивалент қаршиликли учбурчакка ўтказилади ва умумий ўтказувчанликлардан тузилган эквивалент учбурчак ясалади; 2) эквивалент учбурчак схемасидан эквивалент юлдуз схемасига ўтилади. Сўнгра линия қаршиликлари эквивалент юлдуз қаршиликлари билан қўшилади ва умумий қаршиликлардан иборат юлдуз схемаси ҳосил қилина-



70-расм

ди; 3) бу юлдуз схемаси эквивалент учбурчак схемасига алмаштирилади ва унинг фаза токлари айирмасидан I_A , I_B , I_C линия токлари аниқланади; 4) бу линия токларидан фойдаланиб, Z_{Σ} каршиликлардаги кучланиш тушувларини аниқланади ва ҳар бир контур учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ

$\dot{U}_{A'B'} = \dot{U}_{AB} - I_A Z_{\Sigma 1} - I_B Z_{\Sigma 1}$ ва шу сингари тенгламалар тузиб, улардан $\dot{U}_{B'C'}$ ва $\dot{U}_{C'A'}$ кучланишлар ҳам топилади; 5) $\dot{U}_{A'B'}$, $\dot{U}_{B'C'}$ ва $\dot{U}_{C'A'}$ кучланишлар асосида учбурчак схемали юклама токлари

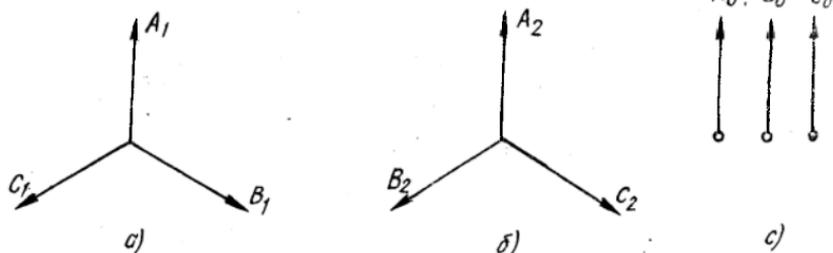
$I_{AB} = \frac{\dot{U}_{A'B'}}{Z_{A'B'}}$; I_{BC} ва I_{CA} топилади ва уларнинг айирмасидан линиядаги

I_{2A} , I_{2B} ва I_{2C} тоқлар аниқланади; 6) юлдуз схемасидаги юклама токлари Кирхгофнинг биринчи қонунига биноан топилади:

$$I_{1A} = I_A - I_{2A}; \quad I_{1B} = I_B - I_{2B}; \quad I_{1C} = I_C - I_{2C}$$

150. Симметричные составляющие несимметричной трехфазной системы — Уч фазали носимметрик системанинг симметрик ташкил этувчилари. Уч фазали носимметрик синусоидал катталиқлар системасини фазалари тўғри, тесқари ва ноль кетма-кетликдаги учта симметрик системалар йиғиндисидан ташкил топган деб қараш мумкин. Носимметрик системани бундай симметрик ташкил этувчиларга ажратиш усулидан носимметрик ЭЮК ёки юклама ҳамда бир линия сими узилган ёки фазалари қисқа туташган уч фазали системаларни ҳисоблаш ёки таҳлил этишда фойдаланилади.

151. Комплексы симметричных составляющих — Симметрик ташкил этувчилар комплекслари. 71-расм, а да носимметрик уч фазали



71-расм

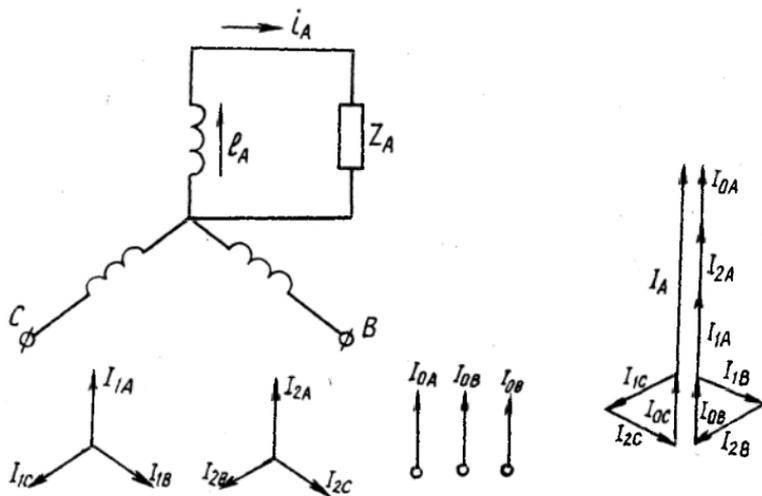
системанинг тўғри, б да тескари ва с да ноль кетма-кетликдаги симметрик ташкил этувчилари кўрсатилган. Бунда тўғри кетма-кетликдаги симметрик система комплекслари $A_1; B_1 = A_1 e^{-j120^\circ}; C_1 = A_1 e^{+j120^\circ}$; тескари кетма-кетликдагилари $A_2; B_2 = A_2 e^{+j120^\circ}; C_2 = A_2 e^{-j120^\circ}$ ва ноль кетма-кетликдагилари $A_0 = B_0 = C_0$ бўлади. Агар e^{j120° ни a кўпайткич билан белгиланса, юқоридаги комплекслар $A_1; B_1 = A_1 a^2; C_1 = A_1 a$ ва $A_2; B_2 = A_2 a; C_2 = A_2 a^2$ шаклида ифодаланади. $a = e^{j120^\circ}$ — бурувчи кўпайткич дейилади.

152. Разложение несимметричной системы на симметричные составляющие — Носимметрик системани симметрик ташкил этувчиларга ажратиш. Носимметрик системанинг A, B ва C векторлари симметрик система векторлари воситасида куйидаги тенгламалар билан ифодаланади: 1) $A = A_1 + A_2 + A_0$, 2) $B = A_1 a^2 + A_2 a + A_0$, 3) $C = A_1 a + A_2 a^2 + A_0$. Бу тенгламалар системасидаги A_0, A_1 ва A_2 куйидагича топилади:

$$A + B + C = A_1(1 + a^2 + a) + A_2(1 + a + a^2) + 3 A_0.$$

Бундан $1 + a^2 + a = 0$ сабабли $A_0 = \frac{A + B + C}{3}$ бўлади. Энди иккинчи тенгламани a га, учинчи тенгламани a^2 га кўпайтириб, сўнгра $A = A_1 + A_2 + A_0; Ba = A_1 a^3 + A_2 a^2 + A_0 a; Ca^2 = A_1 a^3 + A_2 a^4 + A_0 a^2$, бу учала тенглама қўшилса, $A + Ba + Ca^2 = 3A_1 + A_2(1 + a^2 + a) + A_0(1 + a + a^2)$ келиб чиқади. Бундан $A_1 = \frac{A + Ba + Ca^2}{3}$ топилади. Иккинчи тенгламани a га, учинчини эса a га кўпайтириб, сўнгра улар қўшилса, $2 = \frac{A + Ba^2 + Ca}{3}$ бўлади. 72-расмда носимметрик системани симмет-

рик ташкил этувчиларга ажратиш усулида ҳисоблашга доир схема ва унга тегишли диаграммалар кўрсатилган. Бунда уч фазадан бит-тасида юкласи бўлган носимметрик система берилган, яъни



72-расм

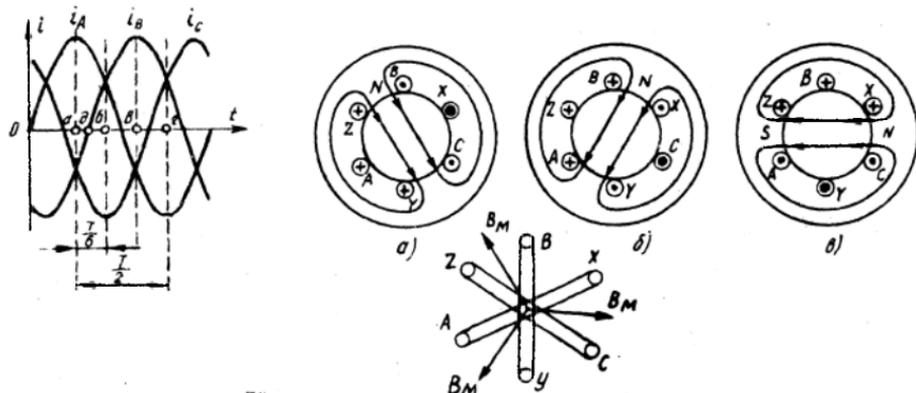
$I_A = \frac{E_A}{Z_A}$; $I_B = I_C = 0$. Демак, симметрик, ташкил этувчиларнинг комплекслари:

$$I_{1A} = \frac{I_A + oa + oa^2}{3} = \frac{I_A}{3}; \quad I_{2A} = \frac{I_A + oa^2 + oa}{3} = \frac{I_A}{3}$$

$$I_{0A} = \frac{I_A + o + o}{3} = \frac{I_A}{3}$$

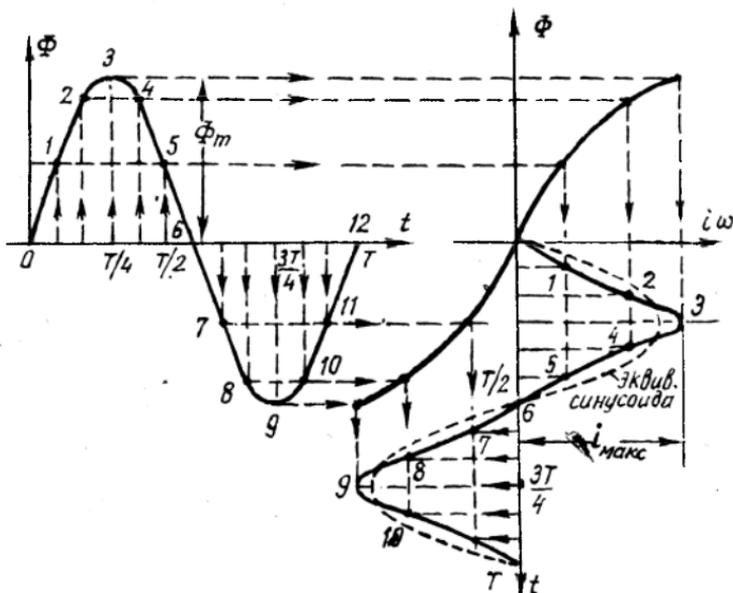
бўлади. Бундан $I_{1A} + I_{2A} + I_{0A} = I_A$; $I_{1B} + I_{2B} + I_{0B} = 0$ ва $I_{1C} + I_{2C} + I_{0C} = 0$ топилади.

153. Вращающееся магнитное поле — Айланувчи магнит майдони. Фазада бирор $\omega = \text{const}$ частотада айланувчи ўзгармас кийматли магнит оқими A . м. м. дейилади. 73-расмда уч фазали синусоидал токдан ҳосил бўладиган A . м. м. га доир тасвирлар кўрсатилган. Агар ўзаро 120° бурчакка сурилган учта чулгамга уч фазали ток берилса, ҳар бир чулгамдаги оний токлardan ҳосил бўлган ва B_M амплиту-



73-расм

да билан пульсацияланадиган магнит окими индукциялари ўзаро қўшилиб, $1,5B_m = \text{const}$ ли магнит майдони юзага келади. Ўзгармас қийматли бундай магнит майдони айланувчи характерга эга бўлади. Ва синусоидал токнинг ҳар бир тўла ўзгариш T даврида 360° бурилади. 73-расмда ток ўзгаришининг $t=0$; $t=t_1$ ва $t=t_2$ давларида магнит майдонининг қандай бурчакларга бурилиши кўрсатилган. Бунда магнит майдон N ва S дан иборат бир жуфт кутб ($P=1$) га эга бўлади. Бу магнит майдонининг айланишлар сони n бир секунддаги даврлар сонига, яъни ток частотаси f га тенг: $f = \frac{1}{T}$. Агар жуфт кутблар сони $P=2$ га тенг қилинса, бир T давр давомида магнит майдони 180° га бурилади, холос. Демак, магнит майдоннинг бир минутдаги айланишлар сони $n = \frac{60f}{P}$ бўлади. Бунда $f = 50\text{Гц}$ — ток частотаси, P — магнит майдоннинг жуфт кутблар сони. P нинг қиймати фаза чулғамидаги ғалтаклар сони ва уларнинг кетма-кет ёки параллел уланишига боғлиқ. Магнит майдоннинг айланиш йўналиши ток фазаларининг кетма-кетлиги билан аниқланади ва чулғамларга бериладиган ҳар қандай икки фазадаги токнинг ўрни ўзаро алмаштирилса, магнит майдони тескарига айланади. А.м.м. ни икки фазали ток ҳам ҳосил қилиш мумкин. Бунинг учун, иккита ўзаро 90° бурчакка сурилган чулғамга қийматлари тенг, фазалари эса, 90° га сурилган икки фазали ток берилиши керак. Натижада яна $n = \frac{60f}{P}$ частотали А.м.м. ҳосил бўлади. Бунда ҳам айланиш йўналишини ўзгартириш учун чулғамларга бериладиган токларнинг ўрни ўзаро алмаштирилиши керак.



74-расм

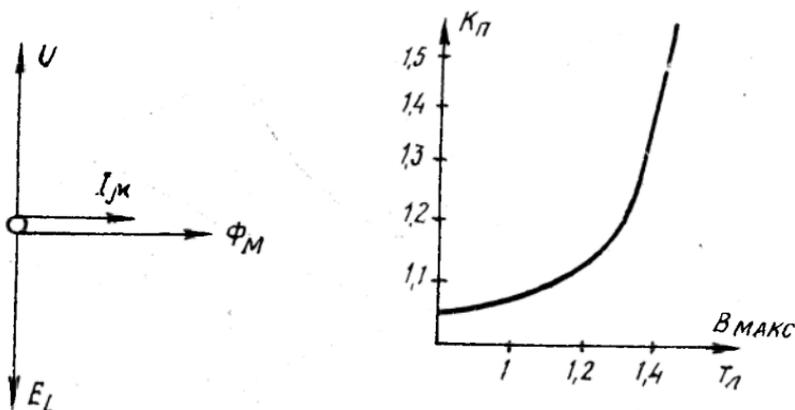
154. **Нелинейные цепи переменного тока — Ўзгарувчан токнинг ночизикий занжирлари.** Таркибида энг камида битта ночизикий актив, индуктив ёки сифимий каршиликли элемент бўлган занжир ў.т.н.з. деб аталади. Ферромагнит ўзакли индуктив ғалтак ёки сегнетоэлектрикли конденсатор ва шу кабилар ночизикий реактив элемент дейилади. Агар синусоидал кучланишли электр тармогига ферромагнит ўзакли индуктив ғалтак уланса, ночизикий элемент туфайли бу занжирдан магнитловчи носинусоидал ток ўтади. Дарҳақиқат, ғалтакдаги актив каршилиқ $R_a=0$ деб каралса, $u = -u_L$ бўлади. Демак, $u = U_M \sin \omega t$ бўлгани сабабли $e_L = -W \frac{d\Phi}{dt}$ ҳам синусоидал бўлиши учун Φ нинг синусоидал бўлиши

шарт. Агар $\Phi = \Phi_M \sin \omega t$ бўлса, $e_L = -W \frac{d(\Phi_M \sin \omega t)}{dt} = -W \Phi_M \omega \cos \omega t = E_M \sin(\omega t - 90^\circ)$ бўлади. Бунда

$$E_M = W \omega \Phi_M = W \cdot 2\pi f \Phi_M f E = \sqrt{\pi} f W \Phi_M = 4,44 W f \Phi_M \text{ га тенг.}$$

74- расмда ферромагнит ўзакнинг магнитланиш эгри чизиғига ўхшаш бўлган $\Phi = f(i)$ вебер — ампер характеристикадан фойдаланиб курилган носинусоидал ток эгри чизиғининг қандай ҳосил қилиниши кўрсатилган. Бундай носинусоидал токда учинчи гармоника яққол ифодаланади.

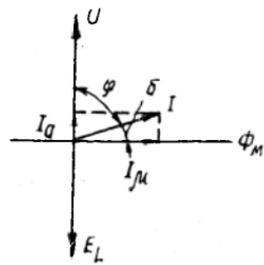
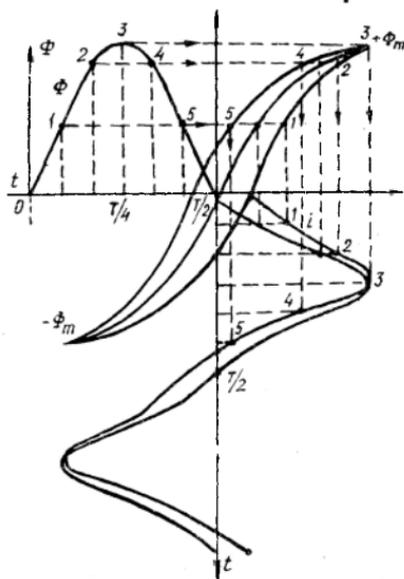
155. **Векторная диаграмма катушки индуктивности — Индуктивлик ғалтагининг вектор диаграммаси.** Агар ғалтак ва ундаги ферромагнит ўзакнинг кизишига сарфланадиган қувват исрофи ҳисобга олинмаса, ғалтакка берилган синусоидал кучланишнинг вектори магнитловчи ток векторидан 90° га ўзувчи, магнит оқимининг вектори эса ток вектори билан бир томонга йўналган бўлади. 75- расмда ферромагнит ўзакли индуктив ғалтакка тегишли катталарнинг вектор диаграммаси ва электротехник пўлатнинг носинусоидаллик коэффиценти K_n ни аниқлашга доир диаграмма кўрсатилган. Электротехник пўлат ўзакли ғалтакдаги токнинг



75- расм

эффeктив киймати $I = \frac{I_{\max}}{K_n \sqrt{2}}$

бўлади. Бунда I_{\max} — ток асосий гармоникасининг амплитудавий (энг катта) киймати; K_n — носинусоидаллик коэффиценти. K_n нинг киймати 75-расмдаги диаграммадан аниқланади. Агар пўлат ўзаги тўйинган ва айникса, $B_{\max} > 1,4$ Тл бўлса, K_n жуда катта бўлади. Бунда токнинг носинусоидаллиги яққол кўринади ҳамда унинг эффeктив киймати бирмунча камаёди. Агар пўлат ўзакнинг гистерезис ходисалари туфайли кизиши ҳисобга олинса, галтакдаги i ток вектори Φ га нисбатан δ бурчакка ўзувчи бўлади. 76-расмда гистерезис нерофи ҳисобга олинган пўлат ўзагли галтакдаги токнинг ўзгариш графиги ва бу галтакка тегишли катталикларнинг вектор диаграммасини куриш кўрсатилган. Ундан галтак ўзагининг кизишига сарфланган актив қувватга мувофиқ токнинг актив ва реактив ташкил этувчилари топилади.

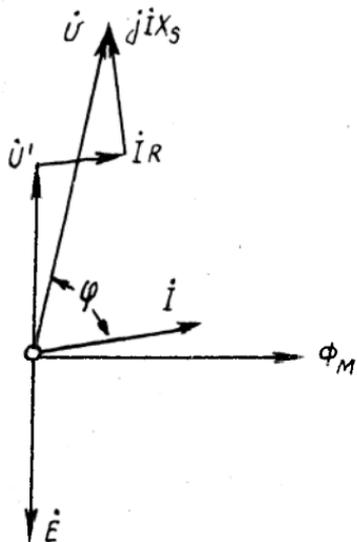


76-расм

156. Полная векторная диаграмма катушки — Галтакнинг тўла вектор диаграммаси. Пўлат ўзагли галтакнинг актив қаршилиги ва сочилма магнит оқим таъсирини ҳисобга олиб курилган векторлар диаграммаси унинг тўла вектор диаграммаси дейилади. Галтакдаги токдан ҳосил бўлган магнит оқимнинг асосий қисми пўлат ўзак орқали ёпилади. Бу магнит оқимнинг сочилиб, ҳаво орқали ёпилган кичик Φ_s қисми сочилма магнит оқим дейилади. Ҳаво учун $\mu_0 = \text{const}$ бўлганлиги сабабли $\Phi_s = i$ ва Φ_s ўзгаришидан галтакда ҳосил бўладиган e_s ўзиндукция киймати $e_s = -L_s \frac{di}{dt}$ ва демак, $E_s = -I\omega L_s = -IX_s$ бўлади. Бунда L_s — сочилма индуктивлик, X_s — индуктив қаршиллик. Асосий магнит оқимдан галтакда ҳосил бўладиган ЭЮК киймати $E = 4,44fW\Phi_m$ бўлади. Энди галтакка берилган U кучланишни урта ташкил этувчидан иборат деб қараш мумкин:

$U = \dot{U}' + \dot{U}_c + \dot{U}_a = -\dot{E} + jIX_c + IR_a$, бунда $\dot{U}' = -\dot{E}$; $\dot{U}_c = -\dot{E}_s = jIX_s$; $\dot{U}_a = IR_a$. 77-расмда бу тенглама асосида реал галтак учун курилган вектор диаграмма кўрсатилган.

157. Феррорезонанс — Феррорезонанс. Ночизикий индуктив элементли ва сифимий қаршиликли ёки ночизикий сифимий элементли ва



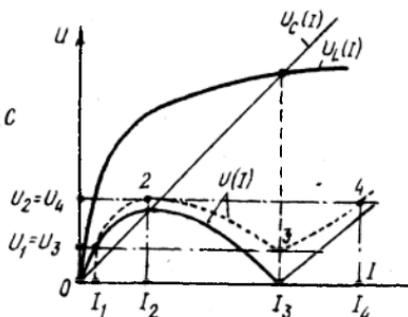
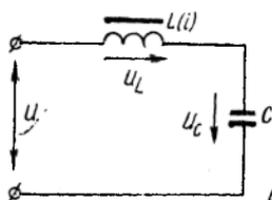
77-расм

ги ток фазаси U_L дан 90° оркада қолувчи, U_C дан 90° ўзувчи бўлади. Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ бу занжир учун $\dot{U} = \dot{U}_a + \dot{U}_L + \dot{U}_C$ тенглама тузилади. Бунда реактив қучланиш $U_p = U_L - U_C$ бўлади. К.ф. да юз берадиган ҳодисаларни таҳлил этиш учун аввало R_a , L ва C ли занжирларнинг $U_a(I)$, $U_L(I)$, $U_C(I)$ вольт-ампер характеристикалари ясаллади. $U_L(I)$ билан $U_C(I)$ характеристикалари кесишган A нуктада $U_L = U_C$; $U_p = U_L - U_C = 0$ ва $U = U_a$ бўлгани сабабли A нукта резонанс нуктаси дейилади. Расмдаги диаграммага мувофиқ, занжирга берилган қучланиш U нолдан аста-секин U_2 гача кўпайтириб борилса, ток I , қучланиш U_L ва U_C қийматлари ҳам ошиб боради. Бунда U_L кескинроқ кўпаяди ва $U_L - U_C > 0$ бўлганлиги сабабли занжирдан индуктив ха-

индуктив қаршиликли занжирлардаги ток ёки қучланишнинг ўзгаришида ноқизиқий элемент қаршиликларининг ҳам ўзгариши сабабли ҳосил бўладиган резонанс ҳодисаси Φ . дейилади.

158. Феррорезонанс напяржений — Қучланишлар феррорезонанси. Кетма-кет уланган актив қаршилик R_a ноқизиқий индуктив қаршилик ωL ва сифимий $\frac{1}{\omega C}$ қаршиликли занжирдаги

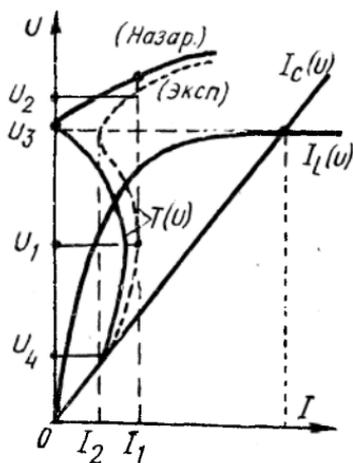
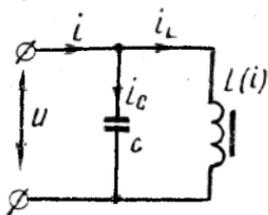
синусоидал қучланиш ёки токнинг ўзгаришида содир бўладиган резонанс ҳодисаси К.ф. дейилади. 78-расмда К.ф. га доир схема ва диаграмма кўрсатилган. Агар индуктивлик ғалтаги пўлат ўзагининг қизишига сарфланадиган қувват исрофи ҳисобга олинмаса, ғалтақдан ўтадиган токни синусоидал деб қабул қилиш мумкин. Бунда занжирда-



78-расм

рактарли ток ўтади. Ғалтакнинг актив қаршилиги R_a кичик бўлгани учун I ва U орасидаги силжиш бурчаги $\varphi \approx 90^\circ$ бўлади. Агар U ўзининг U_2 қийматидан озгина оширилса, кучланишлар мувозанати бузилади, яъни $U > (U_L - U_C)$ бўлади ва занжирдаги ток ўзининг $I = I_2$ қийматига нисбатан бир неча марта катта бўлган I_4 га сакраб ўтади. Бунда ток фазаси 180° га ўзгаради. Бу ток сиғимий характерли, яъни U дан 90° га ўзувчи бўлиб қолади. Бу ҳодиса фаза тўнтарилиши дейилади. Бунда U_L озгина кўпайса, U_C кескин кўпаяди ва $U_C > U_L$ бўлади. Агар фаза тўнтарилишидан сўнг, U қийматини ошириш давом эттирилса, кучланиш мувозанати тикланиб, яъни $U = U_L - U_C$ бўлиб, занжирдаги I ток U_C кучланишнинг қиймати U га пропорционал равишда ошиб боради, U_L эса пўлат ўзак тўйинганлиги сабабли, деярли кўпаймайди. Агар U нинг қиймати $U > U_4$ дан $U = U_3$ гача аста-секин камайтириб борилса, I ва U_C лар U_a га пропорционал равишда камайиб боради, U_L эса деярли ўзгармайди. Кучланиш U нинг қиймати $U = U_3$ дан бир оз камайтирилса, кучланишлар мувозанати яна бузилиб, иккинчи марта фаза тўнтарилиши содир бўлади. Бунда ток ўзининг $I = I_3$ қийматидан $I = I_1$ гача кескин камаяди ва индуктив характерли бўлиб қолади, U_C эса, U_L га нисбатан кўпроқ камаяди. U қийматининг бундан кейинги камайишида кучланишлар мувозанати яна тикланади. Ферромагнит ўзаги тўйинган ғалтакдаги U_L қиймати U нинг ўзгаришида деярли ўзгармаслиги сабабли бу принципдан феррорезонанс кучланиш стабилизаторларини яратишда фойдаланилади.

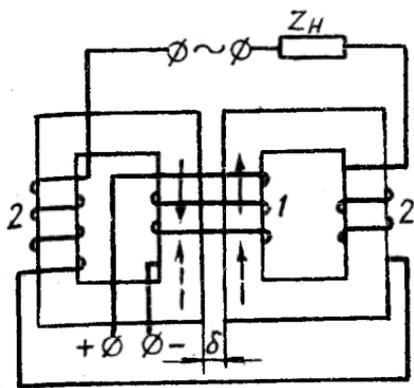
159. Феррорезонанс токов — Токлар феррорезонанси. Параллел уланган ночизикий индуктив қаршилиқ ωL ва сиғимий қаршилиқ $\frac{1}{\omega C}$ ли занжирдаги синусондал кучланиш ёки токнинг ўзгаришида содир бўладиган резонанс ҳодисаси Т.ф. дейилади. 79-расмда Т.ф. га доир схема ва диаграмма кўрсатилган. Бунда индуктивлик ғалтак пўлат ўзагининг қизишига сарфланадиган қувват исрофи ҳисобга олинмайди. Шунга мувофиқ ғалтакдаги ток синусондал деб қабул қилинади. Демак занжир токи I ни карама-қарши фазали токлар айирмасига тенглаш мумкин, яъни $I = I_L - I_C$. Ночизикий L ва чизикий C элементларнинг $I_L(U)$ ва $I_C(U)$ вольт-ампер характеристикалари айирмасига асосан занжирнинг $I(U)$ характеристикаси ясалади. Токлар резонансига, яъни индуктив b_L ва сиғимий b_C ўтказувчанликларнинг тенглигига $b_L = b_C$ га эришиш учун занжирдаги I ток ёки U кучланиш қийматларини ростлаш кифоя. Мисол учун занжирдаги I токнинг қиймати нолдан аста-секин $I = I_1$ гача оширилаётган бўлсин. Бунда занжирдаги U ҳам нолдан U_1 гача кўпаяди, I_C эса I_L га нисбатан кескинроқ ошади. Бунда $I_C > I_L$ бўлгани сабабли $I = I_L - I_C$ ток сиғимий характерга эга



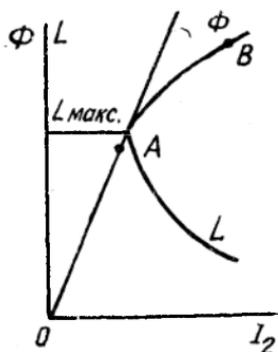
79- расм

бўлади. I ток $I=I_1$ дан бир оз оширилса, тоқлар мувозанати бузилади, яъни $I > I_L - I_C$ бўлиб қолади ва занжирдаги кучланиш киймати $U=U_1$ дан $U+U_2$ гача сакраб кўпаяди. Бунда ҳам фазалар тўнтарилиши рўй беради, яъни ток фазаси кучланиш фазасига нисбатан 180° га ўзгариб индуктив характерли бўлиб қолади. Фаза тўнтарилишидан сўнг, ток киймати яна оширила борса, тоқлар мувозанати тикланиб, яъни $I=I_L - I_C$ бўлиб I_L киймати I_C га нисбатан кескинроқ кўпаяди, U эса пропорционал равишда ўзгаради. Агар I нинг киймати $I > I_1$ дан $I=I_2$ гача камайтирилса, ҳамма катталиклар турлича камайди. I ни $I=I_2$ дан бир оз камайтирилса, иккинчи марта фаза тўнтарилиши рўй беради, кучланиш ўзининг $U=U_3$ кийматидан $U=U_4$ кийматигача сакраб камайди. Бунда, ток яна сизимий характерли бўлиб қолади. Т.ф. ходисасидан юклама токни стабиллашда кенг фойдаланилади.

160. Дросселли насышения — Тўйиниш дросселлари. Индуктивлиги бошқариладиган ферромагнит ўзакли ғалтак Т.д. дейилади. Унда ўзакнинг ўзгарувчан ток бериладиган иш чулғамидан ташқари ўзгармас ток бериладиган бошқариш чулғами ҳам бўлади. Бошқариш чулғамига бериладиган кичик ток кийматини ўзгартириб, иш чулғамининг нозикий индуктивлигини ростлаш мумкин. Дарҳақиқат иш чулғамининг индуктив қаршилиги $\omega L = 2\pi fL$ ростланса, унинг занжирига уланган катта кийматли юклама токи, кучланиши ва куввати ҳам ростланади. Бироқ Т.д. нинг катта камчилиги бор. Унинг бошқариш чулғамидаги ўзгарувчан Φ магнит оқимидан ҳосил бўладиган ЭЮК таъсирида ростлаш жараёни бузилиб туради. Бу камчиликни йўқотиш учун уч стерженли ферромагнит ўзакдан фойдаланилади. Бунда ўзакнинг четки стерженларига иш чулғамининг икки қисмига бўлинган ғалтаклари ўралади, ўрта стерженга эса бошқариш чулғами ўралади. Иш чулғами ғалтаклари ўзаро кетмакет уланса, улардаги Φ магнит оқимларидан бошқариш чулғамида ҳосил бўлган иккита ЭЮК бир-бирига тесқари йўналиб, нолга



80-расм



айланади. Бундай схемали Т.д. дан магнит кучайтиргичларида фойдаланилади.

161. Магнитный усилитель — Магнит кучайтиргичи. Кичик кийматли ўзгармас ток сигнали воситасида ўзгарувчан ток занжиридаги катта юклама токи кучланиши ёки қувватини ростлайдиган аппарат М. к. дейилади. 80-расмда М. к. нинг схемаси ва L ноқизиқий индуктивликнинг ўзгариш диаграммаси кўрсатилган. Унда ўзгарувчан ток занжиридаги иш чулғамининг икки бўлакдан иборат W қисмлари уч стерженли берк пўлат ўзакнинг четки стерженларига ўралади, ўрта стерженга эса бошқариш чулғами жойланади. Бошқариш чулғамига бериладиган ўзгармас ток пўлат ўзакнинг магнитланишини кучайтиради ва у тўйина бошлайди. Бу токнинг кўпайиб боришида иш чулғамининг индуктивлиги $L = W \frac{d\phi}{di}$ камайиб боради. Натижада иш чулғами занжирининг қаршилиги ωL камайиб боради, юклама токнинг киймати $I_2 = \frac{U}{\sqrt{R_0^2 + (\omega L - X_0)^2}}$

эса кўпайиб боради. Шундай қилиб, кичик қувватли бошқариш сигнали воситасида катта юклама қувватини ростлаш имкони туғилади. Турли типдаги М.к. нинг қувватни кучайтириш коэффициенти $K_p = \frac{P_{\text{н}}}{P_0} \approx 20 \cdot 10^3; 2 \cdot 10^5$ бўлади. М.к. ва ток тўғрилагичларни биргаликда бошқариладиган тўғрилагич қилиб ишлатиш ҳам мумкин.

161. Усилитель — Кучайтиргич. Кичик қувватли электр сигнали (токи) воситасида бу сигналга нисбатан бир неча минг, ўн минг ва ҳатто юз минг марта катта электр қуввати, токи ёки кучланишини ростлаш учун белгиланган қурнамалар К. дейилади. К. билан кучайтириб олинган P_2 қувватнинг уни бошқарувчи P_1 қувватга нисбати К. нинг кучайтириш коэффициенти дейилади: $K = \frac{P_2}{P_1}$. Кучайтириш коэффициенти ошириш мақсадида К. бир неча каскаддан иборат қилиб тузилади. К. ларга мисол қилиб, кўндаланг ва бўйлама

майдонли электр машина К. ларини (амплитудин ва рототроллари), шунингдек электрон лампа ва ярим ўтказгич асбоблар асосида тузилган К.ларни ҳамда магнит К.ларини кўрсатиш мумкин. Бундай К.лар ҳақидаги тафсилотлар тегишли мақолаларда берилган.

VII БУЛИМ.

ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРДАГИ УТКИНЧИ ЖАРАЁНЛАР

162. Переходные процессы — Ўткинчи жараёнлар. Электр занжирнинг бир иш режимидан бошқа режимга ўтишда, масалан, уни ток манбаига улашда, ундан ажратишда, қисқа туташув рўй берганда ва шу каби ҳолларда занжирдаги катталикнинг амплитудаси, фазаси, частотаси ҳамда занжир схемасининг тузилиши ёки унинг параметрларини дастлабкидан кескин ўзгаришлари билан боғланган жараёнлари ў.ж. дейилади. Занжирдаги катталикнинг дастлабки қийматларидан янгисига ўтиши учун кетган вақт ў.ж. нинг давомийлиги дейилади. Ў.ж., албатта, бир онда, яъни $t=0$ да содир бўла олмайди. Уларнинг давомийлиги секунднинг ўндан ва юздан бир улушлари билан ўлчанади.

163. Коммутация — Коммутация. Электр занжирларининг узиб-улаш каби ўткинчи жараёнларидаги ток ва кучланишлар ўзгариши ҳамда улар билан боғлиқ бошқа жараёнлар биргаликда К деб аталади. К. жараёни маълум конунларга асосланади ва улар К. конунлари деб юритилади. К.нинг биринчи конуни индуктивлик занжирига оид. Бу конунга мувофиқ индуктивлик занжирдаги ток К. пайтида ўзининг дастлабки, масалан, I_1 қийматидан I_2 қийматига сакраб ўтмай, балки жуда қисқа вақт давомида аста-секин ўтади. Агар занжирдаги ток I_1 дан I_2 га бир онда ($t=0$ да), яъни сакраб ўтади деб фараз қилинса, токнинг $\Delta I = I_1 - I_2$ га ўзгаришида ҳосил бўлган ўзиндукция ЭЮК $e_L = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ бўлади.

Бунда занжирнинг магнит майдони энергияси ҳам $\Delta W = W_1 - W_2$ га ўзгариб, ток манбаининг қуввати чексизга яқин, яъни $P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \simeq \infty$ бўлади. Амалда бундай бўлиши мумкин эмас. К.нинг иккинчи конуни сигнний қаршиликли занжирга оид. Бу конунга мувофиқ коммутация пайтида бу занжирда ҳам ток ўзининг дастлабки қийматидан кейинги қийматига аста-секин ўтади. Акс ҳолда $i = C \frac{\Delta U}{\Delta t} \simeq \infty$ ва $P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \simeq \infty$ бўлади. Амалда бундай бўлиши мумкин эмас.

164. Переходный ток — Ўтиш токи. Ўтиш жараёнидаги токка ў.т. дейилади. 81-расмда актив қаршиликдан ва индуктивликдан иборат галтакни ўзгармас ток манбаига уланиш жараёнида шу занжирдаги ўтиш токининг ўзгариш графиги кўрсатилган. Занжирнинг энергия манбаига уланишида ў.т. нинг ўзгариш конунини аниқлаш учун

Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ $U = U_a + U_L = iR_a + L \frac{di}{dt}$ тенглама тузилади. Коммутациянинг 1-қонунига кўра $t=0$ да $i=0$; $iR_a=0$; $\frac{di}{dt} = \frac{U_L}{L}$ ёки

$U_L = L \frac{di}{dt}$ бўлади. Бу ифодага муво-

фиқ занжир манбага улашиши биланок ундаги ток, гўё занжир индуктивлик туфайли узилгандек, ноль қийматдан қизикий қонун бўйича энг катта тезликда кўпая бошлайди. Занжирдан бирор кичик ток ўтиши билан iR_a кўпая бошлайди, унинг ҳисобига U_L ка-

мая бошлайди. U_L нинг камайиши билан $\frac{di}{dt}$ ҳам камайиб боради ва шу сабабли ток эгри қизик бўйича ўзгара бошлайди. Шундай қилиб,

ток экспоненциал қонун бўйича ўзгариб ўзининг турғун $I = \frac{U}{R_a}$ қийматига эришади. Агар ғалтак факат L индуктивликдан иборат бўлса, ток ўзининг турғун қийматига энг қиска вақтда, яъни $t = \tau$ да эришган бўлур эди. Бу τ вақт — вақт доимийси дейилади. Унинг қиймати, 81-расмда кўрсатилганидек, график усулда аниқланади. τ қийматини аналитик усулда топиш ҳам мумкин. Агар ғалтакда $R_a = 0$ бўлса, $\frac{di}{dt} = \frac{U}{L}$; $di = \frac{U}{L} dt$ бўлади. Бундан $i = \frac{U}{L} t$ келиб чиқади. Демак, бу ҳолда ғалтакдаги ток i тўғри қизик oa бўйича ўзгаради ва $t = \tau$ да $i_L = I = \frac{U}{R_a}$ бўлса, вақт доимийси $\tau = \frac{L}{R_a}$ бўлади. τ нинг

ўлчов бирлиги $|\tau| = \left| \frac{L}{R_a} \right| = \frac{\text{Ом} \cdot \text{с}}{\text{Ом}} = \text{с}$ бўлгани учун у вақт доимийси деб аталган. Занжирдаги ў.т. нинг ўзгариш қонунини топиш учун

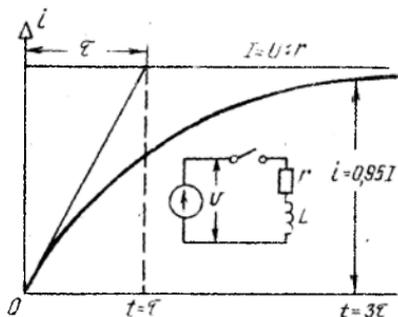
юқоридаги тенглама $\frac{di}{U - iR_a} = \frac{R_a}{L} dt$ кўринишда ёзилади. Бу тенглама

интегралланса, $\int \frac{di}{i - \frac{U}{R_a}} = - \int \frac{R_a}{L} dt$ келиб чиқади ва ундан олинган

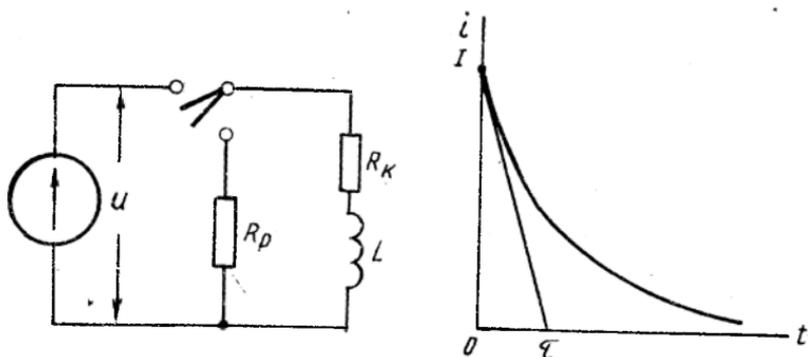
$\ln \frac{i - \frac{U}{R_a}}{K_2} = - \frac{R_a}{L} t$ ифода потенцирланса, $i - \frac{U}{R_a} = K_2 e^{-\frac{R_a}{L} t}$ бўлади.

Бунда K_2 — интеграллаш доимийси, унинг қиймати бошланғич шартлар асосида аниқланади. Коммутациянинг 1-қонунига мувофиқ $t=0$ да $i=0$ ва демак, $K_2 = -\frac{U}{R_a}$ бўлади. Демак ў.т. нинг ўзгариш

қонуни қуйидаги тенглама билан ифодаланеди:



81-расм



82-расм

$$i = \frac{U}{R_a} \left(1 - e^{-\frac{R_a}{L}t} \right) = I \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right).$$

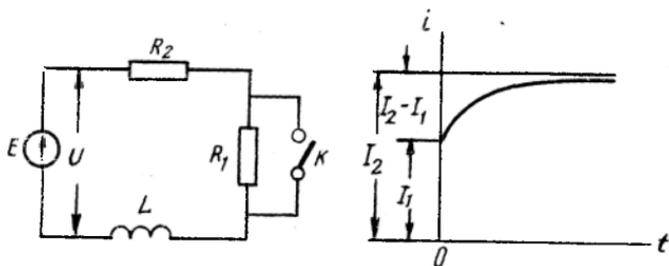
Бу тенгламага мувофиқ занжирдаги ток $t = \infty$ да ўзининг турғун қиймати $I = \frac{U}{R_a}$ га эришади. Амалда ўтиш жараёни $t = (4-5)\tau$ да

туғадан деб ҳисобланади (бунда $i = 0.99I$ бўлади). 82-расмда индуктивлик ғалтагини энергия манбаидан ажратиш жараёнида ў. т. нинг ўзгариш диаграммаси ўрсатилган. Бунда бир-биридан ажра- лувчи контактлар орасидаги кучланиш $U + U_L$; $U_L = \frac{di}{dt} L$ бўлади.

$\frac{di}{dt} \approx \infty$ бўлгани сабабли, $U_L = \frac{di}{dt} L$ изоляция учун хавфли қий- магга эришиши мумкин. Бу хавфнинг олдини олиш учун ғалтак занжирига қўшимча зарядсизловчи қаршилик R_p киритилади. Бун- да манбадан ажратилган ғалтак занжиридаги токнинг ўзгариши,

коммутациянинг I-қонунига мувофиқ $i = \frac{U}{R_k + R_p} e^{-\frac{R_a}{L}t} = I e^{-\frac{t}{\tau}}$ тенг-

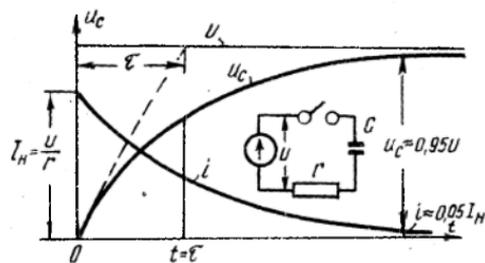
лама билан ифодаланади. 83-расмда ғалтак занжирига бирор қаршилик киритиш ва чиқаришдаги ўтиш жараёнларига доир схема ва диаграммалар кўрсатилган. Агар занжирдаги R_1 шунтланса, ток



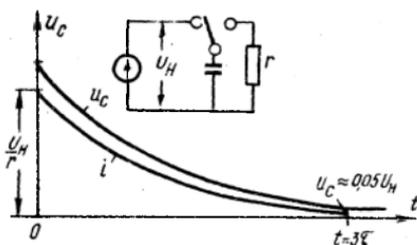
83-расм

қиймати $i = I_2 - (I_2 - I_1)e^{-\frac{t}{\tau}}$ конунига мувофиқ $i_0 = I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2}$ дан $I_2 = \frac{U}{R_2}$ гача ўзгаради (бунда $\tau_2 = \frac{L}{R_2}$). Энди занжирнинг R_1 каршиликдаги шунт узилса, ток $i = I_1 + (I_2 - I_1)e^{-\frac{t}{\tau}}$ конунига мувофиқ $i_0 = I_2$ дан $i = I_1$ гача ўзгаради (бунда $\tau_1 = \frac{L}{R_1 + R_2}$).

165. Заряд конденсатора — Конденсаторнинг зарядланиши.
 84-расмда К. з. даги ўтиш жараёнига доир схема ва диаграмма кўрсатилган. Бунда, конденсатор занжири V кучланишли ток манбаига уланиши биланок ундаги U_c кучланиш, $U_c = U(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = U(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ конунига мувофиқ ўзгариб $U_c = 0$ дан $U = U_c$ гача кўпайиб боради ($\tau = RC$ — конденсатор занжирининг вақт доимийси). Конденсатор зарядлана бошлаганда унинг сифими гўё қисқа туташгандай бўлиб, ток қиймати $i_0 = \frac{U}{R}$ бўлади. Сўнгра ток қиймати $i = \frac{U}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$ конунига мувофиқ ўзгариб камайиб боради ва $t = 5\tau$ бўлганда $i = 0,01 \frac{U}{R}$ га етади, шу билан ўтиш жараёни тугайди деб ҳисобланади. Бунда вақт доимийси $\tau = R \cdot C$ бўлгани сабабли R ва C ларни ўзгартириб, τ ни кенг диапазонда ростлаш мумкин. Бу имкониятдан вақт релеларини яратишда кенг фойдаланилади.



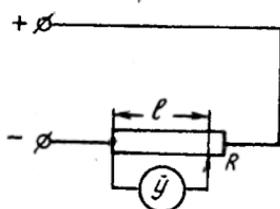
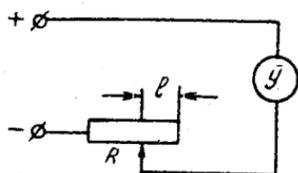
84-расм



85-расм

166. Разряд конденсатора — Конденсаторнинг зарядсизланиши.
 85-расмда К. з. даги ўтиш жараёнига доир схема ва диаграмма кўрсатилган. Бунда конденсатор занжири ток манбаидан узилиб, R каршиликка уланиши билан коммутациянинг II конуйига мувофиқ кучланиш $U_c = Ue^{-\frac{t}{\tau}}$ бўйича, зарядсизланиш токи эса $i = \frac{U}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$ бўйича ўзгариб-камайиб боради.

167. Переходный процесс короткого замыкания — Қисқа туташувдаги ўткинчи жараён. Агар синусодал кучланишга уланган



86-расм

узатиш линияда қисқа туташув содир бўлса, юклама қаршилиги $Z_{Ю} = 0$ га айланади. Бунда линиядаги қаршилик юклама қаршилиги $Z_{Ю}$ ҳисобига камаяди. Демак, коммутацияга қадар: турғун ток қиймати $I = \frac{U}{Z_{Л1} + Z_{Ю}}$, занжирга берилган кучланиш $u =$

$= u_M \sin(\omega t + \varphi)$, токнинг оний қиймати $i = I_{1M} \sin(\omega t + \psi - \varphi_1)$;

$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{X_L + X_{Ю}}{R_{Л1} + R_{Ю}}$ бўлади. Қисқа туташувдаги ўткинчи жараённинг бошланиши биланок ток ўзининг дастлабки турғун қиймати

$i = \frac{U}{Z_{Л1} + Z_{Ю}}$ дан $i_k = I_{2M} \sin(\omega t + \psi - \varphi_2) + [I_{1M} \sin(\psi - \varphi_1) - I_{2M} \sin(\psi - \varphi_2)] e^{-\frac{t}{\tau_2}}$ қонунига мувофиқ ўзининг коммутациядан кейинги $I_2 = \frac{U}{Z_{Л1}}$ қийматига эришади. Бунда: $\tau_2 = \frac{L}{R_{Л1}}$; $\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{X_{Л1}}{R_{Л1}}$

VIII БУЛИМ ЭЛЕКТР ЎЛЧАШЛАР

168. Измерение электрических величин — Электр катталикларни ўлчаш. Электр катталиклар қийматини махсус асбоблар билан тажриба усулида ўлчаш, яъни ток кучини амперметрлар, кучланишни вольтметрлар, кувватни ваттметрлар, электр энергиясини ҳисоблагичлар, частотани частотаўлчагичлар, $\cos \varphi$ ни фазаўлчагич қаршиликни омметрлар билан аниқлаш Э. к. ў. дейилади.

169. Электроизмерительные приборы — Электр ўлчаш асбоблари Э. ў. а. асосан икки гуруҳга — ўлчанадиган катталикларни бевосита кўрсатадиган (масалан, амперметр, вольтметр ва ҳ. к. лар) ҳамда уларни маълум ўлчовлар билан таққослаб аниқлайдиган асбоблар гуруҳига бўлинади. Бевосита кўрсатувчи асбоблар, тузилиши жиҳатидан соддалиғи, арзонлиги ва ўлчанадиган катталикни тез аниқлаши сабабли, кенг тарқалган. Таққослаш усулида ўлчовчи асбоблар, масалан, ўлчовчи кўприк схемаларидан жуда аниқ ўлчашлар керак бўлган ҳоллардагина фойдаланилади. Э. ў. а. ўлчанадиган катталикларнинг турига кўра, амперметр, вольтметр,

ваттметр ва шу сингариларга, ишлаш принципига кўра, магнито-электр, электромагнит, электродинамик ва шу каби бошқа система-ларга бўлинади. Ўлчашдаги аниқликка кўра бу асбоблар ГОСТ бўйича куйидаги аниқлик классларига ажратилади: 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 1, 1,5, 2,5 ва 4. Э. ў. а. да уларнинг аниқлик класслари ва ўлчашга оид бошқа шартли белгилари кўрсатилади. Электр ўлчаш асбобларининг аниқлик класслари келтирилган (Y_k) ва нисбий (Y_x) хатоликлар орқали фойдаланади, яъни

$$Y_k = \frac{\Delta x}{x_n} 100 \% \text{ ва } Y_x = \frac{\Delta x}{x_1} 100 \% = Y_k \frac{x_n}{x_1}$$

Бунда, Y_k — келтирилган хатолик; y нормал иш шароитида ўлчаш асбобларининг аниқлик классини кўрсатувчи сонга тенг; x_n — асбобнинг энг юқори ўлчов чегарасини кўрсатувчи сон; x_1 — ўлчанадиган катталиқ қиймати. Масалан, агар аниқлик класслари 1,5, энг юқори ўлчов чегараси 30А бўлган амперметр билан 30А ток ўлчанса,

нисбий хатолик $Y_x = Y_k \frac{x_n}{x_1} = \pm 1,5 \frac{30}{30} = \pm 1,5 \%$ бўлади. Шу асбоб

билан 15А ток ўлчанганда эса нисбий хатолик $Y_x = Y_k \frac{x_n}{x_1} = \pm 1,5 \frac{30}{15} =$

$= \pm 3 \%$, яъни аввалгидан икки марта катта бўлади. Демак, ўлчаш аниқлигининг шкалада кўрсатилган аниқлик классига яқинроқ ёки унга тенг бўлиши учун ўлчанадиган катталиқ қиймати шкаланинг иккинчи ярмида ёки асбобнинг энг юқори ўлчов чегарасида бўлиши мақсадга мувофиқдир. Хатолик мусбат ёки манфий бўлади. Асбобнинг нормал иш шароити дейилганда, уни шкалада кўрсатилган ҳолатда (масалан: вертикал ёки горизонтал) ўрнатиш, атроф-муҳит, ҳароратининг $+20^\circ$ бўлиши ва унинг ташқи магнит майдон таъсиридан холи бўлиши кўзда тутилади.

170. Магнитоэлектрическая система измерения — Магнитоэлектр ўлчаш системаси. М. ў. с. доимий магнитдан ва ўзгармас ток бериладиган кўзгалувчи рамкадан иборат. Кўзгалувчи рамка ўқига мил ўрнатилган бўлади. Асбобга ток берилганда бу ток билан магнит майдонининг ўзаро таъсиридан ҳосил бўлган электромагнит куч милни ҳаракатга келтиради. Милнинг бу куч таъсирида ток қийматиға пропорционал равишда бурилишини таъминлаш учун рамкага бериладиган ток унинг икки томонидаги ўқига ўрнатилган спираль пружиналардан ўтказилади. М. ў. с. дан ўзгармас ток амперметр ва вольтметрларни ясашда фойдаланилади. Уларни тўғрилагичлар билан таъминлаб, ўзгарувчан ток занжирларида фойдаланиш ҳам мумкин. Амперметрларда ички қаршилик кичик, вольтметрларда эса катта қилинади. Бу асбоблар нисбатан қиммат бўлса-да, шкалалар бўлинмалари бир хил ва ўлчаш аниқлиги юқори бўлганлиги сабабли кенг тарқалган.

171. Магнитоэлектрический осциллограф (вибратор) — Магнитоэлектр осциллограф (вибратор). Агар магнитоэлектр системадаги қўзғалувчи рамка ўрнига кам инерцияли бир ўрамдан иборат ғалтак қўйиб, унга ўзгарувчан ток берилса, бу ўрамнинг ўртасига ўрнатилган ойнача токнинг оний қийматига пропорционал бурчакка бурилади. Ойначадан қайтарилган нур амплитудасига қараб ток кучини белгилаш мумкин. Бундай вибраторли осциллографлардан ток синусоидасини бевосита кўриш ва уни фотоплёнкаларга туширишда фойдаланилади.

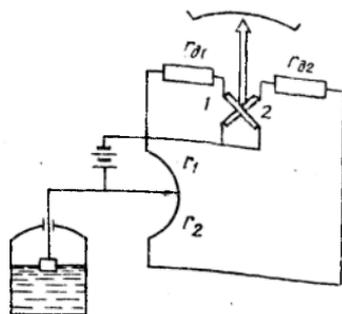
172. Электромагнитная система измерения — Электромагнит ўлчаш системаси. Бундай система қўзғалмас ғалтак ва қўзғалувчи пўлат ўзакдан иборат. Ғалтакдаги токдан ҳосил бўлган электромагнит таъсирида ўзак ғалтак ичига тортилади. Бунда ўзак ўкига пружиналар орқали ўрнатилган мил ток кучининг квадратига пропорционал равишда бурилади. Э. ў. с. даги асбобларнинг шкала бўлинмаси турлича бўлади ва уларнинг аниклик классификацияси пастроқдир. Аммо бундай асбоблар ўзгарувчан токда ҳам, ўзгармас токда ҳам ишлай олади ва тузилиш жиҳатидан содда ва арзон бўлади. Шу сабабли Э. ў. с. даги амперметр ва вольтметрлардан кенг фойдаланилади.

173. Электродинамическая система измерения — Электродинамик ўлчов системаси. Бундай система қўзғалмас ва қўзғалувчи ғалтаклардан иборат. Ғалтакларга ўзгармас ёки ўзгарувчан ток берилса, уларнинг ўзаро таъсири натижасида қўзғалувчи ғалтак ўкига ўрнатилган мил ғалтаклардаги токларга пропорционал равишда бурилади. Агар қўзғалмас ғалтак юклама занжирга кетма-кет, қўзғалувчи ғалтак параллел уланса, яъни улардан ўтадиган токлар юклама токига ва ундаги кучланишга боғлиқ бўлса, бундай асбоб қувватни ўлчашга имкон беради. Шунга кўра, Э. ў. с. асосида кўпинча ваттметрлар ясалади.

174. Электрические способы измерения неэлектрических величин — Ноэлектр катталикларнинг электр усулларда ўлчаш. Баъзан технологик жараён талабларига тўла амал қилиш учун кўпгина ноэлектр катталикларни ўлчаш ва улар асосида автоматик система тузишга тўғри келади. Агар бу катталиклар турли электр сигналларига айлантирилса, уларни ва улар орқали ноэлектр катталикларни электр усулида тез ва катта аникликда ўлчаш имкони туғилади. Бундай имкониятдан узок масофалардан туриб (дистанцион) ўлчашларда ҳам кенг фойдаланилади. Тезлик, босим, ҳарорат, сатҳ ва шу каби ноэлектр катталикларни электр сигналларига айлантирадиган элементлар датчик ёки ўзгартгич дейилади.

175. Параметрические преобразователи — Параметрик ўзгартгичлар. Ноэлектр катталикларни бирор R_a , C ёки L дан иборат электр занжир параметрига айлантирадиган ўлчаш қурилмасининг элементи П. ў. дейилади. Ҳар қандай П. ў. таркибида R_a , C ёки L катталикларни ўлчовчи ток манбаи бўлади. Бундай ўзгартгичларни реостатли, симли, терморезисторли, индуктивли, сифимий ва фотоэлектрли турларга бўлиш мумкин.

176. Реостатные преобразователи — Реостатли ўзгартгичлар. 86- расм, а ва б да Р. ў. нинг схемалари кўрсатилган. Бундай ўзгартгичда бир рамкали магнитоэлектр системадаги ўлчагич ёрдами билан чизиқий ўзгарувчи катталикларни, масалан, берк идишга қуйилаётган суюқлик сатҳининг кўтарилишини ва демак, унинг ҳажмини реостат сурилгичининг ҳолатига қараб узлуксиз равишда ўлчаш мумкин. 87- расмда икки рамкали магнитоэлектр системадаги логометр ўлчагичли ўзгартгичдан



87- расм

иборат сатҳ ўлчагич асбобининг схемаси кўрсатилган. Унда R_1 ва R_2 қаршиликли реостатнинг сурилгичи суюқлик юзидаги қалқович билан боғланган. Қалқович ҳолатига кўра логометрнинг 1 ва 2 ғалтакларидаги тоқлар нисбати R_1 ва R_2 қиймати билан аниқланади ва натижада асбоб милнинг бурилиши сатҳнинг неча метр кўтарилганлиги ёки пасайганлигини узлуксиз равишда кўрсатиб туради.

177. Проволочные преобразователи — Симли ўзгартгичлар. С. ў. 0,02 ÷ 0,04 мм диаметри, солиштирма қаршилиги катта бўлган ниҳром ва шу каби симлардан ясалади. Босим ёки бошқа деформацияловчи кучларни ўлчашда sinalадиган буюмга бириктирилган бу симнинг қаршилиги ўзгаришларидан фойдаланиб, ўлчаш асбоблари яратилади. С. ў. тензоқаршиликли ўзгартгичлар деб ҳам юритилади.

178. Терморезисторные преобразователи — Терморезисторли ўзгартгичлар. Т. ў. ларнинг ишлаш принципи тоқли ўтказгичнинг кизиши натижасида унинг қаршилиги ўзгаришига асосланган. Терморезистор сифатида платина, никель, мис сингари температура коэффиценти юкори бўлган металллардан фойдаланилади. Терморезисторли термометрлар 500° гача бўлган температураи ўлчашда қўлланилади.

179. Индуктивные преобразователи — Индуктив ўзгартгичлар. Тузилиши электромагнитдан иборат. Бунда И. ў. якорининг ҳолати ўлчанадиган механик куч, босим ёки чизиқий силжиш ва ш. к. га боғлиқ ҳолда ўзгаради. Якорь ҳолатининг ўзгариши билан магнит занжирининг тўла қаршилиги (ғалтак индуктивлиги) ўзгаради. Бундан фойдаланиб, турли механик катталикларни ўлчайдиган асбоблар ясалади.

180. Ёмкостные преобразователи — Сигимий ўзгартгичлар. Ўлчанадиган ноэлектр катталикларнинг ўзгаришларига боғлиқ ҳолда конденсатор сигимининг ўзгаришига асосланган ўзгартгичлар С. ў. дейилади.

181. Генераторные преобразователи — Генератор ўзгартгичлар. Ноэлектр катталикларни ўлчаш учун уларни ЭЮК га айлантирадиган ўзгартгичлар Г. ў. дейилади. Булар ишлаш принципига кўра индукцион, термоэлектр ва пьезоэлектр ўзгартгичларга бўлинади.

182. Индукционный преобразователь — Индукцион ўзгартгич. Асосан айланиш частоталарни ўлчашга мўлжалланган доимий

магнитли ўзгармас ёки ўзгарувчан ток тахогенератори ва ўлчагич асбобдан иборат қурилма И. ў. дейилади.

183. Термoeлектрические преобразователи — Термoeлектр ўзгартгичлар. Магнитоэлектр системадаги ўлчагич ва термopарадан иборат температура ўлчовчи асбоб термoeлектр пирометр дейилади. Бунда температураси ўлчанадиган жойга термopарани киритиб, унда ҳосил бўлган ЭЮК ўлчагичга берилади.

184. Пьезоэлектрические преобразователи — Пьезоэлектр ўзгартгичлар. Кварц кристалли бирор куч билан босилса, унинг сиртида потенциаллар айирмаси ҳосил бўлади. Бу ҳодиса пьезоэлектр эффект дейилади. Демак, П. ў. дан босим ва кучларни ўлчашда фойдаланиш мумкин.

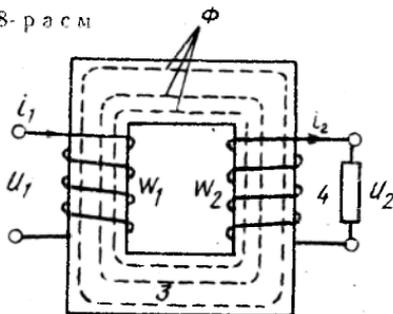
IX БУЛИМ

ТРАНСФОРМАТОРЛАР

185. Однофазный трансформатор — Бир фазали трансформатор. Ўзгарувчан ток кучланишини ўзгартирувчи статик электромагнит аппарат Т. дейилади. Т. лардан жуда кўп мақсадларда фойдаланилади. Хусусан электр энергиясини узок масофаларга узатишда ва истеъмолчиларга тақсимлашда жумхурият, ҳатто бир неча мустақил давлат микёсида умумий энергетик системалар яратишда Т. лар бекиёс катта аҳамиятга эга. 88-расмда Б.ф.т. нинг тузилиши ва ишлаш принципига доир схема берилган. Бундай оддий трансформатор берк пўлат ўзакка ўралган бирламчи W_1 ва иккиламчи W_2 чулгамлардан иборат бўлади. Бундай трансформаторнинг электр тармоғига уланадиган чулғами ва унга тегишли параметрлар бирламчи, истеъмолчиларга уланадиган чулғами ва унга тегишли параметрлар эса иккиламчи деб юритилади. Бирламчи чулғамга берилган ўзгарувчи u_1 кучланишдан i_1 ток ва пўлат ўзак орқали ёпилувчи Φ магнит оқими ҳосил бўлади. Электромагнит индукция қонунига мувофиқ ўзгарувчан Φ магнит оқими билан кесилувчи бирламчи чулғамда ўзиндукция ЭЮК $e_1 = -W_1 \frac{d\Phi}{dt}$, иккиламчи

чулғамда эса ўзароиндукция ЭЮК $e_2 = -W_2 \frac{d\Phi}{dt}$ юзага келади. Бу

88-расм



ЭЮК ларнинг эффектив қийматлари қуйидагича бўлади: $E_1 = 4,44 W_1 f \Phi_m$ ва $E_2 = 4,44 W_2 f \Phi_m$. Бунда f — ток частотаси, Φ_m — ўзакдаги магнит оқимнинг максимал қиймати. Агар иккиламчи чулғамга юклама уланса, i_2 юклама токи ва иккиламчи кучланиш U_2 ҳосил бўлади.

186. Коэффициент трансформации — Трансформациялаш коэффициенти. Юкори кучланишли чулгамдаги ЭЮК кийматининг паст кучланишли чулгамдагига нисбати трансформаторнинг T . к. дейилади ва K билан белгиланади. Агар юкори кучланишли чулгам бирламчи бўлса, $K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2}$, акс ҳолда $K = \frac{E_2}{E_1} = \frac{W_2}{W_1}$ бўлади. T . к.

трансформаторга берилган кучланишнинг неча марта кучайтирилганлиги ёки пасайтирилганлигини ифодалайди. Шунга кўра, $K = \frac{E_2}{E_1}$ бўлганда трансформатор кучайтирувчи, $K = \frac{E_1}{E_2}$ бўлганда

эса пасайтирувчи дейилади. Электр энергиясини узоқ масофаларга узатишда кучайтирувчи трансформаторлар қўлланилади. Бунда юкори энергетик кўрсаткичларга эришиш учун узатиш линиясининг ҳар бир км масофасига 1 кВ кучланиш тўғри келиши керак. Дарҳақиқат, Жоуль-Ленц қонунига мувофиқ электр энергиясини узатишда линиянинг кизитишга сарфланадиган қувват исрофи $I^2 R_0$ бўлади. Демак, трансформатор ёрдамида иккиламчи кучланиш

U_2 ни кўпайтириб, линиядаги токни пропорционал равишда камайтириш керак. Натижада линияни кизитишга кетадиган қувват исрофи кескин камаяди. Шу билан бирга линияга кетадиган рангли металл анча тежаллади ҳамда кичикрок токларга мўлжалланган ингичкарок (енгил) сим ишлатиш имкони туғилади. Бунда линияни қуриш ишлари ҳам бирмунча осонлашади. Электр станцияларидаги уч фазали синхрон генераторларнинг номинал кучланиши ($0,4 \div \div 21$ кВ) етарли даражада юкори эмас. Шу сабабли бундай кучланишли энергияни узоқ масофаларга узатишда кучайтирувчи, истеъмолчиларга тақсимлашда эса пасайтирувчи трансформаторлардан фойдаланилади. Ҳозир кучланишни 1000 кВ дан ҳам юкори кучайтира оладиган трансформаторлар яратилган.

187. КПД трансформатора — Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти (ФИК). Трансформатордан олинган актив P_2 қувватнинг унга электр тармоғидан берилган актив P_1 қувватга нисбати $\frac{P_2}{P_1}$ трансформаторнинг ФИК дейилади ва η билан белгиланади, яъни

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{II} + P_M} \text{ ёки } P_2 \text{ ўрнига унинг номинал киймати } P_{2H} =$$

$$= S_H \cos \varphi_2 \text{ қўйилса, } \eta \text{ нинг номинал киймати } \eta_H = \frac{P_{2H}}{P_{2H} + P_{II} + P_M}$$

бўлади. Бунда S — трансформаторнинг тўла қуввати, P_{II} — трансформаторнинг пўлат ўзагини кизитишга, P_M эса чулгамларнинг кизитишга сарфланадиган қувват исрофи. Турли юкламалардаги η ни аниқлаш учун трансформаторнинг юкланиш коэффициенти

$$K_{Ю} = \frac{P_2}{P_{2H}} \text{ дан фойдаланилади, яъни } \eta = \frac{K_{Ю} S_H \cos \varphi_2}{K_{Ю} S_H \cos \varphi_2 + P_{II} + K_{Ю}^2 P_M}. \text{ Бу}$$

ифодадан η нинг максимал кийматини аниқлаш учун ундан

$\frac{d\eta}{dK_{\text{Ю}}}$ хосиласи топилади ва нолга тенгланади. Сўнгра бу тенгламадан

$P_{\text{II}} = K_{\text{Ю}}^2 P_{\text{M}}$ бўлгандаги $\eta = \eta_{\text{макс}}$ аниқланади. Бундан $K_{\text{Ю}}$ нинг опти-

мал қиймати $K_{\text{Ю,оп}} = \sqrt{\frac{P_{\text{II}}}{P_{\text{M}}}}$ топилади. Трансформаторнинг салт иш-

лаш ва қиска тугашув тажрибаларидан фойдаланиб, P_{II} ва P_{M}

қийматлари ва уларнинг нисбати аниқланади. Одатда $\frac{P_{\text{II}}}{P_{\text{M}}} \approx \frac{1}{3} \div \frac{1}{4}$

бўлади. Демак, $K_{\text{Ю}} = 0,5 \div 0,58$ бўлганида ФИК $\eta = \eta_{\text{макс}}$ га эри-

шади. $K_{\text{Ю}}$ га 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1 қийматлари берилиб, η нинг турли

юкламалардаги қийматлари топилади. Трансформаторлар амалда

60 ÷ 70 % юкламада ишлатилади. Катта қувватли трансформаторларда ФИК 98 ÷ 99 % га етади.

188. Режим холостого хода трансформатора — Трансформаторнинг салт ишлаш режими.

Трансформаторнинг бирламчи чулғамга номинал кучланиш берилиб, иккиламчиси юкламасиз бўлган

режими унинг С. и. р. дейилади. Бу режимнинг векторлар диаграммасини

ясаш учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ трансформаторнинг

бирламчи ва иккиламчи чулғамларидаги ЭЮК лар тенгламаси тузилади:

$$u_1 + e_1 + e_{s_1} = i_0 R_1; \text{ бундан } u_1 = -e_1 - e_{s_1} + i_0 R_1$$

ёки $\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 - \dot{E}_{s_1} + \dot{I}_0 R_1$ ва $E_2 = U_2$ бўлади. Бунда $E_{s_1} = jI_0 x_1$ —

сочилма магнит оқими Φ_s дан бирламчи чулғамда ҳосил бўлган ЭЮК,

x_1 — индуктив сочилма қаршилик. 89-расмда бу тенгламалар

асосида ясалган вектор диаграммаси кўрсатилган. Салт иш режимидаги I_0

токнинг қиймати бирламчи чулғам номинал тоқининг 2 ÷ 10 фоизини ташкил

қилади. Шу сабабли $I_0 R_1$ ва E_{s_1} ни ҳисобга олмаслик ҳам мумкин. Бунда $U_1 \approx -E_1$

бўлади, холос. С. и. р. даги I_0 ток индуктив характерга эга бўлганлиги сабабли, электр

тармоғининг қувват коэффициентини пасайтиради (трансформаторлар билан генератор

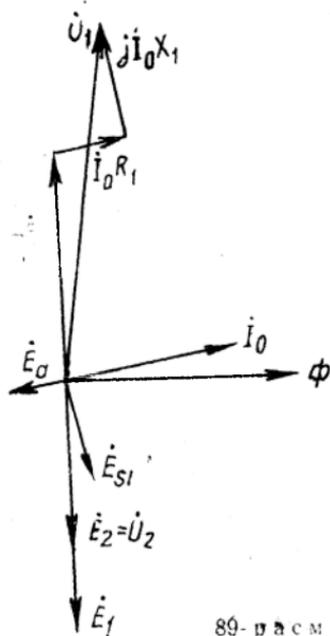
энергияси 7 ÷ 8 марта трансформацияланиши сабабли уларнинг электр тармоғидаги қуввати генераторларникидан

6 ÷ 7 марта катта). Шу сабабли трансформаторлар асинхрон моторлар сингари

реактив энергиянинг асосий (20 ÷ 25 %) истеъмолчиларидан ҳисобланади. Бинобарин

тўла юкланмаган трансформаторларни алмаштириш ёки иложи борича уларни

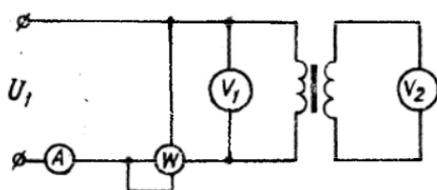
электр тармоғидан ажратиш билан қувват коэффициентини бирмунча кўтариш мумкин.



89-расм

189. Опыт холостого хода —

Салт ишлаш тажрибаси. Салт иш режимида ишлаётган трансформатор параметрларини аниқлаш учун қилинадиган тажриба С. и. т. дейилади. 90-расмда салт иш режимида доир схема кўрсатилган. Унда бирламчи чулғамга номинал кучланиш U_1 бериб, амперметр ва ваттметр билан I_0 ва P_0 , вольтметр билан эса U_1 ва U_2 ўлчанади. Магнитловчи носинусоидал I_0 токининг қиймати кичик ва $I_2=0$ бўлганлиги сабабли бирламчи чулғамнинг кизитишга сарфланган кувват исрофини ҳисобга олмай, $P_0 \approx P_n$; $U_1 \approx E_1$ ва $E_2 \approx U_2$ деб қабул қилинади. Демак, бу тажрибадан трансформатор пўлат ўзагининг кизитишга сарфланган кувват исрофи $P_n = P_0$ топилади. Бунда $P_0 = (0,2 \div 0,8) \% S_n$ ҳамда $P_0 \equiv B_m^2 \equiv \Phi_m^2 \equiv E_1^2 \equiv U_1^2$ бўлади. С. и. т. дан трансформациялаш



90-расм

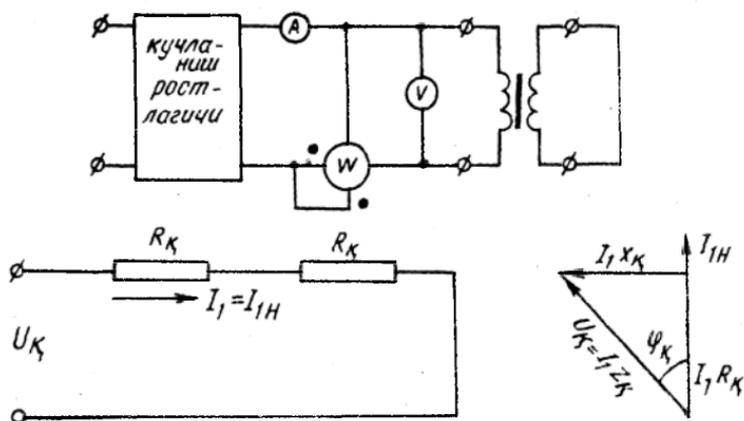
коэффициентининг қиймати K ҳам аниқланади: $K = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_2}$.

190. Режим короткого замыкания трансформатора — Трансформаторнинг қиска туташув режими.

Номинал юклама билан ишлаётган трансформаторнинг иккиламчи чулғами тасодифан қиска туташиб қолса, ундан номиналга нисбатан 10–20 марта катта ток ўтиши мумкин. Бунда релели химоялагичлар ишга тушиб, уни бир онда электр тармоғидан ажратади, акс ҳолда, трансформаторда катта авария содир бўлиши мумкин. Қиска туташувдаги трансформатор параметрларини аниқлаш учун қиска туташув тажрибасидан фойдаланилади.

191. Опыт короткого замыкания — Қиска туташув тажрибаси.

Трансформаторнинг иккиламчи чулғамини ўз-ўзига ёки амперметр орқали қиска туташтириб, бирламчи чулғамга бериладиган кучла-



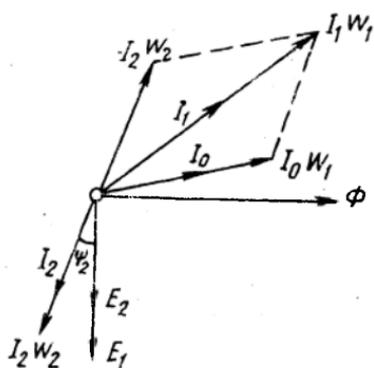
91-расм

нишни нолдан то чулғамдаги тоқлар ўз номинал қийматларига етгунча ошириб бориладиган тажриба Қ.т.т. дейилади. 91-расмда трансформаторнинг Қ.т.т га доир уланиш схемаси, эквивалент схемаси ва вектор диаграммаси берилган. Бунда бирламчи чулғамга бериладиган ва бирламчи ҳамда иккиламчи чулғамда номинал тоқлар ҳосил қиладиган кучланиш қисқа туташув кучланиши U_k дейилади. Унинг қиймати $U_k = (5,5 \div 11) \% U_{1n}$ бўлади (U_{1n} бирламчи чулғамнинг номинал кучланиши). U_k қиймати кичик бўлгани сабабли пўлат ўзакнинг қизишига сарфланган қувват исрофи ҳисобга олинмайди. Шунга кўра эквивалент схемада ҳам магнитловчи занжир кўрсатилмаслиги мумкин. Бунда иккала чулғамдаги тоқлар номинал бўлгани учун ваттметр билан ўлчаб олиннадиган P_k қувват чулғам мисларини қизитишга сарфланувчи қувват исрофи P_m деб қабул қилинади, яъни $P_m = P_k$. Бу қувват умумий қувватнинг 1—3 фоизи ни ташкил қилади, яъни $P_k = (1 \div 3) \% S_n$. Қ.т.т. дан ўлчаб топилган P_k , U_k ва I_k дан фойдаланиб, вектор диаграммасини ясаш учун керак бўлган қуйидаги параметрлар аниқланади:

$$Z_k = \frac{U_k}{I_k}; \quad R_k = \frac{P_k}{I_k^2} = R_1 + R_2^*; \quad X_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2}; \quad \cos\varphi_k = \frac{P_k}{I_k U_k}.$$

192. Режим нарузки трансформатора — Трансформаторнинг юклама режими. Агар салт иш режимидаги трансформаторнинг иккиламчи чулғамига Z_n юклама уланса, юклама токи I_2 ҳосил бўлади. Бунда бирламчи чулғам занжиридаги кучланиш тушуви кичик бўлганлиги сабабли ҳисобга олинмаса, $U_1 \simeq E_1 = 4,44fW_1\Phi_m$ бўлади. Электр тармоғи кучланиши ва частотаси ўзгармас қийматга эгалигидан $\Phi_m = \frac{U}{4,44fW_1} = \text{const}$. Бу ифодага мувофиқ магнитловчи

тоқдан ҳосил бўлган асосий магнит оқими юклама токига боғлиқ бўлмай, унинг қиймати фақат бирламчи чулғамга берилган кучланиш билан аниқланади. Магнит оқимнинг юклама режимидаги қиймати бирламчи ва иккиламчи чулғамлардаги магнит юритувчи кучлар йиғиндисидан ҳосил бўлади. Демак, МЮК ларнинг тенгламаси $I_0W_1 = I_1W_1 + I_2W_2$ бўлади. Бундан $I_1W_1 = I_0W_1 - I_2W_2$ келиб чиқади.



Бу тенгламага, асосан МЮК ларнинг вектор диаграммаси ясаллади (92-расм). Демак, бирламчи чулғамдаги I_1W_1 МЮК трансформатор ўзагини магнитлантирса, иккиламчи чулғамдаги МЮК уни магнитсизлайди. МЮК лар тенгламасини W_1 га бўлсак, $I_0 = I_1 + I_2 \frac{W_2}{W_1}$ ёки $I_0 = I_1 + \frac{I_2}{K}$ ҳосил бўлади. Бунда $\frac{I_2}{K}$ нисбат — иккиламчи токнинг бирламчи токка келтирилган қиймати дейилади.

193. Приведенный трансформатор — Келтирилган трансформатор. Транс-

92-расм

форматорнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари ўзаро электр боғланмаганлиги ҳамда уларнинг параметрлари турлича бўлганлиги сабабли бу чулғамларга тегишли вектор катталикларини бевосита қўшиш ёки айириш мумкин эмас. Ток ва кучланишларнинг вектор диаграммасини ясаш учун, аввало, иккала чулғамдаги катталикларни бир масштабга келтириш керак. Одатда иккиламчи чулғамдаги катталиклар бирламчи чулғамдаги катталиклар масштабига келтирилади ва уларга K белгиси қўйилади. Агар бирламчи чулғам юкори кучланишли деб олинса, E_2 нинг келтирилган қиймати E_2^K ни топиш учун E_2 ни K га кўнайитириш кифоя, яъни

$E_2^K = E_2 \cdot K = E_1$, шунингдек $U_2^K = U_2 \cdot K$ бўлади. Иккала чулғамдаги

куватларнинг ўзаро тенглик шарти $E_2 I_2 = E_2^K I_2^K$ дан I_2^K қиймати

аникланади: $I_2^K = \frac{E_2 I_2}{E_2^K} = \frac{I_2}{k}$. Шунга ўхшаш, $I_2^2 R_2 = (I_2^K)^2 R_2^K$ дан

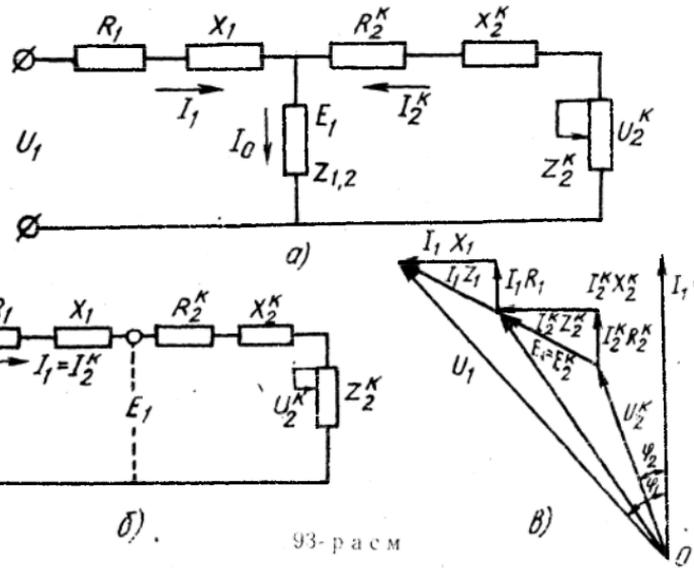
$$R_2^K = \frac{I_2^2 R_2}{(I_2^K)^2} = \frac{I_2^2 R_2 K^2}{I_2^2} = R_2 \cdot K^2 \text{ топилади. Бунда, } R_2^K \text{— келтирилган ак-$$

тив қаршилик. Демак, келтирилган реактив қаршилик

$$X_2^K = \frac{E_{s2}^K}{I_2^K} = \frac{K \cdot E_{s2}}{I_2} = X_2 \cdot K^2, \text{ тўла қаршилик } Z_2^K = \sqrt{R_2^{K2} + X_2^{K2}} = Z_2 \cdot K^2$$

ва юклама қаршилиги $Z_n^K = Z_n \cdot K^2$ бўлади. Иккиламчи чулғам параметрлари бирламчига келтирилган трансформатор К.т. дейилади. Бунда иккала чулғамни ўзаро электр боғланган деб қараб, К.т. учун эквивалент схема тузиш имкони яратилади.

194. Эквивалентная схема трансформатора — Трансформаторнинг эквивалент схемаси. Иккиламчи параметрлари бирламчига



93-расм

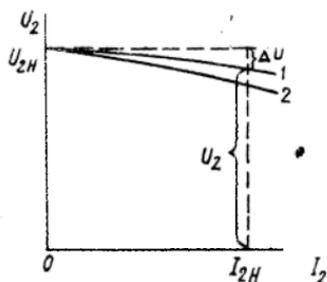
келтирилган трансформаторни унга эквивалент бўлган электр схемаси билан алмаштириш мумкин. Демак, келтирилган трансформаторга эквивалент бўлган электр схемаси Т.э.с. дейилади. Т.э.с. асосида ундаги электромагнит жараёнларни таҳлил қилиш ҳамда трансформатор уланган электр тармоғини ҳисоблаш анча енгиллашади. 93-расм, а да Т.э.с., б да унинг соддалаштирилган эквивалент схемаси ва в да соддалаштирилган эквивалент схемасига тегишли вектор диаграммаси кўрсатилган. Т.э.с. да трансформаторнинг бирламчи чулғами эквивалент актив R_1 ва индуктив X_1 , иккиламчи чулғами R_2^* ва X_2^* қаршиликлар, магнит занжири эса тўла Z_{12} қаршилик билан ифодаланади. Бунда юклама (Z_2^* қаршилиги) актив-индуктив характерли деб қабул қилинади. Магнитловчи I_0 токнинг кичиклиги сабабли у кўпинча ҳисобга олинмайди. Бунда Т.э.с. бирмунча соддалашади (93-расм, б). Трансформаторнинг салт ишлаш ва қисқа туташув тажрибаларидан аниқланган параметрларидан фойдаланиб, эквивалент схема (93-расм, б) асосида унинг вектор диаграммаси ясалади (93-расм, в).

195. Внешняя характеристика трансформатора — Трансформаторнинг ташқи характеристикаси. Иккиламчи чулғамдаги U_2 кучланишнинг юклама I_2 токига боғланишини ифодаловчи $U_2=f(I_2)$ график Т.т.х. дейилади.

Юклама токи ошиб борса, иккиламчи чулғамдаги кучланишнинг тушуви ҳам кўпайиб боради, U_2 нинг қиймати эса камайиб боради. 94-расмда Т.т.х. кўрсатилган. Бунда 1-эгри чизик $\cos \varphi=1$ даги, 2-эгри чизик эса актив-индуктив юклама $\cos \varphi=0,8$ даги $U_2=f(I_2)$ графикларидир. $U_{2н}$ — салт ишлаш ($I_2=0$) режимдаги иккиламчи кучланиш; U_2 — номинал юклама $I_2=I_{2н}$ даги иккиламчи кучланиш;

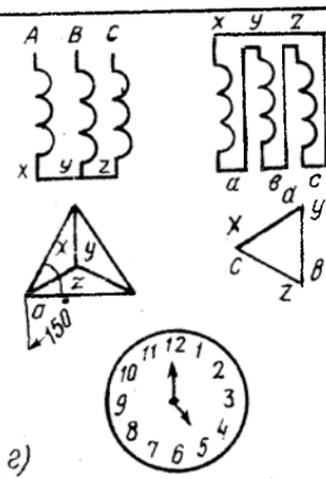
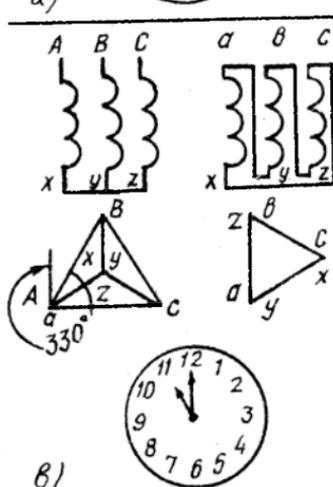
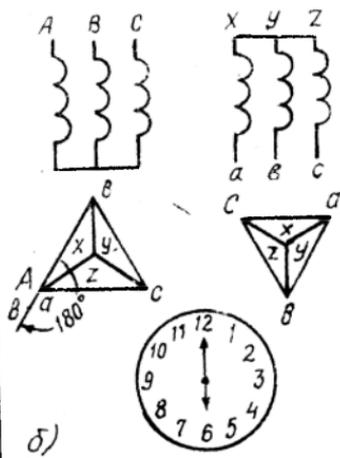
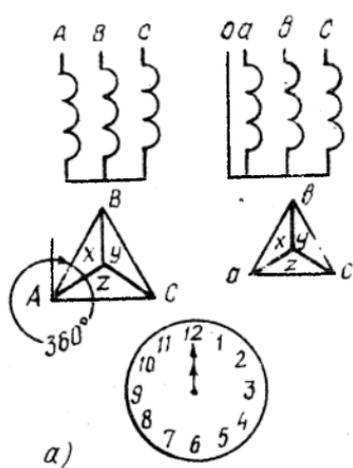
$\Delta U_n = U_{2н} - U_2$ ёки $\Delta U_n \% = \frac{U_{2н} - U_2}{U_{2н}} \cdot 100$ — иккиламчи кучланиш пасайишининг номинал қиймати. Хусусан, қувват коэффиценти $\cos \varphi=0,8$, қисқа туташув кучланиши $U_k = (5,5 \div 10,5) \% U_{2н}$ бўлган трансформаторларда $\Delta U_n = (4 \div 8) \% U_{2н}$ бўлади.

196. Трёхфазный трансформатор — Уч фазали трансформатор. Уч фазали ток кучланишини ўзгартиришга мўлжалланган статик электромагнит аппарат У.ф.т. дейилади. Бундай трансформаторнинг уч стерженли берк пўлат ўзакка ўрнатилган бирламчи ва иккиламчи уч фазали чулғамлари юдуз ёки учбурчак схемаларида уланади. У.ф.т. ни учта бир фазали трансформаторлар гуруҳидан ҳам тузиш мумкин. Бир фазали трансформаторга тааллуқли мулоҳазаларни (симметрик юкламада) уч фазали трансформаторга ҳам қўллаш мумкин.



94-расм

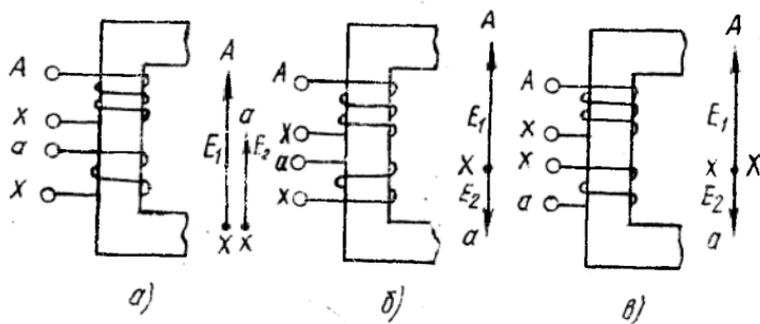
197. Группа соединения — Ула-ниш гуруҳи. Параллел ишлашга уланувчи уч фазали трансформа-



Чулғамаларнинг улашиш схемалари		Вектор диаграммалари		Шартли белгилар
Ю.К.	П.К.	Ю.К.	П.К.	

торларнинг чулғамларини улаиш гуруҳи бир хил бўлиши керак. 95- расмда трансформаторнинг юкори ва паст кучланишли чулғамларини улаиш схемалари, вектор тасвирлари ва У.г. га доир чизма ҳамда уларнинг шартли белгилари кўрсатилган. Трансформатор чулғамларининг улаиш усуллари У.г. билан аниқланади ва рақамлар билан белгиланади. Бу рақамлар юкори ва паст кучланишли чулғамларнинг линия кучланиши векторлари орасидаги бурчакни ифодалайди ва У.г. номерини белгилайди. Агар вектор тасвирига биноан, юкори кучланишли чулғамга тегишли линия кучланиши векторини 12 сони томон йўналган минутлар стрелкаси билан ифодалаб, паст кучланишлига тегишли соатлар стрелкаси билан ифодаланса, соатлар милининг кўрсатган сони У.г. нинг номери бўлади. 95- расм, а да, трансформаторнинг 12- У.г. га доир схема, тасвир ва шартли белги кўрсатилган. Агар бундай улаишли трансформатор паст кучланишли чулғамининг бош ва охирилари ўзаро алмаштирилса, 95- расм, б да кўрсатилган У.г. олинади. Трансформатор чулғами учун шартли равишда боши ва охири тушунчаси қабул қилинади ва ундан чулғамларни тўғри улашда фойдаланилади. Дарҳақиқат, агар бирламчи ва иккиламчи чулғамлар пўлат стерженга нисбатан бир хил томонга ўралиб, чулғамнинг юкори томонидаги учини унинг боши, паст томондагисини унинг охири деб қабул қилинса, у ҳолда бу чулғамларнинг бир хил магнит оқими билан кесилишидан ҳосил бўлган ЭЮК векторларининг фазаси ўзаро мос бўлади (96- расм, а). Агар бу чулғамлар қарама-қарши томонга ўралса, улардаги ЭЮК векторлари ҳам ўзаро қарама-қарши йўналади (96- расм, б). Агар чулғамлар бир томонга ўралиб, уларнинг бирини юкори ва пастки учларининг белгилари ўзаро алмаштирилса, бу чулғамлардаги ЭЮК векторлари яна қарама-қарши йўналган бўлади (96- расм, в). 96- расмда чулғам боши ва охири тушунчасига онд чизма кўрсатилган.

198. Схемы соединения обмоток трансформатора — Трансформатор чулғамларининг улаиш схемалари. Трансформаторнинг юкори кучланишли чулғами одатда юлдуз (Y) схемасида уланади. Бунда фаза чулғамининг изоляцияси электр тармоғидагига нисбатан



96- расм

$\sqrt{3}$ марта паст кучланишга ҳисобланади. Паст кучланишли чулғам эса кўпинча учбурчак (Δ) схемасида уланади. Бунда фаза чулғамидан ўтайдиган ток қиймати линиядагига нисбатан $\sqrt{3}$ марта кичик бўлади. Демак, Y/Δ схемаси асосида яратилган трансформатор нархи Δ/Y схемадаги трансформаторга нисбатан анча арзон. Чулғамларнинг Y/Y схемаси кўпинча кичик қувватли (2500 кВа гача) трансформаторларда учратилади. Бунда истеъмолчига икки хил кучланиш бериш имкони бўлади. Аммо, бу уланишда магнит оқимининг учинчи гармоникасидан кўшимча қувват исрофи ҳосил бўлади. Магнит оқимидаги учинчи гармоникани йўқотиш учун чулғамлардан бирини учбурчак схемасида улаш керак. Шу сабабли ҳам трансформатор чулғамлари кўпинча Y/Δ схемада уланади.

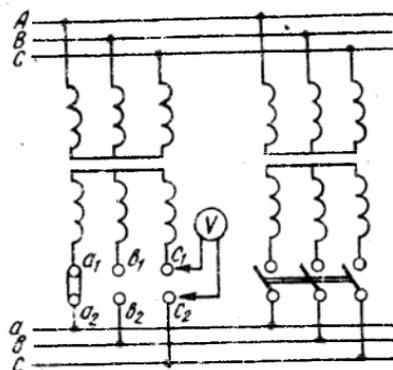
199. Коэффициент трансформация 3-х фазного трансформатора — Уч фазали трансформаторнинг трансформациялаш коэффициенти. Бундай трансформаторнинг трансформациялаш коэффициенти-нинг қиймати K ҳам салт ишлаш режимидан аниқланади:

$K = \frac{U_{\Delta X}}{U_{\Delta X}}$. Бунда $U_{\Delta X}$, $U_{\Delta X}$ — тегишлича юкори ва паст кучланишли чулғамларнинг бир хилдаги фазасига тегишли фазавий кучланишлар. Агар трансформатор чулғамлари Y/Y схемасида уланса, линия кучланишларининг нисбати

$$K = \frac{U_{AB}}{U_{ab}} = \frac{U_{BC}}{U_{bc}} = \frac{U_{CA}}{U_{ca}}; Y/\Delta \text{ да } \sqrt{3} K; \Delta/Y \text{ да } \frac{K}{\sqrt{3}}; \Delta/\Delta \text{ да эса,}$$

K бўлади.

200. Параллельная работа трансформаторов — Трансформаторларнинг параллел ишлаши. Трансформаторнинг қуввати истеъмолчиларга етарли бўлмаса ёки узатилиши керак бўлган қувват трансформаторниқидан катта бўлса, икки ва ундан кўп Т.п.и. дан фойдаланилади. Бунда трансформаторларнинг бирламчи чулғамлари бир электр тармонига уланса, иккиламчилари бошқага уланади. 97-расмда иккита уч фазали трансформаторнинг параллел ишлашга уланиш схемаси кўрсатилган. Параллел ишлашга уланувчи трансформаторлар параллел ишлаш шартларига кўра бир хил уланиш группасида бўлишлари, уларнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларининг номинал кучланишлари ҳамда бу чулғамлардаги актив ва индуктив кучланиш тушувлари ёки уларнинг қисқа тугашув кучланишлари ўзаро тенг бўлиши керак. Шунингдек, параллел ишлашга уланувчи трансформатор қувватларининг ўзаро нисбати учдан ортиқ бўлмаслиги керак. Бу параллел ишлаш шартларига риоя қилинганда ҳар бир трансформа-

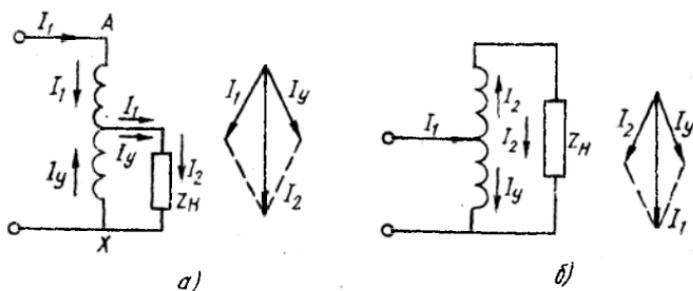


97-расм

торга таксимланадиган юклама унинг кувватига пропорционалдир, акс холда трансформаторлар чулғамидан қўшимча (тенглаштирувчи) тоқлар ўтади ва авария содир бўлади.

201. Специальные трансформаторы — Махсус трансформаторлар. Махсус мақсадлар учун белгиланган трансформаторлар М.т. дейилади. Уларнинг ишлаш йўриги ҳам, электромагнит индукцияси конунига асосланган. М.т. каторига автотрансформатор, пайвандлаш трансформатори, ўлчаш трансформатори ва шу каби махсус тузилишга эга бошқа трансформаторлар киради.

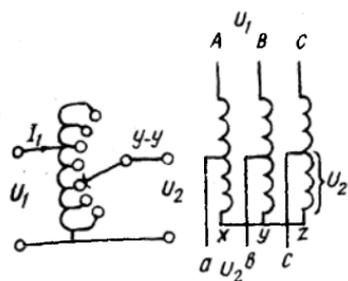
202. Автотрансформатор — Автотрансформатор. Берк занжирли пўлат ўзакка ўралган битта чулғамли трансформатор А. дейилади. А. ҳам оддий трансформатор сингари берилаган кучланишни кучайтириш ёки пасайтириш учун ишлатилади. Кучайтирувчи А. да бирламчи чулғам вазифасини иккиламчи чулғамнинг бирор қисми бажаради, пасайтирувчи трансформаторда эса иккиламчи чулғам вазифасини бирламчи чулғамнинг бирор қисми бажаради. 98-расм, а да пасайтирувчи, б да кучайтирувчи А. схемаси кўрсатилган. А. лардан



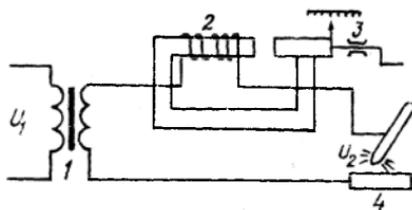
98-расм

катта кувватли асинхрон ва синхрон моторларни ишга туширишда ишга тушириш тоқларини камайтириш мақсадида фойдаланилади. 99-расмда лабораториялар ва маиший хизмат корхоналарида ишлатиш учун қулай бўлган ва кенг тарқалган бир ва уч фазали лаборатория автотрансформатор (кискача — латр) ларининг схемалари кўрсатилган. А. нинг трансформациялаш коэффициенти $K = 1,25 \div 2$ чегарасида бўлади. Агар $K > 2$ қилинса, А. тежамсиз бўлади. Бирламчи ва иккиламчи чулғамлари ўзаро электр боғланганлиги сабабли А. дан намлиги катта хоналарда $12 \div 24$ В кучланиш олиб ишлатиш ман этилади.

203. Сварочный трансформатор — Пайвандлаш трансформатори. Электр тармоғидаги кучланишни салт ишлаш режимида 60—70 В га-ча пасайтириб берадиган ва пайвандлаш учун зарур катта токка мўлжалланган бир фазали трансформатор П.т. дейилади. 100-расмда П.т. нинг принципиал схемаси кўрсатилган. Унда пайвандлаш тоқининг киймагини ростлаш учун индуктив қаршилиги ростланадиган дросселдан фойдаланилади. Дросселнинг пўлат ўзақлари орасидаги ҳаво браллиги оширилса, унинг чулғамидаги индуктив қаршилиқ камаяди, пайвандлаш тоқи эса кўпаяди ва аксинча.



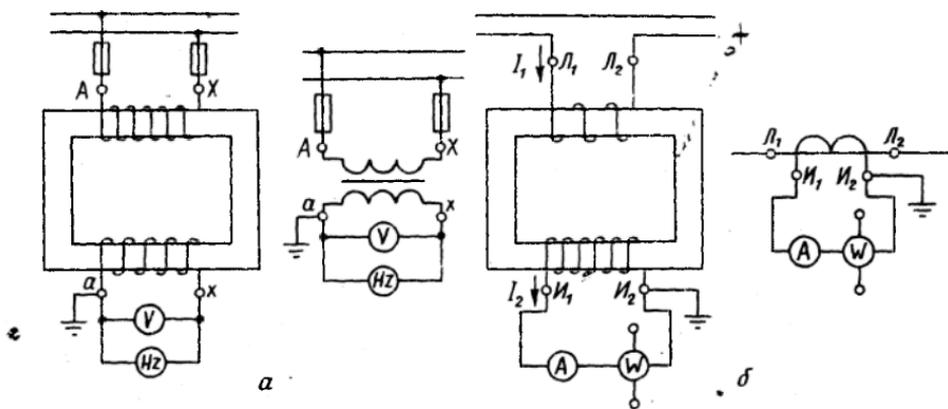
99-расм



100-расм

Ҳозирги пайтда ток қийматини ростловчи дроссели трансформатор кожухининг ичига ўрнатилган СТАН-1 типдаги П.т. кенг тарқалган. Бундай трансформаторнинг қуввати 22 КВА, пайвандлаш токнинг ростлаш диапазони $60 \div 480$ А, бирламчи қучланиши $220 \div 380$ В, салт иш режимидаги иккиламчи қучланиши 60—70 В, фойдаланиш коэффициенти 0,83, қувват коэффициенти 0,52, массаси 185 кг.

204. Измерительные трансформаторы — Ўлчаш трансформаторлари. Электр тармоқларидаги юқори қучланишни ва катта қийматли тоқларни пасайтириб берувчи трансформаторлар Ў.т. дейилади. Бундай трансформаторлардан релели химоялаш ва автоматик контрол занжирларида ҳам кенг фойдаланилади. Юқори қучланишли қурилмаларда Ў.т. дан фойдаланиш ўлчаш асбобларининг ҳамда хизмат қилувчи ходимларнинг хавфсизлигини таъминлайди. Қучланишни пасайтириш учун белгиланган Ў.т. қучланиш трансформатори, токни пасайтирувчи трансформаторлар эса ток трансформатори деб аталади. 101-расм, а да қучланиш трансформаторининг, б да ток трансформаторининг принципаал схемалари ва шартли белгилари, кўрсатилган.

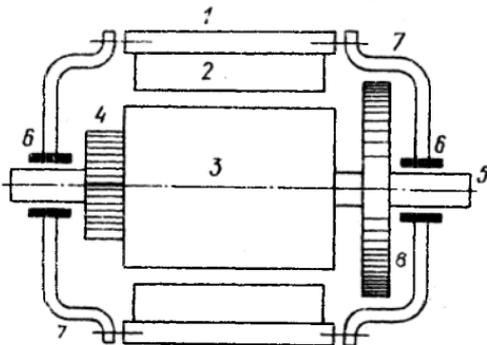


101-расм

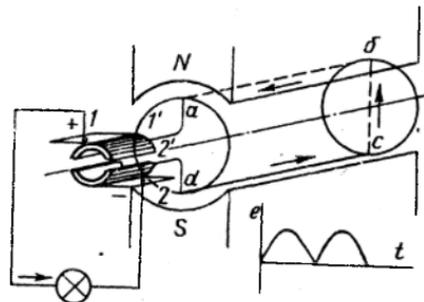
ЎЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИ ВА МОТОРЛАРИ

205. **Электрические машины постоянного тока — Ўзгармас ток электр машиналари.** Электр энергиясини механик энергияга айлантирувчи электр моторлар ва механик энергияни электр энергиясига айлантирувчи электр генераторлар ў.т.э.м. дейилади. ў.т.э.м. аввало ток турига қараб ўзгармас ва ўзгарувчан ток машиналарига ажратилади. ўзгарувчан ток машиналари, ишлаш принципига кўра, асинхрон ва синхрон машиналарга бўлинади. Улар бир, икки ва уч фазали тузилишларда ишлаб чиқарилади. Кучланиш қийматига қараб. ў.т.э.м. паст ва юқори кучланишли машиналарга бўлинади. Қувватга қараб ў.т.э.м. микро (жажжи) машиналарга (бир неча Вт дан 500 Вт гача), кичик қувватлиларга (0,5 кВт дан 10 кВт гача), ўрта қувватлиларга (10 кВт дан бир неча юз кВт гача) ва катта қувватлиларга (бир неча 100 кВт дан бир неча минг, 10 минг кВт гача) ажратилади.

ў.т.э.м. ҳам бошқа электр машиналари сингари, генератор ва мотор вазифасида ишлай олади. Юқори ва паст кучланишли турли қувватлардаги ўзгармас ток генераторларидан электролиз ва зарядлаш қурилмаларида, электр транспорт ва станокларнинг электр юритмаларида ва бошқа мақсадларда фойдаланилади. ўзгармас ток моторлари айниқса автоматлаштирилган электр юритма системаларида ва айланиш частотаси кенг диапазонда, силлик ва тежамли ростилаши талаб қилинадиган қурилмаларда кенг қўлланилади. Техник ва иқтисодий кўрсаткичлари юқори бўлган яримўтказгичлар асосида яратилган статик ўзгартгичлар техникасининг ривожланиши муносабати билан ўзгармас ток машиналаридан ҳам кенг фойдаланилмоқда. 102- расмда ў.т.э.м. нинг тузилишига доир конструктив схема кўрсатилган. ўзгармас ток машинаси икки қисм: магнит майдонини ҳосил қиладиган қўзғалмас станинадан ва ЭЮК ҳосил қиладиган айланувчан якордан иборат. Станинанинг ферромагнитли гардиши 1 га бош қутб ўзақлари 2 маҳкамланади, якорь эса ўзақ 3, коллектор 4, вал 5, подшипник 6, подшипник қалқони 7 ва вентилятор 8 дан иборат. Бош қутбнинг пўлат ўзақларига ўзгармас ток билан



102- рас м



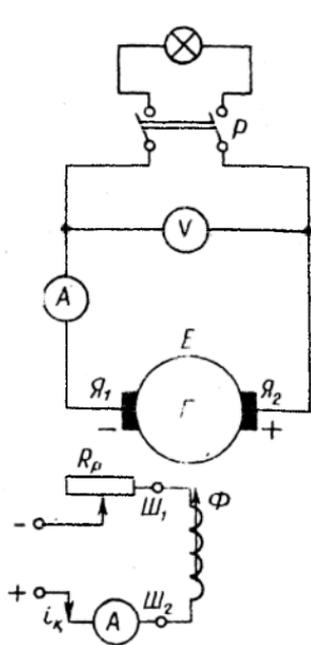
103- рас м

асосий магнит майдони ҳосил қиладиган қўзғатиш чулғами ўралган, якорь пўлат ўзагининг арикчаларига ЭЮК ҳосил қиладиган якорь чулғами жойланган.

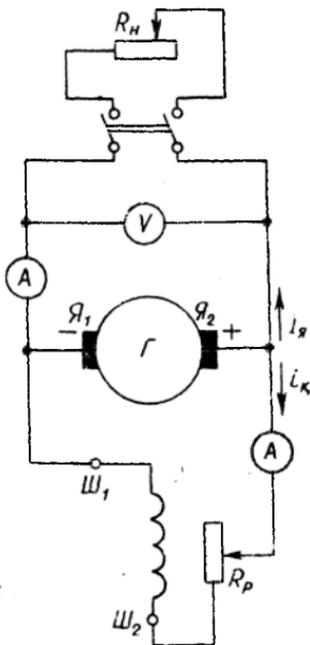
206. Генератор постоянного тока — Ўзгармас ток генератори. Электромагнит индукция қонунига мувофиқ механик энергияни ўзгармас ток энергиясига айлантирадиган машина ў.т.г. дейилади. 103- расмда ў.т.г. принципиал схемаси кўрсатилаган. Демак, механик куч таъсирида якорь N ва S бош кутблар орасида ўзгармас частотада айлантирилса, якорь чулғамининг ab ва cd томонларида қарама-қарши йўналган $e = \dot{B}lv = B_m \sin \alpha v = E_m \sin \omega t$ ЭЮК лар ҳосил бўлади. Агар чулғамнинг a ва d учлари якорь валига ўрнатилган ҳамда бир-биридан ва валдан изоляцияланган иккита ҳалқага уланса, бу ҳалқалар, чўткалар ва юклама орқали ўзгарувчан $i = I_m \sin \omega t$ токи ўтади. Бу токни ўзгармас токка айлантириш учун чулғам учларини иккита ҳалқа ўрнига иккита ярим ҳалқага улаш фойда (103- расм). Бундай ярим ҳалқалар коллектор деб аталади. Энди $abcd$ ўрамда ҳосил бўлган ўзгарувчан ЭЮК коллектор ва унга тегиб турувчи чўткалар туфайли ўзгармас, яъни бир томонга йўналган пульсацияланувчи ток ҳосил қилади. Бунда генератордан чиққан токни юклама занжирига узатувчи чўтка 1 мусбат \oplus , юклама токни генератор чулғами томон узатувчи чўтка 2 манфий \ominus потенциалга эга деб қабул қилинади. Чўткалардан олинадиган ЭЮК қийматини ошириш ва унинг пульсацияланишини пасайтириш учун якорь чулғамининг ўрамлар сонини кўпайтириб, 50 ÷ 80 та пластинкали коллекторлардан фойдаланилади. ў.т.г. қўзғатиш чулғамларининг уланиш схемасига қараб, мустақил, параллел, кетма-кет ва аралаш қўзғатишли генераторларга бўлинади. Доимий магнитли ў.т.г. магнитоэлектрик машина деб аталади. Доимий магнит электромагнитга нисбатан кучсизроқ бўлади. Шу сабабли магнитоэлектрик машиналар кичик қувватлидир, улардан кўпинча автоматикада фойдаланилади.

207. Генератор постоянного тока с независимым возбуждением — Мустақил қўзғатишли ўзгармас ток генератори. Қўзғатиш чулғамига ташқи манбадан ток бериладиган генератор М.к.ў.т.г. дейилади. Бундай генераторнинг камчилиги ташқи ток манбаининг зарурлигидир. 104- расмда М.к.ў.т.г. нинг схемаси кўрсатилган. Бундай генераторлардан электролиз ва зарядлаш қурилмалари, шунингдек электр юритма системаларида кенг фойдаланилади.

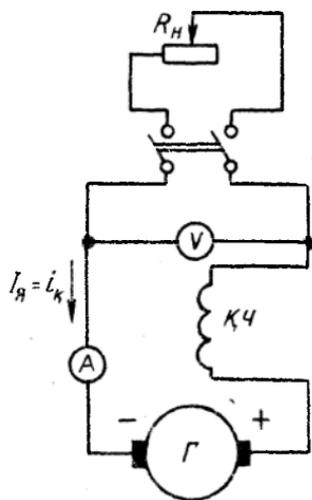
208. Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением — Параллел қўзғатишли ўзгармас ток генератори. Қўзғатиш чулғами якорь чулғамига параллел уланган генератор П.к.ў.т.г. дейилади. 105- расмда П.к.ў.т.г. нинг схемаси кўрсатилган. Бундай генераторнинг ишлаш принципи машина кутбларидаги қолдик ($\Phi_{\text{кол}}$) магнетизмдан фойдаланишга асослангандир. Агар ташқи ток манбаи бўлмаса, генераторни ишлатиш учун унинг қўзғатиш чулғами якорь чулғамига параллел уланади ва у номинал частотада айлантирилади. Бунда якорь чулғами қолдик магнит оқимини кесиб ўтади ва унда кичик қийматли ($\Phi_{\text{кол}}$ — номиналнинг 5 ÷ 10 % га тенг) ЭЮК $E_{\text{кол}}$ ҳосил бўлади. $E_{\text{кол}}$ таъсирида якорь ва қўзғатиш чулғамларидан иборат берк занжирдан кичик қийматли қўзғатиш токи ўтади. Қўзғатиш чулғамидан ўтган бу ток машина кутбларида асосий



104-расм



105-расм



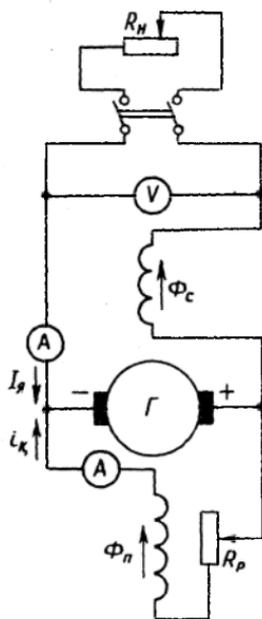
106-расм

магнит оқими Φ ни ҳосил қилади. Агар бу Φ магнит оқими қолдиқ магнит оқими $\Phi_{\text{қол}}$ га мос йўналса, қутблардаги умумий магнит оқими ($\Phi_{\text{қол}} + \Phi$) кўпаяди (бунда машина қутблари магнитланади). Φ нинг йўналиши $\Phi_{\text{қол}}$ га тесқари бўдса, умумий магнит оқими ($\Phi_{\text{қол}} - \Phi$) камаяди (бунда машина қутблари магнитсизланади). Магнитсизланиш рўй берганда, машинани генератор сифатида ишлатиш учун кўзғатиш чулғамининг якорга уланувчи учларини ўзаро алмаштириш кифоя. Магнитланиш натижасида якорь чулғамидаги ЭЮК ва демак, кўзғатиш тоқи кўпаяди. Бу эса умумий магнит оқимини янада оширади. Шу тариқа магнит оқимининг ошиб бориши машина қутблари тўйингунча давом этади (Шу сабабли П.к.ў.т.г. ўз-ўзини кўзғатишли генератор деб ҳам аталади). Генераторнинг номинал қучланиши (ЭЮК) ҳам, магнит системасининг тўйинган ҳолатига ҳисобланган бўлади. Бундай генераторлар оsonгина ишга туширилади. Шу сабабли улардан автомобиль, трактор моторларини ишга тушириш ва ш. к. мақсадларда кенг фойдаланилади.

209. Генератор постоянного тока с последовательным возбуждением — Кетма-кет кўзғатишли ўзгармас ток генератори. Кўзғатиш чулғами якорь чулғамига кетма-кет уланган ўзгармас ток генератори К.к.ў.т.г. дейилади. 106-расмда бундай генераторнинг схемаси кўрсатилган. К.к.ў.т.г. ҳам ўз-ўзини кўзғатиш принципида ишлатилади. Бунинг учун кетма-кет уланган якорь ва кўзғатиш чулғамлари юклама билан бириктирилиши, яъни берк занжир ҳосил қилиши, сўнгра якорь номинал частота билан айлантрилиши керак. Бундай генераторда кўзғатиш тоқининг қиймати юклама тоқига тенг ва у юклама уланмасдан ишлай олмайди. Ана шундай камчиликлари тугайли К.к.ў.т.г. дан кам фойдаланилади.

210. Генератор постоянного тока со смешанным возбуждением — Аралаш кўзгатишли ўзгармас ток генератори. Кўзгатиш чулғамларидан бири якорь чулғамига параллел, иккинчиси кетма-кет уланган машина А.к.ў.т.г. дейилади. 107-расмда А.к.ў.т.г. нинг схемаси кўрсатилган. Бундай генераторлар бирмунча мураккаб ва қиммат бўлади. Лекин шунга қарамай улардан кенг фойдаланилади. А.к.ў.т.г. нинг асосий афзалликларидан бири шуки, уларда юкларнинг турли қийматларида ҳам кучланиш ўзгармас бўлади. Бунга параллел ва кетма-кет кўзгатиш тоқларидан ҳосил бўлувчи магнит оқимларини ўзаро мослаш ва уларнинг магнит юритувчи кучларини сошлаш билан эришилади.

211. Обмотка якоря — Якорь чулғами. Ҳозирги ўзгармас ток машиналарида фақат барабанли якорлардан фойдаланилади. Бунда чулғам ўтказгичлари якорь (ёки статор) ўзагининг ташқи қисмидаги ариқчалар (пазлар) деб аталган хоначаларга жойлаштирилади. Шу сабабли унинг ЭЮК ҳосил қилувчи актив қисми халқасимон якордагига нисбатан икки марта кўп бўлади. Якорь чулғамида ҳосил бўладиган ЭЮК қийматини кўпайтириш учун унинг чулғам ўрамлари сонини ошириш кифоя. Якорь чулғамининг асосий элементи секциядр. Якорь чулғамининг коллекторнинг икки қўшни пластинкасига уланган бир ёки бир неча ўрамдан иборат қисми секция дейилади. Секция актив томонининг бири шимолний, иккинчиси жанубий кутблар остидаги ариқчаларга жойлаштирилади. Бунда секция томонлари бир-биридан кутб бўлинмаси деб аталувчи т оралиғига сурилган бўлади. Шу сабабли уларда ҳосил бўлган ЭЮКлар бир-бири билан қўшилади. Қўшни секциялардаги ЭЮКларнинг бир-бирига қўшилиши учун ҳар бир секциянинг охири ва қўшни секциянинг боши туташтирилади. Бунда секциянинг актив (ЭЮК ҳосил бўладиган) томонлари жойлашган ариқчалар оралиғи, яъни секция кенглиги Y_1 чулғамнинг биринчи қисмий қадами дейилади. Бирор секциянинг охири актив томони билан келгуси секциянинг бошланғич актив томони жойлашган ариқчалар оралиғидаги Y_2 масофа чулғамнинг иккинчи қисмий қадами дейилади. Икки қўшни секция бошланғич актив томонлари оралиғидаги Y масофа чулғамнинг тўла қадами дейилади. Бирор секция боши билан охири уланган коллектор пластинкалари оралиғидаги Y_k масофа чулғамнинг коллектор бўйича қадами дейилади. Чулғамнинг Y_1 , Y_2 ва Y қадамларини якорь ариқчаларининг сони билан, Y_k қадамни эса коллектор пластинкаларининг сони билан ўлчаш ҳам мумкин. Ҳозирги замон ўзгармас ток машиналарида секция кенглиги Y_1 кутблар бўлинмаси т дан бир оз кичикрок яъни $Y_1 = 0,8t$ қилиб олинади. Бунда қадами қискартирилган секция ҳосил бўлади. Натижада секциянинг паздан



107-расм

ташқарида жойлашган (ноактив) қисмига рангли металл камроқ сарфланади. Якорнинг ташқи сирти бўйлаб ўлчанадиган шимолий ва жанубий кутблар орасидаги масофа кутб бўлинмаси т дейилади. Демак, якорь айланасининг узунлиги кутб бўлинмаси т орқали куйидагича ифодаланади: $\pi D = 2\rho t$. Бунда 2ρ — кутблар сони, $\pi = 3,14$; D — якорь диаметри. Ҳозирги замон ўзгармас ток машиналарида якорь чулғами махсус схемаларга асосан ўралади.

212. Простая петлевая обмотка — Оддий сиртмоксимон чулғам. Боши ва охири ёзма-ён жойлашган коллектор пластинкаларига уланган секциялардан сиртмоқ сингари схемада тузилган чулғам О.с.ч. дейилади. Бу чулғам бир, икки ва кўп қатламли бўлади. Якорь ариқчасига бирор секциянинг биргина актив томони жойлашган чулғам бир қатламли чулғам дейилади. Бир қатламли чулғамда бир секциянинг боши иккинчисининг охирига келиб уланади. Шу сабабли секциялар сони S , коллектор пластинкалари сони K ва якорь ариқчаларининг сони Z ўзаро $S = K$; $Z = 2S$ боғланишида бўлади. Бундай чулғамни ҳисоблашда $Y = Y_1 - Y_2$; $Y_k = 1$; $Y = 2Y_k = 2$ ва $Y_1 = \frac{Z+b}{2\rho}$ формулалардан фойдаланилади. Бунда, b — секция кенлиги Y_1 ни бутун сонга айлантирувчи энг кичик коэффициент. Амалда, якорь ариқчаларидан тўлароқ фойдаланиш учун икки ва кўп қатламли чулғамлар қўлланилади.

213. Параллельная ветвь — Параллел шохобча. Якорь чулғамининг карама-карши кутбга чўткалар орасидаги қисми П.ш. дейилади. Ҳар бир шохобча бир неча кетма-кет уланган секциядан тузилади. Якорь чулғамидаги ЭЮК шохобчадаги ЭЮК га, ток эса шохобчалардаги тоқлар йнтиндисига теги бўлади.

214. Простая волновая обмотка — Оддий тўлкинсимон чулғам. Турли кутблар тагида жойлашган секциялари кетма-кет ва уларнинг учлари $Y = Y_k$ масофадаги коллектор пластинкаларига уланадиган чулғам О.т.ч. дейилади. Унинг схемаси тўлкин шаклида бўлгани учун бундай чулғам тўлкинсимон чулғам дейилади. О.т.ч. ҳам икки ва кўп қатламли бўлиши мумкин. Машинада нечта кутб бўлишидан қатъи назар бундай чулғам фақат иккита параллел шохобчадан иборат бўлади. Катта кучланиш олиш учун мўлжалланган генераторларда тўлкинсимон, катта токка мўлжалланган генераторларда эса сиртмоксимон чулғамлар ишлатилади.

214. Двухслойная обмотка — Икки қатламли чулғам. Бир ариқчага турли секцияларнинг икки актив томони жойлашган чулғам И.к.ч. дейилади. И.к.ч. ни ҳисоблашда $Y = Y_1 + Y_2$; $Y = Y_k = \frac{K \pm 1}{\rho}$; $2a = 2$; $Z_{\text{эл}} = S = K$; $Y_1 = \frac{Z_{\text{эл}}}{2\rho} \pm b$ лардан фойдаланилади. Бунда $Z_{\text{эл}}$ — элементар ариқчалар сони.

215. Элементарный паз — Элементар ариқча. Турли секцияларнинг иккита актив томони жойлашган ариқча Э.а. дейилади. Иккита актив томонли секцияга битта элементар ариқча ва битта коллектор пластинкаси тўғри келади. Шу сабабли икки ва кўп қатламли чулғамлар учун $S = K = Z_{\text{эл}}$ бўлади.

216. Сложные обмотки — Мураккаб чулғамлар. Сиртмоксимон

чулғамли машинадан паст кучланишда катта ток олиш учун унинг кутблари сонини кўпайтириш (габарит ўлчамларини ошириш) ёки М.ч. дан фойдаланиш керак бўлади. Якорь арикчаларида бир хилда жойлаштирилган бир неча оддий сиртмоксимон ёки тўлкинсимон чулғамлардан тузилган чулғам М.ч. дейилади. Юкори кучланишли машиналардан катта кувват олиш учун ҳам мураккаб тўлкинсимон чулғамлардан фойдаланилади.

217. ЭДС обмотки — Чулғамдаги ЭЮК. Ч.ЭЮК ни ҳисоблашда якорь чулғамидаги секциянинг кенглиги $Y_1 = \tau$ деб қабул қилинади. Бунда чулғамнинг ҳар бир ўраида ҳосил бўладиган ЭЮКнинг ўртача қиймати $e_y = B_y l v (B)$ бўлади. Якорь чулғамидаги ўтказгичлар сонини N , параллел шохобчалар сонини $2a$ билан белгиласак, ҳар бир параллел шохобчадаги ўтказгичлар сони $\frac{N}{2a}$ бўлади. Демак, машина

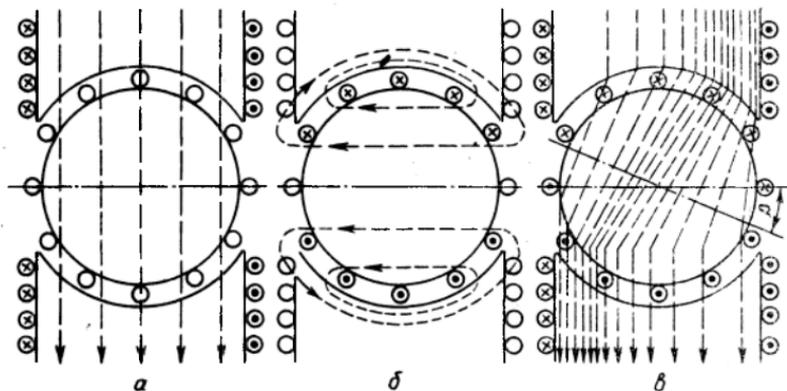
на якорьдаги ЭЮК $E_y = e_y \frac{N}{2a}$ бўлади. Агар e_y ифодасидаги v ўрни-

га $\frac{\pi D n}{60}$; πD га $2\pi r$ қўйилса, $E_y = B_y l \frac{2\pi r n}{60} \cdot \frac{N}{2a} = B_y \frac{S p n N}{60 a}$

$\frac{p N}{60 a} n \Phi = K_E n \Phi$ келиб чиқади. E_y нинг бу ифодасидаги $K_E = \frac{p N}{60 a}$

ЭЮК доимийси дейилади.

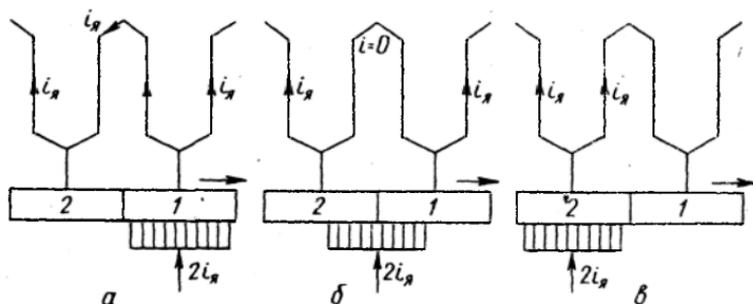
218. Реакция якоря — Якорь реакцияси. Ўзгармас ток машинасидаги якорь токидан ҳосил бўлган магнит майдоннинг машина кутбларидаги асосий магнит майдонга бўлган таъсири Я.р. дейилади. 108-расм, *a* да машинанинг салт ишлашидаги кўзгатиш чулғами токидан ҳосил бўлган асосий магнит майдони, *б* да фақат якорь токининг магнит майдони ва *в* да машинанинг иш режимидаги Я.р. ни ифодаловчи умумий магнит майдони кўрсатилган. Бунда машина кутбларининг бир чеккасида якорь магнит майдони асосий магнит



108-расм

майдони томон йўналиб, уни кучайтирса, бoshка чеккасида тескари йўналиб, уни заифлаштиради. Кутб ўзаги тўйинган ҳолида унинг бир чеккасидаги магнит майдонни кучайишидан иккинчи чеккасидаги магнит майдоннинг заифлашуви кўпроқ бўлиб, умумий магнит майдони бир оз камаяди, унинг ўқи эса асосий майдонга нисбатан бирор β бурчакка бурилиб қолади. Я.р. таъсирида магнит майдони кучайган томон остидаги якорь чулғами секцияларида коллектор изоляциялари учун хавфли катта ЭЮК юзага келиши мумкин. Бунга йўл қўймаслик учун чўткалар ҳолати ўзгартирилади ёки қўшимча кутбдан фойдаланилади. Бунда қўшимча кутб ўзақларига ўралган чулғамдан якорь токини ўтказиб, якорь реакцияси йўқотилади.

219. Коммутация в машинах постоянного тока — Ўзгармас ток машиналаридаги коммутация. Ўзгармас ток машинаси якорининг айланишида коллектор пластинкалари қўзғалмас чўткага тегиб ўтади, демак, у билан кетма-кет контактда бўлади. Коллекторнинг иккита ёнма-ён 1 ва 2 пластинкаси чўтка билан кетма-кет контактда бўлган пайтида якорь чулғамининг киска туташувчи секциясидаги i_a

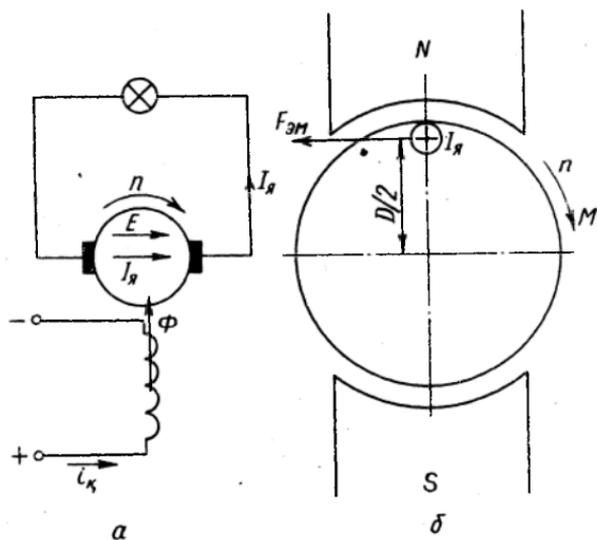


109- расм

ток қийматининг $+i_a$ дан $-i_a$ гача ўзгариши ва бу ўзгариш билан боғлиқ жараёнлар биргаликда ў.т.м.к. дейилади (109- расм, а, б, в). Бунда чўтка билан киска туташган галдаги секцияда асосий магнит майдонидан ЭЮК индукцияланмайди, аммо бу секцияда ўзиндукция ЭЮК ҳамда якорь токи магнит майдонининг кўндаланг қисмидан индукцияланган ЭЮК лар таъсирида катта ток ҳосил бўлади. Бу токдан чўтка билан коллектор пластинкалари орасида изоляциялар учун хавфли учқунланиш юзага келиши мумкин. Бундай хавфни йўқотиш учун ўзгармас ток машиналари қўшимча кутб билан таъминланади. Қўшимча кутб чулғамидаги токдан ҳосил бўлган магнит оқими, якорь реакциясини йўқотиш билан бирга, ўзиндукция ЭЮК га тенг ва унга тескари йўналган ЭЮК ҳосил қилади. Натижада ў.т.м.к. жараёнини енгиллаштиради, яъни учқунланишни хавфсиз даражада пасайтиради.

220. Электромагнитные процессы в генераторах — Генераторлардаги электромагнит жараёнлари. Ўзгармас ток генераторининг якорь занжири учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ $E_{\text{я}} = I_{\text{я}} R_{\text{я}} + -I_{\text{я}} \sum R = U + I_{\text{я}} \sum R$ тенгламасини тузиш мумкин. Бунда, $U = I_{\text{я}} R_{\text{я}} -$ якорь ёки юклага ($R_{\text{я}}$) даги қучланишнинг ўшуви; $I_{\text{я}} \sum R = I_{\text{я}} (R_{\text{я}} +$

$+R_k + R_k + R_c + R_n$) — якори чулғам, қўшимча кутб, компенсацияловчи чулғам, кетма-кет қўзғатиш чулғами ҳамда чўтка қаршилиқларидаги кучланишларнинг тушуви. Генераторнинг салт иш режимда якори чулғамга юклама уланмаган, яъни $I_{я} = 0$ бўлади. Бу ҳолда якори чулғамдаги ЭЮК ва вольтметр билан ўлчанган кучланиш ўзаро тенг, яъни $E_{я} = U$. Бирор юклама билан ишлаётган генератор вадига таъсир этувчи моментлар тенгلامаси $M_1 = M_0 + M_{эм}$. Бунда M_1 — генераторнинг ўзгармас частотада айлантуривчи бирламчи мотор momenti; M_0 — салт иш momenti, яъни якорнинг юкламасиз айланишдаги механик ишқаланишларга сарфланадиган момент, $M_{эм}$ — юклама билан ишлаётган генераторда ҳосил бўладиган электромагнит momenti. Бу $M_{эм}$ момент ифодаси Ампер (электромагнит кучлар) қонуни асосида топилади. 110-расмда электромагнит

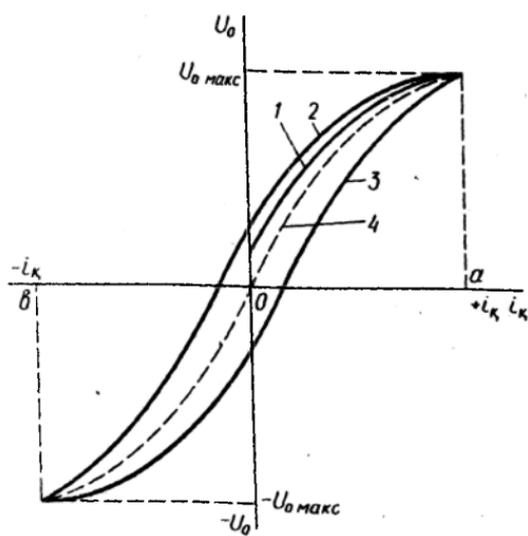
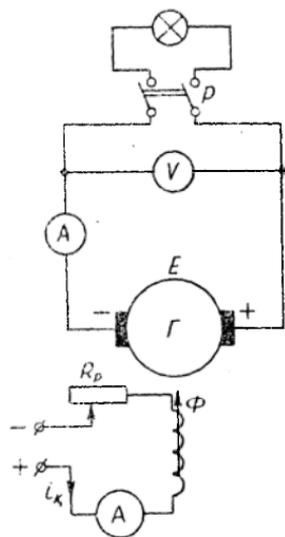


110-расм

momentga doir schema kўrsatilgan. Якори чулғамининг ҳар бир параллел шохобчасидаги ток $i_{я} = \frac{I_{я}}{2a}$ билан асосий магнит майдонининг ўзаро таъсири натижасида электромагнит куч $F_{эм} = B_{\gamma} i_{я} l$ юзага келади. Бу кучнинг йўналиши чап қўл қондасига биноан топилади. Демак, якори ўтказгичларига таъсир этувчи электромагнит momenti $M_{эм} = F_{эм} \frac{D}{2} N = B_{\gamma} i_{я} l \frac{D}{2} N$ бўлади. Бундан $i_{я} = \frac{I_{я}}{2a}$; $D = \frac{2p\tau}{\pi}$ ва $B_{\gamma} l\tau = \Phi$ бўлгани сабабли $M_{эм} = \frac{pN}{2pa} \Phi I_{я}$ қм $\Phi I_{я}$ келиб чиқади. $M_{эм}$ нинг бу ифодасидаги $K_{эм} = \frac{pN}{2pa}$ — момент доимийси дейилади. Бунда a — якори чулғами параллел шохобчаларининг жуфт сони, p — магнит кутбларининг жуфт сони, N — якори ўтказгичларининг сони. Электромагнит momentининг йўналиши бирламчи моторнинг айлантуривчи momentига тесқари бўлгани сабабли у тормозловчи момент деб ҳам юритилади.

221. Номинальный режим генератора — Генераторнинг номинал режими. Генераторнинг узок давр давомида нормал ишлашни таъминлайдиган режим Г.н.р. дейлади. Г.н.р. унинг паспортида кўрсатилган номинал кувват P_n , номинал кучланиш U_n , номинал ток I_n ва номинал айланиш частотаси n_n билан характерланади.

222. Характеристики электрических машин — Электр машиналарнинг характеристикалари. Электр машиналарнинг механик, электромеханик ва электромагнит хусусиятларини яққол ифодалаш учун характеристика деб аталувчи график боғланишларда фойдаланилади. Ўзгармас ток генераторларининг асосий характеристикалари куйидагилардан иборат: 1) салт ишлаш характеристикаси; 2) юкланиш характеристикаси; 3) ташки характеристика; 4) ростлаш характеристикаси.



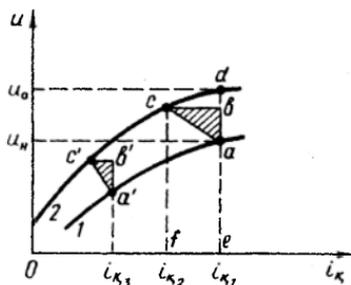
III-расм

223. Характеристика холостого хода генератора — Генераторнинг салт ишлаш характеристикаси. Генератор якоридаги ток $I_n=0$, айланиш частотаси $n=n_n=const$ бўлганда U_0 кучланишнинг кўзгатиш чулгамидаги i_k токка боғланишини ифодаловчи $U_0=f(i_k)$ функциянинг график тасвири Г. с. и. х. дейлади. III-расмда мустақил кўзгатишли ўзгармас ток генераторининг уланиш схемаси ва салт ишлаш характеристикаси кўрсатилган. Г. с. и. х. ни олиш учун унинг якорини $n=n_n=const$ частотада айлантириб, кўзгатиш чулгамига R_p реостат оркали ўзгармас i_k ток берилади. Бу ток нолдан леста-секин ошириб борилса, магнит майдони кучайиб, электромагнит индукцияси конунига мувофиқ генератор якоридаги ($I_n=0$ даги) U_0 кучланиш ҳам ошиб боради. U_0 ни номинал U_n кийматидан бир оз, яъни $U_0 \approx 1,15U_n$ гача ошириб бориб, 1 эгри чизик ясалади. Энди i_k ток кийматини нолгача камайтириб бориб, 2 эгри чизик, сўнгра бу ток кийматини ўзгартириб, 3 эгри чизик хосил қилинади. 2 ва 3 эгри чизикларнинг ўртасидан пунктир билан ўтказилган 4 эгри чи-

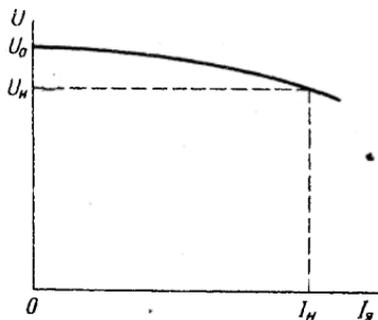
зик Г. с. и. х. бўлади. Бу характеристиканинг тўғри чизикли қисми машина магнит системасининг тўйинмаган ҳолатига, эгри чизикли қисми эса унинг тўйинган ҳолатига тааллуқлидир. Салт ишлаш характеристикаси бошқа масштабда магнитлашни эгри чизикли ифодалайди, шу сабабли ундан магнит занжирини ҳисоблаш ва унинг хусусиятларини ўрганишда ҳам фойдаланилади.

224. Нагрузочная характеристика генератора — Генераторнинг юкланиш характеристикаси. Генератор якоридagi ток $I_a = I_n = \text{const}$, айланиш частотаси $n = n_n = \text{const}$ бўлганида U кучланишининг кўзгатиш токи i_k га боғланишини ифодаловчи $U = f(i_k)$ функциянинг график тасвири Г.ю.х. дейилади. Г.ю.х. ни олиш учун унинг якорини $n = n_n = \text{const}$ частотада айлантириб, кўзгатиш токи i_k ни охириги билан кучланиш $U_0 = 1,15V_n$ га етказилади ва якорь занжирига рубильник p билан юклама R_n уланади. Кўзгатиш токи I_k ва R_n қийматларини ростлаш йўли билан якорнинг номинал токида ($I_n = I_n$ да) номинал U_n кучланиш олишга эришилади. Сўнгра i_k ни камайтириб бориб, унинг турли қийматларига мос U кучланишлар олинади ва шунга асосан $U = f(i_k)$ графиги ясаллади. Г.ю.х. ни ясашда якорь токнинг қиймати R_n қаршилиги ростлаш йўли билан номиналга келтирилиши керак. Шу тарзда ясалган $U = f(i_k)$ характеристика $I_n = I_n$ бўлганлиги сабабли салт ишлаш характеристикасидан, яъни $I_n = 0$ даги $U_{0n} = f(i_k)$ характеристикадан бир оз пастрок ўтади. 112-расмда юклама характеристикасини ва реактив учбурчакликларни ясашга доир графиклар кўрсатилган. $U_0 = F(i_k)$ ва $U = f(i_k)$ характеристикалардан фойдаланиб, реактив ёки реактивистик учбурчакликларни куриш мумкин. Бу учбурчакликлар юклама токи I_n нинг орамини билан генератор кучланиши U нинг пасайиши сабабларини аниқлашга имкон беради. Номинал кучланишга тегишли a нуктадан юкорига $I_n \sum R$ га тенг ab кесмани кўйиб, $U_0 = f(i_k)$ эгри чизигига ($U_0 = f(i_k)$ эгри чизигига) bc кесма ўтказилса, сўнгра a ва c нукталар бирлаштирилса, abc реактив учбурчаклик ҳосил бўлади (112-расм). Бу учбурчакликдан кўринади, агар генераторнинг саат билан i_k токка $U_0 = de$ кучланиш тўғри келса, $I_n = I_n$ бўлганда бу кучланиш қиймати $U = ae$ гача пасаяди. Демак, $I_n \sum R$ ва якорь реакциясининг магнитсизлантириш (умумий магнит майдонни бир оз камайтириш) таъсирида генератор кучланиши $\Delta U = U_0 - U$ га камаяди. Бундан реактив учбурчакликнинг ab томони $I_n \sum R$ ни, $dc = i_{k1} - i_{k2}$ томони эса якорь реакциясини йўқотиш учун керак бўлган қўшимча кўзгатиш токи қийматини ифодалайди. Кўзгатиш токнинг кичик, масалан, i_{k3} қийматида магнит система тўйинмаслиги сабабли, магнитсизлантириш таъсири ҳам кичик бўлади.

225. Внешняя характеристика генератора — Генераторнинг тавқи характеристикаси. Генераторнинг кўзгатиш чулғами занжирига киритилган реостат қаршилиги $R = \text{const}$ ва айланиш частотаси $n = n_n = \text{const}$ бўлганида U кучланишининг якорь токи I_a га боғланишини ифодаловчи $U = f(I_a)$ функциянинг график тасвири Г. т. х. дейилади. Бу характеристикани олиш учун якорь ўзгармас частотада айлантирилади ва кўзгатиш токи i_k ни номинал i_{k_n} гача етказиб, номинал кучланиш $U = U_n$ да якордан номинал ток I_n ўтвишига эришилади.



112-расм

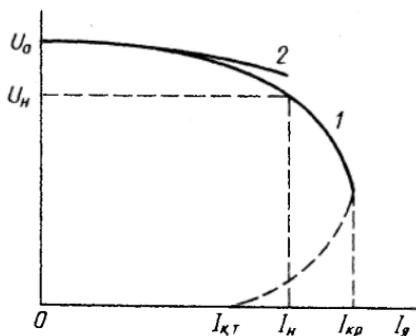


113-расм

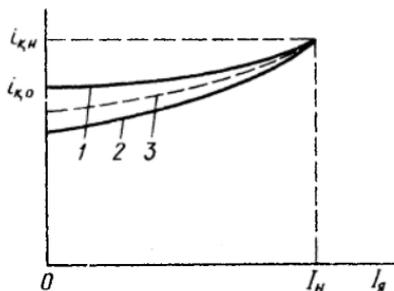
Сўнгра кўзгатиш чулгамидаги реостат каршилиги R_p ни ўзгартирмай, юклама токи I_n ни нолгача камайтириб борилади ва бу тажриба асосида $U=f(I_n)$ ясалди (113-расм).

226. Регулировочная характеристика генератора — Генераторнинг ростлаш характеристикаси. Кучланиш $U=U_n=\text{const}$, айлиниш частотаси $n=n_n=\text{const}$ бўлганда кўзгатиш токи i_k нинг якорь токи I_n га боғланишини ифодаловчи $i_k f(I_n)$ функциянинг график тасвири Г. р. х. дейилади. Бу характеристикани олиш учун ўзгармас частотада айлантириლაётган генераторнинг кўзгатиш токи i_k ни номиналгача ошириб, номинал кучланиш U_n да номинал ток I_n олишга эришилади. Сўнгра юклама токи I_n ни номинал киймати I_n дан аста-секин камайтириб $i_k=f(I_n)$ график ясалди. Бунда I_n нинг хар бир камайтирилган кийматида унга мос кўзгатиш токининг кийматини ростлаб, генератор кучланишининг $U=U_n=\text{const}$ бўлишига эришиш керак. 114-расмда мустақил кўзгатишли Г. р. х. кўрсатилган (1-эгри чизик). Бу расмдаги 2-эгри чизик параллел кўзгатишли Г. р. х. дир.

227. Внешняя характеристика генератора параллельного возбуждения — Параллел кўзгатишли генераторнинг ташқи характеристикаси. Параллел (ёки ўз-ўзидан) кўзгатишли генераторнинг ишлаш принципи унинг кутб ўзакларидаги қолдик магнетизмдан фойдаланишга асосланган. Бинобарин, бундай генераторда кўзгатиш токи якорь кучланишига боғлиқ бўлади. Шу сабабли П. к. г. т. х. мустақил кўзгатишли генераторнинг ташқи характеристикасидан бир оз



114-расм



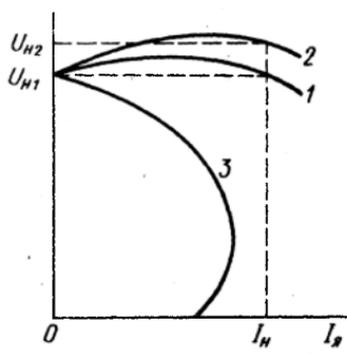
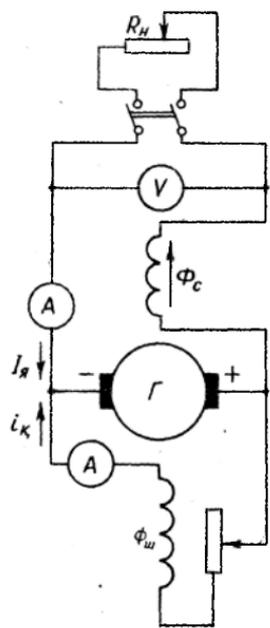
115-расм

пастрок ўтади (114- расм, 2- эгри чизик). Бундай генераторнинг юклама токи ўзининг критик $I_{кр} = (2 \div 2,5) I_n$ қийматидан бир оз кўпайса, кучланиш ўз-ўзидан кескин равишда нолгача камайиб қолади. Бунда кучланиш билан бирга I_n ҳам камайиб, $U = 0$ бўлганда қиска туташув токи $I_{кт}$ нинг қиймати фақат қолдиқ магнетизмдан ҳосил бўлган ЭЮК билан аниқланади. Шу сабабли бу ток қиймати кичик, яъни $I_{кт} \simeq I_n$ бўлади. 115- расмда 1- эгри чизик П. к. г. т. х., 2- эгри чизик эса мустақил кўзғатишли генераторнинг ташқи характеристикасидир.

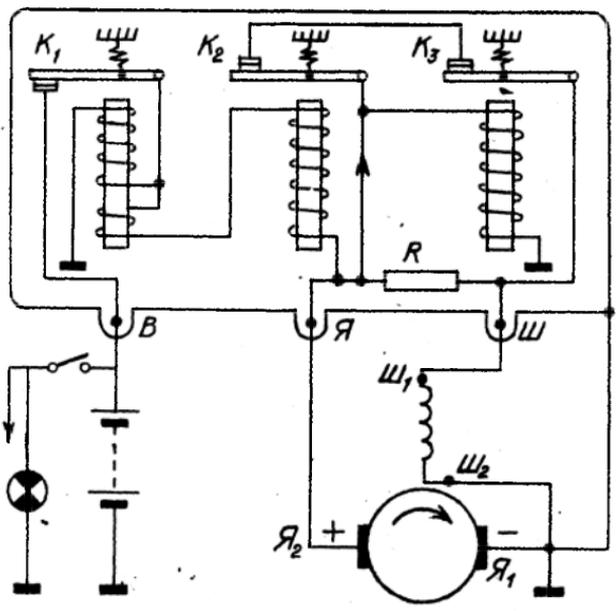
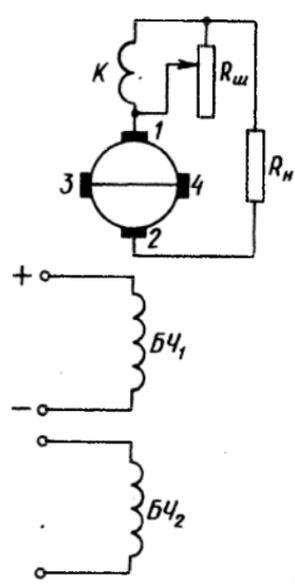
228. Внешняя характеристика генератора смешанного возбуждения — Аралаш кўзғатишли генераторнинг ташқи характеристикаси. 116- расмда А. к. г. т. х. ва уланиш схемаси кўрсатилган. Бундай генераторнинг салт иш режимидаги номинал кучланиши унинг параллел кўзғатишли чулғамидаги ток туфайли таъминланади. Юклама токидан кучланишнинг пасайган қисмини компенсациялаш (тиклаш) учун эса кетма-кет кўзғатишли чулғамдаги токдан фойдаланилади (116- расм, 1- эгри чизик). Кетма-кет кўзғатишли чулғамдаги токни кўпайтириш билан узатиш линиясидаги кучланишнинг тушувини ҳам компенсациялаш мумкин (116- расм, 2- эгри чизик). 116- расмдаги 3- эгри чизик кўзғатиш чулғамларининг ўзаро номос улангандаги А. к. г. т. х. дир. Одатда генераторнинг иккала кўзғатиш чулғами ўзаро мос схемада уланади.

229. Электромашинные усилители — Электр-машина кучайтиргичлар. Ўзгармас ток электр машиналари асосида кўндаланг ва бўйлама магнит майдонли кучайтиргичлар яратилган. Булардан кўндаланг майдонли Э. м. к. автоматлаштирилган электр юритма системаларида кенгрок қўлланилади. Улар тузилиши ва ишлаш принципага кўра икки қутбли ўзгармас ток машинасига ўхшаб кетади. Бундай Э. м. к. да якорь чулғами юклама билан кўндаланг ўкка ўрнатилган 3—4 ва бўйлама ўкка ўрнатилган 1—2 чўткалар орқали уланади. Оддий генераторларда якорь реакциясининг кўндаланг ўк бўйича таъсири асосий магнит майдонининг куч чизикларини кийшайтириб, коммутация жараёни ёмонлашади. Э. м. к. да эса якорь реакциясининг кўндаланг ўк бўйича таъсиридан қутб ўзакларидаги бошқариш чулғамлари ($BЧ_1$, $BЧ_2$) дан бирига бериладиган кириш сигнали бир неча минг марта кучайтирилади. Бунга кўндаланг ўкка ўрнатилган 3—4 чўткаларни ўзаро қиска туташтириш йўли билан эришилади. 117- расмда Э. м. к. нинг принципал схемаси кўрсатилган. Бундай Э. м. к. нинг қувват бўйича кучайтириш коэффициенти $K_p = 2000 \div 10000$ га боради. Э. м. к. дан генератор, кўзғаткич ва ростлагич сифатида фойдаланилади.

230. Автотракторные генераторы — Автотрактор генераторлари. Автомобиль ва тракторларда моторни юргизиб юбориш, аккумулятор батареясини зарядлаш ҳамда фара ва бошқа ёриткичларни ўзгармас ток билан таъминлаш учун $12 \div 24$ В лқ параллел кўзғатишли генераторлардан фойдаланилади. Автотрактор моторларининг турли айланиш частоталарида генератор кучланишини ўзгартирмай сақлаш учун кўзғатиш токи махсус реле-ростлагичлар ёрдамида автоматик равишда ростлаб турилади. А. г. $200 \div 600$ ватт қувватга мўлжаллаб чиқарилади.



116-р а с м



117-р а с м

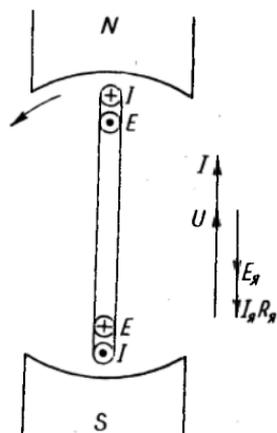
230' Реле-регулятор — Реле-ростлагич. Автотрактор генератори кучланишини турли айланиш частоталари (трактор моторининг айланиш частотаси 1:3, автомобилники эса 1:6 нисбатида ўзгаради) да ҳам ўзгартирмай сақлашга мўлжалланган учта (K_1 , K_2 , K_3) релелардан иборат асбоб Р.-р. дейилади.

117-расмда Р.-р. нинг принципаал схемаси кўрсатилган. Бунда электр занжирнинг иккинчи сими сифатида машинанинг металл корпуси (массаси)дан фойдаланилади (генераторнинг манфий — минус чўткаси массага уланади). Генератор айлантирилиши билан Р.-р. нинг нормал берк K_2 ва K_3 контактлари орқали кўзгатиш чулғамидан ток ўтиб, у ўз-ўзини кўзгатиш принципида ишлай бошлайди. Натижада Р.-р. нинг K_2 ва K_1 реленинг ток ва кучланиш чулғамларидан генератор токи ўтади.

Кучланиш киймати номиналга тенглашганда K_1 реленинг нормал очик контакти беркилади. Шу билан аккумуляторни зарядловчи ҳамда ёритгич лампалар ва ёндиргич асбоблардан ўтувчи тоқларга йўл очилади. Айланиш частотаси камайганда, генератор кучланиши аккумуляторникига нисбатан пасаяди. Бунда K_1 нинг контакти очилиб, аккумулятор генератордан ажратилади. Агар аккумулятор токи генератордан ўтса, K_1 нинг ток чулғами туфайли ўзак магнитсизланиб, K_1 контакти очилиб қолади. Шу сабабли K_1 тескари ток релеси деб юритилади. Айланиш частотаси кўпайганда генератор кучланиши номиналдан ошиб кетса, K_3 реленинг контакти очилиб, кўзгатиш чулғами занжирига R қаршилиги киритилади ва кучланиш пасайтирилади. Бунда K_3 контакти яна беркилади. Кўзгатиш токининг R қаршилиги туфайли гоҳ кўпайиб гоҳ камайиши сабабли генератор кучланиши ўзгармас кийматда сақланади. Агар генератордан олинаётган ток нормадан ошиб кетса, K_2 контакти очилиб, кўзгатиш занжирига R киритилади. Натижада генератор кучланиши ва, демак, токи камаяди. Шу сабабли K_2 ток чекловчи реле дейилади.

230. Стартёр — Стартёр. Автотракторлардаги дизель моторни ишга тушириб юборишга мўлжалланган кетма-кет кўзгатишли ўзгармас ток моторининг С. дейилади. С. ни ишга туширишда якорь занжирига қўшимча қаршилиқ киритилмайди. Дизель моторининг ишга туширилиши биланок С. занжири ток манбаи (аккумулятор) дан ажратилади.

231. Двигатели постоянного тока — Ўзгармас ток моторлари. Электр машина якориға ўзгармас ток берилса, у мотор вази-фасида ишлай бошлайди. Бунда электромагнит индукция конунига мувофиқ унинг якорида $E_{\text{я}} = K_{\text{E}} n \Phi$ ЭЮК ҳосил бўлади. 118-расмда моторда ҳосил бўладиган ЭЮК га доир схема келтирилган. Якорда ҳосил бўлган ЭЮК унга берилган токка ҳамма вақт тескари йўналган бўлади. Шу сабабли Кирхгофнинг иккинчи конунига мувофиқ якорь



118-расм

занжири учун ЭЮК ларнинг куйидаги тенгламасини тузиш мумкин:

$$I_n V = E_n I_n \sum R. \text{ Бундан } I_n = \frac{U - E_n}{\sum R} = \frac{U - E_n}{R_n + R_T} \text{ келиб чиқади. Бу тенгла-}$$

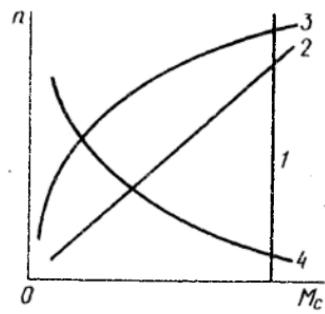
ма I_n га кўпайтирилса $U I_n = E_n I_n + I_n^2 \sum R$ ҳосил бўлади. Бунда $U I_n$ — электр тармоғидан моторга берилган қувват, $E_n I_n$ — я к о р ь чулғамининг ва ташки қаршиликларнинг қизишига сарфланадиган қувват исрофи: $E_n I_n = K_c n \Phi I_n = \frac{PN}{60 a} \Phi \frac{60 \omega}{2\pi} I_n = \frac{PN}{2\pi a} \Phi I_n \omega = M_{эм} \cdot \omega$ бўлгани сабабли электр қувватининг механик қувватга айланган қисми ($P_{эм}$) — электромагнит қувват дейилади. $P_{эм} = E_n I_n = M_{эм} \cdot \omega = P_2 + P_0$.

Бунда P_2 — мотор валидаги фойдали механик қувват, P_0 — механик ишқаланишлар ва пўлат қисмларнинг қизишига сарфланган қувват исрофи.

232. Механическая характеристика производственной машины —

Иш машинасининг механик тавсифи. Иш машиналарини мотор билан бирор частотада айлантиришда уларнинг M_c қаршилик моментлари ўзгаришини ифодаловчи $M_c = f(n)$ боғланиш И. м. м. т. дейилади. 119-расмда турли типдаги механизмлар учун $M_c = M_{c0} + (M_{сн} -$

$M_{c0}) (\frac{n}{n_n})^x$ формула билан ифодаланган механик тавсифлар кўрсатилган. Бунда, M_c — бирор n частотада айлантирилаётган иш механизмининг қаршилик momenti, M_{c0} — салт иш режимда айлантирилаётган иш механизмининг механик ишқаланишлардан ҳосил бўладиган қаршилик momenti, $M_{сн}$ номинал частота n_n да айлантирилаётган иш механизмининг қаршилик momenti. Бу расмдаги 1-чизик даража кўрсаткичи $x=0$, 2-чизик $x=1$; 3-чизик $x=2$; ва 4-чизик $x=-1$ бўлган И. м. м. т. дир. Баъзи механизмларда M_c киймати, частотадан ташқари, йўл текислиги, бурилиш бурчаги каби кўрсаткичларга ҳам боғлиқ бўлади. Шунингдек M_c қаршилик momenti реактив ва актив бўлиши ҳам мумкин. Металл қирқиш ёки ишқаланиш каби жараёнлардаги M_c мотордаги айлантирувчи момент M га тесқари, яъни реактив бўлади. Юк кўтариш, пружинанинг қисилиши каби жараёнлардаги қаршилик momenti актив бўлади, яъни ҳаракат йўналишининг ўзгариши билан актив момент таъсири ҳам тесқарисига ўзгаради. Айланиш частотасининг ҳар бир ўзгаришида мотор валига M_c дан ташқари динамик



$$M_{дин} = J \frac{d\omega}{dt} = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt}$$

moment ҳам таъсир қилади. Қаршилик momenti M_c кўпинча реактив характерли бўлгани сабабли $M - M_c = J \frac{d\omega}{dt}$ бўлади.

Моторнинг электромагнит $M_{эм}$ momenti унинг валидаги фойдали момент

$M_2 = 9550 \frac{P_2}{n}$ дан 2 ÷ 2,5 фоизга кўп бўлгани сабабли ҳисоблашларда $M_{эм} \approx M_2$ деб олинади.

119-расм

233. Приведение моментов к валу двигателя — Моментларни мотор валига келтириш. Моторнинг айланиш частотаси билан механизмнинг айланиш частотаси кўпинча бир-бирига мос бўлмайди. Шу сабабли уларнинг айланиш частоталарини мословчи механик узатма (редуктор) дан фойдаланилади. Мотор валига таъсир этувчи моментларнинг мувозанат тенгламасини тузишда механизм валидаги қаршилик momenti $M_{см}$ ёки силташ momenti GD^2 мотор валидаги частотага келтирилади. Бунда энергетик баланснинг бузилмаслик шarti, яъни $\frac{M_{см} \cdot \omega_{мех}}{\eta_{и}} = M_c \omega_m$ дан $M_c = M_{см} \frac{\omega_{мех}}{\omega_m \eta_{и}}$ топилади. Бунда

$\omega_{мех}$ иш механизми валидаги; ω_m — мотор валидаги бурчак частоталар; $i = \frac{\omega_m}{\omega_{мех}}$ — узатманинг узатиш сони; $\eta_{и}$ — узатманинг фойдали иш коэффициенти; $M_{см}$ — бурчак частота $\omega_{мех}$ билан айлантирилаётган механизм валидаги қаршилик momenti; M_c — механизм валидаги қаршилик momentини мотор валидаги ω_m частотага келтирилган қиймати. Хар бир валдаги кинетик энергия запаслари йиғиндисининг ўзгармаслик шartидан инерция ва силташ momentларининг мотор валига келтирилган қийматлари топилади:

$$J = J_n + \frac{J_1}{i_1^2} + \frac{J_2}{i_1^2 i_2^2} + \dots + \frac{J_n}{i_1^2 \dots i_n^2}. \text{ Бунда } J_n \text{ — мотор якорининг инерция momenti. Шунингдек } GD^2 = GD_n^2 + \frac{GD_1^2}{i_1^2} + \dots + \frac{GD_n^2}{i_1^2 \dots i_n^2}.$$

234. Механическая характеристика двигателя постоянного тока — Ўзгармас ток моторининг механик тавсифи. Моторнинг айланиш частотаси n нинг валдаги қаршилик momenti M ни ўзгаришига боғланишини ифодаловчи $n = j(M)$ ў. т. м. м. т. дейилади. Механик тавсиф тенгламасини аниқлашда моторнинг асосий формулалари:

$$I_n = \frac{U - E_n}{\sum R}; \quad E_n = K_E n \Phi \quad \text{ва} \quad M = K_M \Phi I_n \text{ дан фойдаланилади. Бу}$$

тенгламалар биргаликда ечилса ў. т. м. м. т. нинг $n = \frac{U}{K_E \Phi} -$

$$- \frac{\sum R \cdot M}{K_E K_M \Phi^2} \text{ тенгламаси келиб чиқади. Бундан } n = n_0 - \frac{\sum R \cdot M}{K_E K_M \Phi^2} \text{ оли-$$

нади ($n_0 = \frac{U}{K_E \Phi}$ моторнинг энг юсак айланиш частотаси). Бу

тенгламага биноан, ў. т. м. м. т. энг юсак айланиш частотаси n_0 дан абсцисса ўкига $\frac{\sum R}{K_E K_M \Phi^2}$ қияликда ўтадиган тўғри чизик шаклида

бўлади. $\sum R = R_n + R_r$ бўлгани сабабли ў. т. м. м. т. нинг қиялиги якорь занжирига киритилган ташки қаршилик R_r қийматига мутаносибдир.

235. Пуск двигателя постоянного тока — Ўзгармас ток моторини ишга тушириш. Агар электр тармоғига уланган мотордаги айлантирувчи $M = K_M \Phi I_n$ момент унинг валидаги қаршилик momenti M_c дан катта бўлса, динамик момент $M_{дин} = M - M_c$ таъсирида мотор айлана

бошлайди. Айланиш частотасининг ошиб бориши билан мотор якоридаги ЭЮК (E_n) ҳам ошиши сабабли якорь токи (I_n) ва, демак айлантурувчи момент қиймати (M) камайиб боради. Моторнинг айлантурувчи моменти (M) қаршилик моменти (M_c) га тенглашганда айланиш частотаси n_c турғун қийматга эришади. Ҳ. т. м. я. т. нинг дастлабки пайтида $n=0$ ва, демак, $E_n=0$, шу сабабли ишга тушириш токи $I_{\text{ишт}} = \frac{U-E_n}{\sum R} = \frac{U}{R_n+R_r}$ бўлади. Якорь чулғамининг қаршилиги

(R_n) жуда кичик бўлгани сабабли мотор номинал кучланишли электр тармоғига ташқи қаршиликсиз ўланганда $I_{\text{ишт}}$ қиймати номинал ток (I_n) дан $10 \div 20$ марта катта бўлиб, авария содир бўлиши мумкин. Шу сабабли якорь занжирига ташқи қаршилик (R_r) киритиб, ишга тушириш токи ва айлантурувчи момент коммутация ва механик қисмлар учун хавфсиз даражагача, яъни $I_{\text{ишт}} = (2 \times 2,5) I_n$; $M_{\text{ишт}} = (2 \times 2,5) M_n$ гача камайтирилади. Агар $I_{\text{ишт}} = 2 I_n$ олинса, ишга тушириш реостатининг қаршилиги $R_{\text{ишт}} = R_r = \frac{U_n}{2 I_n} - R_n$ бўлади.

Якорь чулғамининг қаршилиги тахминан $R_n \approx 0,5(1-\eta) \frac{U_n}{I_n} = 0,5(1-\eta) R_n$ га тенг қилиб олинади. Бунда $\eta = \frac{P_n}{U_n I_n}$ — мотор-

нинг фойдали иш коэффициенти, $R_n = \frac{U_n}{I_n}$ моторнинг номинал қаршилиги.

236. Номинальное сопротивление двигателя — Моторнинг номинал қаршилиги. Якорга номинал кучланиш берилганда якордан ўтадиган ишга тушириш токи қийматини номинал I_n гача камайтириб берувчи якорь занжирининг тўла қаршилиги $M. н. қ.$ дейилади.

$M. н. қ.$ $R_n = \frac{U_n}{I_n}$. Бунда U_n — моторнинг номинал кучланиши, I_n — номинал ток.

237. Тормозные режимы двигателя постоянного тока — Ўзгармас ток моторининг тормоз режимлари. Машина ва механизмларни тормозлаб тез ва аниқ тўхтатиш ҳамда уларнинг ҳаракат йўналишини тескарига ўзгартириш ва бошқа технологик жараёнларда электр моторларнинг рекуператив, электродинамик ва тескари улаб тормозлаш режимларидан фойдаланилади.

238. Рекуперативное торможение — Рекуператив тормозлаш. Агар айланувчи қисмларнинг кинетик энергияси таъсирида электропоезд тезлиги электр моторнинг салт ишлаш режимидаги тезликдан ошиб кетса, мотор якоридаги E_n тармоқдаги кучланиш U дан ошиб, якорь токи ва моторнинг айлантурувчи моменти тескари йўналиш олади. Бу ҳолда, электр мотори генератор (тормоз) режимида ишлайди ва унда ҳосил бўладиган тормозловчи момент туфайли электропоезд частотаси хавфли даражага кўтарилишига йўл қўйилмайди. Айланувчи қисмларнинг кинетик энергияси электр энергиясига айланиб мотор ўланган электр тармоғига қайтарилади (рекуперация ходисаси рўй беради). Шу сабабли бу режим $P. т.$ дейилади.

239. Электродинамическое торможение — Электродинамик тормозлаш. Ишлаб турган моторни электродинамик усулда тормозлаш учун унинг якорь чулғами электр тармоғидан ажратилади ва ўз-ўзига ёки динамик деб аталувчи $R_{дин}$ каршиликка уланади. Бунда кўзгатиш чулғами электр тармоғига уланганича қолаверади. Натижада мотор генератор режимига ўтиб, унинг айланиш частотаси тормозловчи электромагнит момент (M_T) таъсирида тез пасаяди ва мотор тўхтади. Бунда тормозловчи момент

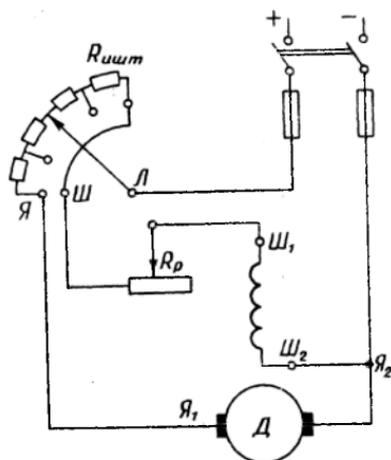
$$M_T = -K_m \Phi I_a = -K_m \Phi \frac{E_a}{R_a + R_{дин}} \text{ бўлади.}$$

240. Торможение противовключением — Тескари улаб тормозлаш. Бундай режим, масалан, кран билан оғир юк туширишда юз беради. Бунда мотор юкнинг оғирлигидан тескари томонга айланади. Натижада, моторнинг айлантирувчи (тормозловчи) моменти билан юкнинг каршилик моменти тенглашса (динамик момент $M_{дин} = 0$ бўлса), юк берилган ўзгармас тезликда пастга туша бошлайди. Агар ишлаб турган моторни бундай режимда тезда тўхтатиш керак бўлса, якорь чулғамини электр тармоғидан ажратиб, сўнгра шу тармокка тескари уланади. Бунда унинг кўзгатиш чулғами электр тармоғига уланганича қолаверади. Натижада якорь токининг киймати ва йўналиши ўзгаради ва тормозловчи момент таъсирида моторнинг айланиш частотаси нолгача камаяди. Моторни тўхтатиш учун шу пайтда унинг якори электр тармоғидан ажратилади, акс холда, мотор тескари томонга айлана бошлайди. Т. у. т. да якорь занжирига унинг токини коммутация шартига мувофик ($2 \div 2,5$) I_n гача чекловчи $R_{тy}$ тескари уланиш каршилиги киритилади:

$$I_a = \frac{-U - E_a}{R_a + R_{тy}}$$

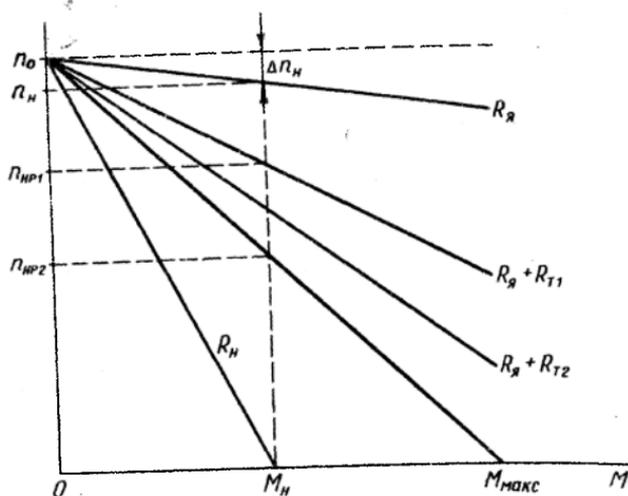
241. Двигатель параллельного возбуждения — Параллел кўзгатишли мотор. Кўзгатиш чулғами якорь чулғамига параллел равишда бир электр тармоғига уланишга мўлжалланган ўзгармас ток мотори П. к. м. дейилади. 120-расмда П. к. м. нинг уланиш схемаси кўрсатилган. Унда кўзгатиш токининг киймати юклама токининг кийматига бoғлиқ бўлмайди.

242. Пуск двигателя параллельного возбуждения — Параллел кўзгатишли моторни ишга тушириш. П. к. м. и. т. учун аввал якорь занжирига ишга тушириш токини ($2 \dots 2,5$) I_n гача камайтирадиган ишга тушириш реостати киритилади.



120-расм

Бунда қўзғатиш чулғамидаги R_p қаршилик нолга тенгланиб, кутблардаги магнит окимининг максимал қийматга эришиши таъминланади. Мотор электр тармоғига улангач, номиналга нисбатан 2...2,5 марта катта ишга тушириш momenti $M_{\text{шрт}} = (2-2,5)M_n$ юзага келади ва у айлана бошлайди. Айланиш частотаси ошиб борган сари $I_{\text{шрт}}$ ва $M_{\text{шрт}}$ қиймати кескин камайиб боради. Айланиш частотаси n нинг бир текисда ва тез ортиб боришини таъминлаш, яъни $I_{\text{шрт}} = (2-2,5)I_n = \text{const}$ ва $M_{\text{шрт}} = (2-2,5)M_n = \text{const}$ бўлишига эришиш учун айланиш частотасини ортиб бориши билан $R_{\text{шрт}}$ нинг қаршилик поғоналарини шунтлаб (якорь занжиридан чиқариб) бориш керак ва ниҳоят $M = M_c$ бўлиб, айланиш частотаси ўзининг турғун қиймати n_c га эришганда $R_{\text{шрт}}$ нинг охириги поғонаси шунтланиб, $R_{\text{шрт}} = 0$ га тенглаштирилади.



121-расм

243. Механическая характеристика двигателя параллельного возбуждения — Параллел қўзғатишли моторнинг механик тавсифи. Параллел қўзғатишли моторда қўзғатиш токи ва, демак, магнит окими $\Phi = \Phi_n = \text{const}$ бўлгани сабабли механик тавсифи тенгламасидаги $K_E \Phi$ ўрнига C_E , $K_M \Phi$ ўрнига C_M ўзгармас коэффициент қўйилса,

П. к. М. м. х. учун $n = \frac{U}{C_E} - \frac{(R_n + R_T)}{C_E C_M} M = n_0 - \frac{\sum R}{C_E C_M} M$ тенглама

олинади. Агар M ўрнига унга пропорционал I_n қўйилса, $n = \frac{U}{C_E} - \frac{\sum R}{C_E} I_n = n_0 - \frac{\sum R}{C_E} I_n$ бўлади. Бунда номинал режим учун $U = U_n$,

$n = n_n$, $I_n = I_n$ ва $\sum R = R_n$ деб қабул қилиб, ўзгармас коэффициент C_E нинг $C_E = \frac{U_n - I_n R_n}{n_n}$ қиймати топилади. Идеал салт ишлашдаги

частота $n_0 = \frac{U_n}{C_E} = \frac{n_n U_n}{U_n - I_n R_n}$ бўлади. $\frac{K_M}{K_E} = \frac{PN/2\pi a}{PN/60a} = 9,55$ дан C_M

учун $C_M = 9,55 C_E$ аникланади. 121-расмда П. к. М. м. х. ни ясаш

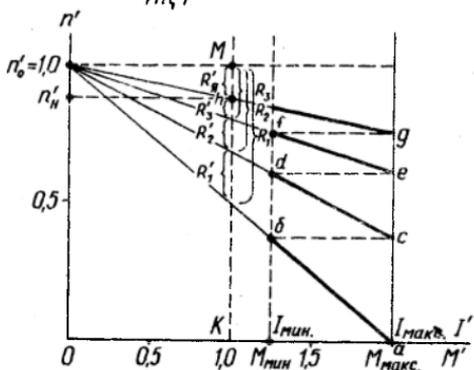
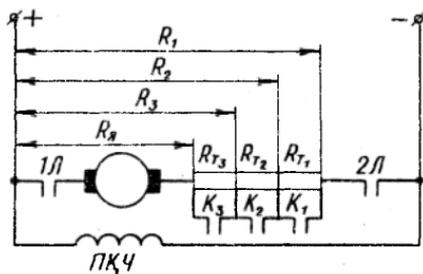
кўрсатилган. Табиий механик характеристикани ясаш учун координа-
та ўқларидagi $M=0$; $n=n_0$ ва $M=M_H$; $n=n_H$ нукталарни
бирлаштириш кифоя. Бу ҳолда якорь занжири фақат якорь чул-
ғами қаршилиги $R_{я}$ га эга. Агар якорь занжирига ташки $R_{Т1}$ қар-
шилиқ киритилса, яъни занжир қаршилиги $R_{я} + R_{Т1}$ қилинса,
абсцисса ўқига бир оз қия сунъий механик характеристика ҳосил
бўлади. Бунда моторнинг номинал юкламадаги айланиш частотаси
 $n_{нр}$ ташки қаршилиқ R_T га боғлиқ равишда камаяди, яъни

$$n_{нр} = n_0 \left[1 - \frac{I_H (R_{я} + R_T)}{U_H} \right] \text{ бўлади. Ташки қаршилиқни кўлайтириб,}$$

якорь занжирининг қаршилиги номинал $R_H = R_R + R_T = \frac{U_H}{I_H}$ қарши-

лиқгача етказилса, механик характеристика координата ўқларининг
 $n=n_0$; $M=0$ ва $n=0$; $M=M_H$ нукталаридан ўтади. Бунда моторнинг
ишга тушириш токи ва моменти номиналга тенг, яъни $I_{шрт} = I_H$; $M_{шрт} =$
 $= M_H$ бўлади. 122-расмда параллел қўзғатишли моторнинг уч
поғонали ишга тушириш реостати қаршилигини график усулда
ҳисоблаш диаграммаси кўрсатилган. График ҳисоблашда қуйидаги
тартиб қўлланилади: ва 1) моторнинг табиий механик характери-
стикаси ясаллади; 2) абсцисса ўқида $M_{макс} = 2M_H$; $M_{мин} \approx 1,1 M_H$ ва
ординатада n_0 нукталар белгиланади; 3) n_0 ва $M_{макс}$ нукталарни
бирлаштириб, ишга туширишдаги биринчи реостатли механик
характеристика ясаллади (бунда якорь занжирига ишга тушириш
реостатининг тўла $R_{шрт}$ қаршилиги киритилган бўлади); 4) бундай

ишга туширилган мотор дина-
мик $M_{дин} = (2M_H - M_c)$ момент
таъсирида ҳаракатга келади ва
унинг айланиш частотаси ҳамда
якорьдаги ЭЮК ошиб боради.
Бунинг натижасида айланти-
рувчи момент M қиймати $M_{мин}$
гача камайганда, $R_{шрт}$ нинг
биринчи поғона қаршилиги
шунтланади. Якорь токи ҳамда
айлантирувчи момент яна $M_{макс}$
гача ошади ва демак, 2 нукта
билан n_0 бирлаштирилса, мо-
торнинг иккинчи реостатли ха-
рактеристикаси ясаллади; 5) шу
сингари охири учинчи поғона
қаршилиги шунтланганда 4-
нукта олинади ва мотор ўзининг
табиий (4-нукта билан n_0 ни
бирлаштиришдан олинган) ха-
рактеристикасига ўтиб, ўз айла-
ниш частотасини ошира боради.
Айлантирувчи момент қиймати
номинал M_H га тенглашганда,



122-расм

мотор шу номинал айланиш частотада тургун ишлай бошлайди; б) ишга тушириш графигига мувофик $\Delta n = n_0 - n = \frac{R_{я} + R_r}{C_E C_m} M_{H1} = C (R_{я} + R_r)$ бўлгани сабабли реостатнинг биринчи

поғона каршилиги $R_{r1} = R_n \frac{de}{af}$ бўлади, қолганлари ҳам шу сингари аниқланади: $R_{r2} = R_n \frac{cd}{af}$; $R_{r3} = R_n \frac{be}{af}$; $R_{я} = R_n \frac{ab}{af}$ (Ом). Демак, ишга тушириш реостатининг тўла каршилиги $R_{\text{инт}} = R_{r1} + R_{r2} + R_{r3}$ бўлади.

244. Регулирование частоты вращения — Айланиш частотасини ростлаш. Электр мотори ёки электр энергия манбаи параметрларини ўзгартириш билан мотор частотасини мажбурий ўзгартириш А. ч. р. дейилади. Ишлаб чиқариш жараёнида машина ва механизмлар технология талабига биноан турли тезликларда ишлатилади. Шу сабабли электр юритмаларидаги моторларнинг айланиш частотасини катта диапазонда, силлик ва тежамли равишда ростлаш керак бўлади.

245. Диапазон регулирования — Ростлаш кенглиги. Электр моторининг айланиш частотасини ростлашдаги максимал ва минимал айланиш кийматлари ($n_{\text{макс}}$, $n_{\text{мин}}$) нинг ўзаро нисбати $P. K.$ дейилади ва D ҳарфи билан белгиланади, яъни $D = \frac{n_{\text{макс}}}{n_{\text{мин}}}$. Ҳозирги ҳамон автоматлаштирилган электр юритма системаларида $P. k. D = \frac{10000}{1}$

гача етказилган, яъни $n_{\text{мин}} = 0,25 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ бўлса, $n_{\text{макс}} = 2500 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ бўлади.

246. Плавность регулирования — Ростлаш силлиқлиги. Ростлаш кенглигидаги икки қўшни айланиш частоталари нисбати $P. c.$ дейилади ва φ ҳарфи билан белгиланади, яъни $\varphi = \frac{n_i}{n_{i-1}}$. Бунда i — турли

айланиш частоталарнинг тартиб сони, n_i — тартиб сони i бўлган айланиш частотаси. Ростлаш кенглигидаги частоталар сони ортиб борган сари, φ нинг киймати бирга яқинлашиб боради.

247. Экономичность регулирования — Ростлаш тежамлилиги. Частотани турли усуллар билан ростлашда қўлланилган аппарат ва ускуналарнинг нархи ва ростлаш жараёнидаги қувват исрофи билан аниқланадиган кўрсаткичга $P. t.$ дейилади.

248. Стабильность регулирования — Ростлаш барқарорлиги. Айланиш частотасини ростлашда моторлар сунъий механик тавсифда ишлатилади. Сунъий механик тавсиф, ростлаш усулига кўра юкори ва паст бикирликларга эга бўлиши мумкин. Частотани ростлашда механик тавсиф каттиқлиги канча юкори бўлса, $P. б.$ шунча юкори бўлади, яъни юкламанинг бир оз ўзгаришида айланиш частотасининг киймати деярли ўзгармайди (барқарор бўлади) ва аксинча.

249. Классификация механических характеристик — Механик тавсифлар таснифи. Мотор валидаги юкламанинг нолдан номиналгача ўзгаришида айланиш частотаси n ўзгармаса, механик тавсиф абсолют бикир, n киймати 5—10 фоиз камайса, бикир ва кескин

камайса — у юмшoк ҳисобланади. Моторнинг ва шу мотор уланган электр тармоғининг параметрлари номинал ва ўзгармас қийматга эга бўлса, мотор ўзининг табиий механик тавсифида ишлайди ва аксинча, бу параметрлардан бирортаси ўзгариб қoлса, у сунъий механик тавсифга ўтади.

250. Регулирование частоты вращения двигателя параллельного возбуждения — Параллел қўзғатишли моторнинг айланиш частотасини ростлаш. Параллел қўзғатишли моторнинг айланиш частотасини унинг $n = \frac{U - I_a(R_a + R_f)}{K_E \Phi}$ ифодасига мувофиқ уч хил усулда:

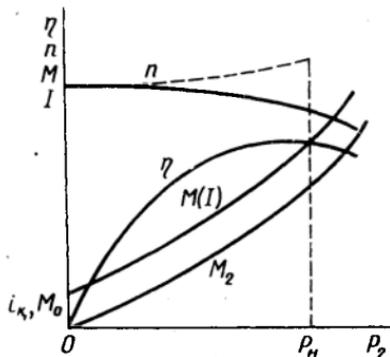
1) электр тармоғидан якорга бериладиган U кучланишни ўзгартириш; 2) якорь занжирига киритиладиган ташки R_f қаршиликни ўзгартириш ва 3) мотор қутбларидаги Φ магнит оқимни ўзгартириш билан ростлаш мумкин.

Айланиш частотасини кучланишни ўзгартириш йўли билан ростлаш учун ток манбаи сифатида ўзгармас ток генератори ёки бирор типдаги ток тўғрилагичидан фойдаланилади. Бундай ростлашда мотор қутбларидаги магнит оқими номинал ва ўзгармас қийматда сақланади, якорь занжирига ташки қаршилик киритилмайди. Бу усул мураккаб бўлишига қарамай айланиш частотасини кенг диапазонда ва бир текис ростлашда анча қўл келади.

Айланиш частотасини якорь занжири қаршиликни ўзгартириш йўли билан ростлаш учун ташки R_f қаршиликни ўзгартириш кифоя. Аммо бунда юклама токи (I_a) ташки қаршиликдан ўтади. Шу сабабли бу усул тежамсиз, ростлаш диапазони эса жуда кичик бўлади. Бу содда усул айланиш частотасини кичик диапазонда, яъни номиналдан 20—30 % ластга ростлашда жуда қўл келади. Ростлаш пайтида $U = U_n = \text{const}$ ва $\Phi = \Phi_n = \text{const}$ бўлиши керак.

Айланиш частотасини магнит оқимини ўзгартириш йўли билан ростлашда қўзғатиш чулғамининг занжирига киритилган реостатнинг R_p қаршилигини ва демак, қўзғатиш тоқини ўзгартириш кифоя. Бунда $U = U_n = \text{const}$ ва $R_f = 0$ бўлиши керак. Бу усулда магнит оқимини номиналдан фақат камайтириш, айланиш частотасини эса номиналдан юқорига ростлаш мумкин. Магнит оқими қўзғатиш тоқи орқали ростланиши сабабли бу усул энг оддий ва тежамли ҳисобланади, ундан кенг фойдаланилади.

251. Рабочие характеристики двигателя параллельного возбуждения — Параллел қўзғатишли моторнинг иш тавсифлари. Айланиш частотаси n , юклама тоқи I , айлантирувчи момент M ва фойдали иш коэффициенти η нинг мотор валидаги фойдали механик қувват P_2 га боғланишини ифодаловчи чизиклар. П. к. м. и. т. дейилади. 123-расмда П. к. м. и. т. кўрсатил-



123-расм

ган. Бу характеристикалар электр тармоғидаги кучланиш U ва кўзгатиш токи i_k ўзгармас бўлган шароитда олинади. Мотор валидаги P_2 қувват ошиб борса, якорь токи $I_{я}$ ҳам кўпаяди. Шу сабабли,

$$n = \frac{U}{K_E \Phi} - \frac{R_{я}}{K_E \Phi} I_{я} \text{ ифодасига мувофиқ моторнинг айланиш частотаси } \frac{R_{я}}{K_E \Phi} I_{я} \text{ ҳисобига камайди, ammo якорь реакциясини магнитсизлантириш таъсирида } \Phi \text{ бир оз камайиши сабабли айланиш частотаси ошади (пунктир чизик). } P_2 \text{ ни ошириш билан айланиш частотаси } n \text{ нинг ҳам кўпайиши нотурғун иш режимига олиб келади. Якорь реакцияси таъсирини йўқотиш ёки камайтириш учун бундай мотор кутбларига бир неча ўрамдан иборат барқарорловчи чулғам ўрнатилади, у якорь занжирига кетма-кет уланади. Натижада параллел кўзгатишли моторларнинг турғун режимда ишлашига эришилади. Бунда уларнинг } P_2 \text{ юкламаси номиналгача ошиб борганда айланиш частотасининг пасайиши}$$

$$\Delta n_{II} = \frac{n_0 - n_n}{n_{II}} 100 = (2 \div 8) \% \text{ бўлади, холос. } M = f(P_2) \text{ ва } I = f(P_2)$$

иш тавсифларини ясашда $M = M_0 + M_2$; $I = I_n + i_k$ ҳамда $M = \frac{P_2}{n} \cdot 9550$ ва $M = K_M \Phi I_{я}$ ифодалардан фойдаланилади. Бунда моторнинг кўзгатиш токи $i_k = \text{const}$, магнит окими $\Phi = \text{const}$ ва салт ишлашдаги моменти $M_0 = \text{const}$ деб қабул қилинади. Юклама тахминан 50% га етганда фойдали иш коэффициенти η ўзининг максимал қийматига эришади. Шундан кейин юклама номиналга етгунча η нинг қиймати деярли ўзгармайди. Номиналга яқин ва ундан катта юкламаларда η қиймати бир оз пасаяди.

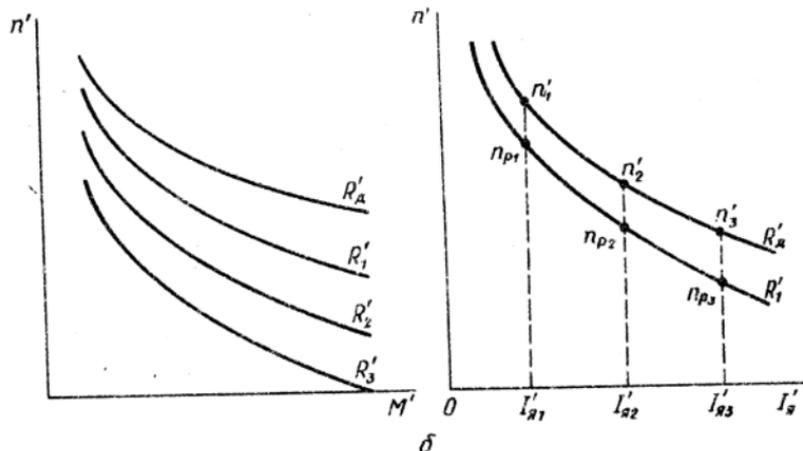
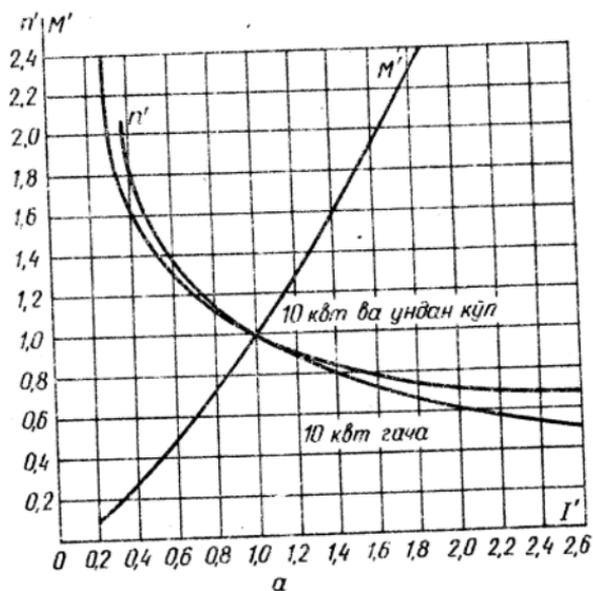
252. Двигатель последовательного возбуждения — Кетма-кет кўзгатишли мотор. Кўзгатувчи чулғами якорь занжирига кетма-кет уланган ўзгармас ток мотори К. к. м. дейилади. Бундай моторда бош кутблардаги магнит окими юклама токи $I_{я}$ га тенг бўлган кўзгатиш токи $i_k = I_{я}$ дан ҳосил бўлади. Юклама токнинг кичик қийматларида, яъни кутб ўзаклари тўйинмаган вақтда магнит окими Φ якорь токи $I_{я}$ га пропорционал, яъни $\Phi = K I_{я}$ бўлади. Шу сабабли К. к. м. нинг $M = K_M \Phi I_{я} = K_M K I_{я}^2 = C I_{я}^2$ дан айлантирувчи моменти юклама токнинг квадрати $I_{я}^2$ га пропорционалдир. Демак, К. к. м. да

$I_{я} = \sqrt{\frac{M}{C}}$ бўлади. Бу ифодага мувофиқ мотор валидаги механик юклама, масалан, икки марта кўпайса, юклама токи $I_{я}$ 40% ошади, холос, К. к. м. нинг бу хусусияти унинг асосий афзаллигидир.

Ўзгармас ток мотори учун олинган $n = \frac{U}{K_E \Phi} - \frac{\sum R}{K_E \Phi} I_{я}$ ифодадаги $I_{я}$

ўрнига $I_{я} = \sqrt{\frac{M}{C}}$ қўйилса, К. к. м. нинг механик характеристика тенгламаси $n = \frac{U}{K_E K \sqrt{\frac{M}{C}}} - \frac{\sum R}{K_E K} = \frac{A}{\sqrt{M}} - B$ келиб чиқади. Бунда

$A = \frac{U}{K_E K \sqrt{\frac{1}{C}}}$; $B = \frac{\sum R}{K_E K}$ ўзгармас коэффициентлардир. Бу тенгла-

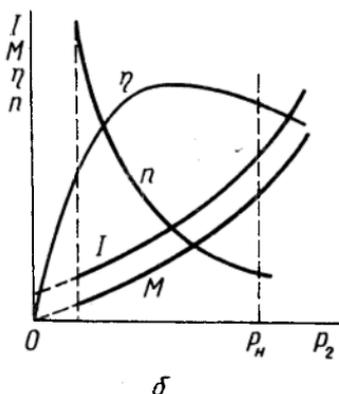
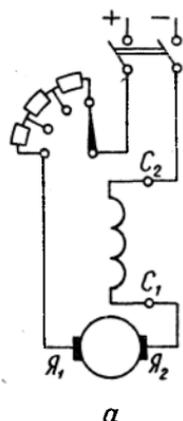


124-расм

ма асосида қурилган механик тавсиф мотор тўғрисида фақат умумий тасаввур беради, холос. Амалда эса номинал режимда ишловчи моторнинг магнит системаси тўйинган ҳолатда бўлади. Шу сабабли, К.к.м. нинг механик тавсифи графоаналитик усулда ясаллади. Бунинг учун К.к.м. ларнинг каталогида берилган табиий универсал тавсифи $n' = f(I'_a)$ ва $M' = f(I'_a)$ боғланишидан фойдаланилади.

124-расм, а да К. к. м. нинг универсал тавсифлари, б да эса бу тавсифлардан фойдаланиб ясалган табиий ва сунъий механик характеристикалар кўрсатилган. К. к. м. нинг механик характеристикасига мувофиқ юклама ўзгаришида унинг айланиш частотаси кескин ўзгарадиган характерга эга бўлади. К. к. м. ни ишга туширишда

якорь занжиридаги ток қийматини коммутация шартига мувофиқ $I_{\text{ншт}} = (2 \dots 2,5) I_n$ гача чекловчи ишга тушириш реостати $R_{\text{ншт}}$ да фойдаланилади. Ишга тушириш пайтида айланиш частотасини биқ текисда, қиска вақтда номинал частотага етказиш учун $R_{\text{ншт}}$ ниң қаршилиқ поғоналари бирма-бир якорь занжиридан чиқариб борилади.



125- расм

253. Рабочие характеристики двигателя последовательного возбуждения — Кетма-кет қўзғатишли моторнинг иш тавсифлари.

Кетма-кет қўзғатишли мотор валидаги механик юклама камайишида юклама токига пропорционал бўлган магнит оқими ҳам камаяди. Шу сабабли моторнинг айланиш частотаси механик қисмлар учун хавфли даражагача ошиб кетиши мумкин. Бундай хавфга йўл қўймаслик учун ҳатто салт ишлашда мотор валидаги механик юклама номиналнинг 20—30 % га тенг бўлиши таъминланади. Шуни ҳисобга олиб, кетма-кет қўзғатишли моторлардан электр транспорти, қўтарғич кран каби ишга тушириш шароити оғир механизмларда фойдаланиш тавсия қилинади. 125- расмда К. к. м. и. т. ва уланиш схемаси кўрсатилган.

254. Регулирование частоты вращения двигателя последовательного возбуждения — Кетма-кет қўзғатишли моторнинг айланиш частотасини ростлаш.

Кетма-кет қўзғатишли моторнинг айланиш частотаси ҳам уч хил усулда: 1) кучланиш U ни ўзгартириш; 2) ташқи қаршилиқ R_f ни ўзгартириш ва 3) магнит оқими Φ ни ўзгартириш йўли билан ростланади.

Кучланишни ўзгартириш йўли билан ростлаш кўпинча бир валга ўрнатилган икки моторли юритмаларда, масалан, катта қувватли кран, трамвай, троллейбус юритмаларида қўлланилади. Бунда, битта мотор ўрнига унинг ярмича қувватли иккита мотор ўрнатиб, уларни ўзаро параллел уланишдан кетма-кет уланишга ёки кетма-кет уланишдан параллел уланишга ўтказиш йўли билан моторларга бериладиган кучланишни ва демак, айланиш частотасини икки марта ўзгартириш имкони туғилади. Бу усул, шунингдек моторларни ишга тушириш ва тормозлаб тўхтатиш вақтини қисқартиради, шу билан бирга кичик ҳажмли моторлардан фойдаланиш имконини беради,

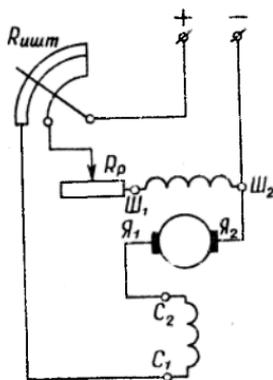
натижада ишлашдаги ишончлилиқ бирмунча ошади (бир мотор ишдан чиқса, иккинчиси билан ишлаб туриш мумкин бўлади).

Якорь занжирига кетма-кет уланган ташқи қаршилиқ R_r ни ўзгартириб ростлаш усули тежамсиз бўлади, аммо унинг жуда соддалиги бу усулдан электр транспорти ва кран юритмалари тезлигини 2:1, 3:1 кенгликда ростлашда самарали қўлланилади. Агар якорь чулғамига, кетма-кет уланган қаршилиқдан ташқари, яна параллел уланган қаршилиқ ҳам киритилса, ростлаш кенглиги 3:1, 5:1 га етади. Бунда моторни ҳатто салт ишлаш режимда ҳам хавфсиз (чекли) частотада ишлатиш имкони тугилади. Агар моторнинг кетма-кет қўзғатиш чулғами қаршилиқлар билан шунтланса, магнит оқими камайиб моторнинг айланиш частотасини номиналдан юқори томонга икки мартагача ростлаш ҳам мумкин бўлади.

255. Двигатель смешанного возбуждения — Аралаш қўзғатишли мотор. Бош кутбларнинг иккита қўзғатиш чулғамидан бири якорь чулғамига кетма-кет, иккинчиси параллел уланган ўзгармас ток мотори А. к. м. дейилади. 126-расмда А. к. м. нинг уланиш схемаси кўрсатилган. Бундай моторнинг айланиш частотаси

$$n = \frac{U - I_a \sum R}{K_E (\Phi_{ш} \pm \Phi_k)}$$

тенглама билан ифодаланadi. Агар қўзғатиш чулғамлари ўзаро мос уланса, параллел ва кетма-кет қўзғатишли чулғамлардаги токдан ҳосил бўлган магнит оқимлари ўзаро қўшилади ва аксинча. Демак, мос уланишда, юкломани ортиб бориши билан айланиш частотаси кескин камайди, номос уланишда эса кўпаяди. Амалда, номос уланган кетма-кет қўзғатиш чулғамидаги токдан ҳосил бўлган магнит оқими билан якорь реакцияси ҳамда кучланишнинг тушуви $I_a \sum R$ мувозанатланиб, айланиш частотасининг ўзгармаслигига эришилади. А. к. м. да кетма-кет қўзғатишли моторнинг камчиликлари йўқ, лекин тузилиш жиҳатдан қимматлиги сабабли бундай моторлар фақат электр транспорти ва кран юритмаларида қўлланилади.

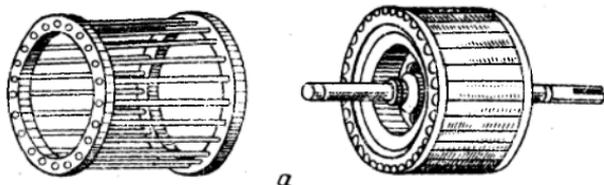


126-расм

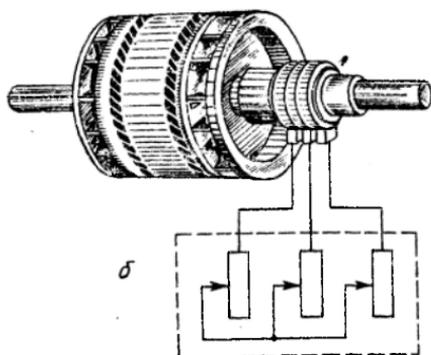
ХИ БУЛИМ

АСИНХРОН МОТОРЛАР

256. Асинхронный двигатель — Асинхрон мотор. Роторининг айланиш частотаси статор магнит майдонининг синхрон деб аталган айланиш частотасига тенг бўлмаган (носинхрон) ва юкломга боғлиқ бўлган ўзгарувчан ток машиналари А. м. дейилади. А. м. ҳам бошқа электр машиналари сингари, генератор ва мотор режимларида ишлаши мумкин. Аммо А. м. ни генератор режимда ишлатиш иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ эмас. Шу сабабли улар генератор режимда фақат айрим ҳолларда, масалан, дизель моторларни чиниктириш қурилмаларида қўлланилади. А. м. асосан уч фазали моторлар сифатида ишлатилади. Бунда улар қискагина



а



б

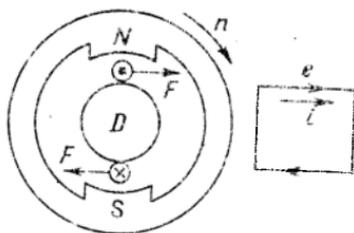
127-расм

асинхрон мотор (А. м.) деб юритилади. Конструкциясининг соддалиги, арзонлиги, ишлашда ишончилиги ва яхши иш тавсифларга эгаллиги сабабли А. м. санфот, кишлок хўжалиги ва қурилишларда ишлатиладиган электр моторларининг тахминан 95 фоизини ташкил қилади. Маиший хизматда қўлланиладиган машиналар, қўл асбоблари ва шу кабиларда эса кичик қувватли бир ва икки фазали асинхрон моторлардан фойдаланилади. Асинхрон моторлар қўзғалмас статор ва айланувчи ротордан иборат. Пўлат ўзакли статор пазларига (арикчаларига) ўзаро 120° бурчакка сурилган учта чулғам ўралади. Цилиндр шаклидаги пўлат ўзакли ротор арикча (паз)ларига ҳам чулғам ўралади. Бу чулғамнинг тузилишига кўра, асинхрон моторлар қисқа туташтирилган ва фазавий роторлиларга ажратилади. 127-расм, а да қисқа туташтирилган, б да эса фазавий роторлар тузилиши кўрсатилган.

257. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором — Қисқа туташтирилган роторли асинхрон мотор. Ротор ўзагининг арикчаларига изоляцияланмаган мис ёки алюминий стерженлар жойлаштирилиб, уларнинг боши ва охири мис халкага бириктирилса, катта тоқларга ҳам бардош бера оладиган содда схемали қисқа туташтирилган чулғам ҳосил бўлади. Бундай чулғамли ротор қисқа туташтирилган ротор, мотор эса, Қ. т. р. а. м. дейилади. Қ. т. р. а. м. нинг ротори темир ғўладан деярли фарқи йўқ. Шу сабабли бундай роторли асинхрон мотор содда, арзон ва ишда ишончли бўлади.

258. Асинхронный двигатель с фазным ротором — Фазавий роторли асинхрон мотор. Ф. р. а. м. ларда ротор ўзаги арикчаларига, статорники сингари, уч фазали чулғам ўралади. Шу сабабли улар Ф. р. а. м. дейилади. Бундай моторларда чулғам юлдуз

схемасида уланиб, унинг учлари ротор валига ўрнатилган, ўзаро ва ротор валидан изоляцияланган учта ҳалқага бириктирилади. Ротор чулғами учта контакт ҳалқа ва кўзгалмас чўткалар воситасида реостатга уланади. Натижада бу чулғамдан ўтадиган ишга тушириш токи хавфсиз кийматгача кама-яди. Ф. р. а. м. нисбатан мураккаб ва қиммат бўлгани сабабли ундан фақат айрим ҳолларда, масалан, айланмиш частотасини ростлаш керак бўлган ёки, катта ишга тушириш моменти талаб қилинадиган ҳоллардагина фойдаланилади.



128-расм

128-расмда асинхрон моторнинг ишлаш принципини кўрсатувчи модель схемаси берилган. Унда статор чулғамиди уч фазали токдан ҳосил бўлган магнит майдони n_1 частота билан ўнг томонга айланиб, ротор чулғамини кесиб ўтади. Натижада электромагнит индукция қонунига мувофиқ бу берк контурда e ЭЮК ва i ток ҳосил бўлади. Уларнинг йўналишлари ўнг қўл қондасига асосан аниқланади. Бу ток билан магнит майдонининг ўзаро таъсири натижасида йўналиши чап қўл қондасига биноан аниқланадиган электромагнит кучлар пайдо бўлади. Бу кучлар роторни магнит майдони йўналишида айлантири- бошлайди. Бунда ротор магнит майдонининг $n_2 = \frac{60f}{P}(1-s)$ частотаси- дан бир оз кичик $n_2 = n_1(1-s)$ частотада айланади. Бу ерда $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$ сирпаниш деб аталадиган ўлчамсиз катталиқ.

259. Скольжение — Сирпаниш. Магнит майдоннинг n_1 частотаси билан моторнинг айланиш частотаси n_2 айирмасининг синхрон частота n_1 га бўлган нисбати $(\frac{n_1 - n_2}{n_1})$ С. дейлади. Сирпаниш (S) n_2 частотанинг n_1 частотага нисбатан ҳамма вақт бир оз кичик

бўлишини кўрсатади. С. нинг $s_n = \frac{n_1 - n_n}{n_1}$ кийматининг номинал С. деб айтилади. Номинал С. турли тип ва қувватдаги асинхрон моторлар учун $S_n = 0,01 \dots 0,06$ чегарасида бўлади. Бунда n_n — моторнинг паспортда кўрсатилган номинал айланиш частотаси. Демак, номинал юкланиш билан ишлаётган моторнинг n_2 айланиш частотаси n_1 га нисбатан $1 \dots 6$ фоиз кичик, яъни $n_2 = n_1(1 - S_n) = \frac{60f}{P}(1 - S_n)$ бўлади. Шу сабабли бундай моторлар асинхрон (носинхрон) деб аталади.

260. Режим холостого хода асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг салт ишлаш режими. Асинхрон моторларда трансформатордагига ўхшаш электромагнит жараёнлар содир бўлади. Дарҳақиқат, фазавий роторли асинхрон моторнинг ротор чулғами реостатга уланмай очик қолдирилса, А. м. с. и. р. юзага келади. Бунда статорга берилган уч фазали токнинг магнит майдони статор ва ротор чулғам- ларида, трансформатордаги сингари $E_1 = 4,44 \omega_1 f_1 K_{r1} \Phi_m$ ва $E_2 = 4,44 \omega_2 f_2 K_{r2} \Phi_m$ ЭЮК ларни ҳосил қилади. Бу формулаларда $E_1 =$

статор чулгамида, E_2 — ротор чулгамида ҳосил бўлган ЭЮК лар, f_1 — электр тармоғидаги кучланиш частотаси, $f_2 = f_1$ — ҳаракатсиз ротор чулгамида ҳосил бўлган ЭЮК частотаси; ω_1 ва ω_2 статор ва ротор чулғамларининг ўрамлари сони, K_{r1} , K_{r2} эса, уларнинг чулғам коэффициентлари. Асинхрон ва синхрон машиналарда асосан қадами кискартирилган, сочилган схемали чулғам ишлатилади. Бундай чулғамда ҳосил бўлган ЭЮК қадами кискармаган чулғамдаги ЭЮК дан кичик бўлади. Буни ҳисобга олиш учун ЭЮК ифодасига қадам кискариши коэффициенти K_k киритилади. Бу коэффициентнинг чулғам сочилиш коэффициенти $K_{соч}$ га кўпайтмаси чулғам коэффициенти (K_r) дейилади, яъни $K_r = K_k \cdot K_{соч} = 0,9 \div 0,95$. Статор чулғами учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига асосан тузилган $U = -E_1 + I_0 R_1 + I_0 X_1$ тенглама ҳам трансформатор тенгламасига ўхшашдир. Асинхрон моторнинг статор ва ротор ўзаклари бир-бирдан ҳаво оралиғи билан ажралганлиги сабабли статор чулғамидаги магнитловчи ток қиймати трансформатордагига нисбатан анча катта, яъни $I_0 \approx (20 \dots 60) \% I_{1н}$ бўлади. Моторнинг трансформациялаш коэффициенти: $K = K_e \cdot K_i$.

$$\text{Бунда: } K_e = \frac{E_1}{E_2} = \frac{K_{r1} W_1}{K_{r2} W_2}; \quad k_i = \frac{I_2}{I_1} = \frac{m \cdot K_{r1} W_1}{m \cdot K_{r2} W_2}.$$

Ротор чулғами параметрларини статор параметрларига келтириш ифодалари ҳам трансформатордаги келтиришларга ўхшайди:

$$E_2^k = K_e \cdot E_1; \quad I_2^k = \frac{I_1}{K_i}; \quad R_2^k = R_2 K; \quad X_2^k = X_2 K; \quad Z_2^k = Z_2 \cdot K$$

А. м. с. и. р. даги қувват исрофи асосан ўзакларни киздиришга сарфланади.

261. Режим короткого замыкания асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг қиска туташув режими. Тормозланган ротор чулғамини қиска туташтириб, статор чулғамига номинал ток ҳосил қилувчи кичик кучланиш берилса, А. м. к. т. р. юзага келади. Бунда ҳаво оралиғи туфайли фақат статор чулғами билан илашувчи магнит оқими кўпроқ бўлгани сабабли қиска туташув кучланиши нисбатан катта бўлади. Агар тормозланмаган мотор статорига номинал кучланиш берилса, қиска туташув тоқининг бошланғич қиймати номиналга нисбатан 4—7 марта катта бўлади ва мотор айлана бошлайди. Мотор айланиши билан бу тоқнинг қиймати кескин камайиб боради ва моторнинг нағрузкаси, масалан, номиналга тенг бўлса, бу тоқнинг камайиши номинал қийматга етгач тўхтайтиди. Демак, қиска туташтирилган роторли асинхрон мотор ишга туширишнинг бошланғич пайтида қиска туташув режимида ишлайди. А. м. к. т. р. даги қувват исрофи асосан чулғамнинг мис симларини киздиришга сарфланади.

262. Режим работы асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг иш режими. Бирор n_2 частотада ишлаётган мотор ротори статорнинг айланувчи магнит майдони оқими билан $n = n_1 - n_2$ частотада кесинишуви натижасида унда ЭЮК ва ток ҳосил бўлади. Бу ЭЮК ва ток частотаси $f_2 = \frac{pn}{60} = \frac{p(n_1 - n_2)}{60} = \frac{pn_1(n_1 - n_2)}{60 n_1} = S f_1$ сирпа-

ниш частотаси дейилади. Айланувчи ротор чулғамида юзага келадиган ЭЮК $E_{2s} = 4,44 K_{r2} f_2 W_2 \Phi_M = 4,44 K_{r2} W_2 \Phi_M f_1 S = E_2 \cdot S$, индуктив қаршилик эса $X_{2s} = 2\pi f_2 L_2 = 2\pi f_1 S L_2 = X_2 S$ бўлади. Бунда E_2 , X_2 — ҳаракатсиз ротор чулғамининг $f_2 = f_1$ частота билан кесилувидаги ЭЮК ва индуктив қаршилик. Шундай қилиб, айланувчи ротордаги актив R_2 қаршиликнинг қийматигина сирпаниш частотасига боғлиқ эмас. Бу режимда ротор чулғамидаги ток Ом қонунига мувофиқ аниқланади, яъни

$$I_{2s} = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R_2^2 + X_{2s}^2}} = \frac{E_2 \cdot S}{\sqrt{R_2^2 + (X_2 \cdot S)^2}} = \frac{E_2}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{S}\right)^2 + X_2^2}} \text{ бўлади.}$$

Нормал режимда ишлаётган фазавий роторли асинхрон мотор роторининг уч фазали чулғамида частотаси f_2 га тенг уч фазали ток ҳосил бўлади. Бу ток $n = \frac{60 f_2}{p} \sim$ частота билан айланувчи магнит

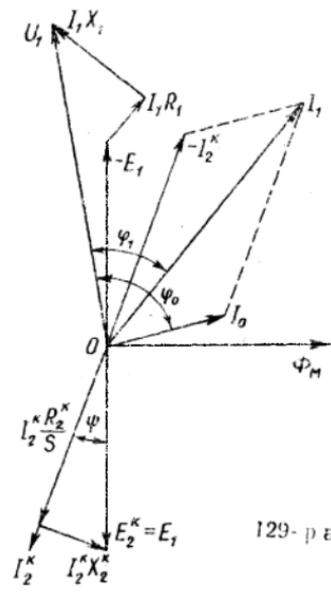
майдони ҳосил қилади. Роторнинг ўзи n_2 частота билан айланади. Шу сабабли ундаги магнит майдонининг фазодаги айланиш частотаси $n + n_2$ бўлади. $n = \frac{60 f_2}{p} = \frac{60 f_1 s}{p} = n_1 S$ ва $n_2 = n_1 (1 - S)$ бўлганлиги

сабабли $n + n_2 = n_1 S + n_1 (1 - S) = n_1$. Демак, статор ва ротордаги айланувчи магнит майдонлари бир хил айланиш частотаси ва бир йўналишга эга бўлади. Асинхрон мотори МЮК ларининг вектор диаграммаси ҳам трансформаторники сингари ясалади. Бунда, МЮК лар йиғиндисидан ҳосил бўлган умумий МЮК $I_0 W_1$ ва ундан пайдо бўлган Φ_M векторлари n_1 частотада айланувчи характерга эга.

263. Векторная диаграмма асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг вектор диаграммаси. 129-расмда ротор чулғамининг параметрлари статор чулғамининг параметрларига келтирилган асинхрон моторнинг юклама режимидаги вектор диаграммаси кўрсатилган. Нормал режимда ишлаб турган асинхрон моторларнинг ротор чулғами киска туташтирилган бўлади. Шу сабабли ротордаги иккиламчи кучланиш $U_2 = 0$ бўлади ва ротор чулғамида ҳосил бўлган ЭЮК унинг қаршиликларидаги кучланиш тушувларининг йиғиндисига тенг, яъни $E_2^* = I_2^* \frac{R_2^*}{S} + I_2^* X_2^*$. Статор чулғамидаги

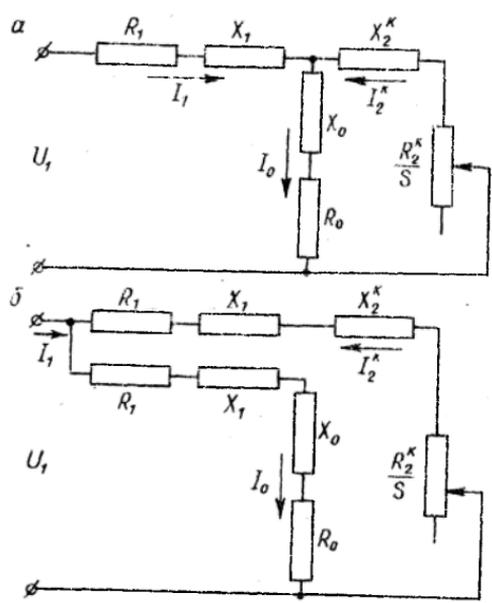
ЭЮК лар тенгламаси $\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + j I_1 X_1 + \dot{I}_1 R_1$ бўлади. Бу параметрлар асосида ясалган вектор диаграмма юклама токи номиналга етганда $\cos \varphi_1$ қувват коэффициентни $\cos \varphi_0$ га нисбатан анча юқори бўлишини кўрсатади.

264. Эквивалентная схема асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг эквивалент схемаси. 130-расм, а да ротор чулғами параметрлари статор чулғамининг параметрларига келтирилган асинхрон моторнинг T -симон, 130-расм, б да Γ -симон эквивалент схемалари кўрсатилган. Ҳисоблашларда бирмунча соддарок бўлган Γ -симон схемадан кўпинча фойдаланилади. Бу схемада I_0 ток қийматини ўзгармас қилиш учун R_1 ва X_1 қаршиликлар киритилади. Бунда моторнинг иш занжиридаги юклама токи:



129-расм

130-расм

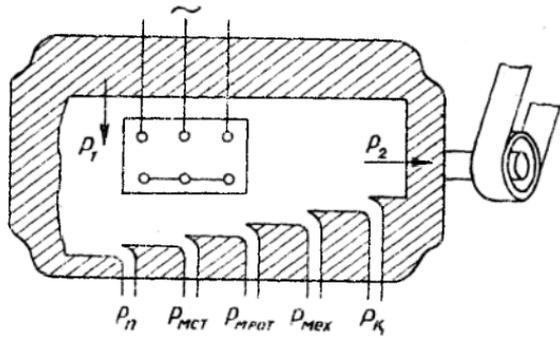


$$I_2^K = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + \frac{R_2^K}{S})^2 + (X_1 + X_2^K)^2}}$$

салт ишлаш режимда $S=0$; $\frac{P_2^K}{S} \approx \infty$

бўлгани сабабли $I_0 = 0$ бўлади.

265. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг энергетик тасвири. 131-расмда А. м. э. т. кўрсатилган. Бунда электр тармогидаги моторга берилган $P_1 = 3U_{1\phi} I_{1\phi} \cos \varphi_1$ актив қувватнинг бир қисми $P_{\text{ст}}$ — моторнинг пулат узагининг кизишига ва $P_{\text{мст}}$ — статор чулгамининг кизишига сарфланади. P_1 қувватнинг қолган $P_{\text{эм}} = P_1 - (P_{\text{ст}} + P_{\text{мст}})$ қисми электромагнит $P_{\text{эм}}$ қувват тарзида роторга ўтади: $P_{\text{эм}}$ электромагнит қувватнинг бир қисми ($P_{\text{мрот}}$) ротор чулгамининг кизишига сарфланади, қолган P_2^1 қисми



131-расм

$P_2^1 = P_{\text{эм}} - P_{\text{мрот}}$ механик қувватга айланади за роторни айлантиришга сарфланади. Бунда P_2^1 нинг бир қисми ($P_{\text{мвч}}$) механик ишқаланишга ва бошқа бир $P_{\text{қ}}$ қисми қўшимча исрофга сарфланади, қолган қисми эса — мотор шчитидан кўрсатилган ва унинг валидан олинандиган фойдали P_2 қувват;

$$P_2 = P_2^1 - (P_{\text{мех}} + P_{\text{к}}) \text{ ни ташкил этади.}$$

266. КПД Асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг фойдали нш коэффициенти. Фойдали P_2 кувватнинг моторга берилган актив P_1 кувватга нисбати $\frac{P_2}{P_1}$ А. м. ф. и. к. дейилади:

$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1}$. Бунда $\Sigma P = P_n + P_{\text{м.ср.}} + P_{\text{м.рот}} + P_{\text{м.св.}} + P_{\text{к}}$ — мотордаги кувват исрофларининг йиғиндиси. А.м.ф.и.к. нинг мотор ичтида кўрсатиладиган номинал қиймати $\eta_n = 0,7 \div 0,9$ чегарасида бўлади.

267. Вращающий момент асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг айлантурувчи моменти. Асинхрон моторнинг механик хусусиятини ифодаловчи муҳим параметрларидан бири — унинг айлантурувчи моментидир. А. м. а. м. унинг роторидан ўтадиган ток билан статор токидан ҳосил бўладиган асосий магнит оқимининг ўзаро таъсиридан юзага келади. Роторга берилган электромагнит кувватнинг $P_{\text{эм}} = M\omega_1 = M \frac{2\pi n_1}{60}$ ва роторни айлантурушга сарфланган механик кувватнинг $P_2^1 = M\omega_2 = M \frac{2\pi n_2}{60}$ ифодаларидан А. м. а. м. нинг қуйидаги ифодаси келиб чиқади:

$$M = \frac{P_{\text{эм}}}{\omega_1} = \frac{P_2^1}{\omega_2} = \frac{60 P_{\text{эм}}}{2\pi n_1} = \frac{60 P_2^1}{2\pi n_2} = 9550 \frac{P_{\text{эм}}}{n_1} = 9550 \frac{P_2^1}{n_2} = \frac{P_2^1 + R_{\text{м.рот}}}{\omega_1} \quad \text{дан}$$

$$P_{\text{м.рот}} = P_{\text{эм}} - P_2^1 = P_{\text{эм}} - M \frac{2\pi n_2}{60} = P_{\text{эм}} - M \frac{2\pi n_1 (1-S)}{60} = P_{\text{эм}} -$$

$- P_{\text{эм}} (1-S) = P_{\text{эм}} \cdot S$ демак, А. м. а. м. $P_{\text{м.рот}}$ га тўғри пропорционалдир. Ротор параметрлари статор чулғами параметрларига келтирилган ҳолларда А. м. а. м. $M = \frac{m(I_2^k)^2 R_2^k}{\omega_1 S}$ бўлади. Бунда m —

фазалар сони. Бу ифодадаги I_2^k ўрнига унинг Г-симон эквивалент схемасидаги қиймати қўйилса, А. м. а. м. нинг қуйидаги ифодаси олинади:

$$M = \frac{3U_{1\phi}^2 R_2^k}{\omega_1 \left[\left(R_1 + \frac{R_2^k}{S} \right)^2 + (X_1 + X_2^k)^2 \right]} \cdot S$$

ёки $\omega_1 = \frac{2\pi n_1}{60} = \frac{2\pi 60 j_1}{60} = \frac{2\pi j_1}{p}$ бўлгани сабабли

$$M = \frac{3p U_{1\phi}^2 R_2^k}{2\pi j_1 \left[\left(R_1 + \frac{R_2^k}{S} \right)^2 + (X_1 + X_2^k)^2 \right]} \cdot S \quad \text{бўлади. А. м. а. м. нинг ифодаси}$$

айлантирувчи моментнинг электр тармогидаги кучланиш квадратиға пропорционаллигини кўрсатади. Демак, $U_{1\phi}$ бироз камайса, А. м. а. м. кескин камаяди. Асинхрон моторнинг бу хусусияти унинг асосий камчиликларидан бири ҳисобланади.

268. Механическая характеристика асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг механик характеристикаси. А. м. м. х. деб унинг айланиб частотаси n ёки сирпаниши s нинг айлантирувчи моментига боғланишиға, яъни $s=f(M)$ га айтилади. Бундай боғланиш тенгламаси айлантирувчи моментнинг

$$M = \frac{3pU_{1\phi}^2 R_2^k}{2\pi f_1 \left[\left(R_1 + \frac{R_2^k}{s} \right)^2 + (X_1 + X_2^k)^2 \right]} \cdot s \quad \text{ифодасига асосан аниқланади.}$$

Бунинг учун сирпаниш S га турли $S=0...1$ қийматлар берилиб, M нинг тегишли қийматлари топилади ва булар асосида А. м. м. х. ясалади. Бунда $U_{1\phi}$ ва f_1 ўзгармас деб қабул қилинади. Айлантирувчи моментнинг ишга туширишдаги (яъни $n_2=0$; $S=1$ даги) қиймати $M_{\text{ишт}}$ ни топиш учун $S=f(M)$ тенгламасидаги S ўрнига $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1$ қўйилса кифоя:

$$M_{\text{ишт}} = \frac{3U_{1\phi}^2 R_2^k}{\omega_1 \left[(R_1 + R_2^k)^2 + (X_1 + X_2^k)^2 \right]}$$

Айлантирувчи моментнинг максимал қийматини ($M_{\text{макс}}$ ни) топиш учун $S=f(M)$ тенгламаси ифодасидан $\frac{dM}{dS}$ ҳосила олинади ва уни нолга тенглаштириб, S нинг $M_{\text{макс}}$ га тегишли критик $S_{\text{кр}}$ қиймати аниқланади: $S_{\text{кр}} = \pm \frac{R_2^k}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2^k)^2}} \approx \pm \frac{R_2^k}{X_1 + X_2^k}$. Бунда R_1 нинг қиймати $(X_1 + X_2^k)$ га нисбатан анча кичик бўлгани учун ҳисобга олинмайди. M ифодасидаги S ўрнига $S_{\text{кр}}$ қўйилса, $M_{\text{макс}}$ нинг қуйидаги ифодаси олинади:

$$M_{\text{макс}} = \pm \frac{3U_{1\phi}^2}{2\omega_1 \left[\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2^k)^2} \pm R_1 \right]} \approx \pm \frac{3U_{1\phi}^2}{2\omega_1 [(X_1 + X_2^k) \pm R_1]}$$

Бу ифодаларда (+) ишораси асинхрон машиналарнинг мотор режимига, (-) ишораси эса генератор режимига оиддир. Айлантирувчи момент ифодасидаги R_1 , R_2^k , X_1 ва X_2^k параметрларнинг номаълумлиги сабабли M ифодасини $M_{\text{макс}}$ га бўлиб, А. м. м. т. ни яшаш учун қулай бўлган қуйидаги тенглама олинади:

$$M = \frac{2M_{\text{макс}}(1-q)}{\frac{S}{S_{\text{кр}}} + \frac{S_{\text{кр}}}{S} + 2q}. \quad \text{Бунда } q = \frac{R_1}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2^k)^2}} = \frac{S_{\text{кр}} \cdot R_1}{R_2^k}$$

Асинхрон моторларда $R_1 \approx R_2^*$ бўлганлиги сабабли $q = S_{кр}$. Катта қувватли асинхрон моторларда эса $R_1 \approx 0$, демак $q = 0$ бўлади.

Бунда А. м. м. т. нинг ифодаси янада соддалашиб,
$$M = \frac{2M_{\max}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}}$$

кўринишга келади. Бу ифодага мувофиқ А. м. м. т. ни ясаш учун ундаги M ва S ўрнига номинал момент M_n ва номинал сирпаниш S_n қўйиб, сирпанишнинг критик қиймати $S_{кр}$ топилади:

$$S_{кр} = S_n (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}). \text{ Бунда } \lambda = \frac{M_{\max}}{M_n} = 2 \div 2,5$$

асинхрон моторнинг ўта юкланиш имкониятини ифодалайдиган коэффициент; $M_n = 9550 \frac{P_n}{n_n}$ (Нм); P_n (кВт), n_n ($\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$) мотор шчитид

да кўрсатилган номинал қувват ва номинал айланиш частотаси.

$M = \frac{2M_{\max}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}}$ ифодага мувофиқ А. м. м. т. ни ясаш учун каталогда

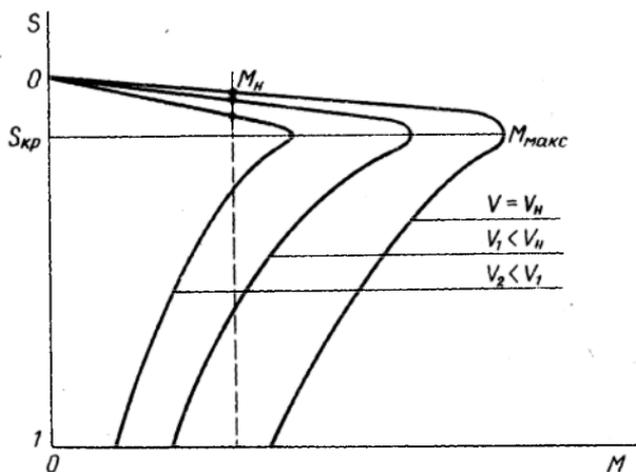
берилган λ нинг қийматига асосан M_{\max} топилади:

$M_{\max} = \lambda \cdot M_n = \lambda \cdot \frac{9550 R_n}{n_n}$ (Нм). Сўнгра сирпанишнинг $S_{кр}$ қиймати

аникланади:

$$S_{кр} = S_n (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1})$$

Энди сирпанишга $S = 0 \dots 1$ қийматлар бериб, уларга мос M қийматлари аникланади ва шуларга асосан $S = f(M)$ тавсиф ясалади. 132-расмда қиска туташтирилган роторли асинхрон моторнинг механик тавсифи ва унинг кучланишга боғлиқлиги кўрсатилган. Бу тавсифнинг $S = 0 \dots S_{кр}$ — қисми унинг турғун,



132-расм

$S = S_{кр} \dots 1$ эса нотургун кismi дейлади. Дархақиқат, агар юклама, яъни мотор вазидаги қаршилик моменти M_c нинг қиймати $M_{макс}$ дан бир оз ошса, айлантурувчи моментлар мувозанати тиклана олмай мотор ўз-ўзидан тўхтаб қолади. Асинхрон моторнинг бу хусусияти уни нормадан ортик юкланишлардан автоматик равишда саклайди. Механик тавсифнинг тургун (иш) кismiда мотор юкласининг нолдан номиналга ошиб боришида унинг сирпаниши (айланиш частотаси) 3–6 фоиз пасаяди.

269. Пуск асинхронного двигателя — Асинхрон моторни ишга тушириш. Электр тармоғига уланган мотор частотасининг нолдан то номиналгача кўтарилиб бориш жараёни А. м. и. т. дейлади. Бу жараён ишга тушириш токи $I_{ишт}$ ва ишга тушириш моменти $M_{ишт}$ билан характерланади. А.м.и.т. токининг ифодасини топиш учун ток формуласидаги $S = 1$ қўйиш кифоя:

$$I_{ишт} = \frac{U_{1ф}}{\sqrt{(R_1 + R_2^k)^2 + (x_1 + x_2^k)^2}} \cdot I_n \text{ токи номинал } I_n \text{ токка нисбатан}$$

5–8 марта катта, яъни $I_{ишт} = 5\text{--}8I_n$ бўлади. Моторлар каталогида берилган $\frac{I_{ишт}}{I_n}$ ва уларнинг шчитида кўрсатилган I_n ток қийматидан фойдаланиб, $I_{ишт}$ топилади. А. м. и. т. моменти $M_{ишт}$ нинг қиймати унча катта эмас, яъни $M_{ишт} = (0,8 \div 1,5) M_n$ чегарасида бўлади.

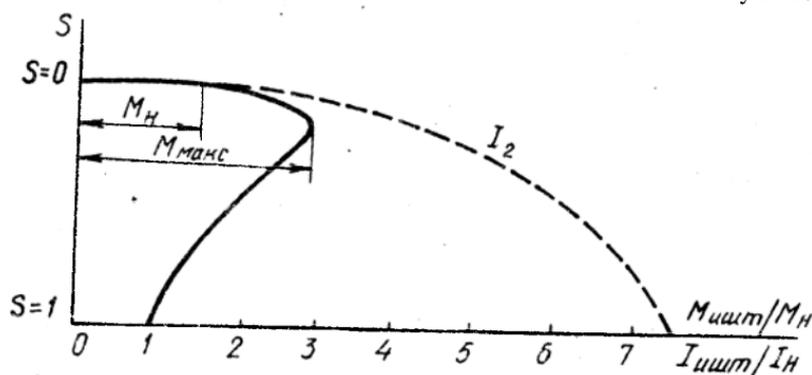
Бунинг сабабини $M = \frac{m(I_2^k)^2 R_2^k}{\omega_1 S}$ ифодасидаги R_2^k ўрнига унинг вектор

таъсвиридан олинган $R_2^k = \frac{E_2^k \cos \psi_2}{I_2^k}$ қийматини қўйиб топилган

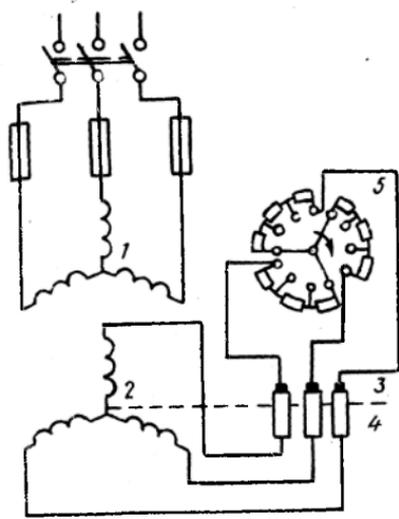
$M = K_m \Phi_m I_2^k \cos \psi_2$ қиймати асосида тушунтириш мумкин. Бунда,

$K_m = \frac{m \cdot 4,41 K r_1 W_1 i_1}{\omega_1}$ момент доимийси; $I_2^k \cos \psi_2$ — ротор токининг

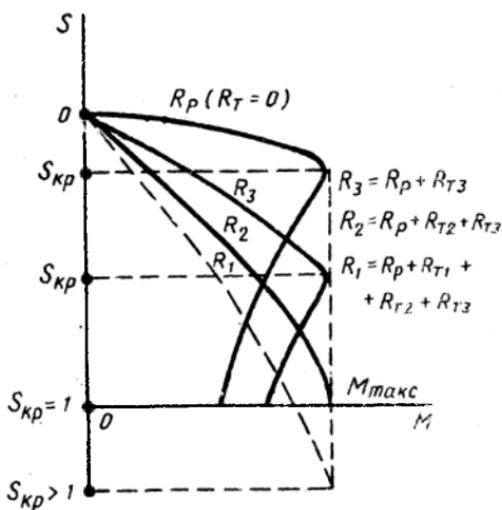
актив қismi. Демак, А. м. и. т. нинг бошланғич пайтида $S = 1$ ва роторнинг индуктив x_2 қаршилиги ўзининг максимуми $x_{2макс} = 2\pi f_2 L_2 = 2\pi f_1 L_2$ га $\cos \psi_2$ эса ўзининг минимумига эришади, шу сабабли ишга тушириш моменти токнинг фақат кичик $I_2^k \cos \psi_2$ қийматли актив ташкил этувчиси билан



133-расм



а)



б)

134-расм

аникланади ва кичик қийматга эга бўлади. 133-расмда қисқа туташтирилган роторли А.м.и.т. даги ток ва моментларнинг ўзгариш диаграммалари кўрсатилган.

270. Пуск асинхронного двигателя с фазным ротором — Фазавий роторли асинхрон моторни ишга тушириш. 134-расм, а да Ф.р.а.м.и.т. схемаси кўрсатилган. Бундай мотор куйидаги тартибда ишга туширилади: статор чулғамини бирор юлдуз ёки учбурчак схемада электр тармоғига улашдан олдин роторнинг юлдуз схемасида уланган чулғамига уч фазали актив каршиликли реостатнинг ҳамма погоналари киритилади. Натижада ишга тушириш токанинг қиймати қисқа туташтирилган роторли мотордагига нисбатан $2 \div 2,5$ марта кичик, яъни $I_{шт} = \frac{(5...8)I_n}{2...2,5}$ бўлади. Шунингдек, $S_{кр}$ қийматини ротор

занжирига киритилган актив R_2 каршиликка пропорционалиги ва $M_{макс}$ ни R_2^k га боғлиқ эмаслиги сабабли R_2^k қиймати $x_1 + x_2^k$ га тенг қилинса, Ф.р.а.м.и.т. даги momenti номиналга нисбатан $2—2,5$ марта оширилиши, яъни максимал $M_{макс} = (2—2,5)M_n$ га етказилиши мумкин. Фаза роторли асинхрон моторнинг кичик ток ва катта айлантирувчи момент билан ишга туширилиши унинг асосий афзалликларидан ҳисобланади. 134-расм, б да Ф.р.а.м.и.т. да унинг ротор чулғамига киритилган турли актив каршилиқлардаги механик тавсифлари кўрсатилган.

271. Выбор схемы включения асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг улиниш схемасини танлаш. Статор чулғамининг номинал кучланиши ва электр тармоғидаги линия кучланишига кўра асинхрон моторлар тармоққа ё юлдуз схемасида ёки учбурчак схемасида улаб ишлатилади. Моторнинг номинал кучланиши унинг шчитида кўрсатилган бўлади. Масалан, 380/220 В — моторнинг статор чулғамисидаги номинал кучланиши 220 В га тенг эканлигини кўрсатади. Бундай

мотор учун агар электр тармоғидаги линия кучланиши 380 В бўлса юлдуз схемасида 220 В бўлса, учбурчак схемасида улаш танланadi.

272. Способы пуска асинхронного двигателя — Асинхрон моторни ишга тушириш усуллари. Қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторни ишга туширишда у катта қийматли $I_{\text{инт}} = (5 \div 8) I_n$ токи билан қисқа туташув режимида ишлайди. Бунда ишга тушириш токи қисқа вақтда салт ишлашдаги кичик ток қийматиғача пасаяди. Шу сабабли (моторлар кўпинча салт ишлаш режимида ишга туширилади) бундай катта ток мотор учун деярли хавф туғдирмайди. Аммо бу ток электр тармоғидан ўтиб, ундаги генератор ёки трансформаторнинг кучланишини анча пасайтириши мумкин. Натижада бу тармоққа уланган ва нормал юкламада ишлаётган бошқа асинхрон моторлар айлантириш моменти кучланиш квадратига пропорционал $M \equiv U_{\text{ф}}^2$ бўлгани сабабли ўз-ўзидан тўхтаб қолиши ва ишга тушириш жараёни тугаши билан яна ўз-ўзидан ишлаб кетиш хавфи туғилади. Бундай ҳол, айниқса катта қувватли моторларни ишга туширишда рўй беради. Электр тармоғидаги кучланишнинг кескин пасайишига йўл қўймастик учун асинхрон моторлар турли усуллар билан ишга туширилади.

273. Прямой пуск — Тўппа-тўғри ишга тушириш. Асинхрон моторни электр тармоғига бевосита улаб ишга тушириш Т-т.и.т. дейлади. Бунда, $P_m \leq (0,2 \div 0,25) P_{\text{ст}}$ шартига риоя қилиниши, яъни ишга туширилаётган моторнинг қуввати (P_m) электр тармоғидаги (генератор ёки трансформатор) қуввати ($P_{\text{ст}}$) дан 4—5 марта кичик бўлиши керак. Агар асинхрон моторнинг қуввати электр тармоғи қувватига яқин бўлса, моторга бериладиган кучланиш ва демак, ишга тушириш токи бирор усул билан камайтирилади.

274. Пуск с переключением со звезды на треугольник — Юлдуздан учбурчакка ўтказиб ишга тушириш. Илгариги вақтларда асинхрон моторлар, асосан, 220 В фаза кучланишига ҳисобланиб, юлдуз схемасида ишлатилган. Агар учбурчак схемасида ишлашга мўлжалланган мотор салт ишлаш режимида ёки кичик юкламаларда ишга туширилса, статор чулғамига бериладиган кучланишни пасайтириш учун уни аввал юлдуз схемада улаб, ишга тушириш мумкин. Бунда мотор фазасига бериладиган кучланиш линиядагидан $\sqrt{3}$ марта кичик бўлади. Натижада ишга тушириш токи учбурчак схемадагига нисбатан уч марта камайд. Лекин $M \equiv U^2$ бўлганлиги сабабли бундай усулда ишга туширилаётган моторнинг айлантирувчи моменти ва қуввати уч марта камайд. Маълумки, мотор айлана бошлаши билан унга берилаётган ток кескин камайиб боради ва бунда у осонгина учбурчак схемасига ўтказилиб тўла юкламага кўчирилиши мумкин. Бундай тежамли ва қулай ишга тушириш усулидан кенг фойдаланиш учун фаза кучланиши 380 В га тенг, яъни нормал ишлаш режими учбурчак схемасига ҳисобланган асинхрон моторлар кўплаб чиқарилмоқда. Учбурчак схемасига ҳисобланган моторларнинг номиналга нисбатан тахминан уч марта кичик ($P \simeq 0,3 P_n$) юкламаларда юлдуз схемасига ўтказиб ишлатиш билан уларнинг энергетик кўрсаткичлари ($\cos \varphi$, η) ни кескин кўтариш имкони туғилади. Ишга тушириш токини камайтириш мақсадида мотор статорига бериладиган кучланиш қийматини автотрансформатор ҳамда актив ёки

индуктив қаршилик билан ҳам пасайтириш мумкин, ammo бу усуллар кўшимча маблағ талаб қилади ҳамда анча тежамсиздир.

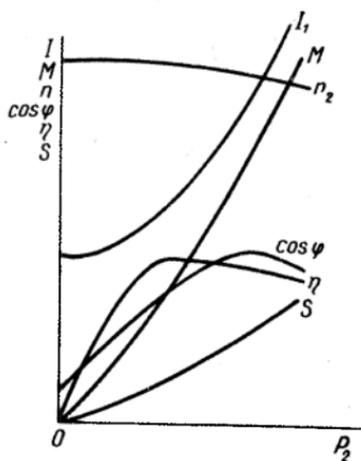
275. Режим генератор асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг генератор режими. n_2 частотада ишлаётган асинхрон мотор роторини бирламчи мотор билан синхрон частота n_1 дан 4—5 % юқори частотада айлантирилса, $n_2 > n_1$ ва $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$ манфий бў-

либ, А.м.г.р. юзага келади. Бунда асинхрон машина бирламчи моторнинг механик энергиясини электр энергиясига айлантиради ва у статор чулғами орқали электр тармоғига узатилади. А.м.г.р. даги магнит майдонни ҳосил қилувчи реактив энергия эса электр тармоғидан статор чулғами томон берилади. Бунинг натижасида электр тармоғининг қувват коэффиценти ($\cos \varphi$) кескин камаяди. Шу сабабли А.м.г.р. дан деярли фойдаланилмайди. Ремонтдан чиққан дизель моторларини чиниктириш билан ишга туширишда фақат асинхрон машинанинг мотор ва генератор режимларидан биргаликда фойдаланилади.

276. Режим противовключения асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг тескари улаш (уланиш) режими. А.м.т.у.р. дан кран билан юк туширишда, моторнинг айланиш йўналишини ўзгартиришда ёки тормозлаб тезда тўхтатишда фойдаланилади. Бунда мотор ўзининг уланиш схемасидаги йўналишга нисбатан тескари томонга айланиши сабабли $S > 1$ бўлади ва ротордаги ЭЮК $S = 1$ даги кийматидан катталашади. Шу сабабли ротор чулғамидан ўтадиган ток ҳам ошади. Ишлаб турган моторни бундай режимга ўтказиб тезда тўхтатиш учун статорнинг икки фазаси ўринларини алмаштириш кифоя. Бунда тескари момент таъсирида мотор тўхташи билан унинг статор чулғамини электр тармоғидан ажратиш керак. Акс ҳолда, у тескари томонга мотор режимида айлана бошлайди.

277. Режим электродинамического торможения асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг электродинамик тормозлаш режими. Ишлаб турган асинхрон моторни электр тармоғидан ажратиб, унинг икки фазасига ўзгармас ток берилса, А.м.э.т.р. содир бўлади. Бунда инерция билан айланишда давом этаётган ротор ўзгармас токдан ҳосил бўлган магнит майдонини кесиб ўтади ва ротор чулғамида ЭЮК ҳамда ток юзага келади. Бу ток ва статордаги ўзгармас магнит майдонининг ўзаро таъсиридан роторнинг айланишига тескари йўналган тормозловчи электромагнит момент ҳосил бўлади. Натижада моторнинг айланиш частотаси тез камайиб боради. Тормозловчи моментнинг киймати статорга берилган ўзгармас ток, ротор занжирига киритилган актив қаршилик ва моторнинг бошланғич айланиш частотаси кийматлари билан аниқланади ва ростланади.

278. Рабочие характеристики асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг иш тавсифлари. Электр тармоғидаги кучланиш ва частота ўзгармас бўлган шароитда ишлаётган моторнинг айланиш частотаси n_2 , айлантирувчи моменти M , қувват коэффиценти $\cos \varphi_1$, статор токи I_1 ва фойдали иш коэффиценти η нинг мотор валидаги фойдали механик қувват P_2 га (юклага) боғланишини ифодаловчи эгри чизиклар А.м.и.т. дейилади. А.м.и.т. ни тажриба асосида ёки



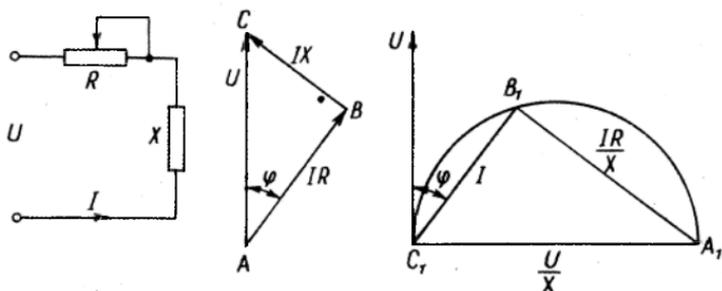
135-расм

доиравий тасвирдан топилган параметрларга асосланиб яшаш мумкин. Юклама ошганда сирпаниш S нинг ошиши ва демак, айланиш частотаси $n_2 = n_1(1 - S)$ нинг табиий равишда камайиши сабабли $n_2 = f(P_2)$ боғланиши абсцисса ўқиға бир оз қия чизик билан ифодаланеди. Моторнинг айлантурувчи моменти $M = 9550 \frac{P_2}{n_2}$ бўлгани учун

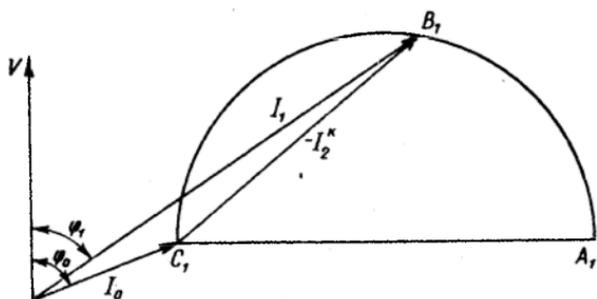
$M = f(P_2)$ боғланиш ҳам абсцисса ўқиға нисбатан юкорига бир оз қия чизик билан тасвирланади. Асинхрон моторнинг магнитловчи I_0 токи номинал I_{1n} токнинг анча катта қисмига тенг, яъни $I_0 \approx (0,3 \div 0,4) I_{1n} = \text{const}$ бўлгани сабабли салт ишлаш режимида $\cos \varphi_1 = 0,2 \div 0,3$ чегарасида бўлади. Юклама

ортиши билан актив ток ва P_2 қиймати ҳам кўпайиб, P_2 номиналга яқинлашганда $\cos \varphi_1 = 0,7 \div 0,9$ гача кўтарилади. Юкламанинг номинал ва ундан ортиқроқ қийматларида сирпаниш S ва x_2s анча кўпаяди, $\cos \varphi_1$ эса камая бошлайди. Статор токи I_1 нинг $I_1 = f(P_2)$ боғланиши $I_1 = I_0$ дан бошлаб $M = f(P_2)$ сингари ўзгаради. Фойдали иш коэффициентини $\eta = f(P_2)$ боғланишини аниқлашда, ротор ўзагининг қизишига сарф бўлган қувват исрофи ҳисобга олинмайди, чунки ротор токнинг частотаси жуда кичик (1–2 Гц). Статор ўзагининг қизишига сарфланган қувват исрофи юкламага деярли боғлиқ эмас, унинг чулғамининг қизитишга сарфланадиган қувват исрофи эса токнинг квадратиға пропорционал равишда ўзгаради. 135-расмда А.м.и.т. кўрсатилган.

279. Круговая диаграмма асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг доиравий тасвири. 136-расмда асинхрон моторнинг доиравий диаграммасиға доир схема кўрсатилган. Унда актив R_a қаршилиги ўзгарадиган, индуктив X қаршилиги ўзгармас занжир учун тузилган кучланишлар учбурчаклиги томонларини X га бўлиб, ток векторининг тоқлар доираси ясалади. Агар актив қаршилик $R_a = 0 \div \infty$ чегарасида ўзгаради деб қабул қилинса, ток векторининг

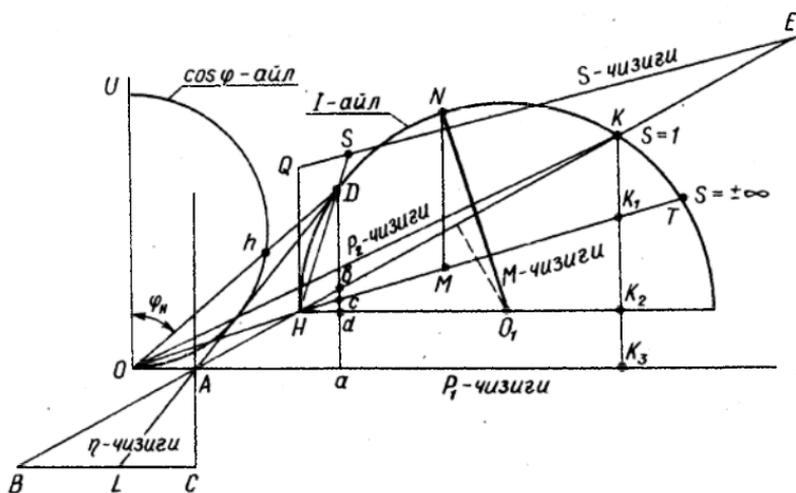


136-расм



137-расм

охири ($I = B_1C_1$ катети) ўзгармас $\left(\frac{U}{X}\right)$ кийматли C_1A_1 гипотенузадан то нолгача доира бўйича ўзгаради, яъни ток векторининг B_1 нуктаси диаметри $\frac{U}{X}$ бўлган доира чизади. Бу доира тоқлар доираси дейилади. Шунга ўхшаш моторнинг юклама токи ўзгаришида унинг қолган параметрларининг ўзгаришини кўрсатувчи ва Г-симон эквивалент схемадаги магнитланиш занжирининг вектор диаграммаси билан иш занжирининг тоқлар доирасидан иборат диаграмма А.м.д.д. дейилади. 137-расмда А.м.д.д. кўрсатилган. Бу диаграммани тузишда салт ишлаш ва қиска туташув тажрибаларидан топилган параметрлардан фойдаланилади. Салт ишлаш режимда P_0 , $U_0 = U_n$ ва I_0 кийматларини ўлчаб, улардан $\cos \psi_0 = \frac{P_0}{mU_{\text{нф}}I_{\text{оф}}}$ топилади. Қиска туташув тажрибасида P_k , $I_k = I_n$ ва U_k ни ўлчаб, улардан $\cos \varphi_k = \frac{P_k}{mU_{\text{кф}} \cdot I_{\text{нф}}}$ аниқланади. Қиска туташув тажрибаси



138-расм

ротори тормозланган мотор статорига паст кучланиш бериб ўтказилади. Шу сабабли, хакикий параметрлар куйидаги ифодалар:

дан топилади: $I_{к1} = I_k \frac{U_n}{U_k}$; $P_{к1} = P_k \left(\frac{U_n}{U_k} \right)^2$. А.м.д.т. ни тузишда унинг

актив ва индуктив қаршиликлари шартли равишда ўзгармас деб қабул қилинади. 138-расмда А.м.д.т. дан фойдаланиб, унинг иш тавсифларининг параметрларини аниқлашга доир тасвир кўрсатилган.

280. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг айланиш частотасини ростлаш. Асинхрон моторнинг айланиш частотаси, унинг $n_2 = n_1 (1 - S) = \frac{60f}{p} (1 - S)$

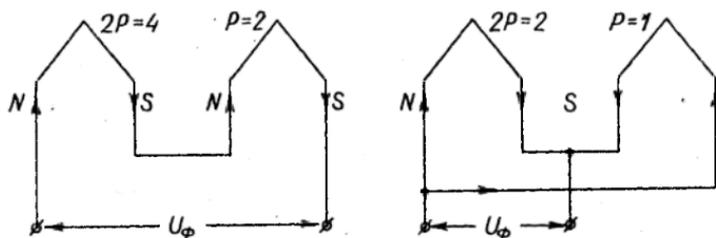
ифодаларига кўра, уч хил усулда: 1) электр тармоғидаги кучланиш частотаси f ни ўзгартириш; 2) статор чулғамидаги ток ҳосил қилувчи магнит майдонининг жуфт кутблар сони P ни ўзгартириш ва 3) сирпаниш S ни ўзгартириш билан ростланади.

Биринчи усулда асинхрон моторнинг айланиш частотасини кенг диапазонда, силлик ва тежамли ростлаш учун электр тармоғидаги кучланиш қиймати ва частотасини кенг диапазонда ўзгартириб берувчи частота ўзгарткичлардан фойдаланилади. Бундай усул билан ростлашда сунъий механик тавсифларнинг биқирлиги табиий тавсиф биқирлигидан деярли фарқланмайди. Частота ўзгарткичлардан энг истиқболлиси тиристорли частота ўзгарткичидир. Бундай ўзгарткичлардан фойдаланиб, минутига 100—200 минг марта айланувчи юқори частотали асинхрон моторлар яратилган. Бошка усуллар билан бундай моторлар яратиш мутлақо мумкин эмас. Лекин техника икгисодий кўрсаткичлари юқори бўлган тиристорли частота ўзгарткичларни амалда қўллаш масаласи ҳали тубдан ҳал этилмаган. Шу сабабли бу истиқболли усул ҳозирча кенг тарқалмаган.

Асинхрон моторнинг айланиш частотасини погоналаб ростлашда иккинчи усулдан кенг фойдаланилади. Бунда статорга жуфт кутблар сони турлича бўлган бир нечта чулғам ўрнатилади. Бу чулғамлардаги жуфт кутблар сони ўзгартирилиши мумкин. Натижада жуфт кутблар сони $p = 1, 2, 3, 4$ ва демак, айланиш частотаси

$n = \frac{60}{p} f = 3000, 1500, 1000$ ва $750 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ бўлган мотор ҳосил бўлади.

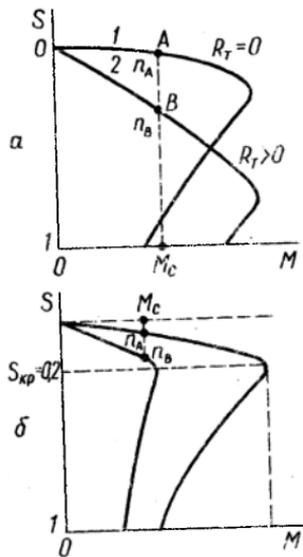
Бундай мотор кўп тезликли мотор деб ҳам юритилади. 139-расмда статор чулғамининг жуфт кутблар сонини ўзгартиришга доир схема кўрсатилган.



139-расм

Асинхрон моторнинг айланиш частотасини учинчи усулда ростлашда $n_2 =$
 $= n_1(1 - S)$, $M \equiv U_{1\phi}^2$ ва $S = \frac{3(I_2^k)^2 R_2^k}{\omega_1 \cdot M}$ тенг-

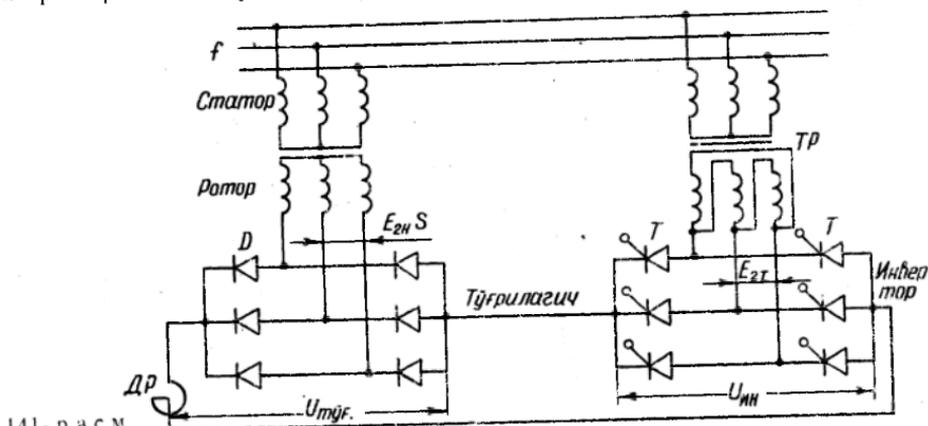
ламадан фойдаланилади. Бунинг учун фазавий ротор чулгами занжирига қўшимча R_2 актив каршилиқ киритиб, S ва демак, n_2 киймати ростланади. R_2 ни кизитишга сарфланадиган қувват исрофи айланиш-ни ростлаш диапазониға пропорционал бўлганлиги сабабли бунда моторнинг айланиш частотасини номиналға нисбатан фақат 20 ÷ 30 % пастға ростлаш тавсия қилинади. Қисқа туташтирилган мотор частотасини бу усулда ростлаш учун статор чулгамиға бериладиган кучланишни ўзгартириш имкони бўлиши керак. 140-расм, а да ротор занжирига актив каршилиқ киритиш ва б да статорға бериладиган кучланишни ўзгартириш йўли билан частотасини ростлаш графиги кўрсатилган.



140-расм

281. Асинхронно-вентильный каскад — Асинхрон-вентиль каскади. Фазавий роторли моторнинг айланиш частотасининг сирганиш кийматини ўзгартириш йўли билан 2 : 1 диапазонда тежамли ростлаш максидида А.в.к. дан фойдаланилади. Бунда ротор занжирига ташки R_2 актив каршилиқ ўрнига ундаги $E_{2r} \cdot S$ ЭЮК га мос ёки унга тескари фазали ташки E_{2r} ЭЮК бериледи. Бунда ротор занжиридаги ток $I_2 = \frac{E_{2s} \pm E_{2r}}{\sqrt{3} R_{2\Gamma}}$ бўлади. Нати-

жада E_{2r} ЭЮК билан I_2 токни ва демак, айлангирувчи момент $M = K_m \Phi_2 \cos \varphi_2$ кийматини юклама momenti M_c га нисбатан ўзгартириш имкони тугилади. Бундай усул билан айланиш частотасини (пасайтириб) ростлашда роторнинг айланиш частотасини сирганиш-га пропорционал бўлган кинетик энергияси электр энергияга айланиб,



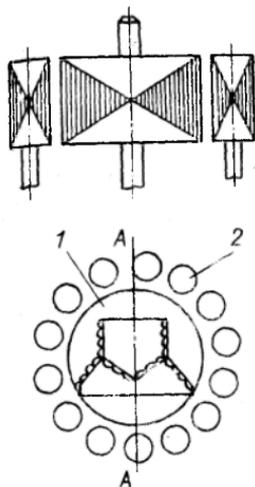
141-расм

мотор уланган электр тармоғига қайтариледи, шу сабабли бундай ростлаш тежамли бўлади. 141-расмда А.в.к. нинг бош занжир схемаси кўрсатилган. Унда ротор токи D диодлари билан тўғриланиб, инвертор орқали электр тармоғига қайтарилиши мумкин. Агар ротор частотаси икки марта камайтирилса, мотор қувватининг тахминан 40 проценти вентиль ўзгартгич воситасида электр тармоғига қайтариледи. Ротор занжирига берилаётган E_2 , ЭЮКни ўзгартириш учун инвертор тиристорларининг очилиш бурчагини ростлаш кифоя. А.в.к. нинг кичик 2 : 1 диапазонда ростланадиган вентилятор, насос, кема винтлари ва компрессорларда қўлланилиши яхши натижалар беради.

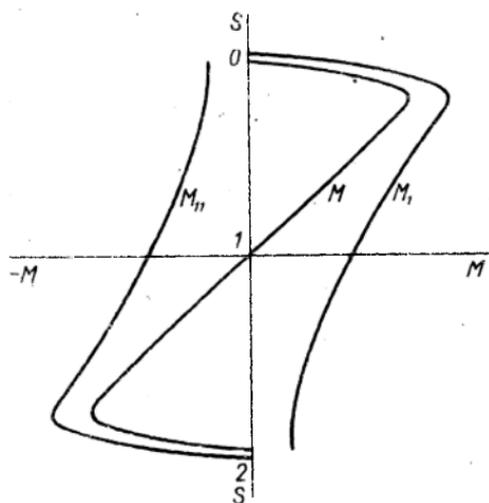
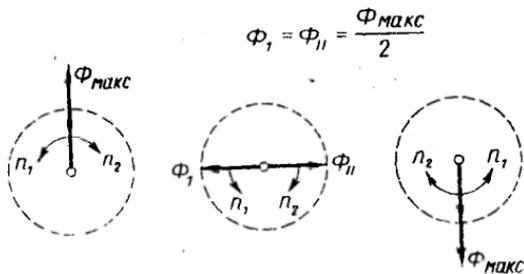
282. Многороторный асинхронный двигатель — Кўп роторли асинхрон мотор. Ўзбекистон энергетика ва автоматика илмий-тадқиқот институти ходимлари томонидан яратилган К.р.а.м. нинг схемаси 142-расмда кўрсатилган. К.р.а.м. масалан, пахта териш машина шпинделларини айлантиришда қўлланилиши мумкин. Бунда пахта териш машинасининг шпинделлари К.р.а.м. нинг роторлари вазифасини бажаради. Бунинг учун ҳар бир шпинделга мис ёки алюминий ҳалка (қиска туташтирилган чулғам) ўрнатиш кифоя. К.р.а.м. нинг статорига иккита уч фазали чулғам жойланади. Бундай статорни пахта териш машинаси шпинделлар барабанининг ичига ўрнатиб, унинг чулғамларига уч фазали ток берилса, статор атрофида қарама-қарши томонларга айланувчи магнит майдонлар ҳосил бўлади ва улар шпинделларни кесиб ўта бошлайди. Натижада шпинделларда ток индукцияланиб, улар ҳаракатга келади. Бунда бир гуруҳ шпинделлар пахта териш технологиясига мувофиқ бир томонга айланиб, пахта теради, иккинчи гуруҳ шпинделлар эса тескари томонга айланиб, илашган пахталарни тароқлар ёрдамида аравага узтади. Бундай моторнинг фойдали иш коэффициентини $\eta = 0,4 \div 0,5$. К.р.а.м. дан пахта териш машинасида фойдаланиш, унинг техник-иктисодий кўрсаткичларини анча кўтаради.

283. Однофазный асинхронный двигатель — Бир фазали асинхрон мотор. Бир фазали қиска туташтирилган роторли моторларнинг энергетик кўрсаткичлари уч фазали моторларникидан анча паст бўлади. Шу сабабли улардан кўпинча кичик қувватли қўл асбоби ва уй-рўзгор машина аппаратларининг электр юритмасида фойдаланилади. Бир фазали токдан айланувчи магнит майдони ва демак, айлантирувчи ишга тушириш моменти ҳам ҳосил бўлмайди. Шу сабабли бундай мотор статорига бир фазали иш чулғамидан ташқари, унга нисбатан 90° бурчакка сурилган ишга тушириш чулғами ўрнатилади. Бунда кўшимча актив, индуктив ёки сизимий қаршилиқлар воситасида иш ва ишга тушириш чулғамларидаги тоқлар фазаси 90° га сурилиб, бир фазали моторнинг ишлаши учун зарур бўлган айланувчи магнит майдони ҳосил бўлади. Ишга тушириш жараёни тугагач, ишга тушириш чулғами электр тармоғидан ажратилади. Бунда иш чулғамидаги бир фазали токдан пульсацияланувчи магнит майдони ҳосил бўлади. Бу майдонни

$\frac{\Phi_{\text{макс}}}{2}$ амплитуда билан қарама-қарши томонга айланувчи иккита



142-расм



143-расм

магнит майдонидан иборат деб қараш мумкин. Улардан иккита айланувчи момент юзага келади. 143-расмдаги механик тавсифларга асосан ишлаб турган уч фазали моторнинг бир фазаси узилиб қолганда ёки бир фазали моторнинг ишга тушириш чулғами электр тармоғидан ажратилганда уларнинг тўхтаб қолмаслиги сабабини осонгина тушуниш мумкин. Бир фазали моторларда айланувчи магнит майдонини ҳосил қилиш учун аён кутбли статордан ҳам фойдаланилади. Бунда бир фазали чулғам ўралган аён кутбларнинг бир учига мис халқа кийгизилади. Кутб чулғамларидаги ток билан мис халқада ҳосил бўлган ток фазаси тахминан 90° га сурилиши натижасида айланувчи магнит майдони пайдо бўлади. Бундай моторларда $\eta = 0,3$; $\cos \varphi = 0,4 \div 0,6$; $\lambda = 1,1 \div 1,2$ чегарасида бўлади. Улардан электр патефонлар, вентилятор ва шу кабиларнинг кичик қувватли юригмаларида фойдаланилади.

284. Двухфазный асинхронный двигатель — Икки фазали асинхрон мотор. Ишга тушириш жараёни тугагандан кейин ҳам ишга тушириш чулғами конденсатор орқали электр чулғамига уланганича қоладиган бир фазали мотор И.ф.а.м. (ёки конденсаторли мотор) дейилади. Бундай моторларнинг қувват коэффициентини конденсатор туфайли анча юқори (уч фазали моторларникига яқин) бўлса-да, ишга тушириш моменти кичик $M_{\text{инт}} \approx 0,3M_n$ бўлади. $M_{\text{инт}}$ кийматини

оширил учун ишга тушириш чулғамидаги конденсатор сизимига параллел равишда ишга тушириш конденсатори уланади. Конденсаторлар қиммат бўлгани сабабли бундай моторлар кам қўлланилади.

285. Работа трехфазного асинхронного двигателя от однофазной сети — Бир фазали тармоқдан ишлатиладиган уч фазали мотор.

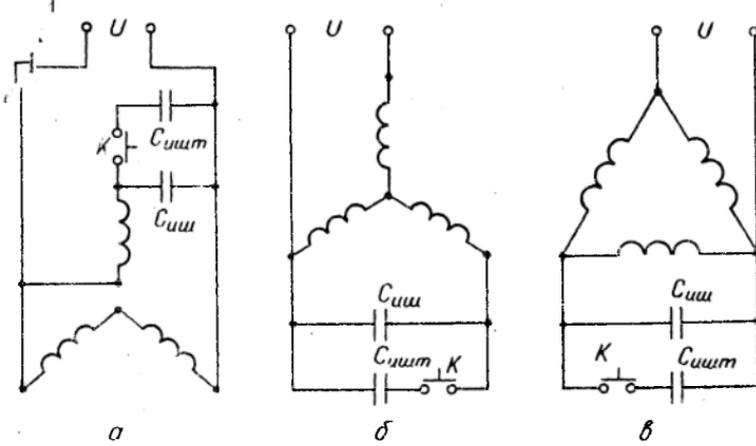
Қишлоқларда, сув хўжалиги ва қурилишнинг айрим узок объектларида факат бир фазали тармоқдан фойдаланишга ҳам тўғри келади. Бунда уч фазали асинхрон моторларни бир фазали тармоқдан ишлатиш учун кўпинча сизимий фаза силжиткичларидан фойдаланилади. 144-расмда уч фазали моторларни бир фазали электр тармоғига улаб ишга тушириш схемалари кўрсатилган. Бу схемаларнинг иш чулғами занжиридаги конденсаторлар $C_{\text{иш}}$ сизими қуйидагича:

а) схемада $C_{\text{иш}} = 2740 \frac{I_{1\text{н}}}{U_{1\text{н}}} \mu\text{кФ}$, б) схемада

$C_{\text{иш}} = 2860 \frac{I_{1\text{н}}}{U_{1\text{н}}} \mu\text{кФ}$, в) схемада эса $C_{\text{иш}} = 2800 = \frac{I_{1\text{н}}}{U_{1\text{н}}} \mu\text{кФ}$. Бунда $I_{1\text{н}}$,

$U_{1\text{н}}$ — уч фазали моторнинг номинал токи ва кучланиши. Ишга тушириш моментини номинал моментгача кўтаришда ишга тушириш конденсаторининг сизими $C_{\text{ишт}} = (2,5 \dots 3) C_{\text{иш}}$; максимал моментгача кўтаришда $C_{\text{ишт}} = (6 \dots 8) C_{\text{иш}}$ бўлади.

285.6. Однофазный коллекторный двигатель — Бир фазали коллекторли мотор. 145-расмда кетма-кет қўзғатишли Б.ф.к.м.нинг уланиш схемаси кўрсатилган. Бундай мотор статоридаги аён қутбларга якорь чулғамига кетма-кет уланган қўзғатиш (К.) ва компенсацияловчи (К) чулғамлари ўрнатилади, қўшимча қутбга эса (К) чулғам жойланади. Бунда К чулғам коммутацияни яхшилашга, К чулғам эса якорь реакциясини камайтириш ва моторнинг қувват коэффициентини оширишга хизмат қилади. Мотор якори ва қўзғатувчи чулғамдан ўтаётган ўзгарувчан ток бир хил бўлганлиги сабабли якорь токи ва



144-расм

статордаги магнит оқими айни бир вақтда ўзгариб, натижада бир томонга йўналган айлантуруви момент ҳосил бўлади. Бу момент инкиланган $2f$ частотада пульсацияланади ва унинг ўртача миқдори

$$\frac{M_{\max}}{2}$$

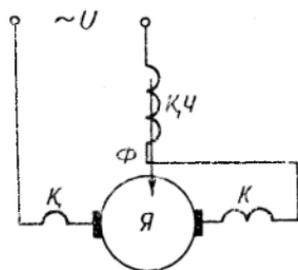
бўлади. Асосий магнит оқими ҳам пульсацияланувчи бўлиб, ундан якорь чулғамидаги токка тескари йўналган f_1 частотали ЭЮК ҳосил бўлади. Шу сабабли бундай моторнинг ишлаш принципи кетма-кет кўзғатишли ўзгармас ток моториникидан фарқ қилмайди. Катта айланиш частоталарда бундай моторларда $\cos \varphi$ анча юкори бўлади

ва шу сабабли улар $8000 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ га қадар частоталарга ҳисоблаб чиқарилади.

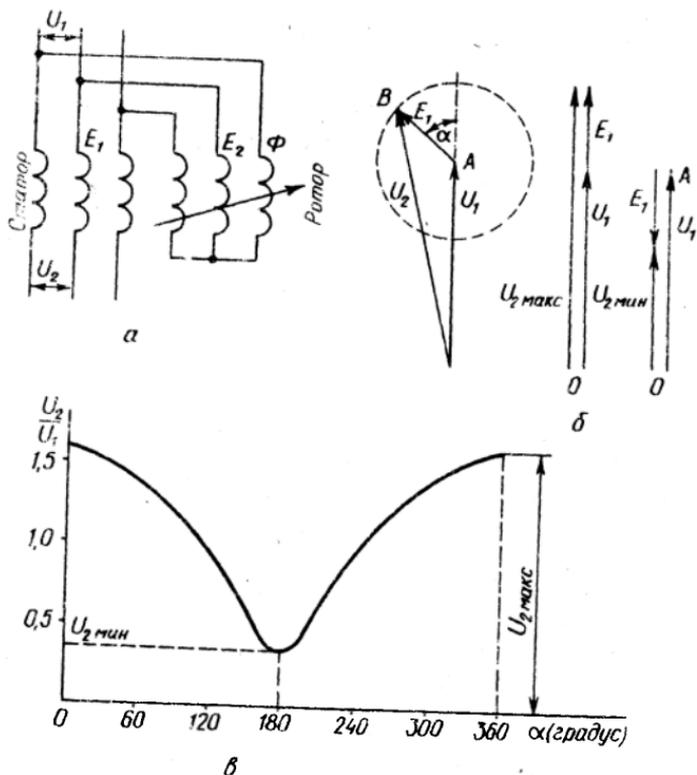
287. Универсальный двигатель — Универсал мотор. Кичик қувватли коллекторли моторлар кўпинча компенсацияловчи чулғамсиз ва қўшимча кутбларсиз тузилишда ўзгарувчан ва ўзгармас тоқларда ишлашга мўлжаллаб чиқарилади. Шу сабабли бундай моторлар У. м. дейилади. Қуввати 5—270 Вт бўлган У.м. лардан электр асбоблари, вентиляторлар, чағг сурувчи аппаратлар, тикув машиналарининг юритмаларида кенг фойдаланилади. У.м. лар 2700, 5000 ва $8000 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ айланиш частоталарига мўлжалланади. Уларнинг фойдали иш коэффициенти $\eta = 0,2 \dots 0,64$ ва $\cos \varphi = 0,7 \dots 0,9$ бўлади.

288. Индукционный регулятор — Индукцион ростлагич. Истеъмолчиларга бериладиган кучланишни бир текис (силлик) ростлашга имкон берадиган қурилма И.р. дейилади. И.р. ларнинг тузилиши червякли узатма ёрдами билан ротори тормозланган фазавий роторли асинхрон моторга ўхшайди. Агар И.р. нинг уч фазали статор ва ротор чулғамлари учига электр тармоғидан U_1 кучланиш берилса, ротор тоқидан айланувчи магнит майдони ҳосил бўлади. Бу магнит майдон ротор ва статор чулғамларини кесиб ўтиб, уларда E_2 ва E_1 ЭЮК лар индукциялайди. Бунда И.р. нинг чиқишидаги (статор чулғамининг охиридан олинадиган) U_2 кучланиш U_1 ва E_1 ларнинг геометрик йигиндисидан иборат, яъни $U_2 = U_1 + E_1$ бўлади. Демак, ротор червяк билан 360° га бурилса, E_1 вектори ҳам U_1 га нисбатан 360° га бурилади, шу билан И.р. дан ростланган U_2 кучланиш олинади. Бунда U_2 нинг фазаси U_1 никига мос ёки номос бўлиши мумкин: 146- расм, а да И.р. нинг схемаси, б да вектор диаграммаси ва в да $\frac{U_2}{U_1}$ нис-

батнинг роторнинг бурилиш бурчаги α га боғланиш графиги кўрсатилган. Саноатимиз қуввати 1000 кВА, кучланиши 10 кВ гача бўлган МА- 195 типдаги ва қуввати 100 кВА гача паст кучланишли АИ- 61, АИ- 62 типлардаги махсус И. р. лар ишлаб чиқармоқда. Бундай И. р. лардан лаборатория шаронтида ва автоматикада кенг

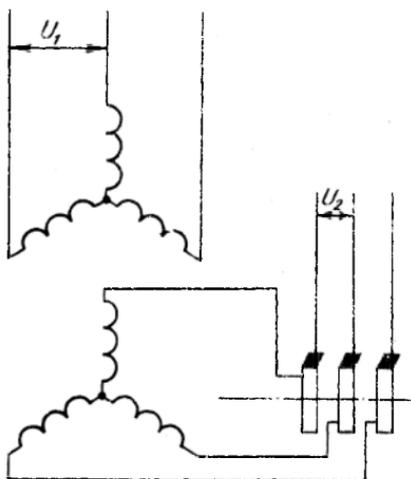


145- расм



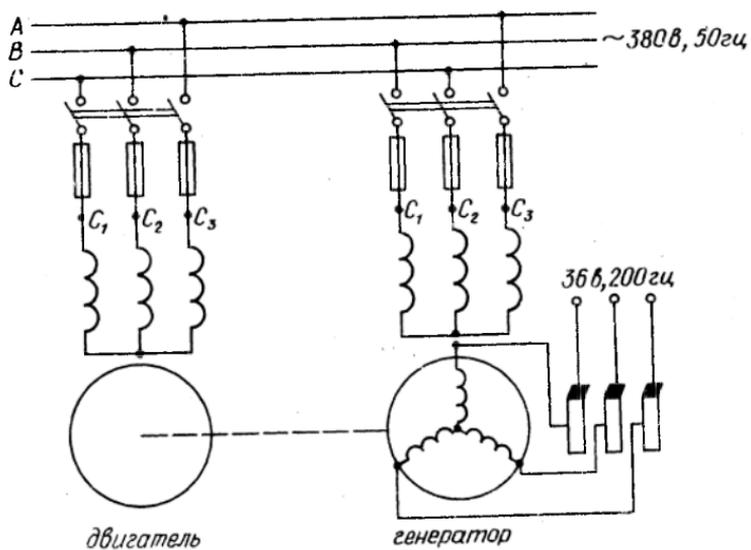
146-расм

фойдаланилади. И.р. сифатида кўпинча ротори тормозланиб кўйилган фазавий роторли асинхрон мотор ишлатилади. Бунда статор чулғамига U_1 кучланиш берилиб, ротор чулғамидан U_2 кучланиш олинади.

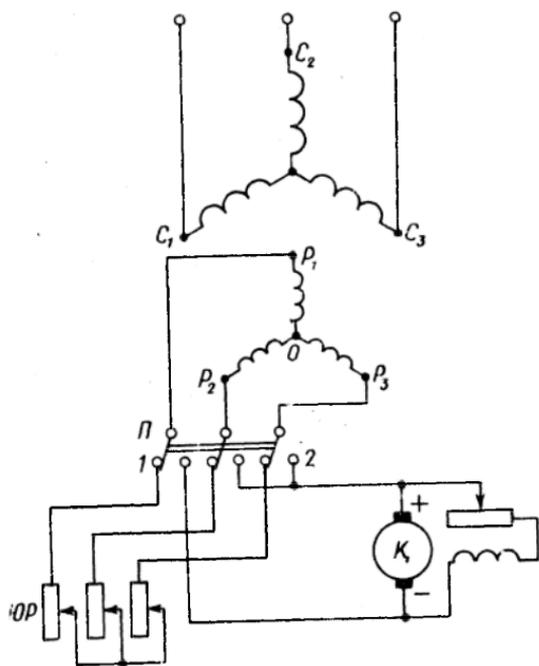


147-расм

289. Фазорегулятор — Фаза ростлагич. Ф.р. билан электр истеъмолчисига бериладиган кучланишнинг фазаси ўзгартирилади. Унинг тузилиши ҳам ротори червякли узатма билан тормозланган фазавий роторли асинхрон моторга ўхшайди. Аммо Ф.р. нинг статор ва ротор чулғамлари индукцион ростлагичники сингари электр боғланишга эга эмас. 147-расмда Ф.р. нинг уланиш схемаси кўрсатилган. Бундай ростлагич роторини буриш билан унинг чулғамидagi U_2 кучланиш фазасини статор чулғамидagi U_1 фазасига нисбатан ростлаш имконини беради. Саноатимизда куввати 1 кВа



148-р а с м



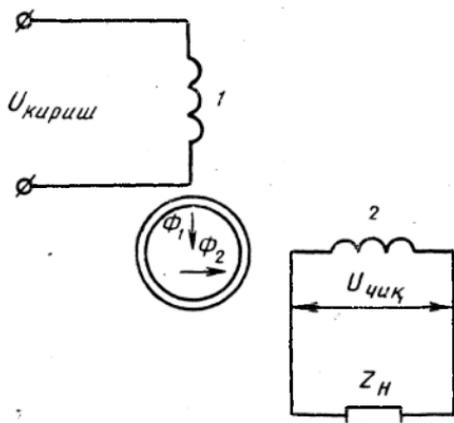
149-р а с м

бўлган ФР типдаги ва $7,5 \div 15$ кВа бўлган ФРО типдаги Ф.р. ларни ишлаб чиқариш ўзлаштирилган. Улардан автоматикада ва ўлчаш техникасида кенг фойдаланилади.

290. Асинхронный преобразователь частоты — Асинхрон частота ўзгарткич. Бир валга ўрнатилган жуфт кутблар сони $p=1$ бўлган асинхрон мотор ва жуфт кутблар сони $p=3$ бўлган фазавий роторли асинхрон генератордан иборат агрегат А.ч.ў. дейилади. 148- расмда И-75 типдаги А.ч.ў. нинг принципиал схемаси кўрсатилган. Бундай ўзгарткичнинг моторига электр тармоғидан берилган 50 герцли 380 В кучланиш унинг генераторида 200 герцли 36 В кучланишга айлантирилади. Ундан кўйларнинг жунини қирқадиган асбобларда фойдаланилади. А.ч.ў. 36 В кучланиш ва $12\,000 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ айланиш частотасида ишлайди.

291. Синхронизированный асинхронный двигатель — Синхронлаштирилган асинхрон мотор. Асинхрон ва синхрон мотор сифатида ишлай оладиган асинхрон мотор С.а.м. дейилади. 149- расмда С.а.м. нинг принципиал схемаси кўрсатилган. С.а.м. нинг фазавий роторли асинхрон мотордан деярли фарқи йўқ. Бундай моторнинг ротор чулғами махсус алмашлаб улагич П орқали ишга тушириш реостати ёки кўзгатикичга уланиши мумкин. Демак, аввал бу машина фазавий роторли мотор сифатида ишга туширилади. Сўнгра моторнинг айланиш частотаси асинхрон частотага тенглашгач, алмашлаб улагич -П ни бошқа вазиятга ўтказиб, ротор чулғамига ўзгармас ток берилади ва у синхрон моторга айланиб юкори кувват коэффициенти билан ишлай бошлайди.

292. Асинхронный тахогенератор — Асинхрон тахогенератор. А.т. дан турли валлардаги айланиш частоталарини ўлчашда фойдаланилади, 150- расмда А.т. нинг схемаси кўрсатилган. Бундай генератор статорида бир фазали электр тармоғига уланадиган кўзгатиш чулғами 1 ва унга нисбатан 90° бурчакка сурилган чулғам 2 ўрнатилган бўлади. Генератор ротори ичи ковак жез цилиндрдан иборат. Агар 1 чулғамни электр тармоғига улаб, генератор ротори бирор частотада айлантирилса, 1 чулғам токидан ҳосил бўлган Φ_1

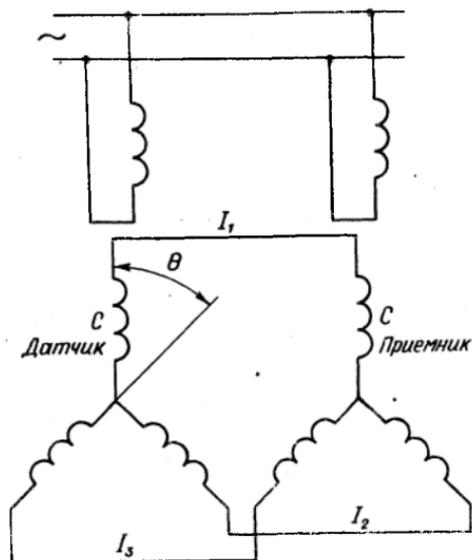


150- расм

магнит оками ротор чулғами билан кесилади ва бу чулғамда ток ҳамда магнит оками Φ_2 пайдо бўлади. Натижада Φ_2 магнит оками чулғам 2 да частотаси электр тармоғидагига тенг, амплитудаси эса айланиш частотасига пропорционал бўлган ЭЮК ҳосил қилади. Вольтметр билан ўлчанган бу ЭЮК роторнинг айланиш частотасини кўрсатади. Демак, бундай А.т. билан турли валлардаги айланиш частоталарни ўлчаш мумкин.

293. Сельсин — Сельсин. Бир валдаги механик ҳаракатни (буй-

рукни) маълум масофадаги бошқа бир валга электр усулда, яъни механик боғланишсиз синхрон равишда, ўзгармас кийматда шу ондаёқ узатадиган ёки уни қабул қилиб, қайта такрорлайдиган индукцион электр машинаси С. дейилади. С.лар тузилишига кўра контактли ва контактсиз турларга бўлинади. Контактли С. статорига бир фазали электр тармоғига уланадиган чулғам ўрнатилади. С. роторига юлдуз схемасида уланган уч фазали чулғам жойланиб, унинг учлари контакт ҳалқаларига бириктирилади. Контактсиз С. статорига эса иккита чулғам ўрнатилади. Унинг бирламчи кўзғатиш чулғами бир фазали электр тармоғига уланади. Бу чулғам ўкига



151-расм

тик равишда иккиламчи уч фазали чулғам жойланади. С. ротори қиялаб кетган номагнит катлам билан икки бўлакка бўлинган пўлат цилиндрдан иборат. Номагнит катлам воситасида ротордаги магнит окимининг йўналиши 90° га бурилади. Умуман С. ли узатма иккита С. дан иборат бўлади. Бу С. лар ўз вазифаларига кўра сельсин датчик ва сельсин приёмник деб юритилади. С. лардан таклидчи юритма ва автоматикада кенг фойдаланилади.

294. Сельсин датчик — Сельсин датчик. С. д. роторининг вали дастаки усулда ёки бирор механизмнинг буйруқ берувчи органи орқали автоматик равишда ҳаракатга келтирилади. С.д. нинг статори орқали бу ҳаракат маълум масофадаги бошқа валга механик боғланишсиз (яъни электр усулда) синхрон равишда узатилади.

295. Сельсин приёмник — Сельсин приёмник. Сельсин датчик билан электр сигналига айлантирилган механик ҳаракат С.п. нинг статорига берилади ва унинг ротори валида механик ҳаракатга айлантирилиб, синхрон равишда қайта такрорланади. 151-расмда сельсин датчик ва С.п. дан иборат сельсинли узатманинг схемаси кўрсатилган.

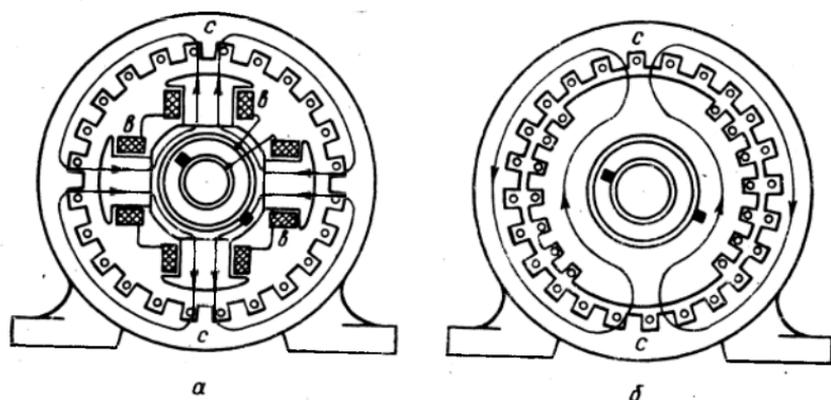
ХИ БЎЛИМ

СИНХРОН ГЕНЕРАТОР ВА МОТОРЛАР

296. Синхронные машины — Синхрон машиналар. Роторининг айланиш частотаси ва статордаги токдан ҳосил бўлган айланувчи магнит майдоннинг айланиш частотаси бир хил, яъни

$n_p = n_{ст} = \frac{60f}{p}$ бўлган уч фазали ўзгарувчан ток машиналари С.м.

дейлади. Бунда айланувчи магнит майдони ротор билан бир томонга айланади. С.м. ҳам бошка электр машиналари каби, генератор ва мотор сифатида ишлай олади. Электр энергиясини асосан, электр станцияларидаги уч фазали синхрон генераторлар ишлаб чиқаради. Уч фазали синхрон моторлардан кўпинча ўзгармас частота билан айланадиган катта қувватли насос, компрессор ва вентилятор каби механизмларнинг юритмаларида фойдаланилади. С.м. ҳам кўзгалмас статор ва айланувчи ротордан иборат. Уларнинг статорига ҳам уч фазали чулғам ўралади. С.м. нинг ротори икки хил: аён ва ноён кутбли тузилишда тайёрланади. Гидротурбиналар билан паст частоталарда айлантириладиган синхрон гидрогенераторларга аён, буғ турбиналари билан юкори частоталарда айлангириладиган, синхрон турбогенераторларга эса, ноён кутбли роторлар кўйилади. 152-расм, *а* да С.м. нинг аён ва 152 расм, *б* да ноён кутбли



152-расм

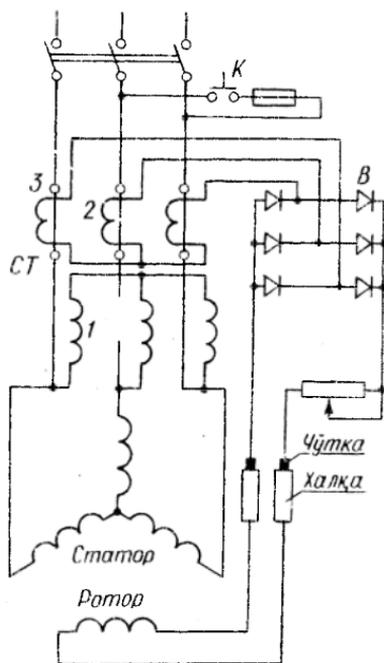
роторлари кўрсатилган. Ротор кутбларига ўзгармас ток билан таъминланадиган кўзгатиш чулғами ўрнатилади. Бу чулғам токидан С.м.нинг асосий магнит майдони ҳосил бўлади.

297. Синхронный генератор — Синхрон генератор. Механик энергияни уч фазали ўзгарувчан токка айлантирадиган синхрон электр машинаси С.г. дейлади. С.г. нинг ишлаш принципи ҳам электромагнит индукция қонунига асосланган. Агар магнит майдони ҳосил қилинган ротор номинал частотада айлантирилса, статорнинг юлдуз ёки учбурчак схемасида уланган уч фазали чулғамида ЭЮК юзага келади ва бу чулғам уч фазали симметрик юкламага уланса, генераторда уч фазали ток ҳосил бўлади. Бу ток: фазалари ҳам ЭЮК фазалари сингари ўзаро 120° бурчакка силжиган бўлади. С.г. роторининг айланишлар частотаси n_p , жуфт кублар сони P ва статор чулғамидан ўтадиган уч фазали токнинг частотаси f ўзаро $n_p = \frac{60}{p} f$ ифода билан боғланади. Бу боғланишдан фойдаланиб частотаси $f = 50$ Гц бўлган ток ҳосил қилиш учун жуфт кутблар сони

$p = \text{const}$ бўлганда n_p кийматини, $n_p = \text{const}$ бўлганда эса p киймати ҳисоблаб топилади. Генераторнинг уч фазали токидан роторнинг айланиш частотасига тенг частотада ва у билан бир томонга айланувчи магнит майдони ҳосил бўлади. Шу сабабли бундай генератор С.г. дейилади. С.г. нинг ротор ва статор токидан ҳосил бўлган магнит майдонлари бир томонга ва бир хил частотада айланиши сабабли уларни ўзаро қўшиш ёки айириш мумкин.

298. Возбуждения синхронного генератора — Синхрон генераторни кўзгатиш.

Синхрон генераторнинг асосий магнит майдонини ҳосил қилувчи ўзгармас ток манбаи сифатида унинг ротор валига ўрнатиладиган кўзгаткич (параллел кўзгатишли ўзгармас ток генератори) ёки бирор типдаги статик тўғрилагичдан фойдаланилади. Кўзгаткичлар асосан 100 КВА дан юкори қувватли синхрон генераторларда қўлланилади. 100 КВА дан паст қувватли синхрон генераторларда эса ротор кутбларидаги колдик магнетизм ёрдамида ўз-ўзини кўзгатиш принциpidан фойдаланилади. 153-расмда ўз-ўзини кўзгатишли синхрон генераторнинг улаиш схемаси кўрсатилган. Бунда 1- стабиллаштирувчи трансформатор *СТ* нинг статор чулғамига параллел уланган бирламчи чулғами, 3 эса унга кетма-кет уланган бирламчи чулғами, 2- стабиллаштирувчи трансформаторнинг иккиламчи (генератордаги кучланишни статик тўғрилагич (*B*) га пасайтириб мослаб берувчи) чулғами. Ўз-ўзини кўзгатиш жараёнини тезлаштириш учун синхрон генераторни ишга туширишда унинг икки фазасини кнопка *K* билан қиска туташтириб, колдик магнетизмдан ҳосил қилинган ЭЮК ($E_{\text{кв.1}}$) дан 3 чулғамда катта ток ҳосил қилинади ва демак, 2 чулғамдаги ЭЮК тез кўпайтирилади. Бунда статик тўғрилагичдан чўтка ва халқалар орқали ротор чулғамига бериладиган кўзгатиш токи ҳам тез ошиб, генератор жадаллик билан ўз-ўзини кўзгатиш принциpidа ишлай бошлайди. Ҳозирги пайтда механик тўғрилагичлар билан кўзгатиш 30...50 кВт қувватли синхрон генераторлар ўзлаштирилаган. Уларда синхрон генераторнинг ротори валидаги халқалар ва кўзгалмас чўткалар ўрнига механик тўғрилагич қўйилади. Статорга эса қўшимча уч фазали чулғам ўрнатилади. Айланувчи ротор кутбларидаги колдик магнетизмдан бу қўшимча чулғамда ҳосил бўлган ўзгарувчан ЭЮК механик тўғрилагичга берилади ва натижада у орқали ротор чулғами ўзгармас ток билан таъминланади. Шундай қилиб, генератор ўз-ўзини кўзгатиш принциpidа ишлай бошлайди.



153-расм

299. Обмотка статора синхронного генератора — Синхрон генераторнинг статор чулғами. С.г.с.ч. ҳам, ўзгармас ток машинасининг якорь чулғами сингари, бир ва икки қатламли, кискартирилган ва тўла кадамли схемаларда тайёрланади ва қуйидаги параметрлар билан характерланади: Z — статор ўзагидаги ариқчалар сони, m — статор чулғамининг фазалари сони, p — жуфт кутблар сони,

$q = \frac{Z}{2pm}$ — фаза ва кутбга тўғри келадиган ариқчалар сони, τ — кутб

бўлиниши, Y — чулғам кадами (секция кенглиги), $Y_\phi = \frac{2}{3}\tau$ — фа-

завий кадам, $\alpha = \frac{\pi}{Q}$ — ариқчалар орасидаги бурчак, Q — статор

ўзагининг кутб кенглиги орасидаги ариқчалар сони.

300. ЭДС обмотки статора — Статор чулғаидаги ЭЮК. Статор чулғамининг ҳар бир ўтказгичида ҳосил бўладиган ЭЮК нинг ўртача e_y қиймати электромагнит индукция қонунига мувофиқ $e_y = Blv$

бўлади. Бундан $\pi D = 2p\tau$, $v = \frac{\pi D n}{60} = \frac{2p\tau n}{60}$ ва $f = \frac{pn}{60}$ бўлганлиги са-

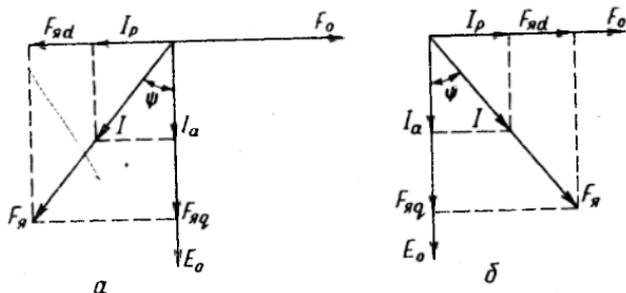
бабли, $v = 2f\tau$ ва $e_y = B_l 2f\tau = 2f\Phi$ келиб чиқади. Ҳар бир ўрам икки ўтказгичдан иборат ва ЭЮК нинг эффектив ва ўртача қийматлари нисбати $\frac{E}{E_y} = 1,11$ бўлганлиги сабабли бир ўрамдаги

ЭЮК $E = 2,11e_y = 4,44f\Phi$ бўлади. Статорда кўпинча икки қатламли, кадами кискартирилган, сочилган схемали уч фазали чулғам қўлланилади. Шунга биноан, ω ўрамдан иборат статор чулғамининг ҳар бир фазасидаги ЭЮК нинг эффектив қиймати $E = 4,44\omega K_r \Phi$ га тенгдир. Бунда $K_r = K_{\text{оч}} \cdot K_\alpha = 0,9 \dots 0,95$ — чулғам коэффициенти, $K_\alpha =$

$$= \sin \frac{Y}{\tau} 90^\circ \text{ — кадамнинг кискариш коэффициенти, } K_{\text{оч}} = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\alpha \sin \frac{\alpha}{2}}$$

чулғамнинг сочилиш коэффициенти.

301. Реакция якоря синхронного генератора — Синхрон генераторнинг якорь реакцияси. ЭЮК ҳосил қилинадиган чулғамни якорь чулғами деб олингани сабабли, синхрон генераторнинг статор чулғамини ҳам якорь чулғами деб қараш мумкин. Шунга биноан, статор токидан ҳосил бўлган айланувчи магнит майдонининг ротор кутбларидаги асосий магнит майдонига бўлган таъсири С.г.я.р. деб юритилади. Ўзгарувчан ток машиналарида якорь реакцияси юклама токининг қийматидан ташқари, унинг характерига ҳам боғлиқ. Амалий ҳисоблашларда синхрон генератор қувват коэффициенти $\cos \varphi = 0,8$ бўлган актив-индуктив юкламада ишлайди деб қабул қилинади. Юклама токининг индуктив ташкил этувчисидан ҳосил бўлган бўйлама магнит оқими асосий магнит оқимига тесқари йўналган, шу сабабли уни қамайтиради. Юклама токининг актив ташкил этувчисидан ҳосил бўлган қўндаган магнит оқими эса уни буриб, кутбнинг бир томонида зўрайган, иккинчи томонида сустлашган магнит оқими юзага келтиради. 154- расм, а да синхрон генератор



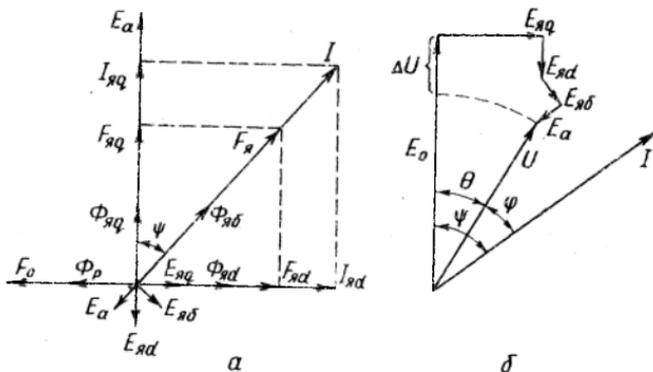
154-расм

МЮК ларининг актив-индуктив юкламадаги, 154-расм, б да актив сифимий юкламадаги вектор диаграммалари кўрсатилган. С.г.я.р.нинг магнитсизлантириш таъсирини йўқотиш учун унинг кўзгатиш токини кўпайтириш кифоя. Аммо бу кўзгатиш токининг номиналдан ортиғи кўзгатиш чулғамини хавфли даражада киздириб юбориши мумкин.

302. Векторные диаграммы синхронного генератора — Синхрон генераторнинг вектор диаграммалари. Синхрон генераторнинг юклама режимидаги номинал (U_n) кучланиши, якорь реакцияси таъсири ҳамда якорь чулғамидаги кучланишнинг тушуви ҳисобига, унинг салт ишлашидаги ЭЮК E_0 дан $30 \div 50 \%$ наст бўлади. Демак, бунда кучланишни пасайиши $\Delta U_n \% = \frac{E_0 - U_n}{U_n} \cdot 100 \leq 30..50 \%$ ни ташкил

этади. ЭЮКлар тенгламасини тузиб, унга асосан С.г.в.д. ни тузишда ва ундан ΔU қийматини топишда ҳар бир МЮК тегишли Φ магнит окимини юзага келтиради, ҳар бир Φ эса тегишли ЭЮК ни ҳосил қилади, деб ҳисобланади. Ҳақиқатда эса турли МЮК лардан умумий магнит окими Φ ҳосил бўлади. Демак, С.г.в.д. ни тузишда сунъий равишда қуйидаги ЭЮК лардан: $E_{\text{я}q} = I_q X_{\text{я}q}$ — якорьнинг кўндаланг магнит окимидан, $E_{\text{я}d} = I_d X_{\text{я}d}$ — якорьнинг тегишлича бўйлама магнит окимидан ҳосил бўлган ЭЮК лардан фойдаланилади. Бунда, $X_{\text{я}q}$ — якорь реакциясининг кўндаланг индуктив қаршилиғи, $X_{\text{я}d}$ эса бўйлама индуктив қаршилиғи; $I_q = I \cos \psi$ — якорь токининг актив ташкил этувчиси, $I_d = I \sin \psi$ — эса унинг реактив ташкил этувчиси, $E_{\text{я}c} = I X_{\text{я}c}$ — якорьнинг сочилган магнит окимидан ҳосил бўлган ЭЮК, $X_{\text{я}c}$ — якорь чулғамининг индуктив қаршилиғи, $E_{\text{я}r} = I R_{\text{я}}$ — якорь чулғамининг актив қаршилиғи $R_{\text{я}}$ да кучланишнинг тушувиға эквивалент ЭЮК.

303. Диаграмма Blondеля — Blondель диаграммаси. Магнит кутблари аён бўлган синхрон генератор учун ЭЮК ларнинг қуйидаги тенгламасини тузиш мумкин: $\dot{U} = \dot{E}_0 + \dot{E}_{\text{я}q} + \dot{E}_{\text{я}d} + \dot{E}_{\text{я}c} + \dot{E}_{\text{я}r}$. 155-расм, а да аён кутбли, актив-индуктив нағрузкали генераторнинг МЮК (F) лари тасвири, 155-расм, б да эса шу генератор ЭЮК ларининг вектор тасвири кўрсатилган. Ана шу ЭЮК лар тасвири Б.д. дейилади. Ундан кучланишнинг пасайиши ΔU қиймати топилади. Симметрик



155-расм

юкламада вектор тасвири бир фаза учун ясаллади. Бунда юклама токи I билан E_0 орасидаги ψ бурчаги маълум деб ҳисобланади.

304. Векторные диаграммы неявнополюсного синхронного генератора — Ноаён кутбли синхрон генераторнинг вектор тасвирлари.

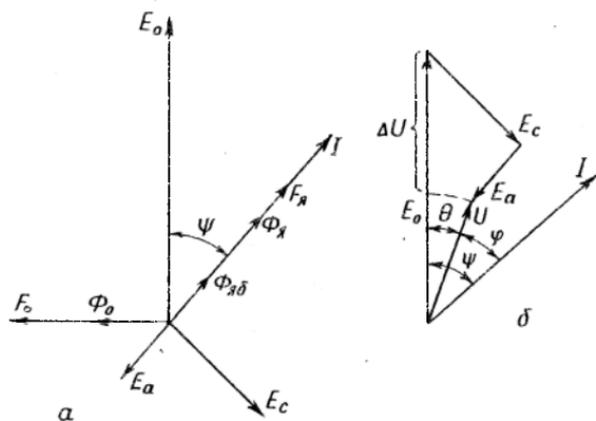
Ноаён кутбли синхрон генератордаги ҳаво оралиғи қўндаланг ва бўйлама ўқлар бўйича бир хил бўлади. Шу сабабли $X_{яq} = X_{яd}$. Бунда якорнинг МЮК ($F_{я}$) дан $\Phi_{я}$ магнит оқими, $\Phi_{я}$ дан эса, $E_{яx} = IX_{яx}$ ЭЮК ҳосил бўлади, деб қабул қилинади ($E_{яx}$ — якорь магнит оқимининг асосий қисмидан ҳосил бўлган ЭЮК, $X_{яx}$ — якорь реакциясининг индуктив қаршилиғи). $\Phi_{я}$ ва $\Phi_{яc}$ магнит оқимлари умумий токдан ҳосил бўлади. Шу сабабли $X_{яx}$ ва $X_{яc}$ ларни қўшиб мумкин: $X_{яx} + X_{яc} = X_c$ — магнит кутблари ноаён генераторининг синхрон қаршилиғи. Демак, ЭЮК лар учун $U = E_0 + E_c + E_{я}$ тенгламасини тузиш мумкин. Бунда $E_c = IX_c$ — якорнинг умумий магнит оқимидан ҳосил бўлган ЭЮК. 156-расм, *a* да кутблари ноаён синхрон генераторнинг МЮК (F) ларининг вектор диаграммаси, *b* да эса ЭЮК (E) ларининг вектор диаграммаси кўрсатилган. Синхрон генераторларнинг бу диаграммаларини ясаида кутб ўзақларининг тўйиниши ҳисобга олинмайди. U амалий диаграммаларни тузишдаги-на ҳисобга олинади.

305. Характеристика холостого хода синхронного генератора — Синхрон генераторнинг салт ишлаш характеристикаси.

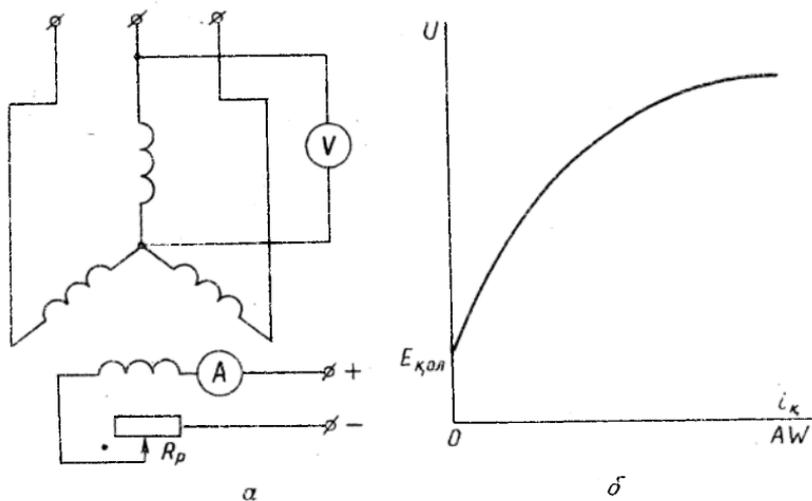
Синхрон генератордаги ЭЮК E_0 нинг қўзғатиш ток i_k га боғланиш ифодаси $E_0 = j(i_k)$ — С.ғ.с.и.х. дейилади. 157-расмда синхрон генераторнинг салт ишлашдаги уланиш схемаси ва С.ғ.с.и.х. кўрсатилган. С.ғ.с.и.х. юклама уланмаган генератор роторининг номинал частотада айланишида, яъни $n = n_n = \text{const}$, $j = j_n = \text{const}$ бўлган шароитда олинади. Бунда қўзғатиш токи $i_k = 0$ бўлади, генератор қолдиқ магнетизмдан ҳосил бўлган ЭЮК $E_{к0}$ дан фойдаланиб ишга туширилади. Сўнгра i_k ошира борилади. Бунда ЭЮК аввал i_k га пропорционал равишда, кутб ўзақларини тўйингандан кейин эса эгри чизик бўйича кўпайиб боради.

306. Характеристика короткого замыкания синхронного генератора — Синхрон генераторнинг қиска туташув характеристикаси.

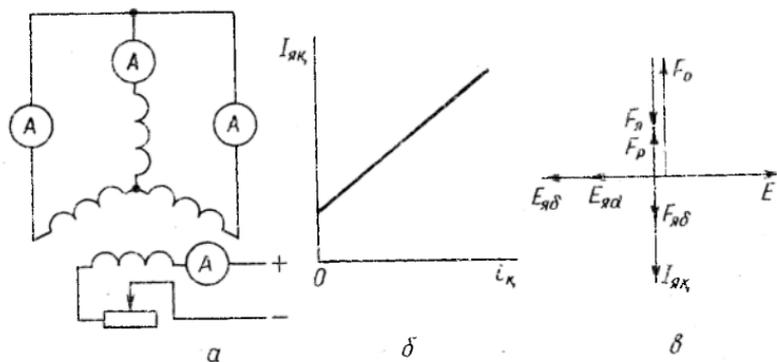
158-расмда синхрон генераторнинг қиска туташув тажрибаси



156-р. с. м

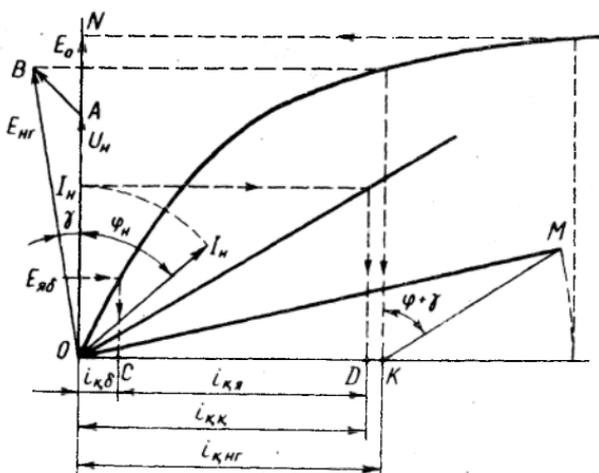


157-р. с. м



158-р. с. м

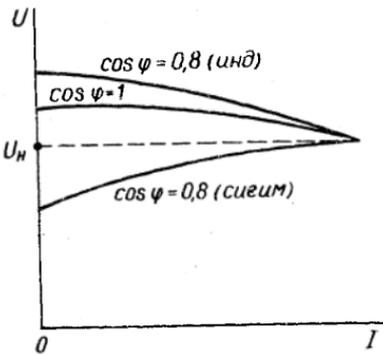
схемаси, с.г.к.т.х. ва қисқа туташувдаги вектор диаграммаси кўрсатилган. Қисқа туташув тажрибасида якорь чулғамлари амперметрлар орқали қисқа туташтирилиб, синхрон генераторнинг ротори номинал частотада айлантирилади. Сўнгра кўзгатиш токи i_k ни нолдан аста-секин кўпайтира бориб, якорь токи $I_{як}$ номинал қийматига етказилади. Шу тажрибага асосан с.г.к.т.х. $I_{як} = f(i_k)$ графиги ясаллади. Бу тажрибада ҳам $i_k = 0$ бўлган вақтида қолдиқ ЭЮК таъсирида якорь токи ҳосил бўлади. Статор чулғамининг актив қаршилиги R_n жуда кичик бўлгани учун уни ҳисобга олинмаса, бу тажрибада генератор якорьдаги ток индуктив характерга эга бўлади. Ана шу индуктив токдан ҳосил бўлган магнит оқими асосий магнит оқимига тесқари бўлгани учун уни қамайтиради. Шу сабабли кутб ўзақлари тўйинмаган, с.г.к.т.х. эса тўғри чизикдан иборат бўлади.



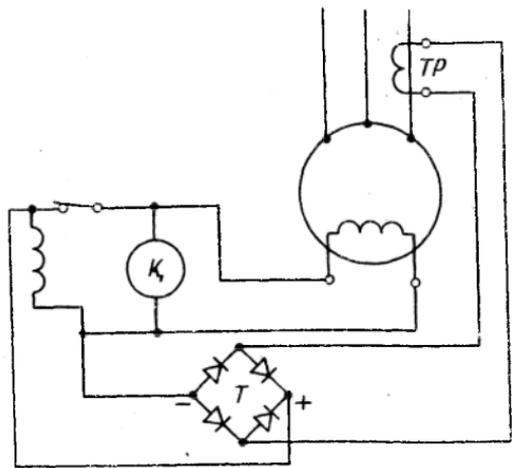
159-расм

307. Практическая диаграмма ЭДС — ЭЮК ларнинг амалий диаграммаси. Синхрон генераторнинг тўйинишини ҳисобга олган ҳолда салт ишлаш ва қисқа туташув характеристикаларидан фойдаланиб, қуқланишнинг пасайиши ΔU ни топиш учун тузилган диаграмма ЭЮК ларнинг амалий диаграммаси дейилади. Бу диаграммани тузишда $F_{як}$ ЭЮК қўндаланг ва бўйлама ташқил этувчиларга ажратилмайди, яъни кутбларнинг аён ёки ноаёнлиги ҳисобга олинмайди. Шунга кўра бундай диаграммада кутб ўзагининг тўйиниши ҳисобга олинган бўлади. 159-расмда ЭЮК ларнинг а.д. кўрсатилган.

308. Внешняя характеристика синхронного генератора — Синхрон генераторнинг ташқи характеристикаси. Синхрон генераторни лойиҳалашда унинг номинал параметрлари актив-индуктив юкламада $\cos \varphi = 0,8$, катта қувватли генераторларда эса $\cos \varphi = 0,85 \dots 0,9$ га ҳисобланади. Генераторнинг U қуқланишининг юклама токи I га боғланишини ифодаловчи $U = f(I)$ эгри чизик с.г.т.х. дейилади. Бу характеристикани олиш учун ўтказиладиган тажрибада кўзгатиш токи i_k , частота f ва $\cos \varphi$ қийматлари ўзгармас бўлиши керак. 160-расмда с.г.т.х. кўрсатилган. Бу характеристикадан ҳам юклама



160-расм



161-расм

ошганда кучланишнинг пасайишини аниқлаш мумкин, яъни $\Delta U = U_n - U$ ёки $\Delta U \% = \frac{U_n - U}{U_n} \cdot 100$ бўлади. Аммо бундай тажриба

орқали ΔU ни аниқлаш тежамсиздир. Шу сабабли одатда ЭЮК дарнинг вектор диаграммасидан ёки амалий диаграммалардан фойдаланиб, ΔU аниқланади.

309. Регулировочная характеристика синхронного генератора —

Синхрон генераторнинг ростлаш характеристикаси. Юклама токи I_n нинг ўзгаришида генераторнинг кучланишини номиналга тенг ва ўзгармас, яъни $U = U_n = \text{const}$ бўлишини таъминлайдиган $i_k = f(I_n)$ боғланиш С.г.р.х. дейилади. Бу характеристика частота $f = f_n = \text{const}$ ва кувват коэффициенти $\cos \varphi = \text{const}$ бўлган шароитда олинади.

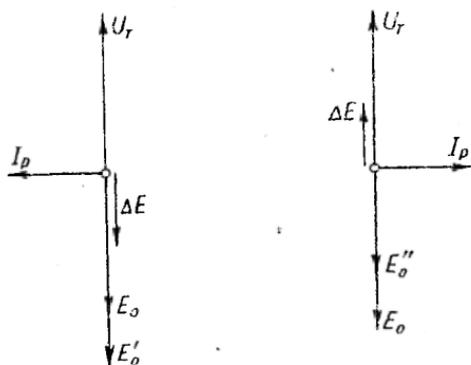
310. Компаундирование синхронного генератора — Синхрон генераторини компаундлаш.

Юкламанинг ўзгаришида синхрон генератордан юкламага бериладиган кучланиш маълум сабабларга кўра гоҳ камайиб, гоҳ кўпайиб туради. Юкламанинг ўзгаришида кучланишнинг ўзгармаслиги учун генераторнинг кўзгатиш токини ростлаб туриш кифоя. Бунда кўзгатиш чулғамидagi i_k токни реостат орқали ростлашдан кўра генератор кўзгаткичи токини ростлаш тежамлироқ бўлади. Кучланишни автоматик равишда ўзгартирмай сақлаш учун махсус кучланиш ростлагичлари ёки махсус схемадардан фойдаланилади. Бундай махсус схемадан фойдаланиш С.г.к. дейилади. 161-расмда компаундланган синхрон генераторнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Унда юклама токининг ортиши билан ток трансформатори (ТР) нинг иккиламчи чулғамидagi ЭЮК кўпайиб тўғрилагич Т дан кўзгаткич К нинг кўзгатиш чулғамига бериладиган ток кучаяди ва натижада генераторнинг кўзгатиш токи кўпайиб, унинг кучланиши автоматик равишда ўзгартирилмай сақланади. Ўрта ва кичик кувватли синхрон генераторларнинг кучланишини ўзгартирмай сақлаш учун махсус ростлагичлардан ҳам кенг фойдаланилади.

311. Параллельная работа синхронных генераторов — Синхрон генераторларнинг параллел ишлаши. Электр станцияларда генераторлар ўзаро параллел уланиб, ўз энергиясини умумий шинага беради. Бунда юкларнинг кўп-озлигига қараб, параллел уланган генераторлар сони ўзгартиб турилади ва шу билан ҳар бир генераторнинг тўла қувват билан ишлаши таъминланади. Шунингдек, бир неча электр станцияси ўзаро параллел уланиб, умумий энергосистема ташкил қилиши мумкин. Бунда электр станцияларнинг фойдали иш коэффициенти юкори бўлади, уларда ўрнатилган машина-агрегатлар ва ускуналардан яхшироқ, тўлароқ фойдаланилади ва эҳтиёт генераторларнинг сони камаяди. С.г.п.и. да қуйидаги шартларга риоя қилиниши: 1) ишлаб турган ва параллел уланган генераторларнинг кучланиши бир хил, фазалари эса 180° бурчакка сурилган бўлиши; 2) генераторларнинг частоталари ўзаро тенг ва уларнинг фазалари бир хил кетма-кетликда бўлиши керак.

312. Способы включения на параллельную работу. Параллел ишлашга улаш усуллари. Генераторлар параллел ишлашга икки хил усулда: 1) аниқ синхронлаштириш ва 2) ўз-ўзини синхронлаштириш усули билан уланади. Биринчи усулда параллел ишлашга уланадиган генераторлар ўзаро синхронлаштирилади, яъни параллел ишлаш шартларига жавоб берадиган ҳолатга келтирилади. Генераторнинг синхронлаштирилган ҳолати стрелкали ёки чўгланиш лампаларидан иборат синхроскоп деб аталувчи асбоб билан аниқланади. Аниқ синхронлаштириш усулида генераторни тезда параллел ишлашга тушириб бўлмайди. Ўз-ўзини синхронлаштириш усули эса генераторни тезда параллел ишлашга ўтказиш имконини беради. Шу сабабли бу усулдан кенг фойдаланилади. Бу усулда ҳам кўзгатиш токи берилмаган генератор бирламчи мотор ёрдамида номналдан $2..5\%$ паст частота билан айлантрилиб, параллел ишлашга уланади ва дарҳол унга кўзгатиш токи берилади. Шундан сўнг генератор бир-икки секундда ўз-ўзидан синхронлашиб олади. Параллел ишлашга уланиш пайтида генераторнинг токи номналдан бир неча марта катталашиб кетади, аммо бундай режим қисқа вақтда тугайди. Шу сабабли унинг генератор учун хавфи йўқ. Ўз-ўзини синхрон усулида параллел ишлашга уланган генератор фазаларининг кетма-кетлиги ишлаб турган генераторларникига мосланади. Ундаги ЭЮК электр тармоғидаги U кучланишга тенг, фазаси эса унга тесқари қилинади. Шу сабабли бу генератор чулғамидан ток ўтмайди, у юклармасиз (салт ишлаш режимида) ишлайди. Параллел ишлашга уланган генераторнинг юкларма олиши учун бирламчи моторнинг айлантриувчи моментини ошира бориб генератордаги ЭЮК E_0 векторини электр тармоғидаги U кучланиш векторига нисбатан θ бурчакка ўзгартириш кифоя. Бунда $\Delta E = E_0 - U_r$ таъсирида генератор чулғамидан ток ўтади. Натижада генератор электр тармоғига актив $P_r = mU_r I_c \cos \varphi$ қувват бера бошлайди. Параллел ишлашга уланган (салт ишлаш режимидаги) генераторнинг кўзгатиш токи I_k унинг нормал кўзгатиш токи дейилади. Агар кўзгатиш токи нормадан оширилса, ЭЮК E_0 нинг қиймати тармоқдаги U_r кучланишдан ошиб, $\Delta E = E_0 - U_r$ ҳосил бўлади. Бу ΔE ЭЮК таъсирида статор чулғамидан ΔE дан 90° орқада қолувчи, U_r дан эса

90° ўзувчи реактив $I_p = \frac{\Delta E}{\chi_c}$ ток ўтади (бунда агар чулғамнинг актив қаршилиғи ҳисобга олинмаган бўлса). Агар кўзғатиш токи нормалдан камайтирилса E_0 киймати U_T дан камайиб яна $\Delta E = U_1 - E_0$ таъсирида ΔE ва U_1 дан 90° орқада қолувчи, аммо E_0 дан 90° ўзувчи реактив $I_p = \frac{\Delta E}{\chi_c}$ токи ҳосил бўлади

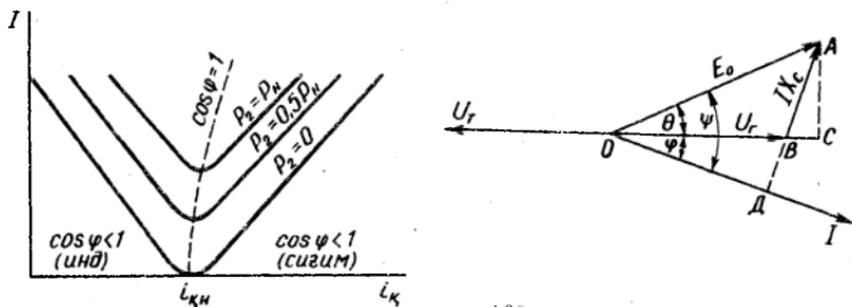


162-расм

(162-расм). Бу хулосани якорь реакциясига асосан ҳам чиқариш мумкин. Дарҳақиқат, тармоқдаги кучланиш $U_T = \text{const}$ бўлганда генератордаги умумий магнит оқими Φ ҳам ўзгармасдир. Бунда агар кўзғатиш токининг киймати нормалдан оширилса, $\Phi = \text{const}$ бўлишини таъминлаш учун якорь реакцияси магнитсизлантирувчи характерга эга бўлиши керак. Бундай якорь реакцияси эса фақат индуктив характердаги ток ҳосил қилади. Демак, кўзғатиш токи нормалдан юқори бўлса, генератор электр тармоғига сифимий, паёт бўлса, индуктив характерли ток бериб ишлайди. Бундай ҳол генераторнинг юклама олиб ишлашида ҳам содир бўлади (U -симон диаграммага қаранг).

313. U -образные диаграммы синхронного генератора — Синхрон генераторнинг U -симон диаграммаси. Кучланиши ва частотаси ўзгармас электр тармоғи билан параллел ишлашга уланган генераторнинг тармоққа берадиган актив $P_T = m U I_T \cos \varphi$ қуввати ўзгармас бўлса, статор токининг роторнинг кўзғатиш токига боғланиши U -симон эгри чизик билан ифодаланади. 163-расмда С.г. нинг U -симон диаграммаси кўрсатилган. Унда, $P_2 = 0$; $P_2 = 0,5 P_n$ ва $P_2 = P_n$ да олинган U -симон эгри чизиклар берилган. Агар i_k кўзғатиш токи расмдаги нуқтир бўйича ўзгарса, статор токи фақат ўзининг минимал, яъни $I_{\min} = I \cos \varphi$ га тенг актив қисмига эга бўлади. Бунда синхрон генератор $\cos \varphi = 1$ режимида ишлайди. Демак, кўзғатиш токининг ўзгаришида генератор қувватининг фақат реактив қисми ўзгаради. Агар $i_k > i_{\text{кн}}$ бўлса, статор токи электр тармоғидаги кучланишга нисбатан ўзувчи, $i_k < i_{\text{кн}}$ да эса орқада қолувчи бўлади.

314. Электромагнитная мощность — Электромагнит кувват. Синхрон генераторни айлантириш учун бирламчи мотордан берилган P_1 қувватнинг бир қисми механик ишқаланишга ва пўлат ўзақларнинг кизишига ҳамда кўзғаткичдаги иерофларга сарфланади, қолган қисми $P_{3\text{м}}$ электромагнит усулда, яъни Ампер қонунига мувофиқ статорга узатилади. P_1 қувватнинг ана шу $P_{3\text{м}}$ қисми Э.к. деб аталади. Унинг бир қисми P_{22} статор чулғамининг кизишига сарфланади, қолган $P_2 = P_{3\text{м}} - P_{22}$ қисми эса генератордан олинадиган актив (фойдали) қувватни ташкил қилади. P_{22} қувват номинал актив P_n қувватнинг бир фоизидан ҳам кичик бўлади. Шу сабабли у ҳисобга олинмайди ва $P_{3\text{м}} \approx P_2$ деб қабул қилинади. 163-расмда

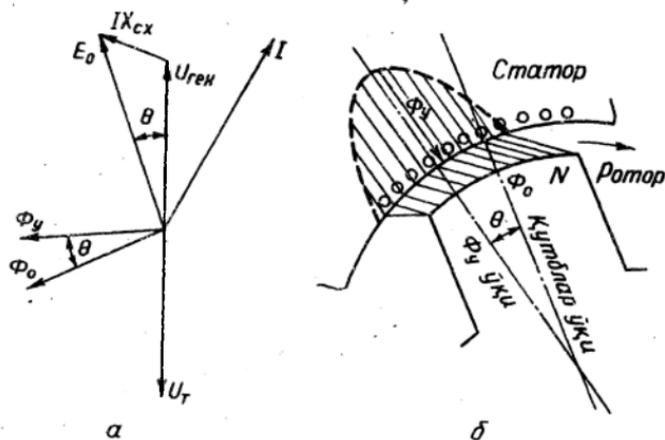


163-расм

ноаён кутбли синхрон генераторининг электромагнит куввати $P_{эм}$ ифодасини аниқлашга доир диаграмма кўрсатилган. Маълумки уч фазали токдаги актив кувват $P_2 = 3U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi$. Шу сабабли $P_{эм}$ ни ҳам, 163-расмдаги диаграммага асосан $P_{эм} = 3U_r I_r \cos \varphi = 3E_0 I_c \cos \psi$ деб олиш мумкин. Бунда $U_r \cos \varphi = E_0 \cos \psi$, $AC = AB \cos \varphi = I X_c \cos \varphi = E_0 \sin \theta$; $\cos \varphi = \frac{AC}{AB} = \frac{E_0 \sin \theta}{I X_c}$ бўлади. Демак,

$P_{эм} = 3U_r I_c \cos \varphi = 3U_r I_c \frac{E_0 \sin \theta}{I X_c} = 3U_r E_0 \frac{\sin \theta}{X_c}$ формуладан электромаг-

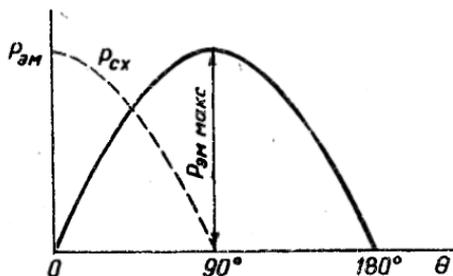
нит кувватнинг θ бурчаги синусига пропорционаллиги келиб чиқади. 164-расмда θ бурчаги тушунчасига доир диаграммалар кўрсатилган. Унда θ билан синхрон генератордаги ЭЮК (E_0) ва кучланиш (U_c) векторлари орасидаги бурчак ҳамда ротордаги бош (Φ_0) кутблар ўқи билан генераторда ҳосил бўлган умумий магнит оқим (Φ_u) ўқи орасидаги бурчак белгиланади. θ бурчакни ёки $P_{эм}$ ни ошириш учун бирламчи моторга бериладиган ёқилғи ёки турбинага бериладиган буг (сув) энергиясини кўпайтириб, ротор тезланишини ошириш керак.



164-расм

315. Угловая характеристика синхронного генератора — Синхрон генераторнинг бурчак характеристикаси.

Синхрон генераторнинг электромагнит $P_{эм}$ ёки актив P_2 кувватини θ бурчагига боғланишини ифодаловчи $P_{эм} = f(\theta)$ графиги С.г.б.х. дейилади. 165-расмда С.г.б.х. кўрсатилган. Электромагнит кувват ифодасига мувофиқ генераторнинг электр тармоғига берадиган актив куввати θ бурчак

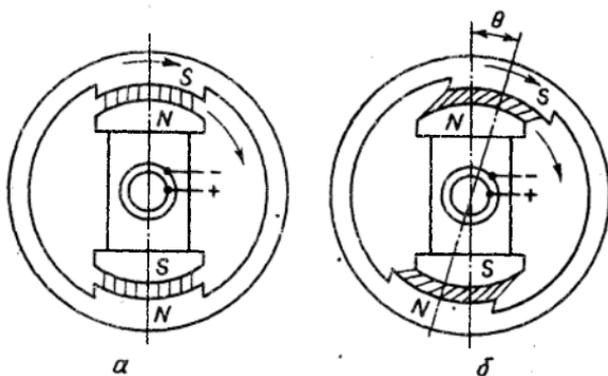


165-расм

90° га етгунча кўпайиб боради, 90° дан ошгандан кейин, камайиб боради. Шунингдек, θ бурчак 90° га яқинлашганда генераторнинг параллел ишлашдаги тургунлиги камайиб боради, $\theta = 90^\circ$ да у синхронлигини йўқотади. Шу сабабли генераторларнинг номинал куввати θ бурчакнинг $\theta = 15^\circ \div 25^\circ$ чегарасида ҳисобланади.

316. Синхронные двигатели — Синхрон моторлар. Роторнинг айланиш частотаси ва йўналиши статордаги токдан ҳосил бўлган айланувчи магнит майдонининг айланиш частотаси ва йўналиши билан бир хил (синхрон) бўлган электр моторлар С.м. дейилади. С.м.нинг тузилиши синхрон генераторларнинг тузилишидан деярли фарк қилмайди. Бундай мотор статорига ҳам уч фазали чулғам ўрнатилади, роторига эса ўзгармас ток билан таъминланадиган кўзгатиш чулғамидан ташқари, уни асинхрон усулда ишга туширишга мўлжалланган қиска туташтирилган чулғам жойлаштирилади. Бу чулғамдан С.м. ни ишга туширишда фойдаланилади. С.м. асосан аён кутбли тузилишда чиқарилади. Унда қиска туташтирилган ишга тушириш чулғами кутб бошмоқларига ўрнатилади. Аён кутбли С.м. куввати 40—12000 кВт, айланиш частотаси $125\text{—}1000 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$, кувват

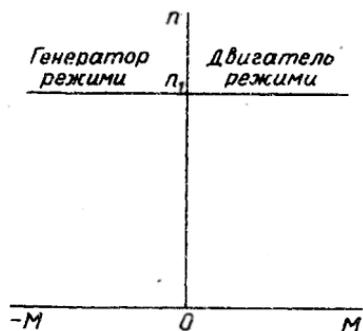
коэффициенти $\cos \varphi = 1$ ва ўзувчи $\cos \varphi = 0,8$ га ҳисоблаб чиқарилади. Юқори айланиш частотасида ишлайдиган синхрон моторлар ноаён кутбли тузилишда, 1300, 2000, 3000 кВт кувватларга ҳисобланиб чиқарилади. Бунда роторнинг яхлит пўлат ўзакли кутблари қиска туташтирилган ишга тушириш чулғами вазифасини бажаради. Синхрон моторлар статор ва ротори ўртасидаги ҳаво оралиғи генератордагига нисбатан кичикроқ бўлади. С.м.нинг ишлаш принципи ҳам статор чулғамига бериладиган уч фазали токдан ҳосил бўладиган айланувчи магнит майдонига ҳамда электромагнит кучлар қонунига асосланган. 166-расмда С.м.нинг ишлаш принципига доир модель кўрсатилган. Статорга уч фазали ток берилса, ротордаги қиска туташтирилган чулғам туфайли С.м. асинхрон мотор сингари ишга туширилади. Сўнгра унинг айланиш частотаси асинхрон частота $n_2 = n_1(1 - S)$ га тенглашганда роторнинг кўзгатиш чулғамига ўзгармас ток берилади. Бунда ротор ва статордаги айланувчи магнит майдонларининг карама-қарши кутблари ўзаро тортишиб, гўё эластик занжир билан боғлангандек бўлиб қолади ва натижада ротор ҳам синхрон n_1 частотада айлана бошлайди. Шу сабабли бундай



166-расм

мотор С.м. дейилади. С.м. нинг салт ишлаш режимда ротор ва статор магнит кутбларининг ўқлари орасидаги θ бурчак нолга тенг, юклама режимда эса ротор кутблари бир оз кетинда қолиб, $\theta > 0$ бўлади. С.м. нинг юкламаси номиналга тенглашиб, ундан бир оз ошгунча θ бурчак катталашиб боради ва бунда ротор ўзгармас синхрон частотада айланишини давом эттираверади.

317. Принцип обратимости синхронных машин — Синхрон машиналарнинг алмашилиш принципи. Электр тармоғи билан параллел ишлашга уланган синхрон генераторни айлантирувчи бирламчи моторнинг айлантириш моменти камайтириб борилса, генератордаги E_0 ЭЮК ва тармоқдаги U_T кучланиш орасидаги θ бурчак ҳамда генератор токи кичиклашиб боради, салт ишлаш режимда эса, $\theta = 0$; $\Delta E = E_0 - U_T = 0$ ва $I = 0$ бўлади. Агар бирламчи моторнинг айлантирувчи моменти генераторнинг салт ишлашдаги қаршилиқ моментидан ҳам камайтирилса, ёки бирламчи мотор бутунлай тўхтатилса, генератор ротори бир оз кетинда қола бошлайди. Натижада E_0 билан U_T орасидаги θ бурчак манфий томонга катталашади ва $\Delta E = U_T - E_0$ ҳосил бўлади. Бу ΔE таъсирида электр тармоғидан статорга ток берила бошлайди ва натижада синхрон генератор мотор режимда ишлашга ўтади.



167-расм

318. Механическая характеристика синхронного двигателя — Синхрон моторнинг механик таъсифи. 167-расмда С.м.м.т. кўрсатилган. Бунда $n_2 = n_1 = \frac{60}{p} f = \text{const}$ бўлгани сабабли С.м.м.т. абсцисса ўқига параллел чизикдан иборат бўлади ва у синхрон моторнинг механик хусусиятларини тўла-тўқис ифодалай олмайди. Дарҳақиқат, А.м.м.т. дан унинг айланиш частотаси юкламага мутлақо боғлиқ эмаслигини кўрамиз. Аммо юклама маълум қийматдан ошганда синхрон мотор

синхронлик хусусиятини йўқотгани мумкин. Шу сабабли синхрон моторнинг механик хусусиятларини ўрганишда унинг бурчак тавсифидан фойдаланилади.

319. Угловая характеристика синхронного двигателя — Синхрон моторнинг бурчак тавсифи. Айлантирувчи момент M нинг θ бурчакка боғланишини ифодаловчи $M = f(\theta)$ тасвири С.м.б.т. дейилади. Бу тавсифнинг математик ифодасини топиш учун синхрон машинадаги электромагнит кувват ифодасини бурчак частота ω га бўлиш кифоя:

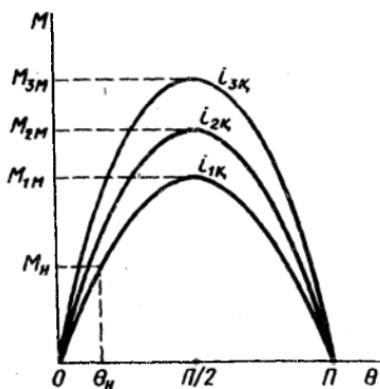
$$M_{эм} = \frac{P_{эм}}{\omega} = \frac{3VE \sin \theta}{\omega X_c} = M_{макс} \sin \theta. \text{ Бунда } M_{макс} = \frac{3VE}{\omega X_c} —$$

айлантирувчи электромагнит моментининг максимал киймати, V — электр тармоғидан статор чулғамига берилган фаза кучланиши, E — статор чулғамида умумий магнит окимидан ҳосил бўлган ЭЮК (бу ЭЮК киймати $\dot{E} = -\dot{U}$ бўлади); $\omega = \frac{\pi n}{30}$ — роторнинг бурчак частота-

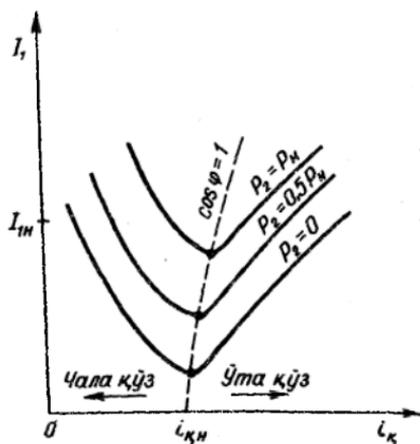
таси. 168- расмда синхрон моторнинг турли кўзгатиш тоқлари $i_{1к}$, $i_{2к}$, $i_{3к}$ даги ва демак, E_1 , E_2 , E_3 лардаги бурчак тавсифлари кўрсатилган. Агар $i_{1к} < i_{2к} < i_{3к}$ бўлса, статор тоқининг магнитлантирувчи қисми камайиб натижада статор чулғамидаги индуктив кучланиш тушуви камаяди, ЭЮК E эса шунча кўпайиб V га яқинлашади. Бунда $M_{макс}$ ҳам бир оз кўпаяди. Юкламанинг ортиб бориши билан θ бурчагининг катталашини сабабли моторнинг айлантирувчи моменти қаршилик моментига тенглашгунга қадар ўз-ўзидан кўпайиб боради. Демак, θ бурчаги нолдан 90° гача катталашинида С.м.м.т. нинг турғун қисми, $\theta > 90^\circ$ да эса унинг нотурғун қисми олинади. Демак, юклама ортик даражада катталашса, $\theta > 90^\circ$ бўлиб, моментлар мувозанати тикланмайди ва мотор ўз-ўзидан тўхтаб қолади. Бунда синхрон мотордаги эластик боғланиш бузилади, яъни ротор ва статор қарама-қарши магнит кутблари ўрнига бир хил кутблари бир-бирига тўғри келиб, электромагнит момент таъсири йўқолади. Шу сабабли синхрон моторларни лойиҳалашда θ бурчагининг номинал кийматини $\theta = 25^\circ \div 30^\circ$ чегарасида олинади. Бунда моторнинг ўта юкланиш имконияти $\lambda = \frac{M_{макс}}{M_n} = 2 \div 2,5$ бўлади. Синхрон моторларнинг яна бир

афзаллиги шундаки, унинг айлантирувчи моменти тармоқдаги кучланишнинг биринчи даражасига пропорционалдир (асинхрон моторларда эса $M \equiv V^2$).

320. U-образная характеристика синхронного двигателя — Синхрон моторнинг U-симон тавсифи. Электр тармоғидаги $U_t = \text{const}$ кучланиш ва актив $P_2 = \text{const}$ кувватда ишлаётган синхрон мотори статори тоқининг кўзгатиш тоқига боғланиш $I = f(i_k)$ тасвири С.м. U-с.т. дейилади. 169- расмда С.м. U-с.т. кўрсатилган. Тармоқдаги кучланиш ўзгармас бўлса, умумий магнит окимида статор чулғамида ҳосил бўладиган ЭЮК ҳам ўзгармас, яъни $U = -E = \text{const}$ бўлади. Демак, мотордаги умумий магнит окими ўзгармас бўлади ва уни ҳосил қиладиган МЮК ларнинг бири кўпайса, иккинчиси шунча камаяди. Шунга кўра, $P_2 = \text{const}$ бўлганда кўзгатиш тоқи кўпайтирилса, статор тоқининг факат магнитлантирувчи реактив ташкил



168-расм



169-расм

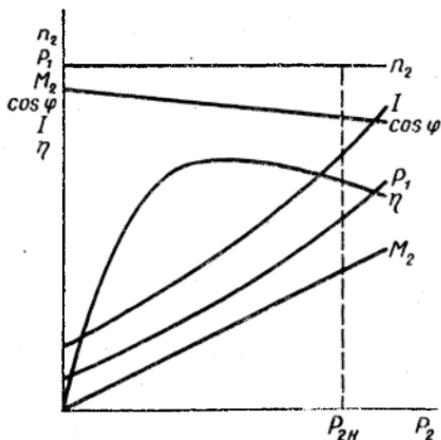
этувчиси камаяди. Демак, қўзгатиш токини бирор $i_{кн}$ қийматгача кўпайтириш билан статор токи I нинг магнитловчи қисмини нолга тенглаштириш мумкин ва бунда I токи ўзининг минимуми ($I_{мин}$) га эришади (бунда синхрон мотори электр тармоғидан реактив ток олмайди ва $\cos \varphi = 1$ билан ишлайди. Агар қўзгатиш токи ўзининг $\cos \varphi = 1$ даги номинал $i_{кн}$ қийматидан ҳам оширилса, синхрон мотори ўзувчи $\cos \varphi$ билан, яъни электр тармоғига реактив ток бериб ишлайди (бунда статор токи I электр тармоғидаги кучланиш V дан φ бурчагига ўзувчи бўлади ва натижада электр тармоғидаги $\cos \varphi$ ҳам бирмунча ошади). Ўзувчи $\cos \varphi = 0,8$ га ҳисобланган синхрон моторлар $\cos \varphi = 1$ да ишлайдиган моторларга нисбатан оғирроқ, қимматроқ, ФИК η эса пастроқ бўлади.

321. Пуск синхронного двигателя — Синхрон моторни ишга тушириш. Синхрон моторлар асосан асинхрон моторлар сингари ишга туширилади. Сўнгра айланиш частотаси асинхрон $n_2 = n_1(1 - S)$ частотага етгач, роторнинг кўзгатиш чулғамига ўзгармас ток берилади, бунда ротор синхронизмга тортилади, яъни у синхрон частотада айлана бошлайди. Қайта-қайта ишга тушириладиган юритмаларда бу усулдан фойдаланиш анча мураккаб ва ноқулайдир. Номиналдан кичик, яъни қаршилик моменти $M_c = (0,3 \div 0,4) M_n$ да ёки салт ишлаш режимида ишга тушириладиган синхрон моторларнинг кўзгатиш чулғамини ўзгармас ток манбаига олдиндан улаб қўйиб ишга тушириш усулининг яратилиши синхрон моторлардан кенг фойдаланишга йўл очди. Дарҳақиқат, бунда С.м.и.т. учун унинг статор чулғамини электр тармоғига улаш кифоя. Бу ихтиро синхрон моторлардан кенг фойдаланиб, электр тармоғининг қувват коэффициентини ошириш имконини яратди. Синхрон моторларни бу усулда ишга туширишда уларнинг ишга тушириш токи $I_{мур} = (3 \div 8) I_n$, моменти эса, $M_{мур} = (0,5 \div 2) M_n$ ни ташкил қилади. Бунда айланиш частотаси юқори бўлган синхрон моторнинг $I_{мур}$ қиймати паст частотали моторларникига нисбатан катта бўлади. Катта қувватли

синхрон моторларни ишга туширишда электр тармоғидаги кучланишни кескин камайтирмаслик мақсадига улар реактор ёки автотрансформатор воситасида ишга туширилади.

322. Рабочие характеристики синхронного двигателя — Синхрон моторнинг иш тавсифлари.

Айланиш частотаси n , электр тармоғидан оладиган актив P_1 қувват, статор токи I , қувват коэффициенти $\cos \varphi$ ва M_2 айлантирувчи моментларнинг мотор валидаги фойдали механик қувватга боғланишларини ифодаловчи графиклар



170-расм

С.м.и.т. дейлади. 170-расмда С.м.и.т. кўрсатилган. Унда $n = \text{const}$, $P_1 = P_2 + \Delta P$ бўлгани сабабли (ΔP — чулгамнинг кизиши учун сарфланадиган ва демак, юклама токининг квадратига пропорционал бўлган қувват исрофи) $P_1 = f(P_2)$ боғланиши эгри чизик равишида ифодаланади. Қувват коэффициенти юклама ортиб бориши билан якорь реакцияси туфайли бир оз камайд. Фойдали иш коэффициенти юкلامанинг ($0,5 \div 0,75$) P_{II} бўлганида энг юкори $\eta_{\text{макс}}$ киймат олади.

$M_2 = \frac{P_2}{\omega}$, $\omega = \frac{\pi n}{30} = \text{const}$ бўлганлиги сабабли $M_2 = f(P_2)$ тасвири тўғри чизик билан ифодаланади.

323. К.П.Д. Синхронной машины — Синхрон машинанинг Ф.И.К.

Генератор ёки мотор сифатида ишлаётган синхрон машиналарда қувват исрофининг бир қисми юкламага боғлиқ, бошка бир қисми унга боғлиқ бўлмайди. Машина подшипникларидаги ишқаланиш, вентиляция, роторнинг хавога ишқаланиши, чўтканинг контакт ҳалқаларига ишқаланиши ва статор ўзагидаги гистерезис ва уярма тоқлар туфайли юзага келадиган ҳамда қўзғатиш токига сарфланган қувват исрофлари юкламага боғлиқ бўлмай P_0 билан белгиланади ва ўзгармас кийматга эга бўлади. Статор чулгамининг кизишига сарфланган қувват исрофи $P_{\text{мис}}$ эса юклама токига боғлиқ ва унинг квадратига пропорционал равишда ўзгаради. Қувват исрофининг тўла киймати $\Delta P = P_0 + P_{\text{мис}}$. Бундан С.м.ф.и.к. генераторда

$\eta_g = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P}$ моторда эса $\eta_m = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1}$ бўлади. Бу формулалар

да $P = \sqrt{3} U_n I_n \cos \varphi$ — электр тармоғига бериладиган актив қувват, $P_1 = \sqrt{3} U_n I_n \cos \varphi$ — электр тармоғидан олинадиган актив қувват, С.м.ф.и.к. $\eta = 0,85 \div 0,99$ чегарасида бўлади ва унинг юкори киймати катта қувватли машиналарга тааллуқлидир.

324. **Бесконтактные синхронные двигатели — Контактсиз синхрон моторлар.** Энг кўп тарқалган ва технологик талабларга кўра турли

юкламаларда ишлатиладиган кичик ва ўрта қувватли электр юритмаларда асосан қувват коэффиценти пастрок бўлган асинхрон моторларидан фойдаланилади. Шу сабабли электр тармоғидаги $\cos \varphi$ ҳам паст бўлади. Ҳозирги пайтда олимлар яратган ва такомиллаштириб борилаётган СО серияли К.с.м. келгусида кичик ва ўрта қувватли асинхрон моторларнинг ўрнини эгаллаши керак. Бундай моторлар синхрон машиналарнинг энг нозик ва уни мураккаблаштирувчи контакт халқа ва чўткалардан ҳолидир. Шу сабабли улар К.с.м. дейилади. К.с.м. да кўзгалмас подшипникнинг қалқонларига ўрнатилган кўзғатиш чулғамига ўзгармас ток бевосита берилади. Бунда қисқа туташтирилган ишга туширувчи чулғам вазифасини унинг яхлит пўлат ўзакли кутблардан иборат ротори ўтайди. Шундай қилиб, К.с.м. тузилиш жиҳатидан олдий, ишга тушириш усули жиҳатидан асинхрон моторларидан деярли фарқланмайди. Аммо асинхрон моторларнинг номинал юкламадаги қувват коэффиценти юклама камайиши билан камайса, К.с.м. нинг номинал юкламадаги $\cos \varphi = 1$ га ҳисобланган қувват коэффиценти юклама камайиши билан ўзувчи бўлади. Демак, кичик ва ўрта қувватли асинхрон моторларни К.с.м. билан алмаштириш электр тармоғидаги $\cos \varphi$ ни кескин кўтаришга имкон беради. Қуйидаги жадвалда тажриба тариқасида чиқарилган СО серияли К.с.м. нинг асосий кўрсаткичлари келтирилган.

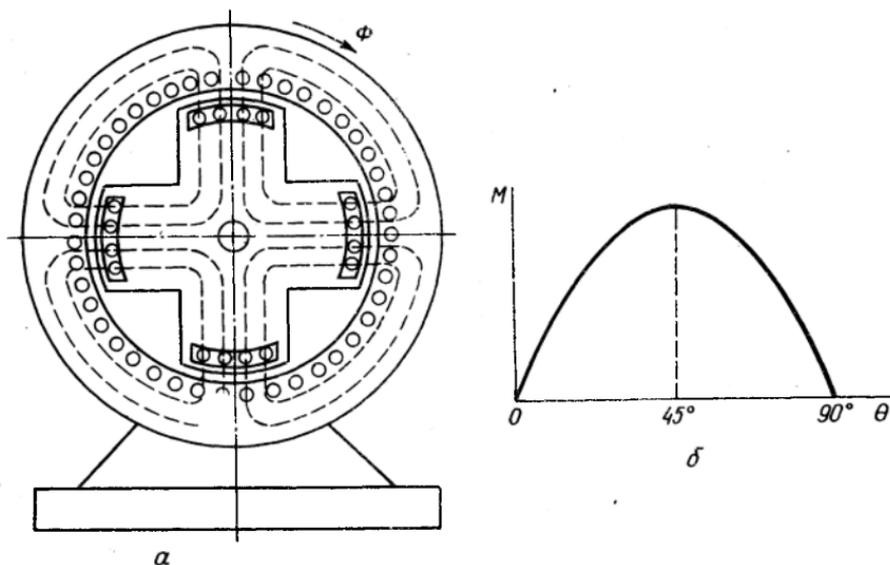
Мотор тини	Номинал қувват, кВт	Номинал юкламада				$\cos \varphi$	$\frac{M_{\text{макс}}}{M_{\text{н}}}$	$\frac{I_{\text{макс}}}{I_{\text{н}}}$	$\frac{M_{\text{шуг}}}{M_{\text{н}}}$	$\frac{M_{\text{син}}}{M_{\text{н}}}$	$G_{\text{ст}}$	$GD^2_{\text{ро}}$ кг м ²
		статор токи, А		Фик. ф. %								
		220 В	380 В									
<i>Айланиш тезлиги = 1500 $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$</i>												
СО41-4	2,2	7,05	4,05	0,82	1,0	1,4	2,5	0,7	0,12	55	0,04	
СО51-4	4	12,20	7,05	0,86								
СО61-4	7,5	22,40	12,90	0,89								130
<i>Айланиш тезлиги = 1000 $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$</i>												
СО41-6	1,5	4,85	2,8	0,81	1,0	1,4	2	0,8	0,25	55	0,05	
СО51-6	3	9,25	5,35	0,85								
СО61-6	5,5	16,75	9,7	0,86								130

325. Синхронный компенсатор — Синхрон компенсатор. Электр тармоғидаги қувват коэффицентини оширишга ҳисобланган синхрон мотор С.к. дейилади. Синхрон моторнинг U -симон характеристикасига кўра унинг кўзғатиш i_k токи номинал $i_{\text{кн}}$ токдан кичик бўлса, мотор электр тармоғидан оладиган ток тармоқ қучланишига нисбатан орқада қолувчи бўлади. Бунда у электр тармоғидан реактив ток олиб ишлайди, яъни $\cos \varphi < 1$ бўлади. Агар кўзғатиш токи ўзининг номиналидан оширилса, мотор электр тармоғига статор чулғами орқали реактив ток беради, ундан эса факат актив ток олиб ишлайди. Бунда синхрон моторининг статор токи тармоқ қучланишига нисбатан ўзувчи бўлади ва натижада электр тармоғининг қувват

коэффициенти ошади. Синхрон моторнинг факат электр тармоғидаги кувват коэффициентини ошириш хусусиятидан фойдаланилганидагина у С.к. бўлади. Бу ҳолда у оддий моторга нисбатан каттароқ қўзғатиш токига ҳисобланади ва юкламасиз ишлатилади. Шу сабабли у энгил конструкцияда чиқарилади. С.к. ҳам синхрон мотор сингари ишга туширилади.

326. Реактивный синхронный двигатель — Реактив синхрон мотор.

Р.с.м. нинг статори оддий уч фазали синхрон моторнинг статорига ўхшайди, ротори эса аён кутбли бўлади (роторда қўзғатиш чулғами бўлмайди). 171- расмда Р.с. мнинг тузилиши ва бурчак характеристикаси кўрсатилган. Роторнинг кутб бошмоқларига қисқа туташтирил-



171- расм

ган ишга тушириш чулғами ўрнатилади. Р.с.м. ҳам асинхрон усулда ишга туширилади. Бунда статордаги айланувчи магнит майдонидан магнитланган ротор кутблари энг кичик магнит қаршиликка эга ҳолат томон бурилиш натижасида у билан бир хил частотада (синхрон) айлана бошлайди. Р.с.м. да айлантирувчи момент $\theta = 45^\circ$ бўлганда максимал қийматга эришади. Бундай моторнинг габарит ўлчамлари ва оғирлиги нисбатан катта, ФИК кичик ва кувват коэффициенти $\cos \varphi \leq 0,5$ бўлади. Р.с.м. лар бир неча 10 Вт кувватларда ишлаб чиқарилади ва улардан автоматика, синхрон боғланиш ва ўзгармас айланиш частота талаб қиладиган қурилмаларда фойдаланилади. Бир фазали Р.с.м. нисбатан кам қўлланилади. Бундай мотор статорига иш чулғамидан ташқари конденсаторли ишга тушириш чулғами ҳам ўрнатилиши керак.

ЭЛЕКТРОН, ИОН ВА ЯРИМУТКАЗГИЧЛИ АСБОБЛАР

327. Электроника — электроника. Электротехниканинг электрон, ион ва яримўтказгичли асбобларнинг тузилиши, ишлаш принциплари ҳамда уларнинг фан, саноат ва техниканинг турли йўналишларида қўлланиши билан шуғулланадиган мустақил соҳаси Э. дейилади. Э. асбоб-ускуналаридан технологик жараёнларни комплекс автоматлаштириш, ишлаб чиқариш жараёнларини назорат қилиш, ростлаш ва бошқаришда кенг ва самарали фойдаланилмоқда. Чунончи, ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантиришда асосан яримўтказгичли тўғрилагичлар ишлатилмоқда. Электрон ҳисоблаш техникасининг гуриллаб ўсиши, автоматик бошқариш системалари (АСУ) нинг яратилиши, яримўтказгичлар технологияси ва техникасининг ривожланиши, пленкали интеграл микросхемаларнинг яратилиши ва қўлланиши билан узвий боғланган. Яримўтказгичли асбоблар электрон ва ион асбобларга нисбатан кувват исрофи камлиги, габарит ўлчамлари ва массасининг кичик (иччам) лиги, арзонлиги, механик жихатдан пишиқлиги, хизмат даврининг катталиги ва ишга тушишининг оддийлиги ва қулайлиги каби афзалликлари туфайли кейинги йилларда радиотехника, энергетика, автоматика, телемеханика ва ҳисоблаш техникасининг қатор соҳаларида кенг қўлланилмоқда.

328. Микросхемы — Микросхемалар. Дiod, транзистор, резистор, индуктивлик, конденсатор каби жажжи асбобларнинг махсус технология асосида пленкага босилиб, ўзаро бириктирилишидан ҳосил бўлган схемалар М.с. дейилади. Бу схемаларни яратишда электрон-нур ва лазер техникасидан фойдаланилади. Мураккаб электротехник ва электрон ҳисоблаш машиналарида бундай жажжи асбоблар минг-минглаб ишлатилади. Шу сабабли уларнинг иччам ва пишиқ, ишлатишга қулай бўлиши жуда катта аҳамиятга эгадир.

329. Интегральная схема — Интеграл схема. Ҳар бири ўз вазифасига (функциясига) эга бўлган микросхемалар йиғиндисидан иборат мураккаб функцияли схема И.с. дейилади. Ҳозирги пайтда И.с. лар асосида турли-туман оғир ва хавфли технологик вазифаларни тўла-тўқис бажарувчи роботлар яратилган ва уларни такомиллаштириш борасида катта ишлар олиб борилмоқда.

330. Электронные приборы — Электрон асбоблар. Электр тоқи фақат электронларнинг ҳаракати билан боғлиқ бўлган юқори вакуумли асбоблар (электрон лампалар, электрон нур трубкалари ва шу кабилар) Э.а. дейилади. Уларда электронлар газ атомлари билан тўқнашмайди, деб қабул қилинади. Э.а. дан тўғрилагич, кучайтиргич, генератор, юқори частотали приёмник қурилмалари, автоматика, телемеханика, ўлчаш ва ҳисоблаш техникасида тенг фойдаланилади.

331. Ионные приборы — Ион асбоблар. Электр тоқи электрон ва ионларнинг ҳаракати билан боғлиқ бўлган инерт газ ёки симоб

буғлар билан тўлдирилган асбоблар И.а. дейилади. И.а. да электронларнинг газ ёки буғ молекулалари билан тўкнашуви натижасида улар ионлашиб ток ўтказувчанлик касб этади. И.а. дан частотаси бир неча килогерцдан юкори бўлмаган ўрта ва катта қувватли тўтрилагич ва шу каби қурилмаларда фойдаланилади.

332. Полупроводниковые приборы — Яримўтказгичли асбоблар. Электр токи эркин электрон ва «тешик» ларнинг ҳаракати билан боғлиқ бўлган асбоблар (транзистор, тиристор ва шу қабилар) Я.ў.а. дейилади. Я.ў.а. ни ишлатишда электрон ва ион асбобларидаги сингари термоэлектрон эмиссияси яратишнинг ҳожати йўқ. Бу эса уларнинг яна бир афзаллигидир.

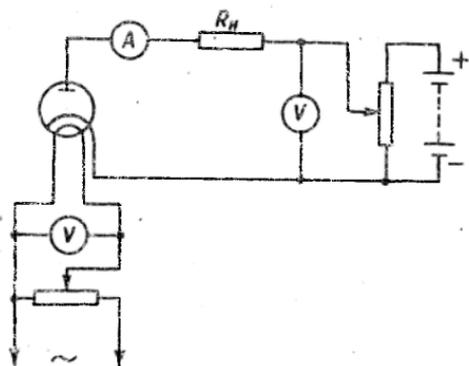
333. Скорость движения электронов в электрическом поле — Электр майдонида электронлар ҳаракати тезлиги. Катод ва анод оралиғи d бўлган асбобга U кучланиши берилса, бошланғич тезлиги $v=0$ бўлган e электронга электр майдони $F=e\varepsilon=e\frac{U}{d}$ куч билан таъсир кўрсатади. Бу куч таъсирида электрон ҳаракатга келиб, ўз кинетик энергияси $\frac{mv^2}{2}$ га тенг, яъни $A=Fd=e\varepsilon d=eU=m\frac{v^2}{2}$ иш бажаради. Бундан F кўчи таъсирида ҳаракатга келган электронларнинг v тезлигининг ифодаси $v=\sqrt{2\frac{eU}{m}}\simeq 600\sqrt{U}\frac{\text{км}}{\text{с}}$ келиб чиқади. Бунда $e=1,6\cdot 10^{-19}$ кулон — электрон заряди миқдори; $m=9,1\cdot 10^{-31}$ кг — электрон массаси; $\frac{e}{m}\simeq 1,76\cdot 10^{11}\frac{\text{кЛ}}{\text{кг}}$. Демак, анод билан катод оралиғига, масалан 100 В кучланиш берилса, электроннинг ҳаракат тезлиги $v\simeq 6000\frac{\text{км}}{\text{с}}$ бўлади. Агар бу оралик $d=2$ см бўлса, электроннинг анодга бориб келиш вақти

$$t=\frac{2d}{v}=\frac{2\cdot 2\cdot 10^{-5}}{6\cdot 10^3}\simeq 0,7\cdot 10^{-8}\text{ сек бўлади.}$$

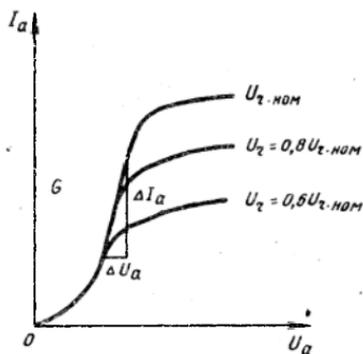
334. Термоэлектронная эмиссия — Термоэлектрон эмиссия. Катодга берилган иссиқлик энергия таъсирида унинг сиртидан эркин электронларнинг ажралиб чиқиши Э.э. дейилади. Электрон ва ион асбобларда бевосита катодга ёки уни чўглантирувчи спиралга ток бериб, уни катта температурагача қиздириш йўли билан Э.э. ҳосил қилинади.

335. Двухэлектродная электронная лампа (диод) — Икки электродли электрон лампа (диод). 172- расмда анод ва катоддан иборат энг оддий электрон лампа-диод ва унинг уланиш схемаси кўрсатилган. Унда анодга ток манбаининг мусбат кутби, катодга манфий кутби уланса, электр майдони таъсирида катод сиртидан ажралган электронларнинг $v=600\sqrt{U}$ тезлигидаги анод томон ҳаракати бошланади ва натижада анод занжирига уланган юкламадан ток ўтади. Анод токининг қиймати анод кучланиши U_a ва катоднинг чўғланиш кучланиши U_c га боғлиқ. $U_c=\text{const}$ ва анодга берилган кучланишнинг қандайдир қийматида катоддан ажралиб чиққан

электронларнинг ҳаммаси анодгача етиб боради ва тўйиниш режими юзага келади. U_a нинг бундан кейинги кўпайишида анод токининг қиймати деярли ўзгармайди. Бунда агар U_c оширилса, электронлар эмиссияси кучайиб анод токининг қиймати яна ортади. 173-расмда диоднинг анод характеристикаси кўрсатилган. Агар анод кучланишининг кутблари ўзгартирилса, яъни анодга минус кутб, катодга плюс кутб уланса анод токининг қиймати нолгача камаяди. Демак, диод вентиль хусусиятига эга бўлиб, ундан фақат аноддан катодга йўналган ток ўтади. Икки электродли лампалар кенотрон ва юкори частотали диодларга бўлинади.



172-расм

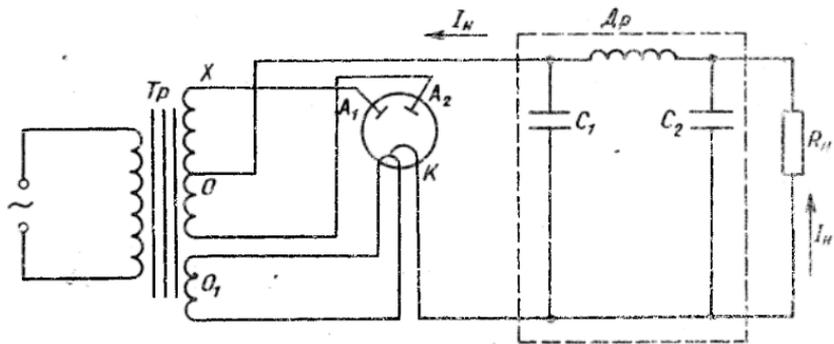


173-расм

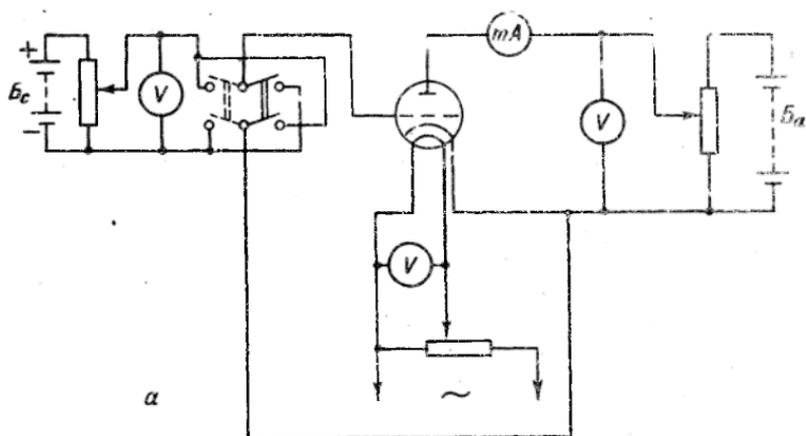
336. Кенотрон-Кенотрон. Частотаси 50 гц ёки ундан юкори бўлган ўзгарувчан токни ўзгармас токка айланттирувчи икки электродли лампа К. дейлади. К. лар кўпинча икки анодли тузилишда тайёрланади. 174-расмда К. нинг улавиш схемаси кўрсатилган.

337. Высокочастотные диоды — Юкори частотали диодлар. Юкори частотали электромагнит тебранишларни паст частотали тебранишларга айланттириб — детектирлаб, уларни амплитуда ва фаза бўйича ўзгартирувчи (модуляцияловчи) икки электродли лампалар Ю. ч. д. дейлади.

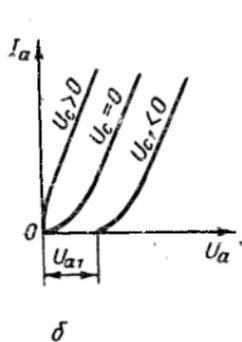
338. Трехэлектродная электронная лампа (триод) — Уч электродли электрон лампа (триод). Анод ва катоддан ташқари бошқарувчи тўр деб аталадиган учинчи электродли электрон лампа т. дейлади. Т. нинг тўри анод билан катод ўртасида жойланади. Унга берилган кучланишнинг қиймати ва кутбланишини ўзгартириш йўли билан анод токининг қиймати бошқарилади. 175-расмда Т. нинг улавиш схемаси, анод ва анод-тўр характеристикалари кўрсатилган. Бу характеристикалар анод токининг ўзгаришига анод кучланишидан кўра тўр кучланиши анча катта таъсир этишини кўрсатади. Т. тўри занжиридаги ҳар қандай кучсиз сигнал шу ондаёқ анод занжирида кучлироқ кўрнинишда қайтариледи. Бу ходиса ундан кучайтиргич ҳамда электр тебранишлар ҳосил қиладиган генератор сифатида фойдаланиш имконини беради. Т. ларнинг ички қаршилиги нисбатан катта бўлгани сабабли уларнинг кучланиш ва қувват бўйича



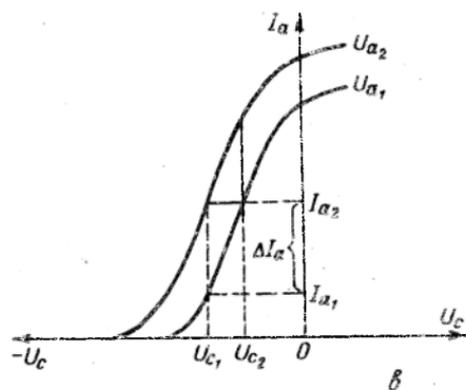
174-р а с м



a



δ



β

175-р а с м

кучайтириш коэффициентлари кичик бўлади. Бу эса Т. ларнинг асосий камчилиги ҳисобланади.

339. Газотрон — Газотрон. Анод ва катод электродлардан иборат, аргон ёки симоб буглари билан тўлдирилган энг оддий ион асбоб Г. дейилади. Агар Г. электродларига етарли қийматдаги анод кучланиши берилса, термоэлектрон эмиссияси натижасида катод сиртидан ажралган электронлар электр майдон таъсирида мусбат зарядланган анод томон $v \approx 600 \sqrt{U_a}$ тезликда ҳаракатга келади.

Натижада кинетик энергияси $\frac{mv^2}{2}$ бўлган электрон билан газ атом-

лари тўкнашиб, бу атомларнинг электрон ва мусбат ионларга ажралиши ва натижада ионлашган газнинг турли рангдаги плазма ҳолати юзага келади. Ионлашган газдан ток ўтиши электр разряди дейилади. Газотроннинг ишлаш принципи худди шу ҳодисага асосланган. Ионлашган газ муҳити туфайли Г. асбоблардаги ички каршилиқ жуда кичик бўлади. Шу сабабли улар электрон асбобларга нисбатан катта ток, юқори фойдали иш коэффициенти ва катта кучайтириш коэффициентига эга бўлади. Г. дан асосан тўғрилагич сифатида фойдаланилади.

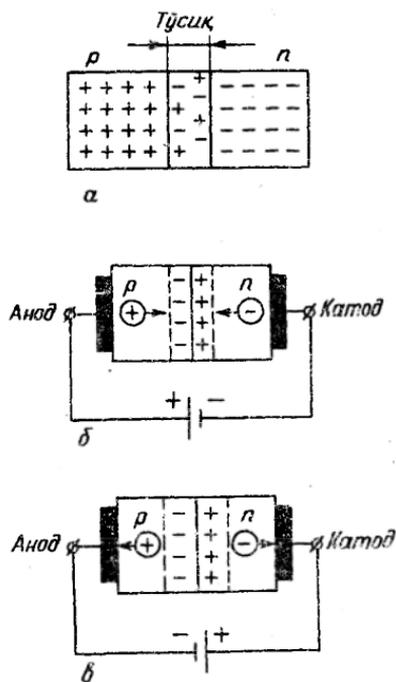
340. Тиратрон — Тиратрон. Анод ва катоддан ташқари, тўри (учинчи электроди) ҳам бўлган ион асбоб Т. дейилади. Т. ичидаги газни ионлаштириш жараёни, яъни ёкиш ва ўчириш моментлари Т. тўрига бериладиган потенциални ўзгартириш йўли билан бошқарилади. Агар Т. тўрига манфий потенциал берилса, катод сиртидан термоэлектрон эмиссия натижасида ажралган электронларнинг анод кучланиши U_a таъсирида мусбат анодга тортилиш тезлиги $v \approx 600 \sqrt{U_a}$ тезликка нисбатан камаяди. Бунда газ ионлашмайди

ва демак, асбоб берк бўлиб, Т. дан ток ўтмайди. Т. тўрига берилган манфий потенциал камайтириб борилса, унинг қандайдир қийматида электронлар тезлиги ошиб, газни ионлаштириш учун етарли қийматга эришганда газ ёйи ёниб плазма ҳосил бўлади. Бунда анод занжиридаги кичик қийматли ток кескин кўпаяди. Демак, тўрга бериладиган манфий потенциал қиймати ва фазасини аноддаги, масалан, синусоидал кучланишга нисбатан ўзгартириш йўли билан Т. нинг ёқиш-ўчириш моментларини ва шу билан ундан олинадиган тўғриланган кучланиши ва ток қийматини ростлаш мумкин.

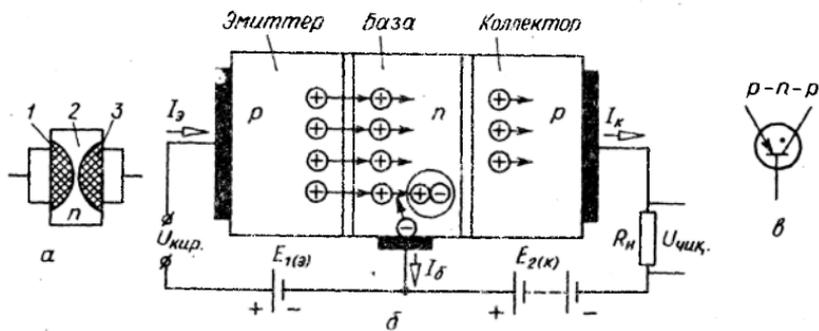
341. Полупроводники — Яримўтказгичлар. Солиштирма электр каршилиги металларникига нисбатан катта, диэлектрикларникига нисбатан кичик бўлган моддалар Я.ў. дейилади. Я.ў. нинг ядро билан кучсизроқ боғланган электронлари ташқи температура, ёруглик ёки электр майдон таъсирида ядродан узоклашиб, эркин электронларга айланиши мумкин. Соф кристалл ҳолдаги Я. ў. диэлектрик ҳисобланади. Агар кристалл ҳолдаги Я.ў. га бошка валентли элемент қўшилиб, унинг ковалент боғланиши бузилса, масалан, тўрт валентли германий кристаллига беш валентли сурьма киритилса, иккала элементнинг тўрт жуфт валентли электронларидан ковалент боғланишлар ҳосил бўлиб, сурьманинг ядро билан кучсиз боғланган бешинчи электрони эркин ҳолатга ўтади. Натижада электрон ўтказувчанлик пайдо бўлади. Бирор элементга қўшилганда эркин

электронлар ҳосил қилувчи элемент, масалан, сурьма донор дейилади, донор қўшилган элемент эса n типли Я. ў. дейилади. 0,001 % сурьма қўшилган германий кристалининг электрон ўтказувчанлиги тахминан 10 000 марта ошади. Агар германий кристалига уч валентли индий қўшилса, иккала элементнинг уч жуфт валентли электронларидан ковалент боғланишлар ҳосил бўлади. Бунда германийнинг тўртинчи электронини жуфтлаб ковалент боғланиш ҳосил қилиш учун керакли электрон унинг қўшни атомидан олинади. Натижада германий атомида электрондан бўшаган ковак ҳосил бўлади. Бу ковакка қўшни атом электрони ўтади. Шундай қилиб, бирин-кетин ҳосил бўлган ковакларга кетма-кет қўшни атомларнинг электронлари ўтади. Бу ҳаракат коваклар ҳаракати ёки Я. ў. нинг ковак ўтказувчанлиги дейилади. Бирор элементга қўшилганда ковак ўтказувчанлиги ҳосил қилувчи элемент, масалан, индий акцептор дейилади, акцептор қўшилган элемент эса p — типли Я. ў. дейилади. Бунда электрондан бўшаган коваклар электрон зарядига тенг мусбат зарядли эркин заррача деб қабул қилинади. Агар германий, кремний, селен каби Я. ў. кристалининг бир томонига донорли, иккинчи томонига акцепторли элемент киритилса, вентиль хусусиятга эга бўлган $p - n$ типли Я. ў. ҳосил бўлади. Бундай Я. ў. ток манбаига тўғри схемада уланса, $p - n$ ўтиш қаршилиги жуда кичик, тескари уланганида эса жуда катта бўлади. Я. ў. нинг бу муҳим хусусиятидан электротехника, электроника ва автоматикада кенг фойдаланилади.

342. Полупроводниковый диод — Яримўтказгичли диод. n ва p типли иккита яримўтказгични, масалан, германий билан кремнийни бир-бирига пайвандлаб ҳосил қилинган икки электродли, вентиль хусусиятли асбоб Я. ў. д. дейилади. Бу элементларнинг ўзаро бириккан қисмида рўй берадиган диффузия ҳодисаси туфайли электронлар n элементдан p элемент томон, коваклар эса p дан n томон силжиб, электрон ва коваклардан иборат юпка қатлам ҳосил бўлади. Бу қатлам пайдо бўлиши билан унинг электр майдони таъсирида диффузия жараёни ўз ўзидан тўхтайти. Шу сабабли бундай қатлам беркитувчи (тўсик) қатлам ёки $p - n$ ўтиш деб юритилади. 176-расм, *а* да $p - n$ қатламнинг тузилиши, *б* да унинг ток манбаига тўғри, *в* да эса тескари уланиш схемаси кўрсатилган. Тескари уланишда ковак ва электронлар ток манбаининг турли қутблари томон тортилиши сабабли тўсик жуда катта қаршиликка эга бўлиб, ундан ўтадиган ток жуда кичик, тўғри уланишда эса аксинча бўлади. Демак, $p -$



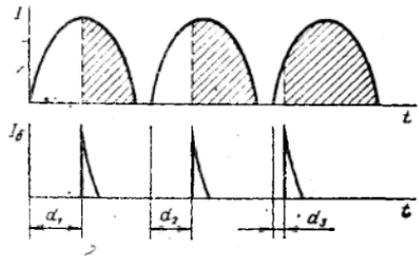
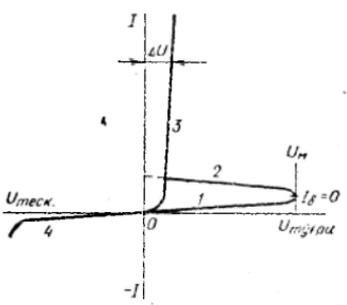
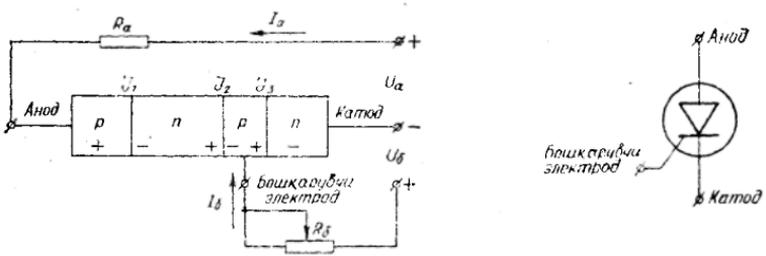
176-расм



177-расм

n катлам бир томонлама ўтказиш, яъни вентиль хусусиятига эга. Шу сабабли бу статик асбоб — Я. ў. д. дан ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантиришда кенг фойдаланилади. Бунда тўғрилланган ток ва кучланиш кийматини ошириш учун Я. ў. д. лар ўзаро параллел ва кетма-кет уланади.

343. Транзистор — Транзистор. Электр сигналларини ўзгартириш ва кучайтириш учун хизмат қиладиган иккита $p - n$ катламли ярим-ўтказгичли диодлардан иборат асбоб Т. дейлади. Т. асосан германий ва унинг қарама-қарши томонларига пайвандланган индий элементларидан ҳосил қилинади. 177-расм, а да $p - n - p$ типли Т. нинг тузилиши, б да унинг уланиш схемаси ва в да шартли белгиси кўрсатилган. Т. нинг эмиттер ва база деб аталадиган электродлари, яъни $p - n$ катламдан иборат биринчи диоди ток манбаига тўғри, коллектор ва база электродлари орасидаги иккинчи диоди эса тескари



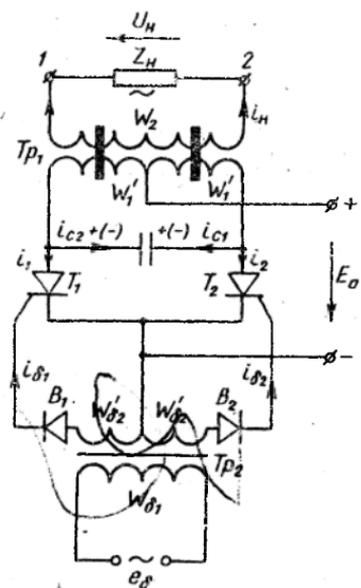
178-расм

схемаларда уланади. Агар T триод лампасига ўхшатиб, эмиттер бошқарувчи катод, коллектор — анод ва база — бошқарувчи тўр сингари роль ўйнайди. T нинг кўришига берилган сигнал унинг чиқишидан бир неча минг марта кучайтириб олинishi мумкин.

344. Тристор — Тристор. $p-n$ қатлами учта бўлган ($p-n-p$ структурали) кремний яримўтказкичдан иборат бошқариладиган вентиль хусусиятли асбоб T дейилади. 178-расмда T нинг уланishi схемаси, Вольт-Ампер характеристикаси ва бошқарилиш графиги кўрсатилган. Агар T анодига мусбат, катодига манфий потенциали берилса, четки J_1 ва J_3 ўтишлардаги заряд ташувчилар тўғри, марказий J_2 ўтишдаги заряд ташувчилар тескари йўналишда силжийди. Анод занжиридаги кучланиш U_M гача ошириб берилса (178-расм), ток қиймати жуда кичик бўлади. Агар бу кучланиш U_M дан бир оз оширилса, J_2 ўтиш тешилади. Шу сабабли T дан ўтадиган ток ўз-ўзидан кўпаяди ва Вольт-Ампер характеристикасининг 2 ва 3-қисмлари ҳосил бўлади. Бунда T нинг ички қаршилиги жуда кичик бўлиб қолиши (очилиши) сабабли ундан ўтувчи токнинг қиймати кескин ошади. Лекин шунга қарамай кучланишнинг тушуви жуда кичик, яъни $\Delta U = 1 \div 2$ В бўлади, холос. Агар T нинг бошқариш электродига катоддагига нисбатан мусбат потенциал берилса, J_2 ўтиш U_M га нисбатан камроқ кучланишларда тешилади. Демак, бошқариш электродига бериладиган I_b токнинг қиймати ва фазасини ўзгартириш йўли билан T нинг очилишини ростлаш мумкин. Бунда I_b ток фазасини юклама I токи фазасига нисбатан 180° гача ўзгартириш имкони яратилса, I ток қийматини катта диапазонда ростлаш мумкин (178-расм, штрихланган қисмлар). T нинг қувватни кучайтириш коэффициенти жуда катта, яъни $K_p = \frac{P}{P} \approx 10^1 \dots 10^6$ бў-

лади. T дан бошқаришувчи тўғридагич, инвертор, частота ўзгарткичлари ва контактсиз коммутацион аппарат сифатида электротехника, электроника ва автоматикада кенг фойдаланилади.

345. Инвертор — Инвертор. Ўзгармас токни исгалган частотали ўзгарувчан токка айлантирувчи ўзгарткич I дейилади. 179-расмда бир фазали мустақил кўзгатишли I схемаси кўрсатилган. Бунда, Tr_2 — таъминловчи трансформатор. M орқали T_1 ва T_2 тиристорларнинг бошқариш электродларига D_1 ва D_2 диодлар воситасида галма-гал мусбат i_{c1} ва i_{c2} ток импульслари берилади; E_0 — ўзгармас ток манбаидаги ЭЮК; C_k — ток коммутациясини амалга оширувчи конденсатор. C_k воситасида инвертор ва юклама z_n реактив ток билан таъминланади ва I чиқишидан олинадиган ўзгарувчан кучланиш U_2 юкори гармоникалардан тозаланади ва шу билан синусоидалга яқинлаштирилади; Tr_1 — ўзгармас ва ўзгарувчан ток занжирларини ўзаро боғловчи трансформатор. Ўзгармас ток тиристорларнинг бошқарувчи электродига бериладиган мусбат сигналлар частотасидаги ўзгарувчан токка қуйидагича айлантирилади: $t=0$ да E_0 ва мусбат i_{c1} сигнал таъсирларида биринчи T_1 тиристор очилади, дейлик. Бунда, T_1 нинг i_1 анод токи Tr_1 нинг ω_1 чулғамидан ўтяб, унинг ω_2 чулғамда маълум йўналишдаги i_n юклама токни ҳосил қилади.



179- расм

сингари кенг диапазонда силлик ростлаш учун уларга ростланувчи частотали ток бериш керак. Бунда мотор валлидаги механик юкламанинг ўзгариш қонунига мос равишда, ростланувчи частотали ток кучланишини ҳам ростлашга тўғри келади. 179-расмда бундай частота ўзгарткичининг схемаси кўрсатилган. Бунда T_1 ва T_2 тиристорларга бериладиган ўзгармас ток кучланиши бошқарилувчи тўғрилагичдан олинади, унинг бошқариш электродига бериладиган мусбат импульслар эса махсус импульслар генераторидан олинади. Бундай частота ўзгарткичларининг техника-иктисодий кўрсаткичларини яхшилаш борасида кенг қўламда илмий-амалий ишлар олиб бориюлмоқда ва улар катта истикболга эгадир.

347. Электроавтоматика — Электроавтоматика. Одамнинг бевосита иштирокисиз электротехник қурилмаларнинг тўхтовсиз авариясиз ишлашини таъминлаш ҳамда ишлаб чиқариш жараёнларини автоматик бошқариш учун белгиланган электр ва электрон асбоб, аппарат ва машиналарни яратиш ва улардан фойдаланиш билан шуғулланадиган фан ва техника соҳаси Э. дейилади. Э. оғир ва унумсиз меҳнатни енгил, унумли ва қизиқарли меҳнатга айлантиради. Асбоб-ускуналарнинг турлари ва ўзаро боғланишига кўра, Э. реле-контакторли, электр машинали ва контактсиз автоматикага ва телемеханикага ҳамда релели химоя турларига бўлинади.

348. Релейно-контакторная автоматика — Реле-контакторли автоматика. Реле ва контактордан иборат (контактли) электр аппаратлар воситасида электр юритмаларни ишга тушириш, тормозлаб тўхтатиш, айланиш частотасини ростлаш каби жараёнларни автоматлаштириш ва шу мақсад учун белгиланган қурилмалар Р. к. а. дейилади.

349. Электромашинная автоматика — Электр машинали автома-

Бошқариш токиннинг иккинчи ярим даврида, яъни $t = \frac{T}{2}$ да $i_{61} = 0$ бўлиб, T_1

беркилиши билан, мусбат i_{62} сигнал туфайли T_2 очилади ва z_n юкламадан тескари йўналишли ток ўта бошлайди. Шундай қилиб, ўзгармас ток И. воситасида i_{61} ва i_{62} мусбат сигналлар частотасидаги ўзгарувчан токка айланади.

346. Полупроводниковые преобразователи частоты — Яримўтказгичли частота ўзгарткичлари. 50 герц частотали ўзгарувчан токни тиристорлар воситасида ростланувчи частотали ўзгарувчан токка айлантирадиган қурилма яримўтказгичли частота ўзгарткичи дейилади. Маълумки, ўзгарувчан ток моторларининг айланиш частотаси уларга бериладиган ток частотасига тўғри пропорционал бўлади. Демак, асинхрон ва синхрон моторларнинг айланиш частотасини ўзгармас ток моторлариники

тика. Электр машиналарни кучайтиргичлар воситасида электр юритмаларни ишга тушириш, айланиш частотасини ростлаш ва берилган айланиш частотасини ўзгартирмай сақлаш каби жараёнларни автоматлаштириш ҳамда шу мақсад учун белгиланган қурилмалар Э. м. а. дейилади.

350. Бесконтактная автоматика — Контактсиз автоматика. Вольт-ампер характеристикаси икки тургун ҳолатга эга бўлган контактсиз яримўтказгичли ва электрон асбоблар ҳамда мантқиқий элементлар воситасида электр юритма ва бошқа мураккаб системалардаги жараёнларни автоматик бошқариш ҳамда шу мақсад учун белгиланган қурилмалар К. а. дейилади.

351. Телемеханика — Телемеханика. Узок масофадаги машина, қурилма ва шу қабиларнинг ишини технологик жараён талабига мувофиқ алоқа воситалари ёрдамида масофадан туриб бошқариш ва назорат қилиш системалари Т. дейилади. Т. дан, масалан, энергетик система, ирригация ишцоотлари; темир йўл ва ш. к. ларнинг ишини масофадан бошқаришдаги диспетчерлик хизматида фойдаланилади.

352. Релейная защита — Релели химоя. Электроэнергетик қурилмаларнинг тўхтовсиз ишлашини автоматик равишда назорат қиладиган ва авариялардан химоялайдиган релелар группасидан иборат тузилма Р. х. дейилади. Р. х. киска туташув ва бошқа анормал ходисалар рўй берганда коммутацион аппаратларга тегишли сигналлар узатиб, қурилмаларнинг шикастланган участкаларини тезда электр тармоғидан ажратади ва шу билан аварияга йўл қўймайди. Р. х., шунингдек, шикастланган участкаларнинг электр тармоғига автоматик равишда қайтадан уланшини, резерв ток манбаларининг зарур вақтларда ишга туширилиши ёки ишдан тўхтатилиши каби вазифаларни ҳам бажаради.

353. Кибернетика — Кибернетика. К. бошқариш санъати маъносидаги грекча сўздир. Уни грек философи Платон биринчи бўлиб кема ҳайдовчиларининг бошқариш санъатини ифодалаш учун ишлатган. Кейинроқ француз физиги Ампер фанларни классификациялашда давлатни бошқариш фанини К. деб атаган. К. фанининг асослари ва унинг асосий йўналишлари америкалик олим Норберт Винернинг 1948 йилда нашр этилган «Кибернетика» номли асарини таърифлаб берилган. К. информацияларни қабул қилиш, сақлаш, қайта ишлаш ва улардан фойдаланишни ҳақидаги фандир.

354. Кибернетические машины — Кибернетик машиналар. Мантқиқ билан бажариладиган бошқариш ишларини одамнинг бевосита иштирокисиз бажарувчи машиналар К. м. дейилади. К. м. таркибига, электрон ҳисоблаш машинасыдан ташқари, турли-туман информацияларни қабул қилиш, сақлаш ва қайта ишлаш учун белгиланган жуда кўп аппарат ва уларнинг комплекслари кириди. К. м. дан, масалан, энергетик системалар таркибидagi электр станцияларни ишга тушириш, тўхтатиш ёки улардаги қўшимча агрегатларни ишга солиш, улар режимини ўзгартириш, ёки об-ҳавони прогностлаш каби муҳим ва мураккаб масалаларни ечишда фойдаланилади.

355. Электронно-вычислительная машина — Электрон-ҳисоблаш машинаси. Космик кемаларни бошқариш, атом реакторларини ишга тушириш, об-ҳавони прогностлаш каби мураккаб масалаларни ҳисоблаб ёчадиган ва асосан электрон асбобларнинг блокларидан

тузилган мураккаб-хисоблаш қурilmалари ЭХМ дейилади. ЭХМ орқали мутахассислар томонидан тайёрланган ва перфолента ёки магнит лентасига программа тарзида ёзиб олинган буйруқлар бажарилади. ЭХМдаги хотира ва арифметик қурilmаларнинг тузилишини мумкин қадар соддалаштириш мақсадида 1 ва 0 рақамлардан тузилган иккилик санок системасидан фойдаланилади.

ХИВБУЛИМ

ЭЛЕКТР ЮРИТМА ВА УНИ АВТОМАТИК БОШҚАРИШ АСОСЛАРИ

356. Электрический привод — Электр юритма. Электр мотор ва унинг ҳаракатини иш машинасига узатувчи механизмдан (редуктор ёки узатма қутисидан) ҳамда бошқарувчи электр аппаратлардан иборат система Э. ю. дейилади. Айланиш частотаси (тезлиги) ростланадиган системаларда электр моторига бериладиган кучланиш ёки ток частотасини ростловчи ўзгарткичлар ҳам Э. ю. таркибига киритилади. Э. ю. лар электр энергиясини механик энергияга айлантиради ва мотор валидан олинадиган механик энергияни технология талабларига мос равишда электр усулда ростлаб туради. Бунда электр моторни ишга тушириш, унинг айланиш частотасини ростлаш, тормозлаш ва реверслаш жараёнлари электр аппарат ва асбоблар воситасида бошқарилади. Э. ю. лар трансмиссияли, якка моторли ва кўп моторли турларга бўлинади. Трансмиссияли Э. ю. лар ўз навбатида, умумий трансмиссияли ва гуруҳли турларга, якка моторли Э. ю. лар эса оддий ва индивидуал юритмаларга, кўп моторли Э. ю. лар ҳам оддий ва индивидуал юритмаларга бўлинади. Бошқарилиш усулига кўра, Э. ю. лар автоматлаштирилган ва автоматлаштирилмаган, мотор хусусиятлари ва технологик талабларга кўра, ростланадиган ва ростланмайдиган турларга ажратилади.

357. Общетрансмиссионный электропривод — Умумий трансмиссияли электр юритма. Электр мотор ҳаракатини пўлат арқон ёки тасмалар воситасида корхона цехларидаги бош трансмиссияларга узатувчи юритма У. т. э. ю. дейилади. Бунда ҳар бир иш машинасига ҳаракат тасмалар орқали бош трансмиссиядан узатилади. У. т. э. ю. лар тежамсизлиги ва ноқулайлиги сабабли ҳозирги пайтда умуман қўлланилмайди.

358. Групповой электропривод — Гуруҳли электр юритма. Бош трансмиссиядан бир гуруҳ иш машиналарига ҳаракат узатувчи юритма Г. э. ю. дейилади. Г. э. ю. ҳам ўзининг тежамсизлиги ва ноқулайлиги сабабли ҳозирги пайтда деярли қўлланилмайди.

359. Простой одиночный электропривод — Оддий якка моторли электр юритма. Ҳар бир иш машинаси ундан алоҳида ўртнатилган электр мотор билан ҳаракатлантириладиган юритма О.я.м.э.ю. дейилади. Бунда иш машинасининг кинематикаси ва узатилишига ҳеч қандай ўзгартиш киритилмайди. О.я.м.э.ю. лар тежамлилиги, қулайлилиги, самарадорлиги жиҳатидан электр юритмаларнинг такомилланишида муҳим ўрин тутган.

360. Простой индивидуальный электропривод — Оддий индивидуал электр юритма. Электр мотор иш машинасининг ўзига

ўрнатилмайдиган ва унинг кинематикаси ва тузилишини анча такомиллаштиришни талаб қиладиган юритма О.и.э.ю. дейилади.

361. Особый индивидуальный электропривод — Махсус индивидуал электр юритма. Электр мотор иш машинасига ўрнатилган ва у билан бир бутун агрегат ташкил қиладиган юритма М.и.э.ю. дейилади. Бундай агрегатлар шовкинсиз, енгил, оддий, пиллаш учун қулайдир. Уларнинг фойдали иш коэффициентлари юкори ва автоматлаштириш имкони катта бўлади. Бундай юритмаларда электр моторнинг ахамияти иш машинаси номида ҳам ўз ифодасини топади, яъни уларга электр сўзи кўшиб ёзилади, масалан, электр шпиндель, электр урчук, электр сепаратор ва ҳоказо.

362. Многодвигательный электропривод — Кўп мотория электр юритма. Ҳар бир иш органи мустақил электр мотордан ҳаракат оладиган иш машина юритмаси К.м.э.ю. дейилади.

Агар бундай машинанинг айрим иш органларига механик энергия бир марказдан тақсимланса, машинанинг кинематикаси ҳаддан ташқари мураккаблашиб, ундаги қувват исрофи кўпаяди, машина ишини автоматлаштириш қийинлашади.

363. Простой многодвигательный электропривод — Оддий кўп моторли электр юритма. Ҳар бир иш органи ундан алоҳида ўрнатилган электр мотордан ҳаракат олиб ишлайдиган мураккаб машина юритмаси О.к.м.э.ю. дейилади. Бунда иш органлари кинематикаси ва машина тузилишига ҳеч қандай ўзгартириш киритилмайди.

364. Индивидуальный многодвигательный электропривод — Индивидуал кўп моторли электр юритма. Мураккаб машинанинг ҳар бир иш органи унга махсус ўрнатилган электр мотордан ҳаракатлантириладиган юритма И.к.м.э.ю. дейилади. Бунда машина кинематикаси ва тузилиши анча такомиллаштирилади ва унинг ишини бошқариш ва автоматлаштириш анча енгиллашади, қувват исрофи камаяди.

365. Переходные процессы в электроприводах — Электр юритмалардаги ўткинчи жараёнлар. Электр юритмани ишга тушириш, унинг юкламаси ёки ҳаракат йўналишини ўзгартириш (реверслаш), тормозлаш каби жараёнлар Э.ю.ў.ж. дейилади. Электр юритма моторини танлаш, унинг бошқариш аппаратларини тўғри белгилаш учун Э.ю.ў.ж. ни яхши ўрганиш керак. Бир ишга туширилагач, узок вақт давомида ўзгармас юклама билан ишлайдиган насос, вентилятор, компрессор каби қурилмаларнинг юритмаларидаги ўткинчи жараёнлар унчалик ахамиятга эга эмас. Лекин технологик жараёнларни такомиллаштириш, иш машинаси ва юритмаларининг самарадорлигини кўтариш, махсулот сифатини яхшилаш Э.ю.ў.ж. билан боғлиқ бўлган ҳолларда улар катта ахамият касб этади. Э.ю.ў.ж. электромагнит ва электромеханик жараёнлар билан боғлиқ ҳолда содир бўлади. Дарҳақиқат, мотор электр тармоғига уланган пайтда у ҳали ҳаракатда бўлмаганлиги сабабли моторда фақат электромагнит жараёнлар рўй беради. Мотор айлана бошлагандан сўнг эса электромагнит ва электромеханик жараёнлар биргаликда кўрилади. Э.ю.ў.ж. ни ўрганиш, таҳлил этиш ва ҳисоблашда аналитик, графоаналитик, график усуллардан ва шунингдек, физик, математик

моделлашлардан фойдаланилади. Агар электр мотор билан иш машинасининг механик тавсифлари математик ифодалар билан берилган бўлиб, мотор чулгамининг индуктивлиги $L = \text{const}$ ва электр юритма системасининг инерция моменти $J = \text{const}$ бўлса, Э.ю.ў.ж. ни аниқлаш учун аналитик усулдан, L ва J ўзгарувчан бўлса, графоаналитик усулдан, моторнинг $M = f(n)$ ва иш машинасининг $M_c = f(n)$ механик тавсифлари тасвири берилган бўлса, график усуллардан фойдаланилади.

366. Физическое моделирование — Физик моделлаш. Катта кувватли мураккаб электр юритмалардаги ўткинчи режим уларнинг кичик ёки катта моделида текширилади ва олинган боғланишлар, параметрлар ўхшашлик назарияси асосида моделдан ҳақиқий электр юритмага келтирилиб ҳисобланади. Ф. м. да модель параметрларининг ўзаро нисбати ҳақиқий юритмадагидек бўлиши керак. Бу ҳолда моделдаги барча жараёнларнинг физик хусусиятлари ҳақиқийдаги сингари бўлади. Ф. м. электр юритманинг аналитик йўли билан ҳисобга олиб бўлмайдиган баъзи параметрлар таъсирини ҳам аниқлашга имкон беради. Ф. м.нинг энг муҳим томонлари шундаки, бу усул билан ҳақиқий қурilmанинг турғун ва ўткинчи режимларидаги жараёнлар аниқланиши, амалда уни ҳар томонлама текшириш, соzлаш, камчиликларини тузатиш, позик жойларини белгилаш ва бошқарини машинани яхшилаб ўрганиш мумкин. Бундай тадқиқотларнинг моделида ўтказилиши ва бу тадқиқотлар асосида аниқланган камчиликларнинг баргараф қилиниши жуда катта техник ва иктисодий аҳамиятга эгадир. Ф. м. анча қийинчиликлар билан боғланган. Масалан, катта кувватли ўзгармас ток моторининг кичик моделида якорь қаршилиги ҳақиқий мотордагидан анча катта, кўзгатиш чулгамининг индуктивлиги L_k ва вақт доимийси T , анча кичик бўлади. Бунда модель учун керагидан каттарок машина олишга тўғри келади, лекин ундан ток бўйича тўла фойдаланиб бўлмайди. Мотор моделида эса керакли J инерция моментини ҳосил қилиш учун у билан айлантириладиган юклама генератори габарит ўлчамларини талабга мувофиқ ҳисоблаб топиш ёки унинг валига кўшимча маховик ўрнатиш керак бўлади.

367. Математическое моделирование — Математик моделлаш. М. м. да унинг структурасига кирган ҳар бир элементдаги жараён ҳақиқий жараённинг математик ифодасига асосланиши керак. Бунда электр юритмадаги якорь реакцияси, тўйиниш каби ҳодисаларнинг математик ифодаси йўқлиги сабабли уларни ҳисобга олиб бўлмайди. Электр юритмаларни М. м. да кўпинча R , L ва C элементлардан ташкил топган занжир схемаларидан фойдаланилади. Чунки ўзгармас ток моторида қаршилик моменти $M_c = 0$ бўлганда, ишга тушириш токи ва айланиш частотасининг ўзгариш қонунилари (агар электромеханик ва электромагнит инерциялари ҳисобга олинса) R , L , C занжирдаги ўтиш жараёнларига ўхшаш бўлади ва уларни бир ҳил тивдаги математик тенгламалар билан ифодалаш мумкин:

$$\frac{d^2 i_n}{dt^2} + \frac{di_n}{T_3 dt} + \frac{i_n}{T_3 T_m} = 0; \quad \frac{d^2 \omega}{dt^2} + \frac{d\omega}{T_3 dt} + \frac{\omega}{T_3 T_M} = 0.$$

Бунда $T_Э = \frac{L_{и}}{R_{и}}$ — электромагнит вақт доимийси; $T_M = \frac{IR}{C_E \cdot C_M}$

электромеханик вақт доимийси. Шунингдек, ўзгармас кучланишли электр тармоғига R , L ва C дан иборат занжир уланганида ундан ўтадиган токнинг ўзгариш қонуни ҳам $\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{di}{T_1 dt} + \frac{i}{T_1 T_2} = 0$ тенгла-

ма билан ифодаланади. Бунда $T_1 = \frac{L}{R}$; $T_2 = RC$ — вақт доимийлари.

Юқоридаги математик тенгламаларни ўзаро қиёслаш асосида электр юритмадаги J инерция моментига эквивалент катталиқ қилиб $C_Э$ сифим қабул қилинади ($C_Э = \frac{J}{C_E \cdot C_M}$). Ҳозирги пайтда электр юрит-

малардаги ходисаларни М. м. асосида ўрганишда кўпинча аналог деб аталувчи электрон ҳисоблаш машиналари (ЭХМ) дан фойдаланилади. Бунда ҳақиқий электр юритмадаги баъзи занжирларни аналог ЭХМ даги тегишли блоklarга улаб, турли ўтиш жараёнларини бевосита ўрганиш ва шу асосда корректирловчи элементларнинг уланиш жойларини аниқлаш ҳам мумкин. Аналог ҳисоблаш машинаси R , C элементлардан ва кучайтиргичлардан ташкил топган математик моделлардан иборатдир.

368. Продолжительность переходных процессов электроприводов — Электр юритмалардаги ўтиш жараёнларининг давомийлиги. Э. ю. ў. ж. д. ни аналитик усулда ҳисоблаш учун электр юритманинг ҳаракат тенгламаси $M \pm M_C = J \frac{d\omega}{dt}$ дан $dt = J \frac{d\omega}{M \pm M_C}$ аниқланади,

сўнгра ундан электр юритманинг айланиш тезлиги ω_1 дан ω_2 га етгунча кетган вақт ифодаси $t_{12} = \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{J d\omega}{M \pm M_C}$ топилади. Бу интеграл-

ни ҳисоблаш учун $M = f(\omega)$ ва $M_C = f(\omega)$ механик характеристикаларнинг математик ифодаси маълум бўлиши керак. Агар айланиш частоталарининг ўзгаришида $M = \text{const}$, $M_C = \text{const}$ ва $J = \text{const}$ бўлса, Э. ю. ў. ж. д. $t_{12} = J \frac{\omega_2 - \omega_1}{M \pm M_C} = \frac{GD^2(n_2 - n_1)}{375(M \pm M_C)}$ бўлади. Бунда

GD_2 — юритма системасининг мотор валига келтирилган силташ momenti, n_1 ва n_2 — ўткинчи жараённинг бошланиши ва охиридаги айланиш частоталари. Электр моторларини реостат оркали ишга туширишда айлантирувчи момент $M = \text{const}$ деб ҳисоблаш мумкин, M_C ва J эса кўпинча ўзгармас бўлади.

369. Продолжительность пуска электроприводов — Электр юритмаларнинг ишга тушириш давомийлиги. Э. ю. и. т. д. $t_{\text{шт}}$ ни топишда ундаги M , M_C ва J ўзгармас деб ҳисобланади:

$$t_{\text{шт}} = \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{J d\omega}{M - M_C} = \int_0^{n_{\text{сн}}} \frac{J d\omega}{M - M_C} = \frac{GD^2 n_{\text{сн}}}{375(M_s - M_C)}. \text{ Бунда } \omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = 0; n_{\text{сн}} -$$

— каршилиқ momenti M_c бўлган моторнинг турғун айланиш частотаси, M_c — берилган каршилиқ momenti; M_y — Моторни ишга тушириш моментининг ўртача қиймати. Ўзгармас ток мотори ва фазавий роторли асинхрон мотор учун ишга тушириш моментининг M_y қиймати $M_y = \frac{M_{\max} + M_{\min}}{2} \approx 1,7 \text{ Мн}$; киска туташтирилган роторли

асинхрон мотор учун эса $M_y = \frac{M_{\min} + M_{\max}}{2} \approx 1,5 \text{ Мн}$ бўлади. Э. ю. и.

т. д. $M = M_c$, $n = n_c$ да тугайди деб қабул қилинса, идеал ҳол, яъни $M_{c0} = 0$ да $t_{\text{шт}} = \infty$ бўлади. Амалда эса, салт ишлашдаги момент $M_{c0} > 0$ бўлгани сабабли ўткинчи жараён $n \approx 0,95n_c$ да тугайди, деб қабул қилинади ва шу асосда Э. ю. и. т. д. $t_{\text{шт}}$ ning чекли қиймати топилади.

370. Продолжительность остановки электроприводов — Электр юритмаларнинг тўхташ давомийлиги. Электр тармоғидан ажратилган

моторнинг ўз-ўзидан тўхташ давомийлиги $t_T = \frac{GD^2 n_{cн}}{375 M_c}$ бўлади. Бун-

да $n_1 = n_{cн}$; $n_2 = 0$ ва $M_y = 0$. Агар мотор электр тормозлаш усулидан

фойдаланиб тўхтатилса, Э.ю.т.д. $t_T = \frac{GD^2 n_{cн}}{375(M_y + M_c)}$ бўлади. Бунда

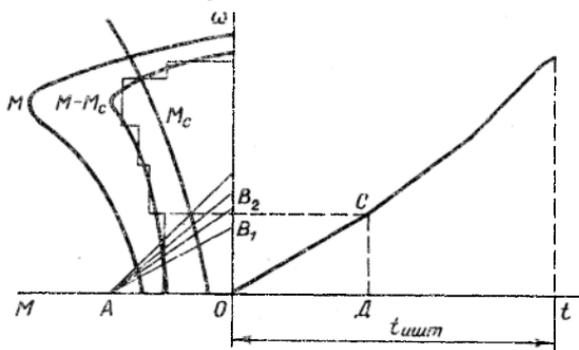
моторнинг тормозловчи momenti M_y каршилиқ momenti M_c томон йўналади, демак, улар қўшилади ва натижада электр юритма тез тўхтайти.

371. Графический метод расчета продолжительности пуска — Ишга тушириш давомийлигининг график ҳисоблаш усули. Электр юритманинг И.т.д.г.х.у. билан аниқлаш учун $M = f(\omega)$ ва $M_c = f(\omega)$

механик тавсифлар тасвири берилган бўлиши керак. Шулар асосида

$M - M_c = J \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ тенгламадан фойдаланиб, чексиз кичик $d\omega$ ва dt чекли

кичик $\Delta\omega$ ва Δt орқали ифодаланади ва улардан $M - M_c = J \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ олинади. Бунда ҳар бир Δt вақтда моментлар айирмаси



180-расм

$M - M_C = \text{const}$ деб қабул қилинади. 180-расмда қиска туташтирилган роторли асинхрон мотор билан вентилятордан иборат электр юритманинг И. т. д. г. х. у. да топиш кўрсатилган. Бунда

$$\frac{M - M_C}{J} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

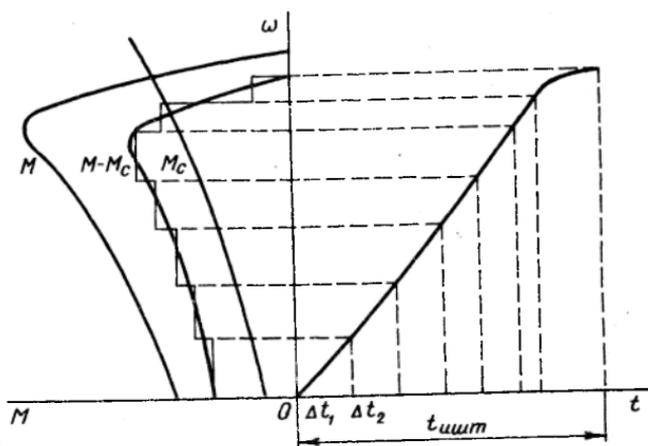
нинг ўзгариш графиги ясаллади. Сўнгра ҳар бир $\Delta\omega$ оралиғида $M_{\text{дин}} = f(\omega)$ ни $M_{\text{дин}} = \text{const}$ деб ҳисоблаш мумкин бўлган поғонали чизик билан алмаштирилади ва ҳар бир поғона ордината ўқида проекцияланади. Натижада ордината ўқида биринчи поғона $M_{\text{дин}}$ учун OB_1 , иккинчиси учун OB_2 ва ҳоказо кесмалар олинади. Абсцисса ўқида инерция моменти J га пропорционал ва инерция моменти масштабида олинган OA кесманинг A нуктаси билан $M_{\text{дин}} = \text{const}$ лар учун топишган B_1, B_2 ва бошқа нукталар бирлаштирилади. Сўнгра координат ўқларининг бошидан AB_1 га параллел бўлган OC чизик ўтказилади. Ана шу OC чизик электр юритмани биринчи поғонадаги ишга тушириш давомийлигининг $\omega = f(t)$ қийматини ифодалайди. Дарҳақиқат, AOB_1 учбурчакликнинг ODC учбурчаклигига ўхшашли-

гидан $\frac{OB_1}{OA} = \frac{CD}{OD}$ бўлади. Бунда $OB_1 = M_1 - M_C \cdot OA = J$ ва $CD = \Delta\omega_1$

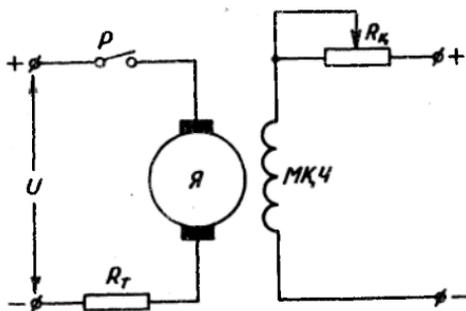
бўлгани учун OD кесма Δt_1 ни ифодалайди. Шу тарика график усул билан Э. ю. д. г. х. у. топиш мумкин.

372. Графоаналитический метод расчета продолжительности пуска — Ишга тушириш давомийлигини графоаналитик ҳисоблаш усули. 181-расмда электр юритмаларнинг И. т. д. г. х. у. да аниқлаш кўрсатилган. Бунда ҳам динамик момент $M_{\text{дин}} = M - M_C$ аниқланади, сўнгра ордината ўқида олинган ўзаро тенг $\Delta\omega$ ораликлариди $M_{\text{дин}}$ эгри чизиги $M_{\text{дин}} = \text{const}$ бўлган поғонали чизик билан алмаштирилади. Бунда $M_{\text{дин}}$ нинг ҳар бир ўзгармас $M_{\text{дин}} = \text{const}$ қисми таъсирида айланиш частотасининг $\Delta\omega$ га ўзгариш вақти $\Delta t = J \frac{\Delta\omega}{M - M_C}$ топилади.

Энди $\Delta\omega = \text{const}$ бўлгани сабабли электр юритманинг ишга



181-расм



182-расм

тушириш давомийлигини аниқлаш учун қуйидаги аналитик формуладан фойдаланиш мумкин:

$$t_{\text{шт}} = \sum_1^m \Delta t = J \Delta \omega \sum_1^m \frac{1}{M - M_C}$$

Бунда, m — айланиш частотаси $\Delta \omega$ ning бўлаклари сони.

373. Переходные процессы пуска двигателя независимого возбуждения — Мустақил қўзғатишли моторни ишга туширишдаги ўтиш жараёнлари.

Мотор — чулғамларидаги индуктивликдан ҳосил бўладиган электромагнит инерция электромеханик инерцияга нисбатан жуда кичиклиги сабабли ҳисобга олинмайди, яъни $L_{\text{я}} = 0$ деб олинади. 182-расмда мустақил қўзғатишли моторнинг ишга тушириш схемаси кўрсатилган. Бунда $R_{\text{я}} + R_{\text{Т}} = \text{const}$, $U = \text{const}$, $\Phi = \text{const}$, $M_C = \text{const}$ деб қабул қилиб, ЭЮК ларнинг $U = C_E \omega + i_{\text{я}} R$ ва моментларнинг

$M = C_M i_{\text{я}} = J \frac{d\omega}{dt} + M_C$ тенгламаси тузилади. Агар электромагнит инерция ҳисобга олинса ва $L_{\text{я}} = \text{const}$ деб қабул қилинса,

$U = C_E \omega + i_{\text{я}} R + L_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt}$ бўлади. Моментлар тенгламасидан $i_{\text{я}}$ ифодасини топиб, уни ЭЮК ифодасидаги $i_{\text{я}}$ ўрнига қўйилса ва олинган натижа

C_E га бўлинса $\frac{U}{C_E} = \omega + \frac{JRd\omega}{C_E C_M dt} + \frac{M_C R}{C_E C_M}$ келиб чиқади. Бу тенгламадаги

$\frac{U}{C_E} = \omega_0$; $\frac{JR}{C_E C_M} = T_M$ ва $\frac{M_C R}{C_E C_M} = \Delta \omega_C$ билан белгиланса, $\omega =$

$= \omega + T_M \frac{d\omega}{dt} + \Delta \omega_C$ тенглама ҳосил бўлади. Бунда $\Delta \omega_C$ юклама

таъсирида мотор бурчак частотасининг пасайиши; ω_0 — салт иш режимидаги бурчак частота; T_M — электр юритма системасининг электромеханик вақт доимийси. Дарҳақиқат, T_M ning ўлчов бирлиги

$$|T_M| = \left| \frac{JR}{C_E C_M} \right| = \frac{K_T M_C^2 O_M}{\frac{B}{l} \frac{K_T M}{A}} = c$$

Агар моторнинг айлантирувчи моменти M билан ток I орасидаги мутаносиблик доим сақланиб қолса, ишга туширишнинг бошланғич пайтида

$C_M = \frac{M_K}{I_K}$; $T_M = \frac{J \omega_0}{M_K}$ бўлади. Бунда M_K , I_K — киска туташувдаги момент ва ток. Демак, вақт доимийси T_M деб инерция

моменти J бўлган юкламасиз юритмани қўзғалмас $\omega = 0$ ҳолатдан $M = M_l = \text{const}$ айлантирувчи момент билан идеал ω_0 частотагача

айлантириш учун кетган вақтга айтилади. Якорь занжири қаршилигининг ортиши билан ток ва момент камайиб боради, T_M эса ортиб боради. Шу билан бирга T_M нинг қиймати юкламага боғлиқ эмас.

Юқоридаги дифференциал тенгламани $\frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega}{T_M} = \frac{\omega_0 - \Delta\omega_c}{T_M}$ шаклида

ифодалаб, уни ω га нисбатан ечсак, $\omega = \omega_0 - \Delta\omega_c + Ae^{-\frac{t}{T_M}}$ келиб чи-

қади. Бунда A — интеграллаш доимийси. $t=0$ бўлганда, $\omega \neq \omega_0$ бўлса $A = \omega_0 - (\omega_0 - \Delta\omega_c) = \omega_0 - \omega_c$ бўлади. Бунда $\omega_c = \omega_0 - \Delta\omega_c$ — айлантурувчи ва қаршилиқ моментлари ўзаро тенглашган $M = M_C$ даги турғун частота. Агар қаршилиқ momenti M_C бўлган мотор кўзгалмас (яъни бошланғич частота $\omega_0 = 0$) ҳолатдан ишга

туширилса, $\omega = \omega_c (1 - e^{-\frac{t}{T_M}})$; салт иш режимида, яъни $M_C = 0$ да

ишга туширилса, $\omega = \omega_0 (1 - e^{-\frac{t}{T_M}})$ бўлади. Демак, моторнинг айла-

ниш частоталари ифодаси ҳам $n = n_c (1 - e^{-\frac{t}{T_M}})$ ёки

$n = n_0 (1 - e^{-\frac{t}{T_M}})$ бўлади. Бунда $T_M = \frac{GD^2 R}{375 C_E C_M} = \frac{GD^2 n_c}{375 M_K}$ ва ишга ту-

шириш давомийлиги $t_{шт} = (3 \div 5) T_M$ кабул қилинади. Мустақил кўзғатишли моторни ишга туширишдаги токнинг ўзгариш қонунини топиш учун унинг моментлар тенгламасидан якорь токнинг

$i_a = J \frac{d\omega}{dt C_M} + I_C$ ифодаси,

$$\omega = \omega_0 - \Delta\omega_c + Ae^{-\frac{t}{T_M}}$$

тенгламасидан эса, $\frac{d\omega}{dt} = -\frac{A}{T_M} e^{-\frac{t}{T_M}}$ ҳосиласи топилади. Бу ҳосила ток

тенгламасидаги $\frac{d\omega}{dt}$ ўрнига қўйилса, моторни ишга туширишдаги

тоқнинг ўзгариш қонуни $i_a = -\frac{JA}{C_M T_M} e^{-\frac{t}{T_M}} + I_C$ келиб чиқади (бун-

да $I_C = \frac{M_C}{C_M}$).

Агар $t=0$ да бошланғич ток $i_a = I_0$ бўлса, $A = -\frac{C_M T_M}{J} (I_0 - I_C)$

ва демак, $i_a = (I_C + (I_0 - I_C) e^{-\frac{t}{T_M}})$ бўлади. Бунда $I_0 = \frac{U - E}{R}$ ва ишга

туширишдаги ЭЮК $E = 0$ бўлгани учун $I_0 = I_K = \frac{U}{R}$ ва демак

$i_n = (I_k - I_c) e^{-\frac{t}{T_M}} + I_c$ бўлади. Юкламасиз, яъни $I_c = 0$ да ишга туширилган мотор токининг ўзгариш қонуни эса, $i_n = I_k e^{-\frac{t}{T_M}}$ формула билан ифодаланadi.

374. Продолжительность пуска асинхронного двигателя — Асинхрон моторни ишга туширишнинг давомийлиги. Бу ҳолда ҳам, электромагнит инерциянинг электромеханик инерцияга нисбатан жуда кичиклиги учун уни $L = 0$ деб қаралади, яъни у ҳисобга олинмайди. Агар моторни ишга туширишда $v = \text{const}$ ва $M_c = \text{const}$ деб олинса, $\frac{2M_{\text{макс}}}{\frac{S}{S_{\text{кр}}} + \frac{S_{\text{кр}}}{S}} = J \frac{d\omega}{dt}$ бўлади. Бунда $\omega = \omega_0(1 - S)$ ва

$\frac{d\omega}{dt} = -\omega_0 \frac{dS}{dt}$ бўлгани сабабли $\frac{2M_{\text{макс}}}{\frac{S}{S_{\text{кр}}} + \frac{S_{\text{кр}}}{S}} = -J\omega_0 \frac{dS}{dt}$ бўлади. Бун-

дан $dt = -\frac{J\omega_0}{2M_{\text{макс}}} \left(\frac{S_{\text{кр}}}{S} + \frac{S}{S_{\text{кр}}} \right) dS$ ёки $dt = -\frac{T_M}{2} \left(\frac{S_{\text{кр}}}{S} + \frac{S}{S_{\text{кр}}} \right) dS$ келиб чиқади. Бу ифодани интеграллаб, моторни ишга туширишнинг давомийлиги

$t_{\text{ишт}} = \frac{T_M}{2} \int_{S_{\text{охир}}}^{S_0} \left(\frac{S_{\text{кр}}}{S} + \frac{S}{S_{\text{кр}}} \right) dS$ топилади. Бунда

$T_M = \frac{J\omega_0}{M_{\text{макс}}}$ — электромеханик вақт доимийси. Моторни ишга туширишда $S_0 = 1$ бўлгани сабабли ишга тушириш давомийлиги

$t_{\text{ишт}} = \frac{T_M}{2} \left(\frac{1-S^2}{2S_{\text{кр}}} + S_{\text{кр}} \ln \frac{1}{S} \right)$ бўлади. Ишга тушириш жараёни $S = 0$ да тугайди деб ҳисобланса, $t = \infty$ бўлади. Салт ишлашдаги момент $M_0 > 0$ бўлгани сабабли $S \approx 0,05$ да ишга тушириш жараёни тугайди деб ҳисоблаб, $M_c = 0$ бўлгандаги ишга тушириш вақти

$t_{\text{ишт}} = \frac{T_M}{2} \left(\frac{1-0,05^2}{2S_{\text{кр}}} + S_{\text{кр}} \ln \frac{1}{0,05} \right)$ топилади. Агар $S = 0,05$ нч кичик деб

ҳисобга олинмаса, $\frac{t_{\text{ишт}}}{T_M} = \frac{1}{4S_{\text{кр}}} + 1,5S_{\text{кр}}$ бўлади. Бинобарин, моторни ишга тушириш давомийлигининг нисбий қиймати $S_{\text{кр}}$ га ва демак, ротор занжирининг актив қаршилигига боғлиқ экан.

375. Потери энергии во время пуска — Ишга туширишдаги энергия исрофи. Ўзгармас ва ўзгарувчан ток моторларини И. т. э. и.

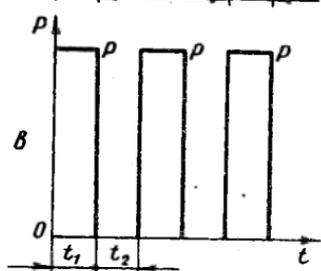
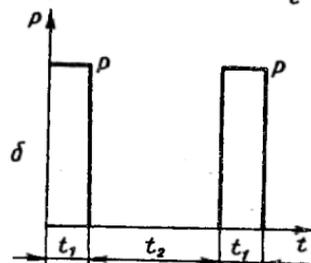
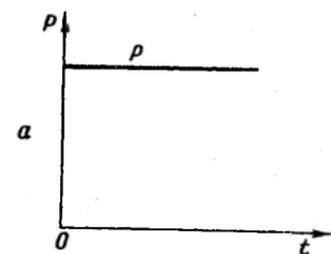
$J \frac{\omega_0}{2}$ бўлгани сабабли уни камайтириш учун инерция моменти J ни камайтириш кифоя. Бунинг учун кўпинча битта мотор ўрнига унинг ярим қувватига тенг қувватли иккита мотордан фойдаланилади. Бунда ротор ёки якорь диаметрининг кичрайиши ҳисобига J ва демак, GD^2 қиймати камаяди. Шунингдек, ротори узунрок, диаметри эса

кисқароқ махсус моторлардан фойдаланиш билан ҳам И.т.э.и. ни камайтиришга эришилади, чунки бунда ҳам J кичраяди.

376. Выбор системы электропривода — Электр юритма системасини танлаш. Ҳар бир иш машинасини ҳаракатга келтирувчи моторнинг тури, айланиш частотаси, кучланиши ва типини аниқлаш ҳамда технология талабларига мувофиқ бу моторнинг бошқариш системасини элементлари ва схемасини танлаш Э.ю.с.т. дейилади. Технология талаблари каторига иш машинасининг ҳисоблаб ёки ўлчаб аниқланган юкламалар қиймати, айланиш частотаси ёки ҳаракат тезлигининг ўзгариш графиклари, тезликнинг ростланиш кенглиги, ростланиш сиддиқлиги, берилган тезликнинг ўзгартирмай сақланиши, валдаги қувват ёки айлантурувчи моментнинг ўзгармаслиги, ишга тушириш ва тормозлаб тўхтатиш давомийлиги ва бундаги тежамлилиқ каби кўрсаткичлар киради.

377. Выбор мощности электродвигателя — Электр моторнинг қувватини танлаш. Иш машинасининг юклама тасвирига асосан электр юритма моторининг қуввати топилади ва каталогдан тахминий мотор танланади. Сўнгра танланган мотор ва электр юритма системасининг параметрларини ҳисобга олиб, берилган технологик режим учун мотор қуввати қайта ҳисобланади. Бунда мотор қуввати талаб этилганидан кичик бўлса, иш машинаси имконидан тўла фойдаланиб бўлмайди ёки тўла фойдаланилган тақдирда мотор ортикча юкланиб, ишдан чиқиши мумкин. Агар мотор қуввати талаб этилганидан катта бўлса, электр юритма кўрсаткичлари пасайиб, қувват исрофи кўпаяди. Мотор тўғри танланса иш машинаси ва электр юритмадан оптимал фойдаланилади, демак, бу масала муҳим техника-иқтисодий аҳамиятга эгадир.

378. Выбор мощности двигателя по нагреву — Мотор қувватини қизишига қараб танлаш. Иш машинаси кўпинча ўзгарувчан юклама билан ишлайди. Шу сабабли электр мотор чулғамидан ўтадиган юклама токи ҳам турлича бўлади. Бунда Жоуль — Ленц қонунига мувофиқ мотордаги чулғамнинг қизишига сарфланадиган қувват исрофи юклама тоқининг квадратига пропорционал, яъни $Q = \Delta Pt = I^2 R t$ бўлади. Агар технологик талабга мувофиқ мотор қайта-қайта ишга туширилиб ва тўхтатилиб турилса, моторда ажралувчи ва уни киздирувчи қувват исрофи ишга туширишдаги тоқнинг номинал тоқдан катталиги ҳисобиغا яна ҳам кўпаяди. Моторнинг қизишга сарфланадиган ва ташқи муҳитга узатиладиган иссиқлик энергияси маълум вақтдан сўнг ўзаро тенглашиб, қизиш ҳарорат турғун бўлиб қолади. Бу ҳароратнинг нормал қиймати, асосан мотор чулғамларининг изоляцияси материалига ва унинг сифатига қараб белгиланади. Агар мотор ортикча юкланиб ишласа, унинг изоляцияси тезда ишдан чиқиб, моторнинг хизмат даври кескин қисқаради. Моторнинг қуввати ҳам, асосан, унинг чулғамлари изоляцияси нормал қизиши билан аниқланади. Шу сабабли каталогдан танланган моторнинг қуввати ҳисоблаб топилган қувватга тенг ёки ундан бир оз каттароқ бўлиши керак. Каталогдан танланган мотор кўрсаткичлари юклама тасвиридаги максимал ва ишга тушириш моментлари билан солиштирилади. Бунда танланган моторнинг максимал (M_{\max}) ва ишга тушириш ($M_{\text{инт}}$) моментлари



183-расм

талаб этилганидан кичикроқ бўлса, каталогдан бир шкала юкори кувватли мотор танланади ва унинг $M_{\text{макс}}$ ва $M_{\text{ншт}}$ моментлари қайта солиштирилади. Моторнинг кизишга ва унинг ишлаш пайтидаги ишқаланиш ва бошкаларга сарфланадиган кувват исрофи

$$\Delta P = P_1 - P_2 = P_1(1 - \eta) = \Delta P_{\text{э}} +$$

$+\Delta P_{\text{э}} X^2 = \Delta P_{\text{э}} + \Delta P_{\text{э}} X^2$ бўлади. Бунда,

$P_1, P_2, P_{2н}$ — моторга берилган, ундан олинган ва номинал кувватлар, $\Delta P_{\text{э}}$ — кувват исрофининг юкламага боғлиқ бўлмаган ўзгармас қисми; $\Delta P_{\text{э}} X^2$ — мотор чулғамидаги номинал токдан ҳосил бўлган ва унинг кизишга сарфланадиган кувват исрофи; $X = \frac{P_2}{P_{2н}}$ — юкланиш коэффициент-

ти; η — моторнинг фойдали иш коэффициенти; $\Delta P_{\text{э}} X^2$ — кувват исрофининг юкламага боғлиқ бўлган ўзгарувчан қисми. Моторнинг кизиш ва совиш жараёнлари асосан электр юритманинг иш режимига боғлиқ.

379. Режимы работы электропривода — Электр юритманинг иш режимлари. Электр юритмаларнинг давомли ўзгармас, ўзгарувчан юкламаларда ёки қисқа ва такрорланувчи қисқа муддатли юкламаларда

ишлаш режимлари Э.ю.и.р. дейилади. 183-расм, а давомли, б да қисқа ва в да такрорланувчи қисқа муддатли иш режимларидаги юклама тасвирлари кўрсатилган.

380. Продолжительный режим работы — Давомли иш режими. Ўзгармас ёки ўзгарувчан юклама билан ишлаш давомида электр мотори турғун нормал ҳароратгача қизий оладиган режим Д. и. р. дейилади. Бундай режим кўпинча вентилятор, насос, компрессор ва транспортёр каби механизмларнинг электр юритмасида учрайди.

381. Кратковременный режим работы — Қисқа муддатли иш режими. Бирор юклама билан ишлаш давомида электр мотори турғун нормал ҳароратгача қизимайдиган режим Қ.м.и.р. дейилади. Бунда t_1 иш вақти давомида P кувватли мотор ўзининг нормал ҳароратгача қизий олмайди, электр тармоғидан ажратилган t_2 вақт (пауза) давомида эса ташки муҳит ҳароратгача совиб улгуради. Ташки муҳит ҳарорати одатда — 35°C олинади. Бунда иш режими кўпинча станокларнинг суппортлари, сув тўғонларининг эшикларини очиб-ёпувчи механизми ва ш. к. ларнинг юритмаларида учрайди.

382. Повторно-кратковременный режим работы — Такрорланувчи қисқа муддатли иш режими. Бирор юклама билан ишлаш давомида

электр мотори ўзининг турғун нормал ҳароратгача қизий олмайдиган, электр тармоғидан узилган пауза даврида эса муҳит ҳароратгача совиб улгурмайдиган иш режим Т. к. м. и. р. дейилади. Бундай иш режими станок, кўтаргич кран ва ш. к. ларнинг юритмаларида учрайди.

383. Расчет мощности двигателя при продолжительной нагрузке — Давомли юкламада мотор қувватини ҳисоблаш. Мотор қуввати иш машинасининг давомли иш режимида юклама тасвиридан фойдаланиб, ёки ҳисоблаш йўли билан ёхуд ишлаётган машинада ўлчаб топилган қувватни механик узатма фойдали иш коэффициентига бўлиб аниқланади. Мотор валидаги бу қувватга қараб каталогдан мотор танланади ва у факат ишга тушириш моментига кўра текширилади.

384. Мощность двигателя вентилятора — Вентилятор моторининг қуввати. Парракли ёки марказдан қочирма вентиляторнинг қуввати унинг иш унуми $Q\left(\frac{м^3}{с}\right)$ ва босими H (мм сув устуни) билан аниқланади. Агар солиштирма оғирлиги $\gamma\left(\frac{кг}{м^3}\right)$ бўлган ҳавони кўн-

даланг кесими $F(м^2)$ ли қувурдан $v\left(\frac{м}{с}\right)$ тезликда ўтказиш керак бўлса, бир секундда ўтказилган ҳаво оғирлиги $q = Fv\gamma$ бўлади. Ҳавонинг массаси $m = \frac{q}{g} = \frac{F \cdot v \gamma}{g}$ бўлгани сабабли унинг вентилятор-

дан оладиган кинетик энергия запаси $A = \frac{mv^2}{2} = \frac{Fv^3}{2g}\gamma$ га тенг. Бу ифода вентилятор ва узатманинг фойдали иш коэффициентларига бўлинса, талаб этиладиган мотор валидаги қувват топилади:

$P_M = \frac{QH}{10^3 \eta_b \cdot \eta_y}$ кВт. Бунда $Q = Fv\left(\frac{м^3}{с}\right)$; $H = \gamma \frac{v^2}{2g}\left(\frac{Ньютон}{м^2}\right)$. Агар бо-

сим H ни $\frac{кг}{м^2}$ ёки мм сув устуни ($1 \frac{кг}{м^2} = 1$ мм сув устуни) билан

ўлчанса, $P_M = \frac{QH}{102 \eta_b \cdot \eta_y}$ бўлади. Катта қувватли марказдан қочирма

вентиляторларда $\eta_b = 0,4 \div 0,75$; ўрта қувватлиларда $\eta_b = 0,2 \div 0,35$. Мотор валидаги талаб этиладиган қувватга қараб каталогдан мотор танланади.

385. Мощность двигателя насоса — Насос моторининг қуввати. Қишлоқ хўжалигида фойдаланилаётган электр энергиясининг ярмидан кўпроқ қисмини насосларнинг электр юритмалари олади.

Техника-иқтисодий кўрсаткичлари нисбатан юқори бўлганлиги сабабли кўпинча марказдан қочирма насослардан фойдаланилади.

Насос мотори валидаги қувват $P_M = \frac{Q\gamma H}{10^3 \eta_b \cdot \eta_y}$ кВт бўлади. Бунда

$Q\left(\frac{м^3}{с}\right)$ — насоснинг иш унуми, $H(м)$ — суюқликни насос билан

кўтаришдаги умумий баландлик; $\gamma \left(\frac{\text{Ньютон}}{\text{м}^3} \right)$ — суюкликнинг солиш-

тирма оғирлиги (сув учун $\gamma = 9810 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$ ёки $\gamma = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$). Агар $\gamma \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$ да олинса $P_M = \frac{Q\gamma H}{102\eta_n \cdot \eta_y}$ кВт бўлади. Бундай насосларда

клапан ва поршенлар бўлмагани сабабли уларнинг ишлаши ишончлироқ бўлади. Марказдан кочирма насослар $1000 \div 3000 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ да ишлайди. Шу сабабли улар мотордан узатмасиз бевосита ҳаракат олиб айланади ва демак, ихчам бўлади ва шовкинсиз ишлайди. Насосларни ишга туширишда суюклик ўтадиган қувурдаги вентиль берк бўлиши керак. Мотор салт режимда ишга туширилгач, вентиль очилади. Демак, вентильатор ва насосларнинг моторларини ишга тушириш шароити энгил бўлади.

386. Мощность двигателя при продолжительной переменной нагрузке — Давомли ўзгарувчан юкламада мотор қуввати. Давомли ўзгарувчан юкламада ишловчи моторнинг қувватини юклама тасвиридан фойдаланиб топилган ўртача арифметик қийматга қараб аниқлаб бўлмайди, чунки ундаги қувват исрофи ва ажраладиган иссиқлик микдори, асосан, юклама токининг квадратига мутаносибдир. Шунинг учун бундай юкламада мотор қуввати ўртача исроф ва эквивалент микдорлар услуги асосида ҳисобланади.

387. Метод средних потерь — Ўртача исроф усули. Бу усул ўзгарувчан юкламада ишловчи моторда ажраладиган қувват исрофларининг ўртача қийматини аниқлашга асосланган. 184-расмда давомли ўзгарувчан юкламали иш режимининг тасвири кўрсатилган. Ў.и.у. да аввало юклама тасвиридан фойдаланиб, қувватнинг ўртача арифметик қиймати топилади, сўнгра уни $1,1 \div 1,3$ га тенг коэффициентга кўпайтириб, олинган натижа бўйича каталогдан тахминий мотор танланади. Шундан кейин, каталогда келтирилган $\eta = f(P)$ боғланиш асосида юклама тасвиридаги P_1, P_2, P_3 ва P_4 ўзгарувчан

юкламаларда танланган мотордаги $\Delta P_1, \Delta P_2, \Delta P_3$ ва ΔP_4 қувват исрофлари қуйидагича топилади:

$$\Delta P_1 = \frac{P_1(1-\eta_1)}{\eta_1} \quad \Delta P_2 = \frac{P_2(1-\eta_2)}{\eta_2}$$

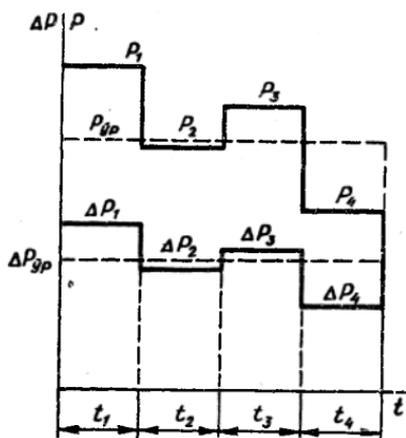
ва ҳоказо. Бу қувват исрофлари графигидан уларнинг ўртача қиймати аниқланади:

$$\Delta P_y = \frac{\Delta P_1 t_1 + \Delta P_2 t_2 + \Delta P_3 t_3 + \Delta P_4 t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}$$

Агар Ў. и. у. га мувофиқ топилган ўртача исроф $\Delta P_y \leq \Delta P_n$ бўлиб чиқса, тахминий мотор тўғри тан-

ланган бўлади ($\Delta P_n = \frac{P_n(1-\eta_n)}{\eta_n}$)

— тахминий танланган моторнинг номинал режимдаги номинал қув-



184-расм

ват исрофи). Агар $\Delta P_{\dot{y}} > \Delta P_{\text{н}}$ бўлса, тахминий мотордан бир шкала катта қувватли бошқа мотор танланиб, у қайта текширилади. Қизишига кўра тўғри танланган, яъни $\Delta P_{\dot{y}} > \Delta P_{\text{н}}$ бўлган мотор ўта юкланиш momenti ($M_{\text{макс}}$) ва ишга тушириш momenti ($M_{\text{инт}}$) бўйича яна текширилади. Мотор каталогларида одатда $\eta = \eta(P)$ боғланиши берилмайди. Шу сабабли унинг қизишини ҳисобга олувчи \dot{y} и. \ddot{y} амалда кам қўлланилади.

388. Метод эквивалентных величин — Эквивалент катталиклар услуги. 184-расмдаги юклама тасвирига асосан ясалган қувват исрофи $\Delta P = j(t)$ графигини юкланишнинг ҳар бир поғонаси учун қуйидагича ифодалаш мумкин: $\Delta P_x = \Delta P_{\text{н}} + \Delta P_{\text{с}} = \Delta P_{\text{н}} + \delta F_x$ (δ — моторнинг бош занжири қаршилигини ҳисобга олувчи коэффициент). Агар моторнинг турли юкламаларида $\Delta P_{\text{н}}$ ва δ ўзгармайди деб фараз қилинса, поғонасимон ўзгарувчан юкламадаги қувват исрофининг ўртача қиймати:

$$\Delta P_{\text{н}} + \delta F_{\text{с}} = \frac{(\Delta P_{\text{н}} + \delta F_{\text{с}}^2) t_1 + (\Delta P_{\text{н}} + \delta F_{\text{с}}^2) t_2 + (\Delta P_{\text{н}} + \delta F_{\text{с}}^2) t_3 + (\Delta P_{\text{н}} + \delta F_{\text{с}}^2) t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}$$

бўлади. Э.к.у. да давомли ўзгарувчан юкламали иш режими унга эквивалент бўлган ўзгармас $I_{\text{с}}$ юклама билан алмаштирилади. Бунда эквивалент $I_{\text{с}}$ юкламадаги қувват исрофи ҳақиқий режимдаги қувват исрофининг ўртача қийматига тенг бўлиши керак. Демак, эквивалент юкламадаги эквивалент ток:

$$I_{\text{с}} = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + I_3^2 t_3 + I_4^2 t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}} \text{ бўлади.}$$

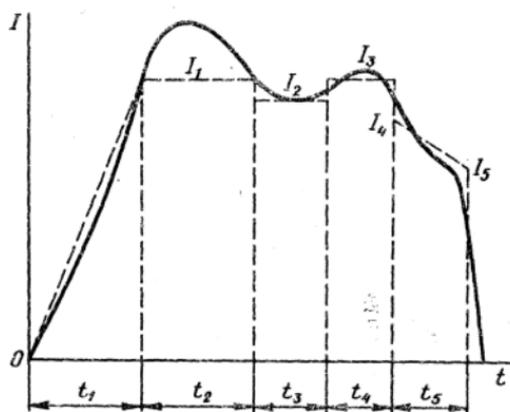
389. Метод эквивалентного тока — Эквивалент ток услуги. 185-расмда давомли ўзгарувчан юкламали иш режимидаги ток диаграммаси кўрсатилган. Э. т. у. да мотор қуйидаги тартибда танланади: 1) ўзгарувчан юклама унга эквивалент бўлган поғонали юклама билан алмаштирилади (185-расм, пунктир чизиқлар); 2) бу поғонали юкланишнинг учбурчакли биринчи қисми учун эквивалент ток $I_{\text{с1}} = \frac{I_1}{\sqrt{3}}$; трапеция шаклли бешинчи қисм учун

$$I_{\text{с5}} = \sqrt{\frac{I_4^2 + I_5 I_4 + I_5^2}{3}}; \text{ поғонали юкланишнинг барча қисмлари учун эса}$$

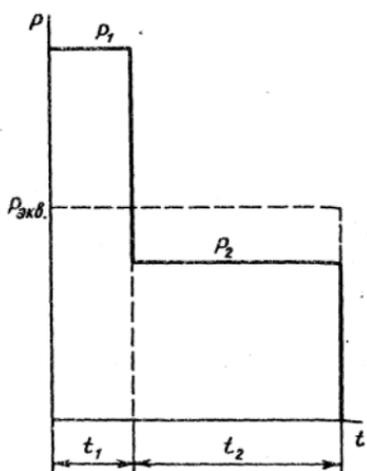
$$I_{\text{с}} = I_{\text{с1}} + I_{\text{с5}} + \sqrt{\frac{I_1^2 t_2 + I_2^2 t_3 + I_3^2 t_4}{t_2 + t_3 + t_4}} \text{ бўлади. Ана шу эквивалент } I_{\text{с}} \text{ токка}$$

қараб каталогдан тахминий электр мотор танланади. Танланган моторнинг номинал $I_{\text{н}}$ токи эквивалент токка тенг ёки ундан катта ($I_{\text{н}} \geq I_{\text{с}}$) бўлиши керак. Бу мотор максимал ($M_{\text{макс}}$) ва ишга туширишдаги ($M_{\text{инт}}$) моментлар бўйича қайта текширилади.

390. Метод эквивалентного момента — Эквивалент момент услуги. Моторнинг қувватини унинг қизишига кўра танлашда қўпинча мотор валидаги момент ёки қувват диаграммаларидан фойдаланилади. Мотордаги асосий магнит оқими $\Phi = \text{const}$ бўлса, айлантирувчи



185-расм



186-расм

M моментнинг токка муаносиб бўлганлиги сабабли эквивалент момент ифодаси эквивалент ток сингари ифодаланади:

$$M_3 = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + \dots + M_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}. \text{ Ана шу эквивалент моментга каталог-}$$

дан тахминий мотор танланади. Бу моторнинг номинал momenti эквивалент моментга тенг ёки ундан катта ($M_n \geq M_3$) бўлиши керак. Тахминий танланган мотор максимал ($M_{\text{макс}}$) ва ишга тушириш ($M_{\text{ишт}}$) momenti бўйича қайта текширилади. Э.м.у. дан мустақил кўзгатишли ўзгармас ток моторларида ҳамда синхрон ва асинхрон моторларни танлашда фойдаланиш мумкин.

391. Метод эквивалентной мощности—Эквивалент қувват услуги. Агар мотор валидаги юккланинг ўзгаришида $\Phi = \text{const}$ ва айланиш частотаси ҳам деярли ўзгармас бўлса, қувват токка муаносиб бўлганлиги сабабли қувват диаграммасидан аниқланадиган эквивалент қувватнинг ифодаси эквивалент ток ифодасига ўхшаш бўлади,

$$\text{яъни: } P_3 = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}. \text{ Бу услубдан фойдаланишда ката-}$$

логдан тахминий танланган моторнинг номинал қуввати $P_n \geq P_3$ бўлиши керак. Бунда ҳам танланган мотор $M_{\text{макс}}$ ва $M_{\text{ишт}}$ лар бўйича қайта текширилади. Э. қ. у. дан $\Phi = \Phi_n = \text{const}$ ва айланиш частотаси деярли ўзгармайдиган асинхрон, синхрон ва мустақил кўзгатишли ўзгармас ток моторларини танлашда фойдаланиш мумкин.

392. Мощность двигателя при кратковременной нагрузке — Киска муддатли юкламада мотор қуввати. Киска муддатли юклама режимида ишлайдиган кўпгина механизмларнинг ишга тушириш momenti номинал моментга нисбатан каттарок бўлади. Шу сабабли 15, 30, 60 ва 90 минутли қиска муддатли иш даврларига ҳисобланган махсус моторлар механик жиҳатдан пишиқроқ қилиб чиқарилади. 186-расмда ишга тушириш давомийлиги t_1 ва турғун айланиш

частотасида қисқа муддатли ишлаш даври t_2 бўлган механизмнинг юклама диаграммаси кўрсатилган. Бу диаграммага мувофиқ аввало

эквивалент қувват $P_3 = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2}{t_1 + t_2}}$ аниқланади. Сўнгра P_3 ва t_2 га

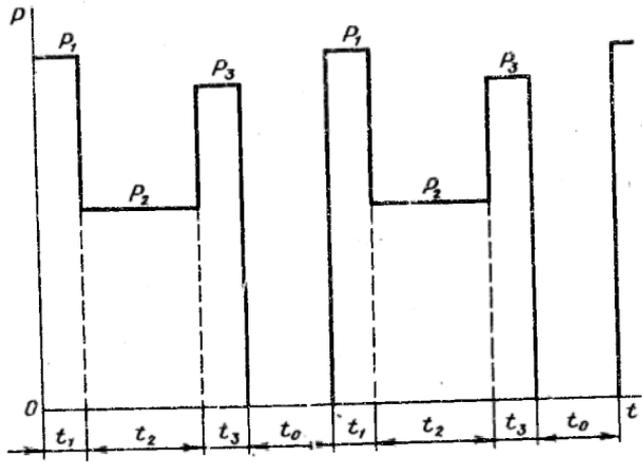
қараб, каталогдан қисқа муддатли иш режимида ҳисобланган тахминий мотор танланади. Бунда ҳам $P_n \geq P_3$ бўлиши керак. Ниҳоят, танланган мотор M_{\max} ва $M_{\text{инт}}$ бўйича қайта текширилади. Қисқа муддатли юклама режимида узок муддатли ишга ҳисобланган оддий мотордан фойдаланиш ҳам мумкин. Аммо бундай мотор ортиқча юк билан ишлатилган тақдирда ҳам ундан қизиш бўйича тўла фойдаланилмайди.

393. Мощность двигателя при повторно-кратковременной нагрузке — Такрорланувчи қисқа муддатли юкламада мотор қуввати. 187-расмда такрорланадиган қисқа муддатли юклама диаграммаси кўрсатилган. Бундай режим иш даврининг нисбий давомийлиги ПВ% (продолжительность включения) ёки ϵ билан характерланади:

$$\text{ПВ}\% = \frac{t_{\text{иш}}}{t_{\text{иш}} + t_0} \cdot 100 = \frac{t_{\text{иш}}}{t_{\text{цикл}}} \cdot 100 = \epsilon \cdot 100. \text{ Бунда } t_{\text{иш}} = t_1 + t_2 + t_3 \text{ — мотор-$$

нинг P_1, P_2 ва P_3 юкламаларда ишлаш даври; t_0 — моторнинг электр тармоғидан ажратилган ёки салт ишлаш даври; $t_{\text{цикл}} = t_{\text{иш}} + t_0$ — такрорланувчи цикл даври ($t_{\text{цикл}} \geq 10$ минут бўлиши керак). Бундай режимда мотор такрор-такрор ишга тушириб ва тормозлаб тўхтатиб турилиши сабабли механик жиҳатдан пишиқ ҳамда катта қийматли $M_{\text{инт}}$ ва M_{\max} га мўлжалланган бўлиши керак. Агар юклама диаграммасидаги иш даври бир неча поғонадан иборат бўлса (187-расм), мотор қуввати стандартга яқин ва катта ПВ га келтирилиб, эквивалент катталиклар усулида ҳисобланади, яъни

$$\epsilon = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_0} \text{ ва } P_s = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}}$$



187-расм

бўлса, стандарт, масалан, ПВ % = 25 га келтириш учун куйи-

даги формулалардан фойдаланилади: $P_{\text{э25}} = P_{\text{эx}} \sqrt{\frac{\varepsilon_x}{0,15}}$ ёки

$P_{\text{э25}} = P_{\text{эx}} \sqrt{\frac{\varepsilon_x}{0,25}}$. Ана шу $P_{\text{э15}}$ ва ПВ % = 15 ёки $P_{\text{э25}}$ ва ПВ % = 25 асо-

сида каталогда тахминий мотор танланади. Бунда ҳам танланадиган моторнинг номинал куввати $P_n \geq P_s$ бўлиши керак. Тахминий танланган мотор $M_{\text{макс}}$ ва $M_{\text{н.д.}}$ бўйича қайта текширилади. Агар юклама диаграммасидан топилган $\varepsilon_x > 0,6$ бўлса, бундай механизм учун давомли иш режимига ҳисобланган оддий мотордан фойдаланиш тавсия қилинади. Бунда моторнинг эквивалент $P_{\text{э100}}$ куввати

куйдагича бўлади: $P_{\text{эx}} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_0}}$; $P_{\text{э100}} = P_{\text{эx}} \sqrt{\frac{\varepsilon_x}{1,0}}$.

Энди ана шу эквивалент $P_{\text{э100}}$ кувватга қараб каталогдан оддий мотор танланади. Агар $\varepsilon < 0,1$ бўлса, бундай механизмлар учун қисқа муддатли иш режимига мўлжалланган махсус мотордан фойдаланиш тавсия қилинади.

394. Выбор двигателя по роду тока — Ток турига қараб мотор танлаш. Электр тармоқлари асосан уч фазали ток билан таъминланади, уч фазали асинхрон ва синхрон моторлар эса техника-иктисодий кўрсаткичлари жихатидан ўзгармас ток моторларига нисбатан кўп томондан афзалроқдир. Шу сабабли уч фазали ўзгарувчан ток моторларидан кенг фойдаланилади. Шу билан бирга электр юритма частотасини кенг диапазон ва бир текисда ростлаш талаб қилинадиган ҳолларда кўпинча ўзгармас ток моторлари қўлланилади.

395. Выбор двигателя по напряжению — Кучланишга қараб мотор танлаш. Ўзгармас ток моторлари кўпинча 36—220В, асинхрон моторлар эса 380/220 В кучланишга ҳисоблаб чиқарилади. Ўзгармас ток тармоқларидаги кучланиш одатда 220 В бўлади, катта қувватли электр юритмаларда эса 440 В кучланишдан ҳам фойдаланилади. Синхрон моторлар кўпинча 6 кВ га ҳисобланади. Ҳозирги пайтда фаза кучланиши 380 В га ҳисобланган асинхрон моторлардан ҳам кенг фойдаланилмоқда.

396. Выбор двигателя по частоте вращения — Айланиш частотасига қараб мотор танлаш. Асинхрон моторлар асосан 3000, 1500, 1000, 750 ва айрим ҳолларда 600, 500 $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ га тенг синхрон айланиш частоталарида ишлаб чиқарилади. Паст айланиш частоталарида ишлайдиган моторларнинг кувват коэффициенти $\cos\varphi$ ва ФИК η анча паст, лекин айлантирувчи $M = \frac{9550 P_n}{n_n}$ моменти нисбатан катта бўлса-да ўзи оғир ва кўпол бўлади. Шу сабабли паст частоталар билан айланадиган механизмларда ҳам редуктор оркали юқори айланиш частотали моторлардан фойдаланилади. Фақат айрим ҳоллардагина, масалан, экскаваторнинг 16...25 $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ билан ишлайдиган баъзи иш органларида кўп кутбли (айланиш частотаси паст) асинхрон

моторлардан фойдаланиш тавсия қилинади. Кўпчилик асбобларнинг, масалан, дурадгорлик механизмлари, электр шпиндель ва шу кабиларнинг юритмаларида асосан, айланиш частотаси бир неча ўн на ҳатто юз мингга тенг, енгил, энергетик кўрсаткичлари яхши бўлган, юкори частотали асинхрон моторлари қўлланилади. Ўзгармас ток моторлари кўпинча $200 \dots 1200 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ айланиш частоталарида ишқарилади.

397. Выбор двигателя по конструкции — Тузилишига қараб мотор танлаш. Электр моторлар, тузилишига кўра, очик, химояланган ва берк турларга бўлинади. Электр юритмалар учун мотор тури иш машинасининг ишлаш жойи шароитига қараб танланади. Масалаи, очик, яъни токли ва айланувчи қисмлари ташқи муҳит таъсиридан химояланмаган моторлар чангсиз, курук ва ёнгин хавфи бўлмаган бинолардаги юритмаларга қўйилади. Токли ва айланувчи қисмлари юкоридан тикка ёки 45° бурчак остида тушадиган сув, ёмғир томчилари ва бошка қаттиқ жисмлардан сақланган мотор химояланган мотор дейилади. Бундай моторлар одатда усти ёпик, баъзан усти очик жойларда ҳам қўлланилиши мумкин. Корпуси гипс беркитилган мотор берк мотор дейилади. Бундай моторлар ташқи муҳит таъсиридан холи, муҳит эса мотордан чиқиши мумкин бўлган учқунлардан химояланган бўлади. Очик ва химояланган моторлар ўз ўкига ўрнатилган вентилятор билан совитилади, берк моторларни совитиш учун эса ташқи вентилятор қўлланилади.

398. Выбор двигателя по типу — Моторларни типига қараб танлаш. Электр юритмаларда асосан қиска туташтирилган роторли асинхрон моторлари қўлланилади. Бундай моторлар дастлаб А ва АО серияларда чиқарилган. Кейинроқ А ва АО серияли моторлар такомиллаштирилиб, А₂ ва АО₂ серияли типлари ўзлаштирилган. Ҳозирги пайтда асинхрон моторларнинг янада такомиллашган 4А сериядаги типлари ишлатилмоқда. 4А серияли асинхрон моторлар илгаригиларига нисбатан куйидаги афзалликларга эга: массаси 18 % камайтирилган, габарит (ҳажм) ўлчамлари кичрайтирилган, айланиш ўқи пастроқ ўрнашилган, ишга тушириш моменти оширилган, шовкин ва тебраниш даражаси пасайтирилган, монтажи қулайлаштирилган, фойдали иш коэффициентлари оширилган, қувватлар шкаласи ва ўлчамлари халқаро стандартларга яқинлаштирилган. Бу типдаги моторлар муҳит ҳароратнинг $+20^\circ$ дан -40° чегарасидаги ўзгаришларга ҳисобланган (номинал режими эса $+25^\circ$). 4А серия асосида асинхрон моторларининг қишлоқ хўжалиги модификацияси ҳам ўзлаштирилган. Уларда ишга тушириш моменти, қишлоқ хўжалигидаги оғир шароитларни ҳисобга олиб, янада оширилган, чулғамларининг изоляцияси эса турли емирувчи моддаларга ва намга чидамли килиб чиқарилган. 1-жадвалда янги 4А серияли типдаги асинхрон моторларнинг, 2-жадвалда эса қишлоқ хўжалик модификациясининг кўрсаткичлари берилган. Жадвалларга ва ҳар бир айланиш частотасида энг кичик ва энг катта қувватга эга бўлган мотор киритилган. $P=0,12 \div 0,37$ кВт қувватли моторлар 220/380 В кучланишга; $P=0,55 \div 100$ кВт қувватли моторлар 220/380 В ва 380/660 В кучланишга; $P=132 \div 400$ кВт лилар эса 380/660 В кучланишга ҳисоблаб чиқарилади.

399. 4 А сериядаги қиска туташтирилган роторли асинхрон моторлар

Мотор тип	Қувват P_n , кВт	η %	$\cos\varphi_1$	М макс	М ишт	l ишт
				Мн	Мн	l
4А50А2У3 4А355М2У3	0,9 315	3000 айл/мин	0,7 0,91	2,2 1,9	2 1	5 7
		60 93				
4А50А4У3 4А355А4У3	0,06 315	1500 айл/мин	0,6 0,92	2,2 1,9	2 1	5 7
		50 94,5				
4АА63А6У3 4А3556У3	0,18 200	1000 айл/мин	0,62 0,9	2,2 1,9	2 1	4 7
		56 94				
4А71В8У3 4А355М8У3	0,25 160	750 айл/мин	0,65 0,85	1,7 1,9	1,6 1	3,5 6,5
		56 93,5				
4А28S10У3 4А355M10У3	37 110	600 айл/мин	0,78 0,83	1,8 1,8	1 1	6 6
		91 93				
4А315S12У3 4А355S12У3	45 90	500 айл/мин	0,75 0,76	1,8 1,8	1 1	6 6
		90,5 92				

400. 4 А серияли двигателларнинг қишлоқ хўжалиқ модификацияси

Мотор тип	Қувват P_n , кВт	$\cos\varphi_1$	η %	М макс Мн	М ишт Мн	l ишт ln	Синхрон айл/мин
4А160S2CB 4АP160M2CB 4АP160M2CB 40180S2CB 4А160S2CX 4А160M2CX 4А180S2CX 40180M2CX	15 18,5 22 30 15 18,5 22 30	0,9 0,92 0,9 0,92 0,9 0,92 0,9 0,92	87,5 88,5 89 90 87 88 88,5 89,5	2,2 2,2 2,2 2,2 2,2 2,2 2,2 2,2	1,2 1,2 1,2 1,2 1,2 1,2 1,2 1,2	7,5 7,5 7,5 7,5 7,5 7,5 7,5 7,5	3000
4АP160S2CB 4АP160M4CB 4А180S4CB 4АP180M4CB 4АP160S4CX 4АP160M4CX 4АP180S4CX 4АP180M4CX	15 18,5 22 30 15 18,5 22 30	0,9 0,91 0,91 0,91 0,91 0,91 0,91 0,91	89,2 89,5 89,7 90,5 88,7 89 89,2 90	2,2 2,2 2,2 2,2 2,2 2,2 2,2 2,2	2 2 2 2 2 2 2 2	7,5 7,5 7,5 7,5 7,5 7,5 7,5 7,5	1500
4АP160S6CB 4АP180M6CB 4АP160M6CB 4АP160M6CX 4АP160M6CX 4АP180S6CX	11 18,5 15 11 15 18,5	0,86 0,89 0,87 0,86 0,87 0,89	86 87,5 87,5 85,6 87 88	2,2 2,2 2,2 2,2 2,2 2,2	725 725 725 725 725 725		1000

ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИНГ АВТОМАТИК БОШҚАРИШ АППАРАТЛАРИ

401. Аппараты управления — Бошқариш аппаратлари. Э.ю.а.б.а. электр юритмалардаги моторларни тегишлича тезланишда ишга тушириш, айланиш частотасини талаб этилган диапазон ва бир текисда ростлаш, уни ўзгартирмай сақлаш, моторни тормозлаб тўхтатиш ва реверслаш каби амалларни бажаради. Электр юритмаларни автоматик бошқаришда дастаки, реле контакторли ва ҳимоялаш аппаратлари, технологик датчиклар, электромагнит муфтлар, кучайтиргичлар, яримўтказгичли контактсиз асбоблар ва ростлагичлардан фойдаланилади.

402. Аппараты ручного управления — Дастаки бошқариш аппаратлари. Қўл кучи билан ёки механик узатма ва ричаглар ёрдамида ҳаракатга келтириладиган, 500 В гача кучланишли ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларини узиб-улаб турувчи рубильник, пакетли узгич, контроллер каби бошқариш аппаратлари Д.б.а. дейилади. Д.б.а. нинг габарит ўлчамлари нисбатан катта, бошқариш қуввати эса кичик бўлади. Уларни ҳаракатга келтириш анча катта қўл кучи талаб қилади. Номинал токи 1000 А гача бўлган занжирларни узиб-улаб туришда рубильниклардан фойдаланилади. Рубильниклар бир, икки ва уч қутбли тузилишларда ишлаб чиқарилади. Кичик ва ўртача қувватли, қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторларни ишга тушириш, тўхтатиш, юлдуз схемасидан учбурчак схемасига ўтказиш каби амалларни бошқарадиган ҳамда кўзгалмас контактлари ўзаро изоляцияланган пакетлар ичига ўрнатилган аппарат пакетли узгич дейилади. Пакетли узгич 220 В кучланишли 400 А гача токни узиб-улашда қўлланилади. Агар кучланиши 380 В бўлса, бу аппаратнинг номинал токи 40 % камайтиради. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток моторларини соатига 120 мартагача ишга тушириш, тўхтатиш, реверслаш, айланиш частотасини ростлаш каби амалларни бошқарадиган аппарат контроллер дейилади. Контроллерлар барабанли ва кулачокли тузилишларда чиқарилади.

403. Релейно-контакторные аппараты управления — Реле-контакторли бошқариш аппаратлари. Реле ва контакторлардан иборат бундай электромагнит бошқариш аппаратлари дастаки аппаратларга нисбатан ҳар томонлама такомиллашган ва уларнинг ўртача хизмат даври бир неча миллион марта узиб-уланиш билан характерланади (дастаки аппаратларнинг хизмат даври эса 2500—5000 уланишлар билан чекланади).

404. Контактор — Контактор. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларини соатига 1500 мартагача масофадан туриб узиб-улашга ҳисобланган электромагнит аппарат К. дейилади. К. бир ва бир неча қутбли тузилишларда чиқарилади. К. нинг чулғамига ток берилмаган ҳолати уларнинг нормал ҳолати дейилади.

405. Контакторы постоянного тока — Ўзгармас ток контакторлари. У. т. к. кўзгалмас ва кўзгалувчи қисмлардан иборат бўлиб,

кўзгалмас қисмидаги пўлат ўзакка ўзгармас ток чулғами ва кўзгалмас контактлар системаси ўрнатилади. Кўзгалувчи қисм якордан ва унга ўрнатилган кўзгалувчи контактлар системасидан иборат. Ўзак билан якорь ўртасидаги ҳаво оралиғи 10 мм дан ошмайди. Ў. т. к. да бош занжирларни, яъни электр машиналарнинг юклама токи ўтайдиган (якорь ва статор занжирларини узиб-улайдиган) бош контактлардан ташқари кичик токли бошқариш занжирларни узиб-улайдиган блок контактлар ҳам бўлади. Ў. т. к. чулғами кўп ўрамли ва, демак, катта индуктивликка эга бўлади. Шу сабабли унинг чулғамига ток берилгандан кейин 0,1...0,2 секунд вақт ичида контактор яқори ўзакка бир текисда зарбсиз тортилади. Бу эса контактларни емирилишдан сақлайди ва уларнинг хизмат даврини узайтиради. Натижада бундай контакторларнинг хизмат даври 30...50 млн узиб-уланишни ташкил қилади. Ў. т. к. нинг чулғами 220 В кучланишда 2 А га, 440 В кучланишда эса фақат 0,5 А га ҳисобланади. Ў. т. к. билан номинал токи 40...2500 А бўлган занжирларни соатига 1500 мартагача узиб-улаш мумкин.

406. Контактторы переменного тока — Ўзгарувчан ток контакторлари. Ў. т. к. нинг кўзгалмас қисмидаги пўлат ўзак чулғамига ўзгарувчан ток берилганда якорь ва унга ўрнатилган кўзгалувчи контактлар системаси ҳаракатга келиб, ўзакка тортилади. Ўзакка мис ҳалқача ўрнатилган. У ўзгарувчан токнинг ноль қийматларида якорнинг ўзакка урилиб-тебранишидан ҳосил бўладиган товушни кескин камайтиради. Ў. т. к. чулғамига ток берилиши моментларида катта ҳаво оралиғи туфайли индуктивлик кичик бўлиб, чулғамдан ўтувчи ток нормал (якорь тортилган пайтдаги) қийматига нисбатан 10...15 марта катта бўлади. Шу сабабли якорь зарб билан ўзакка урилади. Натижада контактлар емирилади, уларнинг хизмат даври қисқарок, яъни $1 \div 7$ млн узиб-уланишни ташкил қилади, холос. Контактторлар чулғамига ток берилгандан кейин, 0,05...0,1 секунд ўтиши билан якорь ўзакка тортилиб, уларнинг контактлари туташади. Бундай контакторлар 20...600 А ли занжирларни узиб-улашга мўлжалланади.

407. Магнитный пускатель — Магнитли ишга туширгич. Электр моторларни ва бошқа электр истеъмолчиларини электр тармоғига масофадан туриб узиб-улайдиган, уларни ортиқча юкламадан ҳимоялайдиган контактор ва кнопкалар станциясидан иборат бошқарувчи аппарат М. и. т. дейилади. Унда контактор чулғамини электр тармоғига улаш ёки ундан ажратиш сигналлари кнопкалар орқали берилади. Моторларнинг айланиш йўналишини ўзгартириб туриш учун реверсив М. и. т. лардан фойдаланилади. Реверсив М. и. т. ўнга ва чапга айланттирувчи иккита контактордан ҳамда ўнг, чап ва тўхтатиш сигналлари берувчи кнопкалардан иборат бўлади.

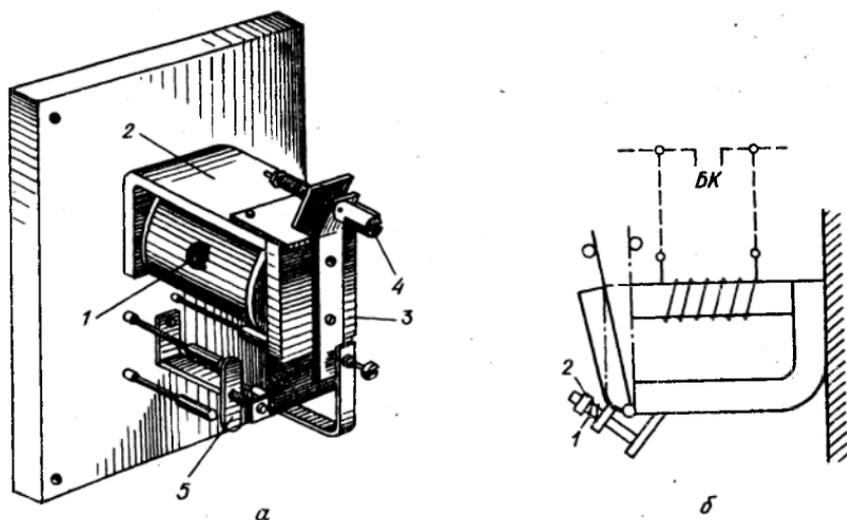
408. Кнопочная станция — Кнопкалар станцияси. Босилганда контактларни очиб ёладиган бир неча кнопкалардан иборат тузилмалар группаси К. с. дейилади.

409. Реле — Реле. Ташқи сигнал воситасида электр занжирларини автоматик равишда узиб-улаб турадиган тузилма Р. дейилади. Р. икки тургун ҳолатга эга бўлган коммутация элементидан ва унинг

тургун холатлари ўзгарганда узилиб-уланадиган контактлар системасидан иборат. Р. лардан автоматик бошқариш, назорат, сигнализация ва химоя системаларида фойдаланилади.

410. Реле управления — Бошқариш релеси. Электр моторларни ишга тушириш ва бошқаришни автоматлаштиришда магнитли ишга туширгич билан биргаликда Б. р. дан ҳам фойдаланилади. Б. р. нинг тузилиши контакторлар сингари, электромагнит ва бошқариш занжирларидаги кичик тоқларга ҳисобланган контактлар системасидан иборат. Чулғамига тоқ (сигнал) берилиши биланок (0,1—0,15 секунд ичида) контактларни узиб-уловчи Б. р. оний Р. дейилади. Чулғамига тоқ (сигнал) берилгандан кейин 0,15 секунддан ортиқроқ вақт ўтганда ишга тушадиган Б. р. вақт релеси деб юритилади.

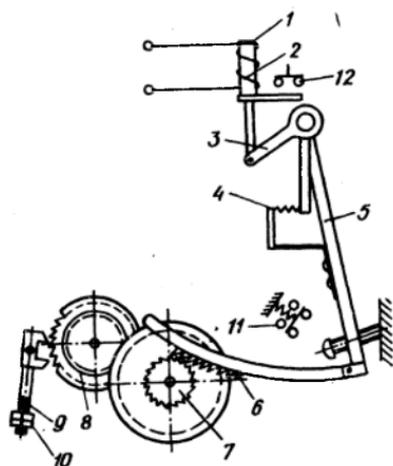
411. Выдержка времени — Ҳаяллаш вақти. Вақт релесининг сигнал берилгандан кейин контактларни туташтира ёки ажрата бошлашигача ўтадиган вақт Х. в. дейилади.



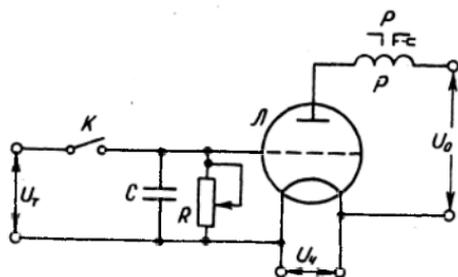
188-расм

412. Электромагнитное реле времени — Электромагнит вақт релеси. Бундай реле ўзгармас тоқли электромагнит ва унинг якорига ўрнатилган контактлар системасидан иборат бўлади. Қолдик магнетизм таъсирида реле якори пўлат ўзакка тортилганича қолмаслиги учун якорга номагнит материалдан юпка қистирмалар ўрнатилади. Бу қистирмалар сонини ўзгартириш ва якорь пружинасининг таранглигини ростлаш йўли билан Э. в. р. нинг ҳаяллаш вақтини 0,1..16 секунд чегарасида ростлаш мумкин. Ўзгармас тоқ манбаи бўлмаса бундай релеларга ўзгармас тоқ тўғрилагич орқали берилади. 188-расмда Э. в. р. нинг тузилиши ва схемаси кўрсатилган.

413. Маятниковое реле времени — Маятникли вақт релеси. Бундай реле электромагнит ва унинг якори билан боғланган маятникли системадан иборат. 189-расмда М. в. р. нинг схематик тузилиши кўрсатилган. М. в. р. ўзгармас тоқда ҳам ўзгарувчан тоқда



189- расм



190- расм

хам ишлай олади. Бундай реленинг маятникли системасидаги рейка узунлигини ўзгартириш ёки маятник елкасидаги юкни силжитиш йўли билан унинг ҳаяллаш вақтини 1..10 секунд чегарасида ростлаш мумкин.

414. Электронное реле времени — Электрон вақт релеси. Триоддан ва электромагнит реледан иборат тузилма Э. в. р. дейилади (190-расм). Ундаги C сифимли конденсаторни R каршилиқ орқали зарядсизланиш вақти $t \approx 4\tau = 4RC$ сабабли Э. в. р. нинг ҳаяллаш вақти R ва C қийматларини ўзгартириш йўли билан ростланади.

415. Моторное реле времени — Моторли вақт релеси. Реактив синхрон мотор узатиш сони $i = 100\,000$ гача бўлган редуктор ва кулачокли контактлар системасидан иборат тузилма М. в. р. дейилади. Унда редуктор орқали айлантириладиган валикка 12 тагача ўзаро туташиб-ажраладиган контакт ўрнатилган бўлади. Редукторнинг узатиш сонини кенг диапазонда ростлаш ва валикка ўрнатилган контактлар ўрнини ўзгартириш йўли билан М. в. р. нинг ҳаяллаш вақтини бир неча секунддан бир неча соатгача ростлаш мумкин.

416. Реле напряжения — Кучланиш релеси. Моторларни ишга тушириш ёки кучланиш пасайганда уларни электр тармоғидан автоматик равишда ажратиш каби бошқариш амалларда К. р. дан фойдаланилади. Ўзгармас ток занжирларида К. р. сифатида электромагнит вақт релеси, ўзгарувчан ток занжирларида эса 127, 220, 380 ва 500 В га мўлжалланган РЭ-2100 типли электромагнит релелар ишлатилади.

417. Реле тока — Ток релеси. Электр моторларни юклама токига қараб автоматик равишда ишга тушириш, тормозлаб тўхтатиш каби бошқариш операцияларида Т. р. дан фойдаланилади. Т. р. сифатида ўзгармас ток занжирларида 15 ÷ 600 А га мўлжалланган электромагнит вақт релелари, ўзгарувчан ток занжирларида эса 5...500. А га ҳисобланган РЭ-2100 типли электромагнит релелар ишлатилади.

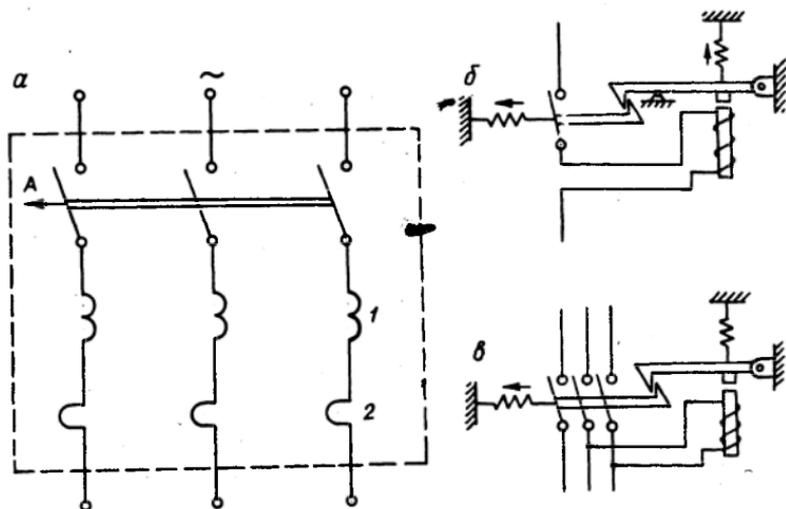
418. Аппараты защиты — Ҳимоя аппаратлари. Электр моторлари-

ни ва бошқа электр истеъмолчиларни қисқа туташув, ўтаюкланиш ҳамда ноль кучланиш хавфларидан сақланиш учун хизмат қиладиган аппаратлар X_c а. дейилади.

419. Предохранители — Сақлагичлар. Мотор, узатиш ва бошқариш занжирларини қисқа туташув токидан ҳимояловчи эрувчан симли энг оддий тузилмалар C . дейилади. Бош ёки бошқариш занжирларида қисқа туташув рўй бериши биланоқ C . нинг эрувчан сими катта ток таъсирида эриб кетиб, занжирни электр тармоғидан ажратади. C . даги симнинг эриб узилиш ҳарорати унинг диаметри, узунлиги, уланиш контакти, муҳит ҳарорати ва совиш шароитларига боғлиқ. Шу сабабли C . нинг ҳимоялаш ишончлилиги жуда паст бўлади. Реостат билан, ишга тушириладиган моторларда C . нинг моторнинг номинал токига, қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторларда эса номиналга нисбатан 2,5—3 марта катта токка ҳисобланади.

420. Нулевая защита — Ноль кучланиш ҳимояси. Рубильник сингари дастаки бошқариш аппарати билан ишга туширилган моторда бирор сабаб билан кучланиш нолга тушиб, яна тикланса, мотор тўхтаб қолиши, сўнгра яна ўз-ўзидан айланиб кетиш хавфи туғилади. Магнитли ишга туширгич билан бошқариладиган моторда кучланиш ноль ёки нормалдан анча паст бўлса, мотор автоматик равишда тўхтайди. Лекин кучланиш тиклангандан сўнг моторнинг бош занжири магнитли ишга туширгичнинг бош контактлари орқали ажралганлиги сабабли ўз-ўзидан ишга туша олмайди. Демак, магнитли ишга туширгич билан ҳам ноль кучланиш хавфидан сақланишга эришиш мумкин.

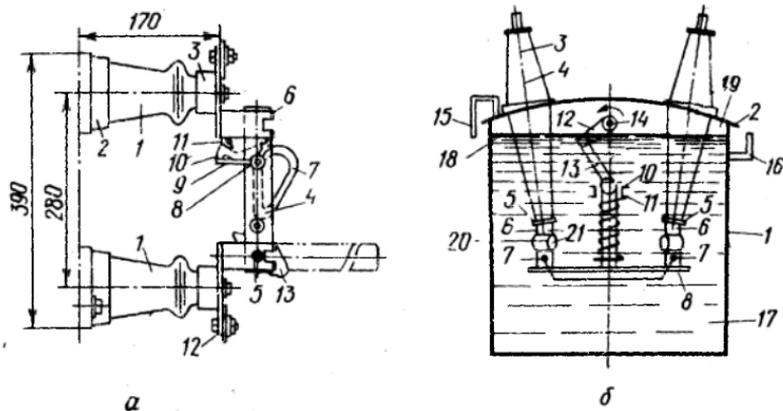
421. Автоматический выключатель (Автомат) — Автоматик узгич (Автомат). Электр мотор ва бошқа истеъмолчиларни қисқа туташув ва ўта юкланиш тоқларидан, кучланишнинг йўл қўйилганидан ҳам пасайишидан автоматик равишда ҳимояловчи аппарат A . у. дейилади. Истеъмолчи электр тармоғига A .у. нинг контактлар системаси



191-расм

дастаки усулида туташтириб уланади. Агар истеъмолчида қисқа туташув, ўтаюкланиш каби ҳодисалар юз берса, ёки кучланиш йўл қўйилганидан пасайиб кетса, электромагнит 1 ёки иссиқлик элементи 2 дан ўтайдиган ток (191-расм, а) ҳамда электромагнитдаги пасайиб қолган кучланиш (191-расм, в) таъсирида А.у. нинг контактлар системаси ўз-ўзидан ҳаракатга келиб, истеъмолчини электр тармоғидан ажратади, шу билан авария ҳавфи бартараф этилади. (191-расм, б). Бир фазали ва ўзгармас ток тармоқларида бир ва икки қутбли, уч фазали тармоқларда эса уч қутбли автоматлар ишлатилади. Қатор афзалликлар туфайли А.у. дан кенг фойдаланилади.

422. Разъединитель — Ажраткич. Салт иш режимда юқори кучланишли мотор ёки бошқа электротехник қурилмаларни электр тармоғига улаш ёки ундан ажратиш учун хизмат қиладиган аппаратлар А. дейилади. А. ларда чинни изоляторларга ўрнатилган кўзгалмас ва кўзгаладиган контактларнинг ўзаро бирикиши ёки улар орқали истеъмолчининг электр тармоғидан ажратилганлиги кўзга кўриниб туради. Контактлар ричагли юритма ҳамда илғакли штангалар ёрдамида бириктириб ёки ажратиб турилади. 192-расм, а да А. нинг схемаси кўрсатилган.



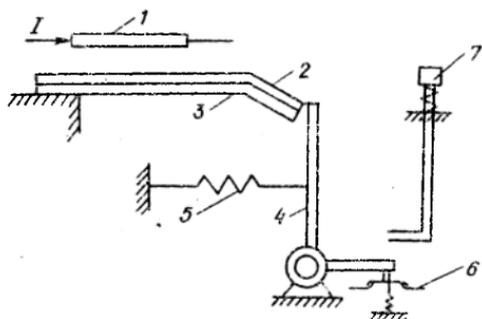
192- расм

423. Масленый выключатель — Мойли узгич. Юклама режимдаги юқори кучланишли мотор ёки бошқа электротехник қурилмаларни электр тармоғига улаш ва ундан ажратиш учун хизмат қиладиган, контактлари кўпинча мойли бакка ботирилган аппарат М.у. дейилади. Контактлар орасида ҳосил бўладиган электр ёйи мой орқали ўтишда тез сўнади (192-расм, б). М. у. контактлари махсус юритма билан ҳаракатлантирилади, уларни бошқаришда дастаки ёки автоматик усул қўлланилади.

424. Реле максимального тока — Максималь ток релеси. Ўзгармас ва ўзгарувчан ток моторлари ва бошқа истеъмолчиларни қисқа туташув токидан химоялайдиган электромагнит релелар М. т. р. дейилади. Бундай реленинг ишга тушиш токи моторни ишга тушириш ва тормозлаб тўхтатиш тоқларидан 30...50 % юқори бўлиши, ўзгармас

ток мотори учун эса коммутация шаронтига кўра белгиланганидан ортиқ бўлмаслиги керак.

425. Тепловое реле — Исиклик релеси. Электр моторларни ва бошқа истеъмолчиларни ўтаюклинишдан ҳимояладиган аппарат И. р. дейилади. 193-расмда И. р. нинг тузилиши кўрсатилган. И. р. нинг қизиш элементи (1) моторнинг иккита фазасига кетма-кет уланади. Ўтаюклиниш юз берса, мотор



193-расм

фазаси ва И. р. нинг қизиш элементидан ўтган катта ток таъсирида унинг биметалл пластинкаси (2—3) эгилиб рычаг 4 воситасида контакт 6 ни очик ҳолатга келтиради ва натижада моторни электр тармоғидан автоматик равишда ажратиб сигнал берилади.

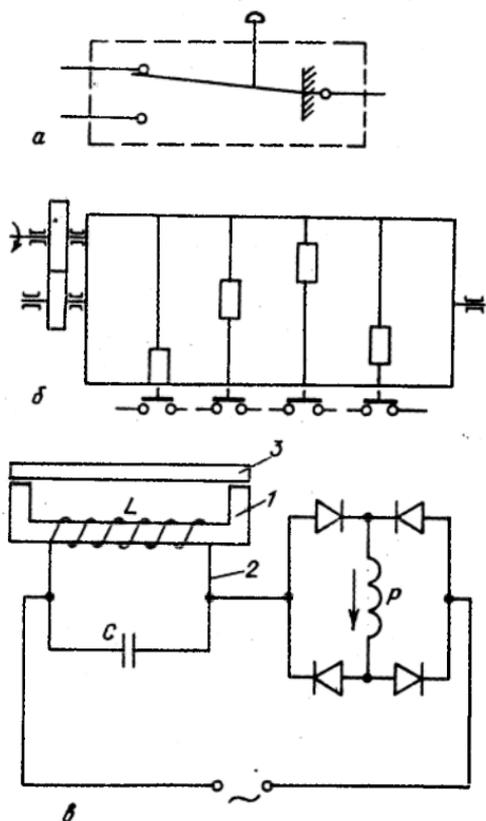
426. Технологический датчик — Технологик датчик. Турли технологик параметрлар: масофа, айланиш частотаси, тезлик, юклама, босим ва шу қабилар таъсирида электр юритманинг автоматик бошқариш системасига сигнал берувчи аппарат Т. д. дейилади.

427. Путьевые датчики — Йўл датчиклари. Иш машинасининг тўғри қизикли ёки буриладиган йўлига ўрнатилган ва унинг берилган технологик талабига мувофиқ ҳаракатланишини автоматик равишда бошқарадиган контактли ёки контактсиз аппарат И. д. дейилади.

428. Путьевой переключатель — Йўл алмашлаб-улагичи. 380 В қучланишда 3А гача бўлган ток занжирларини узиб-улашда қўлланиладиган кичик габаритли энг оддий датчик Й. а. у. дейилади. 194-расм, а да Й. а. у. нинг схемаси кўрсатилган. Иш машинаси ўзининг тўғри қизикли ҳаракати давомида бирор қисми билан Й. а. ў. нинг контактлар системасига таъсир этиб, унинг берк контактини очади, очик контактини беркитади. Натижада электр юритманинг бошқариш занжирига тегишли сигналлар берилади, шу тариқа электр юритмани технологик талабга мувофиқ автоматик равишда бошқаради. Й. а. у. нинг хизмат даври контактларининг $5-10 \cdot 10^6$ марта узибуланиши билан ўлчанади.

429. Барабанный переключатель — Барабанли алмашлаб-улагичи. Айланма ҳаракатли иш машинасининг технологик талабга мувофиқ электр юритма орқали маълум бурчакка бурилишини автоматлаштиришда Б. а. у. дан фойдаланилади. 194-расм, б да Б. а. у. нинг схематик тузилиши кўрсатилган. Унда датчик барабани бирор узатма воситасида иш машинаси томондан ҳаракатга келтирилади ва натижада 1 қулачоклар контактлар системаси 2 га таъсир этиб, электр юритмани бошқариш занжирига тегишли сигнал узатилади. Шу тариқа у автоматик равишда бошқарилади.

430. Индуктивный датчик — Индуктив датчик. Бундай контактсиз датчиклардан лифт ва шунга ўхшаш механизмлар ишини электр юритма билан автоматлаштиришда фойдаланилади. 194-расм, в



194-расм

да И. д. нинг электромагнит релели схемаси кўрсатилган. Лифт тегишли жойга кўтарилганда лифтга ўрнатилган $З$ пўлат ўзак индуктив галтакнинг пўлат ўзагига яқинлашиб, резонанс ходисаси юз беради ва натижада реле P дан минимал ток ўтиб, унинг яқори ўзакдан ажралади. Бунда электр юритманинг бошқариш занжирига тегишли автоматик бошқариш сигнали берилади. И. д. ларнинг фотоэлемент, электрон лампалар асосида тузилган турлари ҳам мавжуд.

431. Индукционный датчик скорости (РКС) — Индукцион тезлик датчиги (РКС). РКС маркали И. т. д. дан максимал, минимал ва ноль кийматли тезликларни ҳамда айланиш йўналишини автоматик равишда назорат қилиш учун фойдаланади. РКС маркали индукцион датчикнинг ишлаш принципи асинхрон моторники сингаридир. У тезлиги назорат қилинадиган мотор валига ўрнатилган. Асинхрон моторни

тескари улаб автоматик тормозлашда ҳам кўпинча РКС индукцион датчикдан фойдаланилади.

432. Поплавковое реле — Калковичли реле. Бундай реледан кўпинча насос станциялари ишини электр юритма орқали автоматлаштиришда фойдаланилади. Насос станцияси минорасидаги сув сатҳи X . р. нинг калковичи билан назорат қилинади. Сув сатҳи ўзгарганда калкович кўтарилиб-тушиб, контактлар системасининг ҳолатини ўзгартиради, шу билан насос моторини автоматик равишда электр тармоғига улаб-узиб туради.

433. Электромагнитные устройства — Электромагнит қурилмалар. Электромагнит чулғамига ток берилиши билан унинг қўзғалувчан якорининг ўзакка тортилишига асосланган қурилмалар Э. қ. дейилади. Бундай қурилмалардан, масалан, ишлов бериладиган деталларни станокка ўрнатиш, металл буюмлар ва қириндиларини кўтариб, тегишли жойларга элтиш каби ишларни автоматлаштиришда фойдаланилади.

434. Электромагнитные муфты — Электромагнит муфталар. Э. м. дан ҳаракатдаги мотор валини автоматик равишда иш машинасининг валига улаб ва ундан ажратиб туриш учун кенг фойдаланилади. Бу эса катта силтаниш моменти $/GD^2/$ га эга бўлган

мотор ротори ёки якорини иш механизмидан ажратиб, уни тез ва силлик тўхтатиш имконини беради. Шу билан бирга, номинал айланиш частотасида ишлаётган мотор валини Э. м. воситасида иш механизми валига улашда электр юритманинг ишга тушириш давомийлиги анча қисқаради. Кичик габаритли, кўп диска-ли Э. м. нинг яратилиши, уларни станокларнинг тезликлар кутисига ўрнатиб, тезликни механик усулда ростлаш ва айланиш йўналишини ўзгартиришни автоматлаштиришга катта имкон туғдирди.

435. Бесконтактные аппараты управления — Контактсиз бошқариш аппаратлари. Реле ва контактордан иборат бошқариш аппаратларининг хизмат даври уларнинг қанчалик тез узиб-улаб турилишига боғлиқ, масалан, хизмат даври 10 млн узиб-уланишдан иборат реле минутига бир марта уланса, 20 йил, секундига бир марта уланганда эса 4 ой ишлай олади холос. Комплекс автоматлаштирилган объектлар, станокларнинг автоматик линиялари ва шу кабиларда уланиш частотаси катта бўлган жуда кўп бошқариш аппаратларидан фойдаланилади. Бунда контактларнинг емирилиши каби камчиликдан холи бўлган контактсиз датчик ва мантикий элементлардан иборат бошқариш аппаратларининг қўлланилиши жуда катта техника-иктисодий аҳамиятга эга. К. б. а. каторига вольт-ампер характеристикаси кескин ўзгарувчи, яъни икки турғун ҳолатга эга бўлган электрон асбоблар, яримўтказгичлар, ферромагнетик ва ферроэлектриклар киради. Бу элементларнинг бир турғун ҳолатдан иккинчи турғун ҳолатга осонгина ўтиши автоматик бошқариш учун зарур сигналларни контактларнинг иштирокисиз ҳосил қилишга имкон беради. К. б. а. кичик габаритли, паст қувланишларда ҳам ишлай оладиган, механик зарбларга чидамли ва юқори фойдали иш коэффициентига эга бўлади. Уларнинг асосий камчилиги — айрим нусхаларининг турли характеристикага эгаллиги ва параметрларининг хароратга боғлиқлигидир.

ХҲІ БҮЛИМ

ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИ АВТОМАТИК БОШҚАРИШ СХЕМАЛАРИ

436. Схемы управления — Бошқариш схемалари. Электр юритма ва иш машинасидан самарали фойдаланиш, меҳнат унумдорлигини ошириш, махсулот таннархини пасайтириш учун электр юритмалардаги ўтиш ва турғун иш режимларини технология талабларига мос равишда оптимал кўрсаткичлар билан жадал ўтишига эришиш зарур. Бу мақсадларга эришиш учун аввало электр юритмаларни автоматлаштириш ва шу асосда технологик жараёнларни такомиллаштириш керак. Электр юритмаларни бундай тарзда бошқариш учун автоматик бошқариш қўлланилади. Э.ю.а.б.с. асосан очик ва берк системали турларга бўлинади. Улар ўз навбатида принципаал ва монтаж, бош ва бошқариш занжир схемаларига ажратилади.

437. Схемы с разомкнутой системой управления — Очик система-ли бошқариш схемалари. Электр юритма занжирининг кириши билан

чикиши орасида тескари боғланиш занжири бўлмаган схемалар О. с. б. с. дейилади. Бунда кириш параметрлари ўзгарса, чикиш параметрлари ҳам ўзгариши мумкин, яъни, масалан, тармоқдаги кучланиш ўзгарса, электр юритманинг айланиш частотаси ҳам ўзгаради ва ҳоказо.

438. Схемы с замкнутой системой управления — Берк системали бошқариш схемалари. Электр юритма занжирининг кириши билан чикиши орасида тескари боғланиш занжири бўлган схемалар Б.с.б.с. дейилади. Бунда кириш параметрларининг ўзгаришида чикиш параметрларнинг ўзгармас ҳолатда сакланиши мумкин.

439. Обратная связь — Тескари боғланиш. Электр юритма системасининг кейинги звеноси (чикиши)дан олинган энергиянинг олдинги звеноси (кириш)дагига таъсир этишини таъминлайдиган занжир Т. б. дейилади. Бундай занжир таъсирига кўра мусбат, манфий, бикр ва эластик Т. б. бўлиши мумкин.

440. Положительная обратная связь — Тескари мусбат боғланиш. Тескари боғланиш сигнали системанинг киришидаги асосий сигналга мос бўлиб умумий сигнални кучайтирса, бундай занжир Т. м. б. дейилади.

441. Отрицательная обратная связь — Тескари манфий боғланиш. Тескари боғланиш сигнали системанинг киришидаги асосий сигналга тескари бўлиб, умумий сигнални сусайтирса, бундай занжир Т. м. б. дейилади.

442. Жесткая обратная связь — Тескари бикр боғланиш. Тескари боғланиш сигнали ростланадиган катталикнинг ўзгаришига пропорционал бўлса, бундай занжир Т. б. б. дейилади.

443. Гибкая обратная связь — Тескари эластик боғланиш. Тескари боғланиш сигнали ростланадиган катталикнинг ўзгариш тезлигига пропорционал бўлса, бундай занжир Т. э. б. дейилади.

444. Построение схем автоматического управления — Автоматик бошқариш схемаларининг тузилиши. Автоматик бошқариш системалари таркибида жуда кўп асбоб ва аппаратлар бўлади. Шу сабабли схема ишини тез ва осон тушуниб, уни тўғри талкин қилиш учун схема элементларига ГОСТ бўйича шартли белгилар қўйилади. Бу белгилар элементларнинг нормал ҳолатларига тааллуқли бўлади. Контактнинг кўзғатиш чулғамига ток берилмагандаги ва демак, бош контактлар очик бўлган ҳслати, унинг нормал ҳолати дейилади. Бир типдаги аппаратларни бир-биридан ажратиш учун улар бир неча бош ҳарфлар билан белгиланади. Бунда биринчи ҳарф аппаратнинг номига тааллуқли бўлса, қолганлари унинг схемадаги вазифасини характерлайди. Агар схемада бир хил элементлар бир хил вазифаларни бажарса, уларнинг ҳарфий белгилари олдида сонлар қўйилади, масалан, 1 кл, 2 кл ва ҳоказо. Схемалардаги аппаратларга тегишли турли элементлар шу аппаратлар белгиси билан ифодаланади.

445. Главная цепь — Бош занжир. Электр моторларининг юклама токи ўтадиган якорь, статор ва ротор чулғами занжирлари Б. з. дейилади. Бу занжир бошқариш занжирга нисбатан йўғонроқ чизик билан кўрсатилади.

446. Цепь управления — Бошқариш занжири. Электр юритманинг бошқариш, сигнализация, назорат ва химоя аппаратларидаги элементлар уланган занжирлар Б. з. дейилади.

447. Главные контакты — Бош контактлар. Бошқариш аппаратларидаги бош занжирнинг юклама тоқларига мўлжалланган контактлар Б.к. дейилади. Б. к. электр юритмаларнинг бош занжирларини электр тармоғига улаб-узиб туради.

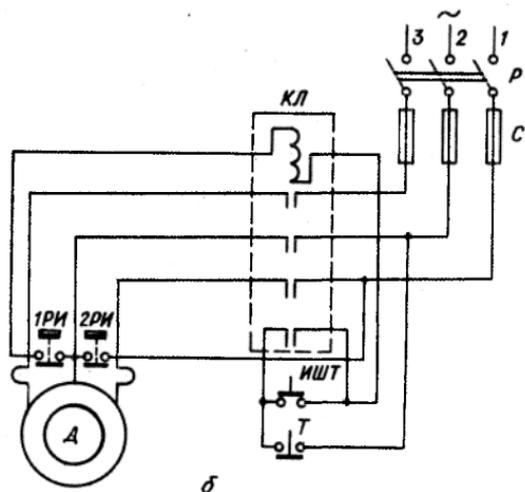
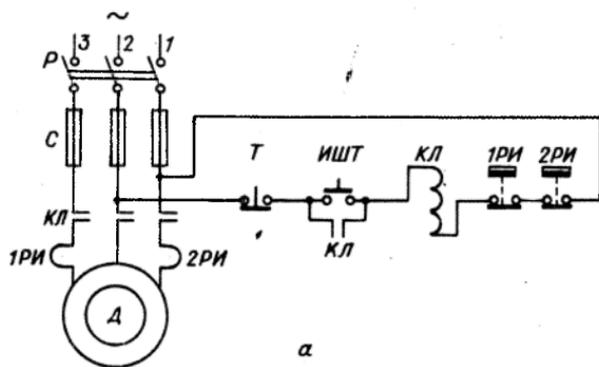
448. Блок контакты — Блок контактлар. Бошқариш аппаратларидаги бошқариш занжирларининг кичик тоқларига мўлжалланган контактлар Б. к. дейилади.

449. Блокировка — Блокировка (лаш). Бирор электромеханик ёки механик куч таъсирида ҳаракатга келиб, бошқариш аппарат контактларини (шунингдек, темир йўл изларини) маълум тартибда туташтириш ёки ажратиш Б. дейилади. Магнитли ишга туширгич каби бошқариш аппаратларидаги блок контактлар электр блокировка вазифасини ўтайди. Магнитли реверсив ишга туширгичларда механик блокировка ҳам қўлланилади.

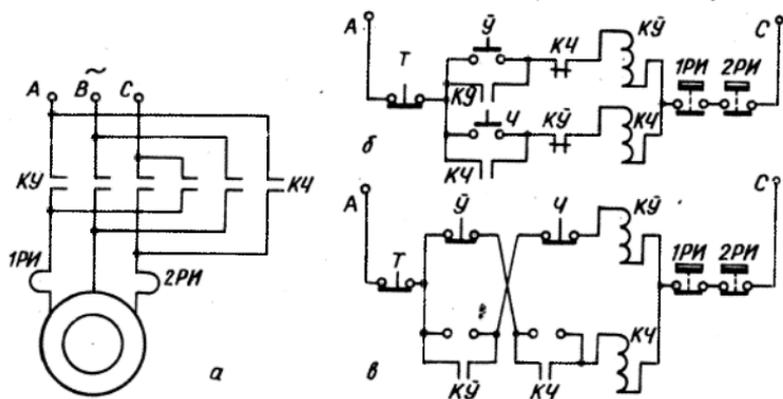
450. Принципиальная схема — Принципиал схема. Схема аппаратларининг қандай тартибда уланганлигини ва схемада тасвирланган тузилманинг ишлаш принципини яққол кўрсатувчи схема П. с. дейилади. П. с. да ундаги элементларнинг ҳақиқатда қандай жойлашганлиги ҳисобга олинмайди.

451. Монтажная схема — Монтаж схемаси. Бирор тузилма, аппарат ва шу қабиларнинг элементлари қандай тартибда ўрнатилиши кўрсатилган схема М. с. дейилади. Бундай схемалардан уларда тасвирланган аппаратларни монтаж қилишда фойдаланилади.

452. Схемы автоматического управления — Автоматик бошқариш схемалари. 195-расм, *а* да бир томонга айланиб ишлайдиган (нореверсив) асинхрон моторни автоматик бошқариш системасининг принципиал схемаси ва *б* да монтаж схемаси кўрсатилган. Унда ишга тушириш кадамаси (кнопка) ИШТ (пуск) босилса, магнитли ишга туширгичнинг КЛ (линия контактори) чулғамига ток берилиб, унинг бош ва бошқариш занжирларидаги очик КЛ контактлари қўшилади. Натижада статор чулғами КЛ контактлари орқали электр тармоғига уланиб, асинхрон мотор ишга тушади. Қадама бўшатилагач, унинг контактлари пружина таъсирида яна очик ҳолатга тўғри келади. Аммо бу контактлар блок контакт КЛ билан туташтирилгани сабабли линия контакторининг КЛ чулғами электр тармоғига уланганича қолади, мотор ишлашда давом этади. Моторни тўхтатиш учун Т кадамани босиш кифоя. Бунда контакторнинг КЛ чулғами тоқсиз қолиб, унинг яқори ўзакдан ажралади. Натижада контактлар дастлабки очик ҳолатига келиб, мотор электр тармоғидан узилади. Бу схемада қўлланилган 1 РИ, 2 РИ иссиқлик релелари воситасида мотор ўтаюқланиш хавфидан ҳам сақланади. 196-расм, *а*, *б*, ва *в* да реверсив асинхрон моторнинг очик системали автоматик бошқариш схемаси кўрсатилган. Унда ўнг (қў) ва чап (қч) контакторларидан иборат реверсив магнитли ишга туширгичдан фойдаланилади. Бундай магнитли ишга туширгичларда электр ва механик блокировкалар туфайли ўнг ва чап контакторларнинг бир вақтда уланишига йўл қўйилмайди. Шу билан бош занжирда қисқа туташув хавфи



195-р а с м



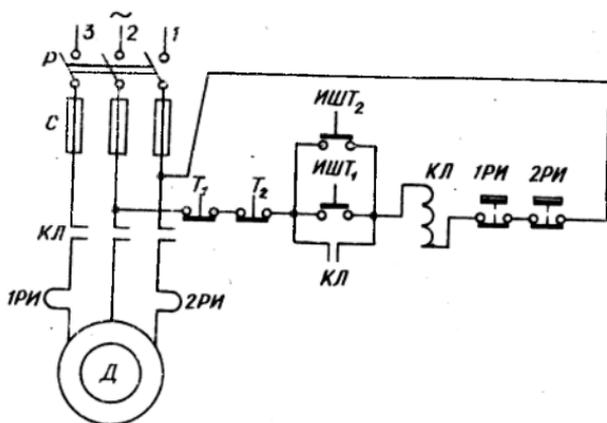
196-р а с м

бартараф қилинади. 196-расм, б даги бошқариш схемасида бирор томонга айланаётган моторни тескари томонга айлантириш учун уни аввал тўхтатиш, сўнгра тескари томон қадамасини босиш керак бўлади. 196-расм, в да эса моторни тўхтатмай туриб, уни реверслаш схемаси кўрсатилган. Агар реверсив магнитли ишга туширгичда факат механик блокировка қўлланилган бўлса, бу ҳолда ҳам ишлаб турган моторни тескари томонга айлантириш учун уни аввал тўхтатиш керак бўлади.

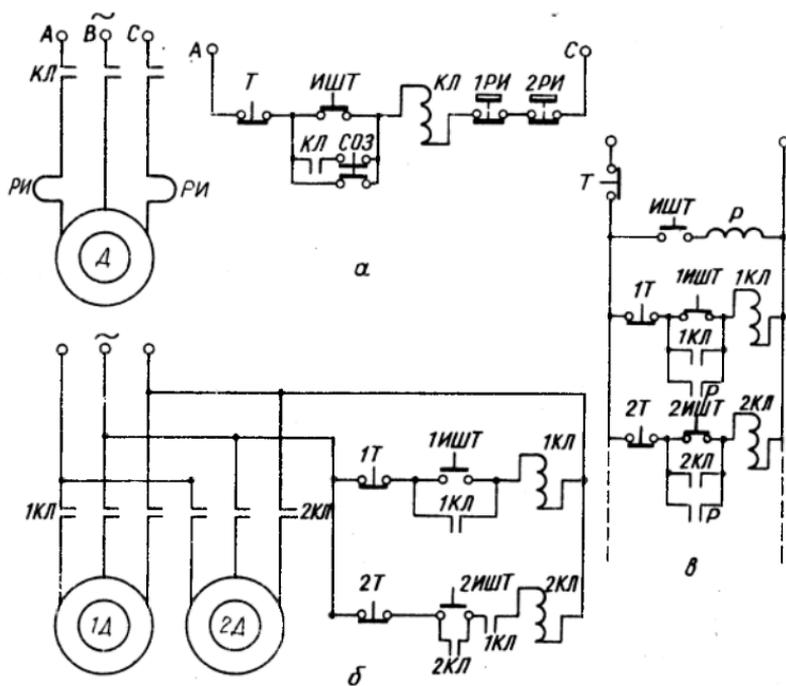
453. Дистанционное управление — Дистанцион (масофадан) бошқариш. Электр юритмани Д. б. учун турли жойларга ўрнатилган ишга тушириш кадамаларини ўзаро параллел улаш, тўхтатиш кадамаларини эса кетма-кет улаш кифоя (197-расм).

454. Блокировочные связи — Блокировка боғланишлари. Электр юритмаларнинг автоматик бошқариш схемаларида қўлланилган Б. б. дан иш машиналарини турли режимларда ишлатиш ҳамда станокларнинг поток линияларида уларнинг турли механизмлари ҳаракатини ўзаро мослаш учун фойдаланилади. 198-расм, а да кўрсатилган бошқариш занжиридаги ИШТ қадамасидан давомли иш режимида, сошлаш («соз») қадамасидан эса қиска муддатли иш режимида фойдаланилади. 198-расм, б да моторларнинг блокировка боғланишли бошқариш схемаси кўрсатилган. Унда иккинчи 2Д моторни ишга тушириш учун биринчи 1Д моторнинг ишга туширилган бўлиши кераклиги кўрсатилган. 198-расм, в да бир неча моторни биргаликда ва алоҳида-алоҳида бошқариш схемаси кўрсатилган. Бундай схемада контакторлар билан биргаликда электромагнит Р реле ҳам ишлатилади. Автоматик бошқариш схемаларида Б. б. нинг юқорида келтирилган турларидан бошқа турлари ҳам учрайди.

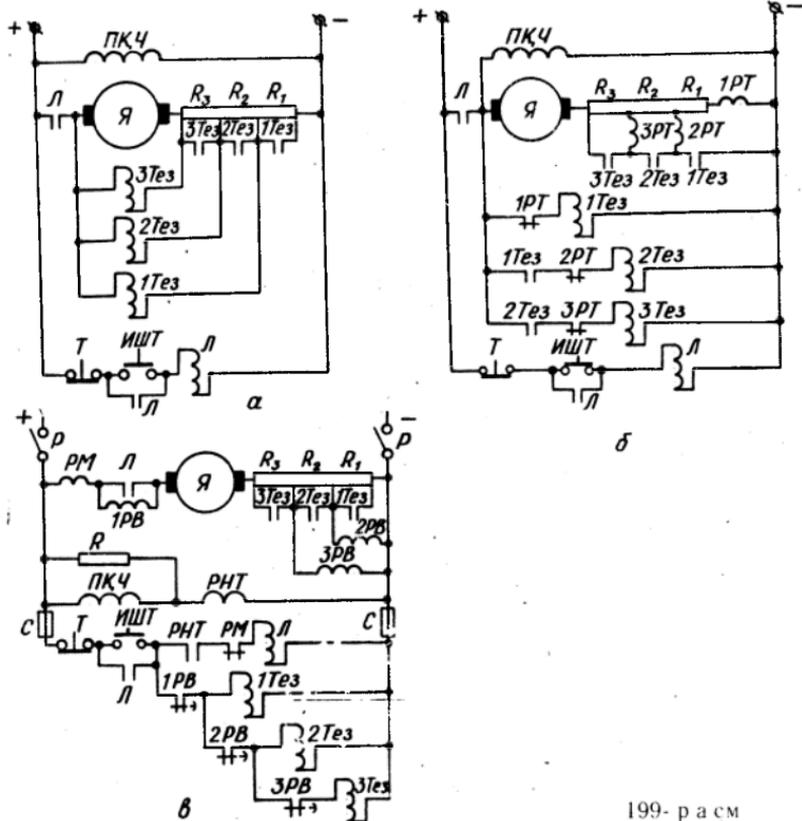
455. Автоматическое управление пуском электродвигателя — Электр моторни ишга туширишни автоматик бошқариш. Электр моторларни реостат орқали ишга туширишда унинг давомийлиги $t_{шт}$, занжирдаги ток $I_{шт}$ ва айланиш частотаси n нинг ўзгариши сабабли бу жараёни $t_{шт}$, $I_{шт}$ ва n бўйича автоматлаштириш мумкин. Бунда айланиш частотаси ўрнига кўпинча унга мутаносиб бўлган ЭЮК дан фойдаланилади. Хусусан, параллел кўзғатишли моторни уч поғонали реостат орқали ишга тушириш ЭЮК бўйича қуйидагича автоматлаштирилади (200-расм, а): якорь занжирига реостатнинг тўла қаршилиги киритилган ҳолда ИШТ қадамасини босиб мотор айлантирилади. Айланиш частотаси n_1 гача ортиб бориши билан ток ва айлантирувчи момент камайиб бориб, ток ўзининг минимуми $I_{мин} = I_n$ га тенглашганда $U_1 = c_E n_1 + I_{мин} (R_n + R_3 + R_2)$ га созланган 1 тез контактори ўз якорини тортиб олади ва натижада реостатнинг биринчи поғона қаршилиги шунтланади (якорь занжирдан чиқарилади). Бунда ток ва айлантирувчи момент яна ўзининг дастлабки $M_{макс} = 2M_n$ қийматигача кўпайиб, моторнинг айланиш частотаси тезлашади. Айланиш частотаси n_2 га етганда, $U_2 = c_E n_2 + I_{мин} (R_n + R_3)$ га созланган 2 тез контактори ишга тушиб, иккинчи поғона қаршилигини шунтлайди ва ҳоказо. Шунинг снгар, ишга туширишнинг ток бўйича автоматлаштиришда ток релесидан, вақт бўйича автоматлаштиришда вақт релесидан фойдаланилади.



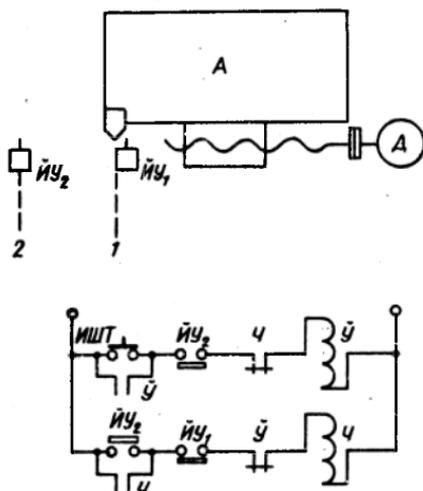
197-р а с м



198-р а с м



199-р а с м



200-р а с м

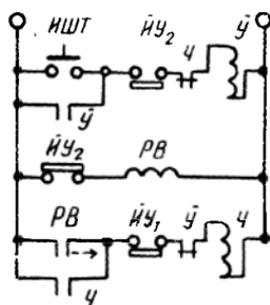
200-расм, *a* да параллел кўзғатишли моторни ишга туширишни ЭЮК бўйича, *б* да ток бўйича ва *в* да вақт бўйича автоматлаштириш схемалари кўрсатилган. Вақт бўйича автоматлаштириш қатор афзалликларга эга. Унда электр тармоғидаги кучланиш реле чулғами харорати ва юклама токининг ўзгаришлари схема ишга таъсир қилмайди. Бундан ташқари, турли кувватдаги моторлар учун ҳам бир хил вақт релесидан фойдаланиш мумкин. Шу сабабли бу усулдан кенг фойдаланилади.

456. Комплексная автоматизация технологических процессов — Технологик жараёнларни комплекс автоматлаштириш. Мураккаб машина агрегатлари, поток линиялари ва шу кабиларнинг иш унумдорлигини кўтариш учун уларни аввало комплекс равишда автоматлаштириш керак. Т. ж. к. а. деб асосий иш жараёни билан биргаликда ёрдамчи амалларни ҳам автоматлаштиришга айтилади. Бунда ёрдамчи амалларни автоматлаштириш учун электр юритма ва турли датчиклардан фойдаланилади.

457. Автоматизация в функции пути — Йўл бўйича автоматлаштириш. Технологик жараёнларни электр юритма воситасида комплекс автоматлаштиришда кўпинча йўл датчик (алмашлаб-улагич)дан фойдаланилади. 200-расмда $ЙУ_1$ ва $ЙУ_2$ йўл датчиклари билан иш машинасининг А элементини 1 ҳолатдан 2 ҳолатга илгариланма ҳаракатини ва сўнгра 2 ҳолатдан 1 ҳолатга қайтишини автоматлаштириш кўрсатилган. Бунинг учун ИШТ кадамасини босиш кифоя. А элементнинг илгариланма-қайтма ҳаракати автоматик равишда такрорланиб туриши учун $ЙУ_1$ датчикни туташтирувчи контакти билан ИШТ кадамасини шунтлаш керак.

458. Автоматизация в функции времени —

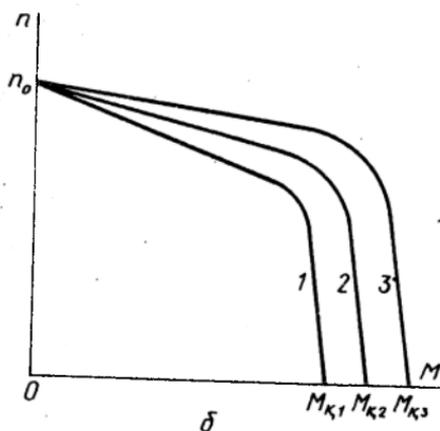
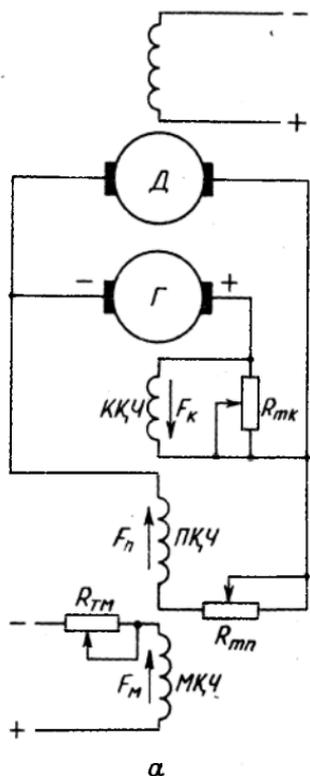
Вақт бўйича автоматлаштириш. Технологик жараён мураккаброк бўлса, уни автоматлаштиришда йўл датчиклар билан биргаликда вақт релеларидан фойдаланилади. 201-расмда механизм ҳаракати циклини йўл датчиги ва вақт релесидан фойдаланиб автоматлаштириш кўрсатилган. Унда ИШТ кадамаси босилгач, А элементнинг 1-ҳолатдан 2-ҳолатга илгариланма ҳаракати ва вақт релеси билан белгиланган фурсатдан сўнг унинг яна 1-ҳолатга (200-расм) қайтиб келишини автоматлаштириш схемаси кўрсатилган.



201-расм

459. Автоматизация в функции нагрузки — Юклама бўйича автоматлаштириш. 202-расмда юклама бўйича автоматлаштириш схемаси келтирилган. Унда станок поперечинасининг юқорига-пастга юриши ва тўхташи учун сигнал берилишида поперечинанинг бўшатилиши ва станок устунига маҳкамланиши кўзда тутилган. Бундай ҳолларда ток релеси (*РТ*) билан биргаликда йўл датчикларидан ҳам фойдаланилади.

460. Автоматизация в функции частоты вращения — Айланиш частотаси бўйича автоматлаштириш. Иш машинасининг ҳаракатланувчи органларини аниқ тўхтатишда уларнинг дастлабки айланиш частотаси пасайтирилади. 203-расмда технологик жараён тугаши



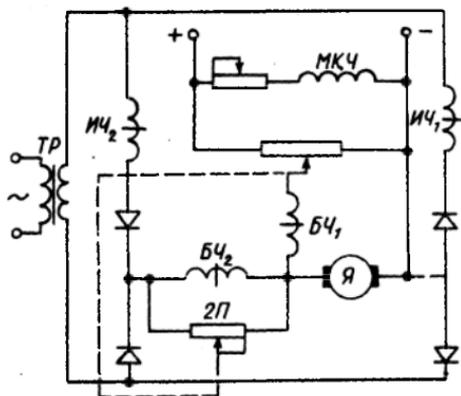
204-расм

типтаги датчик ва бошқариш аппаратлари ва улар асосида тузилган блокировка схемаларидан фойдаланиб амалга оширилади.

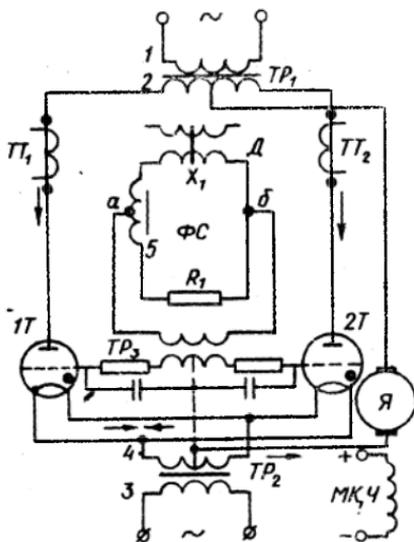
462. Трехобмоточный генератор — двигатель — Уч чулғамли генератор — мотор. 204-расмда У.ч.г. — м. дан иборат берк автоматик бошқариш системасининг схемаси кўрсатилган. Экскаватор ва шунга ўхшаш машиналарнинг баъзи механизмларида тез-тез ўтаюкланиш ҳоллари юз бериб туради. Бундай ҳолларда юклама юритмани тўхтатиб кўярли даражада кўпайиб кетиши (яъни қисқа туташув рўй бериши) ҳам мумкин. Қисқа туташув токи I_k ва қисқа туташув моменти M_k коммутация талабидан, яъни $I_k = (2 \div 2,5) I_n$; $M_k = (2 \div 2,5) M_n$ дан ошмаслиги учун механик тавсифи кескин буриладиган (экскаватор типли деб номланган) кўринишли юритмадан фойдаланилади (204-расм). Моторнинг бундай механик характеристикага эга бўлиши учун уни таъминловчи ток манбаининг ташки тавсифи ҳам кескин буриладиган бўлиши керак. Бунинг учун тесқари боғланиш занжирига эга уч чулғамли генератордан фойдаланиш мумкин. Бунда агар уч чулғамли генераторнинг параллел кўзғатишли чулғами МЮК ларидан унинг кучланиши бўйича мусбат тесқари боғланиш, кетма-кет кўзғатишли чулғами МЮК ларидан эса генератор токи бўйича манфий тесқари боғланиш занжирлари

тузилса, МЮКларнинг умумий F_{Σ} киймати $F_{\Sigma} = F_n + F_m - F_k$ га тенг бўлиб, генератор кескин бурилувчи ташки тавсифга эга бўлади. Бу ерда F_n , F_m , F_k — генераторнинг параллел (ПКЧ), мустикал (МКЧ) ва кетма-кет (ККЧ) қўзғатиш чулғамлари (КЧ) токидан ҳосил бўлган МЮК лар.

463. Магнитный усилитель-двигатель — Магнит кучайтиргич-мотор. Магнит кучайтиргичдан яримўтказгичли тўғрилагич билан биргаликда ростланувчи кучланишли ўзгармас ток манбаи сифатида фойдаланиш мумкин. 205-расмда магнит кучайтиргич-мотордан иборат берк автоматик бошқариш системасининг схемаси кўрсатилган. Унда u_{c1} , u_{c2} — магнит кучайтиргичнинг иш чулғами қисмлари (бу схемада БЧ₁ — кучланиш бўйича тескари боғланиш ва бошқарувчи занжир, БЧ₂ эса мотор токи бўйича тескари боғланиш занжири вазифаларини ўтайди). Бундай система билан электр юритманинг айланиш частотасини 10—12 диапазонда ростлаш ва берилган айланиш частотасини ўзгартирмай сақлаш мумкин. Магнит кучайтиргичнинг бошқариш чулғамига айланиш частотаси бўйича тескари боғланиш занжири мотор валига ўрнатилган тахогенератор орқали берилса, айланиш частотасини ростлаш диапазонини 100 гача ошириш мумкин.



205-расм

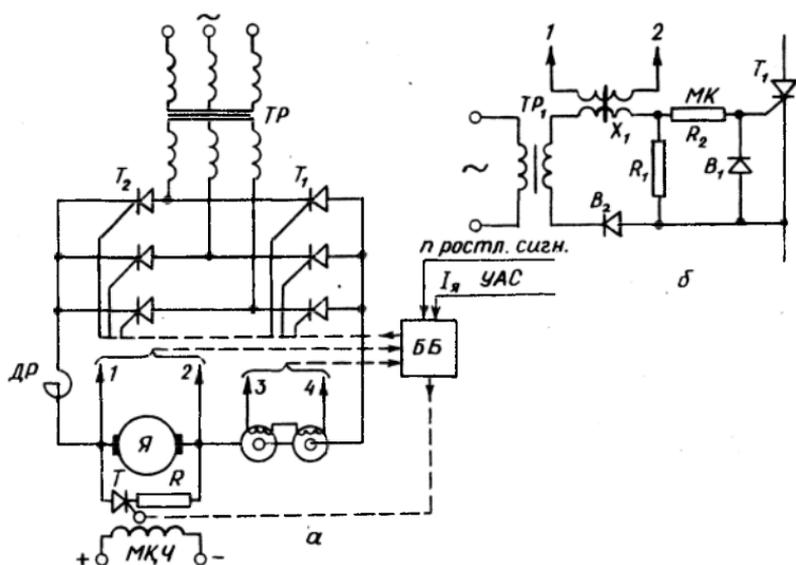


206-расм

464. Система элир — Элир системаси. 206-расмда айланиш частотаси электрон ва ион асбоблар воситасида ростланадиган электр юритма берк автоматик бошқариш системасининг схемаси кўрсатилган. Унда моторга бериладиган ростланувчан кучланиш 1Т ва 2Т тиратронли схеманинг диагоналидан олинади. Бу кучланиш тиратронлар тўрига индуктив қаршилиги ўзгарадиган статик фаза силжитгич ФС орқали бериладиган потенциал киймати ва фазасини ўзгартириш йўли билан ростланади. Фаза силжитгичдаги индуктив қаршилиқни ўзгартириш учун дроссель Д нинг иш чулғамидан

фойдаланилади. Бундай системанинг техника-иктисодий кўрсаткичлари анча паст. Шу сабабли ундан кам фойдаланилади.

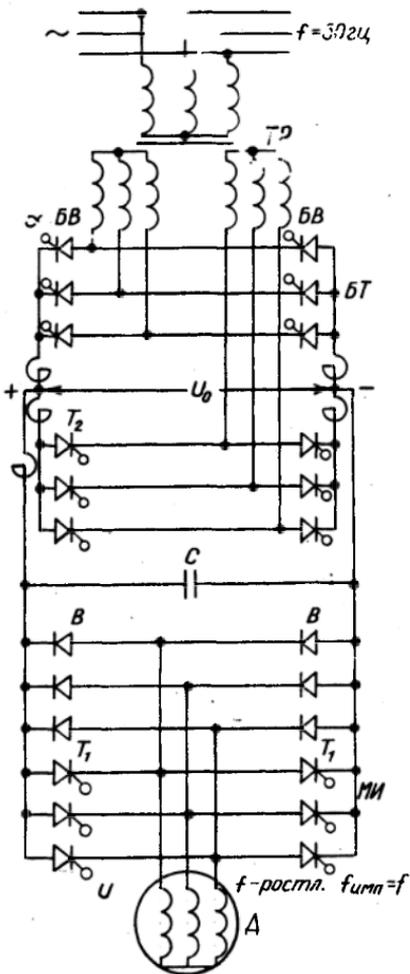
465. Система тиристор-двигатель — Тиристор-мотор системаси. 207-расмда Т-м.с. нинг берк автоматик бошқариш схемаси кўрсатилган. Бунда якорь токи бўйича олинган манфий ва кечиктирилган тескари боғланиш занжири бўлгани сабабли ишга тушириш токи берилган қийматда сақланади, ишга тушириш жараёни тез ўтади. Бундай тескари боғланиш учун магнит кучайтиргичнинг бошқариш чулғами (1—2) ва стабилитрон (3—4) дан олинган сигналлар бошқариш блоки (ББ) га берилади. Т-м.с. туфайли электр юритмани ишга тушириш, айланиш частотасини ростлаш ва электродинамик усулда тормозлаб тўхтатиш каби жараёнлар контактсиз усулда



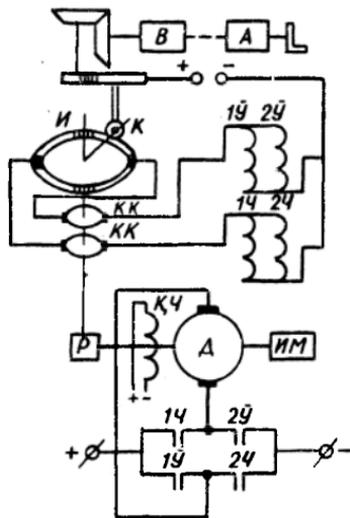
207-расм

бошқарилади. 207-расм, б да бирор фазадаги тиристорнинг очилиш бурчагини бошқарувчи фаза силжитгич схемаси кўрсатилган.

466. Система преобразователь частоты-двигатель — Частота ўзгартгич мотор системаси. 208-расмда тиристорли частота ўзгартгич асинхрон мотор системасининг бош занжир схемаси кўрсатилган. Ч.ў.м.с. воситасида моторни ишга тушириш, реверслаш, айланиш частотасини ростлаш ва генератор режимида тормозлаб секинлаштириш (энергияни рекуперациялаш) жараёнлари контактсиз усулда бошқарилади. Бунинг учун электр тармогидаги $f=50$ Гц ли кучланиш аввало бошқарилувчи тўғрилагич ТБ оркали тўғриланган ва ростланадиган V_0 кучланишга айлантирилади. Бу V_0 кучланиши мустақил инвертор (МИ) воситасида ростланувчи частотали уч фазали кучланишга айлантирилиб, асинхрон моторга берилади. Ростланувчи частотанинг қиймати МИ даги тиристорларнинг



208-расм

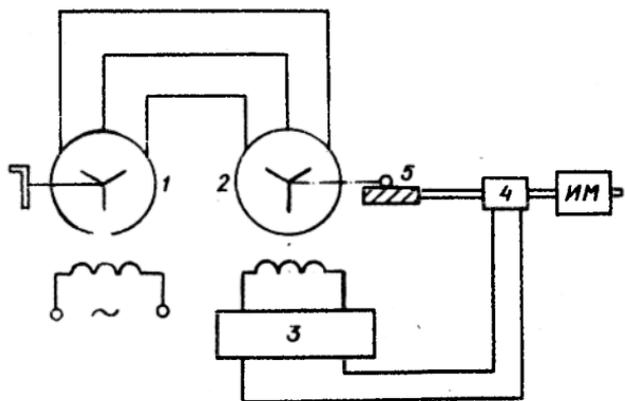


209-расм

бошқариш электродларига бериладиган мусбат сигналлар частотаси билан белгиланади.

467. Следящий электропривод — Таклидий электр юритма. Кичик қувватли ўлчаш органига берилган механик ҳаракатга таклидан уни такрорлайдиган катта қувватли электр юритма Т.э.ю. дейилади. Т.э.ю. асосан буйруқ берадиган датчик ва уни қабул қилиб, такрорлайдиган приёмник элементларидан иборат бўлади. Копирлаш станокларидаги кескични модель профилига ёки чизмадаги чизикларга қараб, радиоло-

кациядаги антеннани ёки астрономик қурилмалардаги телескопни осмондаги объектларга қараб ҳаракатлантиришда Т.э.ю. системасидан кенг фойдаланилади. Т.э.ю. ларни ўз-ўзидан ва ташқи тесқари боғланишлар асосида синхронланувчи юритмаларга бўлиш мумкин. Ўз-ўзидан синхронланувчи Т.э.ю. дан механик боғланмаган бир неча вални синхрон равишда айлантириш ёки буришда фойдаланилади. Бундай юритмалар асосан сельсин датчик ва сельсин приёмниклардан иборат бўлади. Ташқи тесқари боғланиш асосида синхронланувчи Т.э.ю. лар ўз навбатида узлукли ва узлуксиз турларга бўлинади. Узлукли Т.э.ю. да датчик ўқи билан приёмник ўқи орасидаги бурчак айирмаси маълум қийматга эришгандагина приёмник ўқининг айланишига сигнал берилади. Бунда буйруқ сигнали канча тез берилмасин, у бир хил (ўзгармас) тезликда такрорланади. 209-расм-

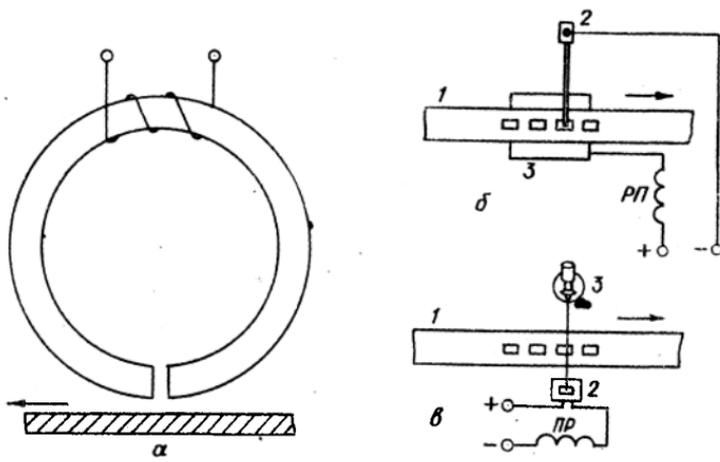


210-расм

да узлукли Т.э.ю. нинг схемаси кўрсатилган. Узлукли Т.э.ю. нинг асосий камчилиги унинг етарлича аниқ ишламаслигидир. 210-расмда узлуксиз Т.э.ю. схемаси кўрсатилган. Бундай юритмалар узлуклига нисбатан анча мураккаб бўлса ҳам уларда буйрук аниқроқ ва турли синхрон тезликлар билан такрорланади.

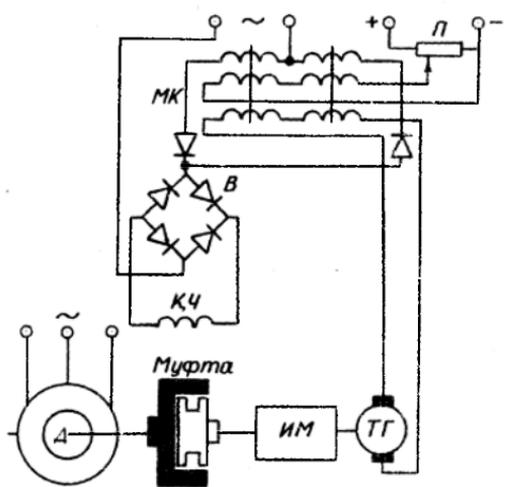
468. Электропривод с программным управлением — Дастур билан бошқариладиган электр юритма. Д.б.б.э.ю. да ростланувчи параметрнинг ўзгариш қонуни дастур тарикасида берилади. Бундай юритмаларда бир технологиядан бошқа технологияга ўтиш учун янги дастур киритиш кифоя. Дастур тузишда иккилик санок системасидаги ноль ва бир (0,1) рақамларидан фойдаланиш электр юритмани икки тургун ҳолатли контактсиз аппаратлар билан бошқаришга имкон беради. Бундай дастурларни тузиш анча мураккаб ва кўп вақт талаб қилса ҳам, тайёр дастурларни, масалан, станокка киритиб, унинг электр юритмасини автоматик бошқариш катта қулайликлар беради. Д.б.б.э.ю. га бериладиган буйруқлар (дастур) перфокарта ёки магнит ленталарига код равишда ёзиб олинади. Перфокартада I рақам-тешик билан, 0 рақам-тешик йўқ бўлакчалар билан, перфолентада эса улар магнит изи бор ва йўқ бўлакчалар билан кодланади. Ана шу перфокарта ёки магнит ленталарига код равишда ёзилган буйруқлардан иборат дастур асосида электр юритма автоматик бошқарилади.

469. Считывающие устройства — Ўқиш тузилмалари. Дастурга ёзилган кодни ўқиш (расшифровка қилиш) учун ўқиш тузилмаларидан фойдаланилади. 211-расм, а да магнит лентага ёзилган кодни электр сигналига айлантирувчи ўқиш тузилмаси кўрсатилган. Унда очик пўлат ўзак ва унга ўралган чулгамдан иборат магнит каллак воситасида магнит лентасидаги кодни ўқиш учун уни шу магнит каллак яқинидан бирор тезликда ўтказиш кифоя. 211-расм, б да перфокартага ёзилган кодни электромеханик тузилма воситасида, в да эса фотоэлектр системали ўқиш тузилмалари кўрсатилган. Фотоэлектр системада перфокарта тешиқларидан ўтадиган нур фофокаршилиқнинг қийматини кескин камайтиради, натижада $P_{релесидан}$ унинг ишга тушиши учун етарли электр токи ўтади.



211-расм

470. Электропривод с муфтой скольжения — Сирпаниш муфтали электр юритма. Мотор валидаги харакатни иш машинаси валига ўтказувчи тузилма муфта дейилади. Муфтalar мотор вали билан иш машинаси валини бирлаштириш ва ажратиш жараёнини масофадан бошқариш, мотор роторини ишга туширишдаги инерция моментини иш машинасига ўтказмаслик, иш машинасига бериладиган айлантирувчи момент кийматини чеклаш, мотор валининг айланиш частотаси ўзгармас бўлгани холда, иш машинаси валининг айланиш частотасини талаб этилганича ростлаш каби мураккаб вазифаларни бажаради. Бу вазифаларни хатто электромагнит муфталари ҳам тўла бажара олмайди. Бунда индукторли сирпаниш муфтасидан фойдаланилади. 212-расмда С.м.э.ю. системасининг схемаси кўрсатилган. Муфта концентрик жойлашган иккита айланувчи қисмдан иборат бўлиб, ташқи якорь қисми пўлат цилиндрдан иборат, ички қисмига эса индуктор ўрнатилди. Индукторнинг кўзгатиш чулғамига ўзгармас ток берилди. Одатда муфта якори ростланмайдиган частотали асинхрон ёки синхрон мотор билан айлантирилади, индуктор эса иш машинаси валига ўрнатилди ва якордан 1 мм ҳаво оралиғида жойланади. Индукторга ток бериш ва унинг кийматини ростлаш билан электр юритма айланиш частотасини 50:1 диапазонда ростлаш мумкин.



212-расм

ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ ВА УНИНГ СИСТЕМАЛАРИ

471. Электроснабжение — Электр таъминоти. Халқ хўжалигининг барча соҳаларини — саноат, қишлоқ хўжалиги, транспорт, шаҳар хўжалиги ва бошқаларни электр энергияси билан таъминлаш Э. т. дейилади. Э. т. системасига энергия манбалари, кучайтирувчи ва пасайтирувчи подстанциялар, электр узатиш ва тақсимлаш линиялари, электр тармоқлари ва бошқа ёрдамчи қурилмалар қиради.

472. Источники электрической энергии — Электр энергия манбалари. Электр энергиясини асосан электр станцияларида ўрнатилган уч фазали синхрон генераторлар ишлаб чиқаради.

472'. Электростанция — Электр станция. Электр энергиясини ҳосил қиладиган агрегатлар, ускуна ва аппаратлар ҳамда улар ўрнатиладиган бино ва бошқа ёрдамчи қурилмалардан иборат иншоот Э.с. дейилади. Э.с. энергия манбаига кўра ТЭС, ТЭЦ, ГЭС, ГАЭС, АЭС ва бошқа турларга ажратилади.

473. Тепловая электростанция (ТЭС) — Иссиқлик электр станцияси (ТЭС). Каттик, суюқ ёки газ ҳолатдаги органик ёқилғиларнинг иссиқлик энергиясини электр энергиясига айлантириб берадиган станция И.э.с. (ТЭС) дейилади. Электр энергиясининг кўпчилик қисми ТЭСларда ишлаб чиқарилади. Генераторларни айлантирувчи бирламчи моторлар турига кўра, ТЭС лар буғ турбинали, газ турбинали ва дизель электр станцияларига бўлинади.

474. Паротурбинная конденсационная электростанция (КЭС) — Буғ турбинали конденсацион электр станция (КЭС). КЭС нинг асосий энергетик агрегатлари каторига сув ёки буғ оқими ҳосил қиладиган трубалар батареясидан иборат қозон қурилмаси, буғ турбиналар ва турбогенераторлар қиради. КЭС ларда ёқилғининг иссиқлик энергияси қозон системасида сувни юқори босимли буғга айлантиради. Бу буғ босими таъсирида турбина паррақлари генераторларни ҳаракатга келтиради, ва натижада иссиқлик энергияси турбинада механик энергияга, генераторда эса электр энергиясига айлантирилади. Турбина паррақларидан ўтган буғ совиткичлар воситасида сувга айлантирилиб, насос орқали яна иситкичга (қозон системасига) юборилади. КЭС ларни ишга тушириш давомийлиги 3—6 соат, фойдали иш коэффициентини $\eta = 32... 40\%$ бўлади.

475. Тепловая электроцентраль (ТЭЦ) — Иссиқлик электр центри (ТЭЦ). Бундай станциянинг турбиналарини ҳаракатлантиришда ишлатилган буғнинг бир қисми совитилиб, яна қозон агрегатининг иситиш системасига юборилади, қолган қисми эса, саноат корхоналари эҳтиёжларига ҳамда тураржойларни иситишга сарфланади. Натижада, ТЭЦ нинг фойдали иш коэффициентини КЭС га нисбатан юқори, $\eta = 60—70\%$ бўлади.

476. Газотурбинная электростанция — Газ турбинали электр станция. Бундай станцияларда махсус ёқилғининг ёнишидан ҳосил бўлган газ маҳсулоти билан ҳаво аралашмаси биргаликда турбинани

айлантиради, шу сабабли бундай станциялар Г.т.э.с. дейилади. Газ турбинали агрегатлар 25...100 мВт қувватларда чиқарилади. Улардан энергосистемадаги юкларнинг максимумида ёки авария ҳолларида дарҳол ишга тушириладиган резерв агрегатлар сифатида фойдаланилади.

477. Дизельная электростанция — Дизель электр станцияси. Бирламчи мотор сифатида дизель мотор ишлатилган станциялар Д.э.с. дейилади. Стационар Д.э.с. ларда қуввати 110—750 мВт бўлган тўрт тактли дизель агрегатлардан фойдаланилади. Энергопоездларда қуввати 10 мВт гача бўлган стационар типли Д.э.с. ишлатилади. Автомобиль ёки темир йўл платформасига ўрнатиладиган кўчма Д.э.с. да эса 25—150 кВт ли агрегатлар қўлланилади. Д.э.с. кўпинча кишлок, ўрмон хўжалиги ва кидирув партияларида асосий ёки резерв станция сифатида ишлатилади, дизель электровоз ва дизель-электроходларда эса ундан асосий энергетик қурилма сифатида фойдаланилади.

478. Гидроэлектрическая станция (ГЭС) — Гидроэлектр станция (ГЭС). Сув оқими энергиясини электр энергияга айлантирадиган станция ГЭС дейилади. ГЭС таркибига гидротурбина ва гидрогенератордан ташқари тўғон ва бошқа гидротехник иншоотлар ҳам қиради. Сувдан фойдаланиш схемаси ва сув босимини ҳосил қилиш усулига кўра ГЭС лар ўзанли, тўғонли, деривацион ва гидроаккумуляцияловчи станцияларга бўлинади. ГЭС ларнинг сига тушириш давомийлиги 1—5 минут, фойдали иш коэффициентини $\eta = 85—87\%$ бўлади.

479. Приплотинная и руслевая ГЭС — Тўғонли ва ўзанли ГЭС. Бундай ГЭСлар текисликда оқадиган серсув дарёларда ёки тоғдан оқиб тушадиган дарёларда қурилади. Бу икки хил ГЭС да ҳам сувнинг босимини ҳосил қилиш учун унинг сатҳи тўғон воситасида кўтарилади. ГЭС ларда электр станция биноси тўғон иншоотининг бир қисмини ташкил қилади.

480. Деривационная ГЭС — Деривацияли ГЭС. Дарё ўзанидан ажратиб чиқарилган маълум қияликдаги канал, трубалар ёки тоннелга қурилган станция Д. ГЭС дейилади. Д. ГЭС асосан ўзани катта қияликка эга бўлган дарёларда қурилади.

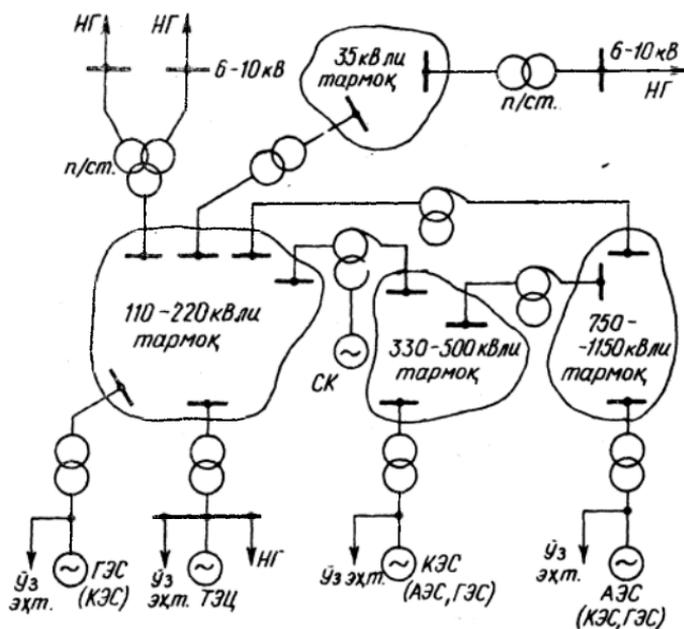
481. Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС) — Гидроаккумуляцияловчи электр станция (ГАЭС). ГАЭС икки режимда ишлайди: 1. Электр энергиясига эҳтиёж кам бўлган вақтларда, масалан, тунги пайтда, унинг насос режимида ишлайдиган агрегатлари бошқа электр станциялардан энергия олиб, пастки омбордаги сувни юқоридаги омборга чиқаради, бунда ГАЭС нинг генераторлари мотор вазифасида, турбиналари эса насос бўлиб ишлайди, бу вақтда омборда сув йиғилади (аккумуляцияланади). 2. Электр энергиясига эҳтиёж энг катта бўлган пайтларда ГАЭС электр станция режимида ишлайди ва унда ишлаб чиқарилган электр энергия энергосистемага узатилади (генерациялаш режими). Бундай электр станцияларининг фойдали иш коэффициентини $\eta = 70—75\%$ бўлади.

482. Атомная электростанция (АЭС) — Атом электр станцияси (АЭС). Атом энергиясини электр энергиясига айлантирадиган электр станция АЭС дейилади. АЭС ларда радиоактив элементлар ядросининг атом реакторида парчаланиши натижасида ҳосил бўлган

иссиклик энергиясида турбоагрегатларни харакатга келтирувчи буг хосил килнади. АЭС ларнинг ишга тушириш давомийлиги 3—6 соат, фойдали иш коэффициенти $\eta = 35 \dots 38 \%$ бўлади.

483. **Государственная районная электростанция (ГРЭС) — Давлат район электр станцияси (ГРЭС).** Энергия манбалари яқинида қурилган катта қувватли КЭС ва ГЭС лар ГРЭС дейилади. ГРЭС лар мамлакатнинг кўпгина районларидаги электр истеъмолчиларини энергия билан таъминлайди. Шу сабабли улар давлат район электр станцияси деб юритилади. ТЭЦлар эса нисбатан кичик қувватли бўлади ва электр истеъмолчиларига нисбатан ўрта жойга қурилади. Шу сабабли улар маҳаллий станциялар каторига киради.

484. **Энергетическая система — Энергетик система.** Электр ва иссиклик энергияси ишлаб чиқариш, таксимлаш, уни истеъмолчиларга етказиш қурилмалари ва бу қурилмаларни ўзаро боғловчи электр ва иссиклик тармоқлари биргаликда Э.с. дейилади.



213-расм

485. **Электрическая система — Электр система.** Ўзаро параллел ишлашга уланган электр станциялари, электр энергиясини таксимлаш қурилмалари, электр узатиш линиялари ва электр истеъмолчилари биргаликда Э.с. дейилади. 213-расмда Э.с. нинг бир чизикли принципиал схемаси кўрсатилган. Унда агар ТЭЦ даги генераторлар қучланиши одатдагидай 6—20 кВ бўлса, станция яқинидаги истеъмолчиларга электр энергиясини шу қучланишда узатилади, узокдаги истеъмолчиларга эса электр энергиясини тежамли узатиш ва электр станцияларни Э.с. га бирлаштириш учун генераторларнинг қучланиши трансформатор воситасида керакли қийматгача кўтарилади.

486. Единая энергетическая система (ЕЭС) — Ягона энергетик система (ЕЭС). Резерв кувватларни камайтириш ва энергетик системаларнинг техника-иктисодий кўрсаткичларини ошириш мақсадида айрим энергетик системалар ўзаро бирлаштирилиб, йирик энергетик системалар ҳосил қилинади. Ҳозирги пайтда Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлигининг Европа қисмидаги 640 та энергосистема ўзаро бирлаштирилган ва унга 1978 йилдан бошлаб, Сибирь, Қозоғистон ва Ўрта Осиё бирлашган энергетик системаси қўшилган. Натижада умумий куввати тахминан 220 минг МВТ бўлган ва бир марказдан бошқариладиган Я.э.с. (ЕЭС) яратилган. Шундай қилиб, Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлигининг асосий йирик sanoat районлари истеъмолчилари Я. э. с. га улашиб, арзон ва сифатли электр энергия билан таъминланмоқда. Мустақил давлатлар ҳамдўстлигининг Я.э.с га қўшни давлатларнинг энергосистемалари ҳам бирлаштирилмоқда.

487. Электрические сети — Электр тармоқлари. Электр энергиясини истеъмолчиларга узатадиган ва таксимлайдиган қурилмалар Э.т. дейилади. Ҳозирги пайтда электр энергиясининг тахминан 98 фоизи Ҳамдўстлик мамлакатлари ягона энергетик системасига кирган турли кучланишдаги Э.т. орқали узатилади ва таксимланади. Э.т. ни: таъминловчи ва таксимловчи, ўзгарувчан ва ўзгармас ток тармоқларига, 1000 В гача ва юқори кучланишли, очик симли ва кабелли, радиал ва ҳалқали тармоқларга ажратиш мумкин. Э. т. таркибига, электр узатиш линияларидан ташқари, кучланиш қийматини ва ток турини ўзгартирувчи трансформатор ва ўзгарткич подстанциялари ҳамда таксимлаш қурилмалари РУ (распределительные устройства) киради. Ҳамдўстлик мамлакатларида 750 КВ ва 1150 КВ ли Э.т. нишга туширилган, 1500 КВ ли Э.т. нишга тушириш борасида тайёргарлик ишлари олиб борилмоқда.

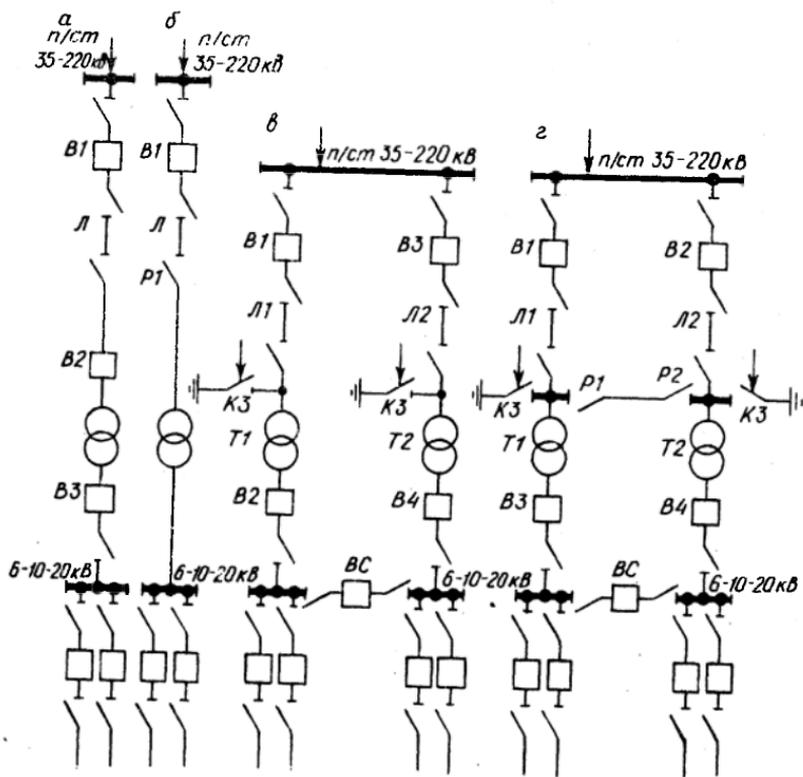
488. Распределительные устройства (РУ) — Таксимлаш қурилмалари (ТҚ). Ток таксимловчи шиналар системасидан ҳамда коммутацион ва химоя аппаратларидан иборат қурилма Т.к. дейилади. Т.к. нинг типи узатиладиган электр энергиянинг куввати ва кучланишига ҳамда узатиш линиялари ва уларнинг тармоқлари сонига қараб танланади. Қўпинча Т.к. маълум схемаларга мувофиқ комплект ҳолда завод шароитида ишлаб чиқарилади. Бунда уларнинг ҳамма ускуна ва аппаратлари металл шкафларга жойланган бўлади. Турли типдаги ана шундай тайёр Т.к. гуруҳидан уларнинг талаб этилган схемасини тузиш мумкин.

489. Трансформаторная подстанция — Трансформатор под(ним)-станцияси. Кучланиш ўзгартирувчи трансформаторлар ва электр энергиясини таксимловчи қурилмалар биргаликда Т.п. дейилади.

Т.п. электр энергияси билан таъминлаш системасининг асосий звеноси ҳисобланади.

490. Распределительный пункт (РП) — Таксимлаш пункти (ТП). Берилган электр энергияни қабул қилиб олиб, уни шу кучланишда истеъмолчиларга таксимлайдиган подстанция қурилмаси Т.п. дейилади.

491. Схемы соединения подстанций — Подстанцияларнинг ула-ниш схемалари. 214- расмда кучланишни 6—10—20 кВ гача пасайти-



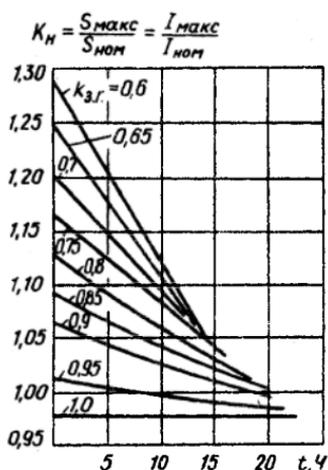
214-расм

рувчи подстанциянинг 35—220 кВ ли энергетик система подстанциясига уланиш схемалари кўрсатилган. 214- расм, а да кўрсатилган схемада трансформаторнинг юкори кучланиши томонига уланган мойли автоматик узгич B_2 га айтарли зарурат йўқ. 214- расм, б даги схемада бундай узгич ўрнига П ажраткичдан фойдаланилган. Бунда трансформаторни энергетик системадан ажратиш эҳтиёжи тугилса, аввал юклама нолга тенгланади, сўнгра у П ажраткич ёки Л айиргич оркали системадан ажратилади. 214- расм, в ва г да подстанцияларнинг анча ишончли ҳисобланган киска туташтиргич КЗ ли ва айиргич L_1 , L_2 ли уланиш схемалари кўрсатилган. Бунда трансформаторда бирор шикастланиш рўй берса, релели химоя сигнали оркали киска туташтиргич КЗ ишга тушиб, линияда сунъий киска туташув содир қилинади. Натижада B_1 , B_2 ёки B_3 мойли узгичлар трансформаторни энергетик системадан автоматик равишда ажратади. Бунда КЗ киска туташтиргич юкори кучланиш томонидан автоматик узгич вазифасини ўтайди. Бу схемаларда қўлланилган шиналараро автоматик мойли ВС узгичлар ҳамда юкори кучланишли томондаги P_1 , P_2 ажраткичли улагичлар воситасида схеманинг ишончилиги анча кўтарилади.

1492. **Комплектные трансформаторные подстанции (КТП)** — комплект трансформатор подстанциялари (КТП). 1 мВА гача кувватли, 6—10, 0,4..0,23 кВ кучланишли, берк корпусларга ўрнатилган битта ёки иккита трансформатор ва коммутацион ҳамда

химоя аппаратлари билан жихозланган (завод шароитида комплектланган) подстанция КТП дейилади. Саноат корхоналари ва қурилиш объектларида бундай КТП лардан кенг фойдаланилади.

493. Выбор числа и мощности трансформатора — Трансформаторлар сони ва қувватини танлаш. Битта трансформаторли подстанциялар асосан учинчи ўринли (электр таъминоти вақтинча тўхтатилганда бахтсиз ходисалар, авариялар содир бўлмайдиган) истеъмолчиларда қўлланилади. Унда ишдан чиққан трансформатор ўрнига бошқаси ўрнатилгунча электр таъминоти тўхтатилади ёки улагичлар орқали вақтинча резерв линиядан фойдаланилади. Бунинг учун талаб этилган қувватнинг 25—30 % га мўлжалланган резерв линия ўтказилиши мумкин. Агар истеъмолчиларнинг кўпчилики қисми биринчи ва иккинчи ўринли бўлса, ёки суткалик ва йиллик юклама графиги ўзгариб турса, икки трансформаторли подстанциядан фойдаланиш тавсия қилинади. Бунда ҳар бир трансформатор умумий юкламанинг 70 процентига ҳисобланади. Агар трансформаторлардан бири ишдан чиқса, электр таъминот тўхтатилмай, иккинчисини вақтинчалик 140 % юклама билан ишлаши кўзда тутилади. Подстанциядаги трансформаторлар сони ва қувватини тайлашда турли вариантларнинг техника иқтисодий кўрсаткичлари ўзаро қиёслаб кўрилади. Тахминий ҳисоблашда, агар юклама 3000—4000 кВА бўлса, 1600—2500 кВА қувватли трансформаторлар танланади. Юклама ундан кичикроқ бўлса, 400, 630 ёки 1000 кВА қувватли трансформатор танлаш тавсия қилинади. Трансформатор сони ва қувватини танлашда, унинг ўта юкланиш хусусияти ҳисобга олинади. Бунинг учун суткалик



215-расм

юклама графигидан $K_{\text{г}} = \frac{S_{\text{с}}}{S_{\text{макс}}}$ топилади.

Бу ерда: $K_{\text{г}}$ — графикни тўлғазиш коэффициенти; $S_{\text{с}}$, $S_{\text{макс}}$ — юкламанинг (қувват S нинг) ўртача ($S_{\text{с}}$) ва максимал ($S_{\text{макс}}$) қийматлари. Суткадаги максимум юклама давомийлиги t ва $K_{\text{г}}$ коэффициентиға асосан 215-расмдаги диаграммадан

$K_{\text{н}} = \frac{S_{\text{макс}}}{S_{\text{н}}} = \frac{I_{\text{макс}}}{I_{\text{н}}}$ топилади. Бу ерда: $K_{\text{н}}$ — трансформаторнинг ўта юкланиш коэффициенти. Трансформаторнинг номинал қуввати

$S_{\text{н}} = \frac{S_{\text{макс}}}{K_{\text{н}}}$ бўлади. Очик хавода ўрнатилган трансформаторларнинг

ўта юкланиши 30 %, берк жойдагиларники эса, 20 % дан ошмаслиги керак. Авария ҳолларида трансформаторни 5 сутка давомида 6 соатдан 140 фоиз ортик юклантириб ишлашига руҳсат этилади. Агар юклама графиги берилмаган бўлса, трансформатор қуввати ҳисоблаб топилган максимал юклама $P_{\text{макс}} = K_{\text{з}} P_{\text{н}}$ га асосан аниқла-

нади. Бу ерда P_n — электр истеъмолчиларнинг умумий номинал куввати; $K_v = K_{\text{с}} \cdot K_v$ — эхтиёж коэффициенти; $K_{\text{с}} = \frac{P}{P_n}$ — юкланиш

коэффициенти; K_v — истеъмолчиларнинг бир вақтда уланиш коэффициенти. Бу коэффициентлар турли типдаги истеъмолчилар учун жадвалларда берилган бўлади.

494. Расчет электрических сетей — Электр тармоқларини ҳисоблаш. Э.т.х. электр тармоғи учун ўтказгич (мис, алюминий ёки пўлат билан алюминий қотишмасидан иборат очик сим ёки кабель) танлаш ва уларнинг кўндаланг кесимини аниқлашдан иборат. Тармоқ симлари кўндаланг кесимини тўғри ҳисоблаш катта техника-иктисодий аҳамиятга эгадир. Дарҳақиқат, симнинг кесими талабдагига нисбатан каттарок олинса, қимматбаҳо рангли металл тежамсиз сарфланиб, тармоқ қурилмаси оғирлашади ва қимматлашади, кичикроқ олинганда эса тармоқдаги қучланишнинг тушуви нормадан ошиб кетади. Натижада ёруғлик лампаларининг равшанлиги ва асинхрон моторларнинг айлантирувчи моменти пасаяди ва демак, ишлаб чиқариш унумдорлиги камаёди. Сим кесимини тўғри танлаш учун аввало ундан ўтадиган токни, симнинг турини ва муҳитни ҳисобга олиб, жадвалдан симнинг қизишига кўра ҳисобланган унинг тахминий кўндаланг кесими топилади. Сўнгра танланган сим тармоқдаги қучланишнинг тушувига кўра қайта текширилади. Тармоқ қучланишининг тушуви ўзгармас токда $\Delta U = 2IR_0I$, ўзгарувчан уч фазали токда эса $\Delta U = \sqrt{3}I(R_0 \cos \varphi_2 + x_0 \sin \varphi_2)$ бўлади. Бу ерда R_0 — бир км узунликдаги кўндаланг кесими тахминий топилган симнинг электр ёки актив қаршилиги; x_0 — шу симнинг индуктив қаршилиги, l — тармоқ узунлиги, I — тармоқдан ўтадиган ток, $\cos \varphi_2$ — истеъмолчининг қувват коэффициенти (ўртача қиймати). Агар ҳисоблаб топилган ΔU қиймати ГОСТ бўйича белгиланган 5 фоздан кам, яъни номинал қучланиш U_{2n} нинг 5% дан кўп бўлиб чиқмаса, симнинг қизишига кўра жадвалдан топилган кўндаланг кесими тўғри танланган, ортиқ бўлиб чиқса, нотўғри танланган бўлади. Бу ҳолда жадвалдан бир шкала катта кесимли сим танланиб, у ΔU бўйича қайта текширилади. Агар электр тармоғи учун ΔU нинг берилган ΔU_n қийматига мос келадиган сим кесимини аниқлаш керак бўлса, ўзгармас токда $S = \frac{2I \cdot 100}{\gamma \Delta U \% U_n}$, уч фазали токда

$S = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \Delta U_n} I \cos \varphi_2 l$ ифодалардан фойдаланилади. Бу ифодаларда

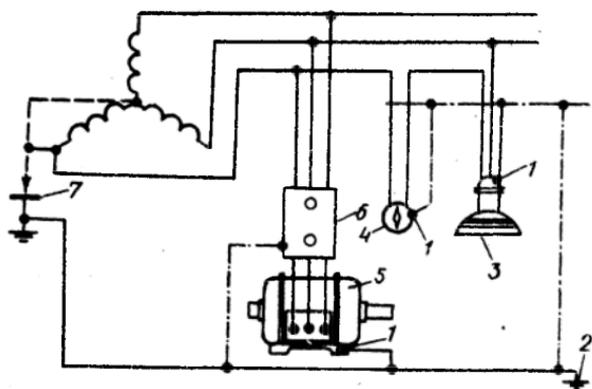
$\Delta U_n = \Delta V_0 \cdot \Delta U_ч$; $\Delta U_ч = \sqrt{3} I x_0 \sin \varphi_2 l$.

495. Заземление — Ерға улаш. Электр машинаси, трансформатор ва шу каби электротехник қурилмаларнинг бирор қисмини ер билан тутанштириш ерға улаш (Е.у.) деб аталади.

496. Заземляющие устройства — Ерға улаш қурилмалари. Электротехник қурилмаларда ток ўтказувчи қисмларнинг изоляцияси шикастланиш натижасида ток қаршилиги турлича бўлган ўтказгичлар орқали ерға ўтади. Ток зичлиги унинг ерға ўтиш жойида анчагина катта бўлади, шу сабабли бу жой атрофдагилар учун хавfli бўлиши

мумкин. Бу хавфни баргараф қилиш мақсадида станция, подстанция, электр узатиш линиялари ва ҳ.к. ларда Е.у.к. дан фойдаланилади. Улар ёрдамида ерга ўтувчи ток учун электр қаршилғи жуда кам бўлган қисқа йўл ҳосил қилинади.

497. Заземлитель — Ерга улагич. Ерга улаш қурилмасининг асосий элементи ерга улагич дейилади. У ерга бевосита уланган горизонтал ва вертикал ўтказгичлар системасидан иборат бўлиб, токни ерга ўтказиш учун хизмат қилади. Табиий Е.у. сифатида турли иншоотларнинг ер билан контактдаги ток ўтказувчи қисмлари — водопровод трубалари, фундаментларнинг темир арматуралари ва шу қабилардан кенг фойдаланилади.

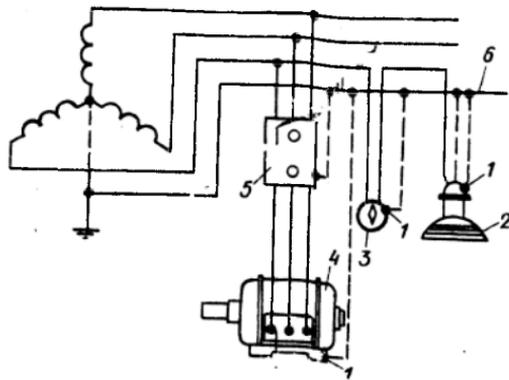


216-расм

498. Защитное заземление — Ҳимоялаш учун ерга улаш. Одамларнинг электр токидан зарарланиш хавфини йўқотиш мақсадида электротехник қурилмаларнинг нормал ҳолда ток ўтмайдиган металл қисмларини ерга улагичга улаш ҳимоялаш учун ерга улаш дейилади.

499. Рабочее заземление — Ишлатишда ерга улаш. Электр темир йўли, телеграф алоқа қурилмалари ва шу қабиларнинг ишлашида ер иш схемаси таркибига киради, яъни ток манбаининг минуси ерга уланган бўлади. Бундай ерга улашда ер билан бевосита контактда бўладиган темир йўл рельси ток учун иккинчи сим вазифасини ўтайди. Уч фазали тоқларда эса, кўпинча, иш схемасига биноан генератор ёки трансформаторнинг ноль нуктаси ерга улаб қўйилади. Бу ҳам ишлатишда ерга улашнинг бир тури.

500. Зануление — Ноль симга улаш. Ток манбаининг ерга уланган нуктасидан тортилган симга, яъни ноль симга, электр истеъмолчиларнинг металл корпусини улаш Н.с.у. дейилади. Ноль симга уланган электр истеъмолчилари генератор ёки трансформаторларнинг нейтрални ерга улаш қурилмасига бевосита уланганлиги сабабли қисқа ўтатиш содир бўлган тақдирда автоматик усулда дарҳол ток манбаидан ажратилади. Бу билан шикастланган участка ходимлари рахтсиз ҳодисадан, қурилмалар эса, авариядан сақланиб қолади. Уч



217-расм

фаза ва ноль симлардан иборат 380/220 В ли тармоқларда Н. с. у. учун ноль симдан фойдаланиш мумкин. 217-расмда кучланиши 1000 В гача бўлган, нейтрални ерга улаш қурилмасига бевосита уланган электр қурилма элементларини ноль симга улаш схемаси кўрсатилган. 216-расмда кучланиши 1000 В гача бўлган, нейтрални ердан изоляцияланган электр қурилма элементларини химоялайдиган ерга улаш схемаси кўрсатилган. Бир тармоқдан таъминланувчи электр истеъмолчиларнинг бирида ноль симга улашни, бошқасида химоялаш учун ерга уланишни қўллаш маъ этилади.

✓ **501. Экономия электроэнергии — Электр энергиясини тежаш.**
 Э.э.т.— давлат аҳамиятига эга бўлган жуда муҳим масаладир. Дарҳақиқат, Ҳамдўстлик мамлакатлари миқёсида бир фоиз тежалган электр энергия 10 миллиард кВт-соатдан кўпроқни ташкил қилади. Ана шунча тежалган энергия билан, масалан, Қарши чўлидаги мавжуд насослар каскади агрегатларини уч йил давомида ишлаши мумкин. Э.э.т. учун аввало электротехник қурилмаларнинг номинал режимда ишлашига эришиш керак. Шундагина улар паспортда кўрсатилгандек, номинал фойдали иш коэффициентини билан ишлайди. Демак электр тармоқларидаги генераторлар, трансформаторлар, электр моторлар ва бошқа қурилмаларни лойиҳалашда уларни мумкин қадар юқори фойдали иш коэффициентига ҳисоблаш керак. Шунингдек, технологик жараёнларни такомиллаштириш, уларни комплекс равишда автоматлаштириш, электротехник қурилмаларнинг салт иш ёки кичик юкламаларда ишлаш вақтини камайитириш билан бирга электр ёриткичлардан тежамли фойдаланишда ҳам Э.э.т. га эришилади. Э.э.т борасидаги барча ихтиро ва таклифларни амалга ошириш, бу ишларни кенг тарғиб қилиш ҳар бир мутахассис ва раҳбар ходимларнинг бурчларига айланиши лозим.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА РИВОЖИГА МУҲИМ ҲИССА ҚУШГАН ЖАҲОН ВА ЎЗБЕКИСТОН ОЛИМЛАРИ ҲАҚИДА ҚИСҚАЧА МАЪЛУМОТ

Гальвани Луиджи (1737—1798) — итальян анатоми ва физиолог. Электр ҳақидаги таълимот асосчиларидан бири, экспериментал электрофизиология асосчиси. Мускулларнинг қисқаришидаги электр ходисасини биринчи бўлиб тадқиқот қилган, металлларнинг электролит билан контактида потенциаллар айирмасининг ҳосил бўлишини биринчи марта пайкаган. Шу сабабли электр токининг химиявий манбаи унинг шарафига Гальваник элемент деб номланган.

Кулон Шарль Огюстен (1736—1806) — француз муҳандиси ва физиги. Электростатика асосчиси. 1785 йили электростатикани асосий қонунини яратди. Бу қонун унинг шарафига Кулон қонуни деб номланган.

Вольта Алессандро (1745—1827) — итальян физиги ва физиолог. Электр ҳақидаги таълимот асосчиларидан бири. 1800 йили биринчи химиявий ток манбаи — Вольта элементини ихтиро қилган ва сўнгра бундай элементлар асосида Вольта устунини номли гальваник элементлар батареясини яратган (кейинчалик, гальваник элементларини такомиллаштириш натижасида 1859 йили Г. Планте қўрғошинли аккумуляторни ихтиро қилди).

В. 24 ёшида «Электр оловининг тортувчи кучи ҳақида» деган китоб ёзди. Ўзи яратган электрофор деб номланган асбобдан фойдаланиб, шиша пластинкадаги зарядларнинг сақланиш сабаби зарядларнинг ўз-ўзидан узлуксиз тикланиши эмас, балки электростатик индукция натижаси эканлигини кўрсатади. 1781 йили зарядларни ўлчаш асбоби — электроскопни яратди. Электр кучланиш бирлигини унинг шарафига (Вольт) В деб номланган.

Петров Василий Владимирович (1761—1834) — рус физиги ва электротехниги, академик. 1802 йили бир неча минг гальваник элементларидан иборат — Вольтов устунидан фойдаланиб, электр ёйини ихтиро қилди ва ундан ёруғлик манбаи сифатида, металлларни пайвандлаш ва эритишда фойдаланиш мумкинлигини кўрсатди. У электр занжирларни параллел улашни кенг қўллаган. Электр токининг миқдори ўтказгичнинг кўндаланг кесими юзасига боғлиқ эканлигини уқтирган ва ўтказгичларни изоляция материал билан қоплашни тавсия қилган. У вакуумдаги электр разряд ва люминесценция ходисалари билан шуғулланган ва уларни тадқиқ этиш учун турли оригинал асбоблар яратган. П.рус электротехникасининг отаси ҳисобланади.

Дэви Гемфри (1778—1829) — инглиз химиги ва физиги. 1807 йили электролиз ходисасини кашф этди ва у орқали калий ва натрий металлларини олишга эришди.

Эрстед Ханс Кристиан (1777—1851) — Дания физиги. Петербург ФА нинг чет эллик фахрий аъзоси. 1820 йили электр токининг магнит стрелкасига таъсирини аниқлаб, электр ва магнит ходисаларининг ўзаро боғлиқлигини кашф этди. Бу кашфиёт устида олимлар

гомонидадан жуда кўп тадқиқот ва тажрибалар ўтказилди ва шу тариқа электродинамика ва электротехникага асос солинди. Магнит майдони кучланганлигининг СГС системасидаги ўлчов бирлиги унинг шарафига (Эрстед) Э деб номланган.

Ампер Андре Мари (1775—1836) — француз физиги, электродинамика асосчиларидан бири. Петербург ФА нинг чет эллик фахрий аъзоси. 1820 йили, Эрстед кашфиётидан сўнг, у электр тоқларининг ўзаро таъсири қонуни (Ампер қонунини) яратди. Бу қонунга асосан электр тоқларининг ўзаро таъсиридан ҳосил бўладиган электромагнит (механик) кучнинг қиймати аниқланади, унинг йўналиши эса. А. қондаси (чап қўл қондаси) деб номланган қоида бўйича топилади. А. магнетизмнинг янги назариясини яратди, унинг молекуляр тоқлардан ҳосил бўлишини таъкидлаб ҳозирги замон электрон назариясига асос солди. Шундай қилиб, магнетизм — электродинамиканинг бир қисми деб қарала бошланди. 1826 йили А. нинг «Электродинамик ҳодисалар назарияси» номли асари юзага келди. Электр тоқининг ўлчов бирлиги унинг шарафига (Ампер) А деб номланган.

Фарадей Майкл (1791—1867) — инглиз физиги. Электромагнит майдон ҳақидаги таълимотнинг асосчиси. Петербург ФА нинг чет эллик фахрий аъзоси. Эрстед кашфиёти йўналишидаги тадқиқотлари натижасида Ф. 1821 йили электр моторининг лаборатория моделини яратди, 1831 йили эса электромагнит индукция ҳодисасини кашф этди ва электромагнит индукция қонунини таърифлаб берди. Кейинроқ у ўзиндукция ҳодисасини ҳам асослаб берди. Мухим илмий ва амалий аҳамиятга эга бўлган бу кашфиётлар электротехникага асос солди. 1833—34 йилларда электролиз қонунларини (Фарадей қонунларини) яратди. 1845 йили парамагнетизм ва диамагнетизм ҳодисаларини очди ва ёруғликнинг қутбланиш текислиги магнит майдонида бурилишини (Фарадей эффектини) асослаб берди.

Шиллинг Павел Львович (1786—1837) — рус ихтирочиси, Петербург ФА нинг муҳбир аъзоси. 1812 йили электр минасини ихтиро қилган. 1832 йили электромагнит телеграфни яратган. У биринчи бўлиб магнитоэлектр машинасини ясаган ва изоляцияли сим яратган.

Якоби Борис Семёнович (Мориц Герман) (1801—1874) — рус физиги ва электротехниги, академик. 1834 йили биринчи ўзгармас ток электр мотори ихтиро қилган. 1838 йили гальваник элементлардан таъминланувчи ўзгармас ток электр мотори ёрдамида кемани ҳаракатга келтирди ва шу билан биринчи электр юритма яратди. Я. ўзгармас ток электр машинасининг асосий элементи коллекторни (ток тўғрилагичини) ихтиро қилди. Айланувчи якорда ҳосил бўладиган тесқари ЭЮК ни асослаб берди. 1838 йили гальванопластика усулини яратди. 1842 йили Я. доимий магнитли ўзгармас ток генераторини ясади (кейинчалик 1851 йили немис олими В. Зинстеден ўзгармас ток генераторини такомиллаштиришни, яъни доимий магнит ўрнига электромагнит ишлатишни, 1854 йили эса, даниялик олим С. Хюрт параллел қўзғатишли генератор схемасини таклиф қилган). 1850 йилда Я. нинг электромагнит машиналар назарияси тўғрисидаги мақоласи босилиб чиқди. Якоби Э. Х. Ленц билан биргаликда

электромагнитларни яратиш устида иш олиб борган ва уларни ҳисоблаш методикасини ишлаб чиққан.

Ленц Эмилий Христианович (1804—1865) — рус физиги ва электротехниги, академик. 1863 йилдан бошлаб Петербург университетининг ректори. 1833 йилда индукцион ток йўналишини аниқлашга доир конда (Л. қондаси) ни яратди. Электр машиналарининг алмашилиш принципини асослаб берди. 1842 йили (Жоулдан бир йил кейин ва ундан мустақил равишда) электр тоқининг иссиқлик таъсири қонунини (Жоуль — Ленц қонунини) тажрибада аниқлади. Шунингдек, у металлларнинг электр қаршилиги ҳароратга боғлиқлигини, турли усулда ҳосил қилинган электр тоқларининг ОМ қонунига бўйсунганини, яъни бу қонунни универсаллигини кўрсатди.

Жоуль Жеймс Прескотт (1818—1889) — инглиз физиги, 1841 йили Жоуль — Ленц қонуни деб аталган қонунни аниқлаган. Шунингдек, иссиқликнинг механик эквивалентини топган. Электромагнетизм ва иссиқлик ҳодисаларини текширишга ҳамда энергиянинг сақланиш қонунини исботлашга катта ҳисса қўшган. Энергия ва иш ўлчов бирлиги унинг шарафига (Жоуль) Ж деб номланган.

Био Жан Батист (1774—1862) — француз физиги, профессор. Электр тоқининг магнит майдони, ёруғликнинг қутбланиши ва акустика соҳаларида ишлаган. Петербург ФА нинг чет эллик фахрий аъзоси. 1820 йили у Ф. Савар билан биргаликда электр тоқи ҳосил қиладиган магнит майдон кучланганлигини ўлчашга эришди. Натижада бу катталикни аниқлайдиган ва электродинамиканинг муҳим қонунларидан бири Био — Савар қонунини яратди. Бу қонунни магнит майдоннинг индукциясини аниқлайдиган қонун деб ҳам қараш мумкин. Био-Савар қонунини умумий ҳолда Лаплас таърифлаб берган.

Вебер Вильгелм Эдуард (1804—1891) — немис физиги. Петербург ФА нинг чет эллик муҳбир аъзоси. К. Ф. Гаусс билан ҳамкорликда электр ва магнит система бирликларини ишлаб чиққан. Асосий ишлари электр ва магнетизмга тааллуқли. Магнит оқимининг ўлчов бирлиги унинг шарафига Вб (Вебер) деб номланган.

Савар Феликс (1791—1841) — француз физиги, профессор. Электромагнетизм, акустика ва оптика соҳаларида ишлаган. 1820 йили у Био билан биргаликда электродинамиканинг муҳим қонунларидан бири Био-Савар қонунини яратди.

Ом (Ohm) Георг Симон (1787—1854) — немис физиги, профессор. Электр занжирларини ҳисоблаш, оптика ва акустика соҳаларида ишлаган, 1826 йили электр занжирининг асосий қонунини — Ом қонунини яратган ва 1827 йили бу қонунни назарий жиҳатдан асослаб берган. Ўтказгичларнинг электр қаршилиқ бирлиги унинг шарафига Ом (Ом) деб номланган.

Кирхгоф Густав Роберт (1824—1887) — немис физиги, профессор. Петербург ФА нинг чет эллик муҳбир аъзоси. Электродинамика, оптика ва механика соҳаларида ишлаган. 1847 йили тармоқланган ва мураккаб занжирлардаги ўзгармас ток ва кучланишлар орасидаги муносабатларни ифодалайдиган математик тенгламалар тузиш қоидаларини (Кирхгоф қоидаларини) асослаб берган. Мураккаб занжирларни ҳисоблашда бу қоидалардан кенг фойдаланилади.

Генри Жозеф (1797—1878) — америка физиги, профессор, 1828 йили катта кувватли электромагнитлар яратган. 1832 йили ўзиндукция ходисасини кашф этган. 1824 йили конденсатордаги зарядсизланиш (разряд) ходисасининг тебраниш характерига эга эканлигини исботлаган. Индуктивлик бирлиги унинг шарафига Гн (генри) деб номланган.

Фуко Жан Бернар Леон (1819—1868) — француз физиги, Петербург ФАнинг чет эллик мухбир аъзоси. Ёруғликни сувда ва ҳавода тарқалиш тезлигини аниқлаш усулига Ф. номи берилган. Ўзгарувчан магнит майдони таъсирида массив ўтказгичларда ҳосил бўладиган индукцион уюрма тоқлар Ф. томонидан аниқлангани сабабли улар Ф. тоқлари деб юритилади. (Электр машина ва трансформаторларнинг массив пўлат ўзақларида Ф. тоқларидан ҳосил бўладиган энергия исрофини камайтириш мақсадида бу ўзақлар бир-биридан изоляцияланган юпка пластинкалардан йиғилади).

Максвелл Жеймс Клерк (1831—1879) — инглиз физиги, профессор. Классик электродинамиканинг асосчиси, статистик физиканинг асосчиларидан бири. У Фарадей тояларини кенгайтира бориб, электромагнит майдоннинг классик назариясини (М. тенгламаларни) яратди ва бу тенгламаларга асосан электромагнит тўлкинларнинг мавжудлигини, улар ҳам ёруғлик сингари, қайтиш, синиш, қўбланиш, дисперсия, дифракция ва интерференция қонунларига бўйсунганини исботлади. Ёруғликнинг электромагнит табиатли эканлиги ҳақидаги фикрини олдинга сурди. Статистик физика соҳасида зарралар (молекулалар, атомлар, электронлар)нинг тезлиги, энергияси ёки импульси бўйича тақсимланиш қонунини яратди. М. яратган классик электродинамика ҳозирги замон электротехникаси ва радиотехникасининг асоси ҳисбланади. Магнит оқим бирлиги унинг шарафига Мкс (Максвелл) деб номланган.

Грамм Зенов Теофиль (1826—1901) — Бельгия электротехниги. 1869 йили ҳалқасимон якорни ва 1870 йили ҳалқасимон якорли параллел қўзғатишли ўзгармас ток машинасининг саноат типини яратди. Электр машиналарининг алмашиниш принципини амалда исботлади.

Хефнер — Альтенек Фридрих Фон (1845—1904) — немис электротехниги. Электротехника, светотехника, телеграф ва фотометрия соҳаларида самарали ишлаган. 1873 йили барабанли якорни ва шундай якорли ўзгармас ток машинасини яратган.

Столетов Александр Григорьевич (1839—1896) — рус физиги, профессор. Электр ва магнетизм ходисалари проблемаларини ечиш устида ишлаган. 1872 йили у ўзининг докторлик диссертациясида ферромагнит материалларининг $\mu = f(H)$ эгри чизигида максимум мавжудлигини исботлади ва шу билан магнит занжирларини ҳисоблашга асос солди. 1876 йили электромагнит ва электростатик birlikлар нисбатини ўлчаб, ёруғлик тезлигига яқин қийматни аниқлади. Г. Герц тажрибасигача ўтказилган бу тадқиқотлар ёруғликнинг электромагнит назариясининг яратилишига туртки бўлди. У фотоэлементни яратди ва фотоэффектнинг асосий қонунларини очди. Фотоэффект ходисаси устида олиб борган тадқиқотлари уни жаҳонга танитди.

Лодыгин Александр Николаевич (1847—1923) — рус электротехниги. 1872 йили кўмир стержевли чўгланма лампа ихтиро қилиб, 1874 йили унга патент олган. 1890 йили металл (вольфрам) толали чўгланма лампаларини яратган. Электротермия асосчиларидан бири, 1874 йили унга Петербург ФА нинг Ломоносов мукофоти берилган.

Яблочков Павел Николаевич (1847—1894) — рус электротехниги. 1875 йили ёй лампасини («Яблочков шамини») ихтиро қилган. 1876 йили унга патент олган. Бу лампа электр чирок сифатида амалда биринчи бўлиб қўлланилган. 1876 йили пўлат ўзаги очик конструкцияли трансформатор ихтиро қилган (1884 йили инглиз тадқиқотчилари ака-ка Гонкинсонлар пўлат ўзаги берк конструкцияли тақомиллашган трансформатор яратдилар, 1885 йили эса венгер электротехниклари М. Дери, О. Блати ва К. Циперновскийлар бир фазали трансформаторнинг саноат типини яратишди. 1885 йили М. Дери трансформаторларнинг параллел улаштирилиши асослаб берди).

Я. турли динамомашиналар ва гальваник элементларни яратиш устида ҳам ишлаган. 1947 йили СССР да электротехника соҳасидаги энг яхши ишлар учун Я. номидagi мукофот таъсис этилади.

Бенардос Николай Николаевич (1842—1905) — рус ихтирочиси, металлларни ёй билан электр пайвандлаш асосчиларидан бири. 1882 йилда металлларни кўмир электрод воситасида электр пайвандашнинг ихтиро қилди ва 1885 йили унга патент олди. Турли соҳалардаги юздан ортик ихтиролар муаллифи.

Эдисон Томас Алва (1847—1931) — Америка ихтирочиси ва саноатчиси, йirik электротехник компаниялар асосчиси. 1930 йилдан бошлаб собик СССР ФА нинг чет эллик фахрий аъзоси. Бир мингдан ортик турли соҳалардаги ихтиролар автори. 1879 йили тақомиллашган чўгланмиш лампасининг саноат типини яратган ва 1880 йилдан бошлаб бу лампалар электр чирок сифатида кенг қўлланила бошлади. 1882 йили Нью-Йоркда Э. лойиҳаси асосида биринчи ўзгармас ток электр станцияси ишга туширилган. Э. электр билан ёритиш системасини ишлаб чиққан ва электр энергияси билан таъминлашнинг марказлаштирилиш устида ишлаган. У телефон ва телеграфни тақомиллаштирган. 1883 йили термонув эмиссияси ҳодисасини пайкаган.

Депре Марсель (1843—1918) — француз физиги ва электротехниги. 1881 йили биринчи бўлиб электр энергиясини узок масофага узатишни амалда қўллаган. 1882 йили Мюнхен кўргазмасида 2000 В кучланишли ўзгармас ток энергиясини 57 км га узатиш тажрибасини намоён қилган. Бу энергия телефон линияси орқали узатилиб, насос электр моторига берилган.

Лачинов Дмитрий Александрович (1842—1902) — рус физиги ва электротехниги. 1880 йили «Электричество» журналида босилган «Электромеханик иш» мақоласида кучланишни ошириш билан электр энергиясини узок масофаларга тежамли равишда узатиш имконини назарий жиҳатдан исботлаб берди. Унинг бу назарий иши 1891 йили Доливо — Добровольский томонидан амалда тасдиқланди.

Пирецкий Федор Аполлонович (1845—1898) — рус ихтирочиси. 1880 йили Россияда биринчи бўлиб электр трамвайини ишга туширди. Унда, электр моторларига ток ердан изоляцияланган трамвай

рельслари оркали берилган. Электр энергиясини узатиш соҳасида самарали ишлаган.

Тесла Никола (1856—1943) — серб ихтирочиси. 1888 йили Г. Феррарисдан мустақил равишда, айланувчи магнит майдон ходисасини очган. Кўп фазали электр машиналар устида шуғулланган ва икки фазали синхрон моторни яратган. Икки фазали системани у энг тежамли деб нотўғри тушунган. Юқори частотали техниканинг ривожланишига катта ҳисса қўшган. Электр ҳисоблагичи, частотамер ва турли радиоаппаратлар яратган. Магнит индукциясининг ўлчов бирлиги унинг шарафига Тл (Тесла) деб номланган.

Феррарис Галилео (1847—1897) — италян физиги ва электротехниги, профессор. Ўзгарувчан ток назарияси соҳасида ишлаган. 1884—85 йилларда биринчи бўлиб трансформаторнинг ишлашига оид назарий ва амалий тадқиқотлар ўтказган. 1885 йили айланувчи магнит майдони ходисасини очган. У икки фазали асинхрон моторларнинг лаборатория нусхасини яратган.

Герц Генрих Рудольф (1857—1894) — немис физиги. Электромагнит тўлкинларнинг мавжудлигини тажриба йўли билан (ўзи яратган титрагичдан фойдаланиб) исботлаб берган. Максвелл тенгламаларини симметрик шаклга келтирган. Электромагнит ва ёруғлик тўлкинларининг табиати айнан бир хил эканлигини тажрибада кўрсатган. Даврий жараёнларнинг ўлчов бирлиги унинг шарафига Гц (Герц) деб номланган.

Доливо-Добровольский Михаил Осипович (1861—1919) — рус электротехниги. Уч фазали ток техникасининг асосчиси. 1888 йили биринчи бўлиб уч фазали ток генераторини, 1889 йили эса туташтирилган роторли (олмахон қафасли) уч фазали асинхрон моторни, 1890 йили уч фазали трансформаторни ихтиро қилган ҳамда бу генератор ва моторларни учбурчак ва юлдуз схемаларда улаш системасини ишлаб чиққан. 1891 йили Германиянинг Майн дарёси бўйидаги Франкфурт шаҳрида ўтказилган жаҳон электротехника кўرғазмасида 170 км масофага 15 КВ кучланишли 200 КВт кувватли уч фазали ток системаси оркали узатишни намойиш қилган. Бу системадан таъминланган уч фазали асинхрон мотор насосни ҳаракатга келтирган. Шу билан техника-иктисодий кўрсаткичлари юқори бўлган электр энергияси ҳосил қилиш, узатиш ва ундан фойдаланиш системаси яратилди.

Попов Александр Степанович (1859—1905) — рус физиги ва электротехниги, профессор. Радио асосчиси. 1895 йили радиоприёмник кашф этган ва уни ўша йилнинг 7 май куни намойиш қилган. 1900 йили Парижда ўтказилган жаҳон кўрғазмасида П. радиоприёмниги катта олтин медалига сазовор бўлган. 1945 йили СССР Министрлар Советининг қарорига мувофиқ 7 Май — радио куни деб эълон қилинди ва радио соҳасидаги энг яхши ишларни тақдирлаш учун П. номидаги олтин медаль таъсис этилди.

Розинг Борис Львович (1869—1933) — собиқ совет физиги. 1897 йилдан бошлаб электр сигналлар воситасида тасвирларни масофага узатиш соҳасида ишлаган. 1907 йили бу максатда электрон-нур трубкасида фойдаланиш ғоясини тақлиф этган ва унга

патент олган. 1911 йили лаборатория шароитида тасвирни масофага узатиб, уни электрон нур трубкаси экранида намойиш қилган.

Шенфер Клавдий Ипполитович (1885—1946) — совет электротехниги. Собиқ СССР ФА нинг академиги. Электр машиналар, коллаторли машиналар коммутацияси, каскад схемалар соҳасида ишлаган. Электр машиналар соҳасида дарсликлар яратган. 1943 йили СССР Давлат мукофоти билан таърифланган.

Чернышев Александр Алексеевич (1882—1940) — Совет энергетиги. Собиқ СССР ФА нинг академиги. Электр энергиясини юкори кучланишли ўзгармас ток энергиясига айлантириб, узок масофаларга узатишнинг тежамлилиги, электр узатиш линияларидан телефон алоқада фойдаланиш системасини барпо этиш, электрон лампалар яратиш ва улардан фойдаланиш соҳаларида ишлаган.

Миткевич Владимир Фёдорович (1872—1951) — совет электротехниги. Собиқ СССР ФА нинг академиги, ГОЭЛРО комиссиясининг аъзоси. Электротехника назарияси ва унинг физик асослари, электр энергиясини узатиш соҳаларида ишлаган. СССР Давлат мукофотининг лауреати.

Штейнмец Чарлз Потеус (1865—1923) — Америка электротехниги. «Дженерал электрик» компаниясида бош инженер ва йирик электр машина ва аппаратларни лойиҳалашга раҳбар бўлган, 1893 йили назарий электротехникада кенг қўлланиладиган комплекс (символик) методдан фойдаланишнинг таклифи қилган.

Кржижановский Глеб Максимилианович (1872—1959) — партия ва давлат арбоби. Собиқ СССР ФА нинг академиги ва унинг вице-президенти. Социалистик Меҳнат Қаҳрамони. 1920 йили ГОЭЛРО комиссиясининг раиси, 1921 йили Госплан раиси, 1930—32 йилларда Главэнерго раиси, 1930 йилдан бошлаб СССР ФАнинг энергетика институтининг раҳбари.

Шателен Михаил Андреевич (1866—1957) — совет электротехниги, СССР ФА нинг мухбир аъзоси, 1956 йили Социалистик Меҳнат Қаҳрамони. ГОЭЛРО планини тузишда қатнашган ва шу комиссиянинг аъзоси. Электротехника, светотехника ва техника тарихи соҳаларида ишлаган. СССР Давлат мукофотининг лауреати.

Круг Карл Адольфович (1872—1952) — совет электротехниги. Собиқ СССР ФА нинг мухбир аъзоси. ГОЭЛРО планини тузишда қатнашган ва шу комиссиянинг аъзоси. Назарий электротехника соҳасида ишлаган. «Электротехника асослари» номли икки жилдли дарслик (1946 й.) муаллифи.

Иоффе Абрам Федорович (1880—1960) — совет физиги, Собиқ СССР ФА нинг академиги, Социалистик Меҳнат Қаҳрамони. Давлат ва Ленин мукофотлари лауреати. 1930—32 йилларда электрониканинг яримўтказгичлар қисми физикасини яратган. «Физика кристаллов» (1929 й.), «Физика полупроводников», (1957 й.) ва бошқа асарлар муаллифи.

Графтио Генрих Осипович (1869—1949) — совет энергетиги. Гидроэнергетик қурилиши асосчиларидан бири. Собиқ СССР ФА нинг академиги. ГОЭЛРО планини тузишда қатнашган ва шу комиссиянинг аъзоси. Волхов, Нижне-Свир ва бошқа ГЭС қурилишларининг бошлиғи бўлган.

Винтер Александр Васильевич (1878—1958) — совет энергетиги. Собиқ СССР ФА нинг академиги. Шатур ГРЭС да Днепр ГЭСИ куралишларининг бошлиғи. Собиқ СССР нинг энергетик системалари структураси, энергетик ресурсларга соҳасида ишлаган.

Костенко Михаил Полиевкрович (1889—1976) — совет электротехниги. Собиқ СССР ФА нинг академиги. Электр машиналар ва энергетик системаларини моделлаш соҳасида ишлаган. «Электр машиналари» номли дарсликнинг муаллифи, СССР Давлат мукофоти ва Ленин мукофоти лауреати.

Кулебакин Виктор Сергеевич (1891—1976) — совет электротехниги. Собиқ СССР ФА нинг академиги. ГОЭЛРО планини тузишда қатнашган ва шу комиссиянинг аъзоси. Электр машина ва аппаратлар, автоматик релслар назарияси, самолётларнинг электр жиҳозлаш соҳаларида ишлаган.

СССР Давлат мукофотининг лауреати.

Классон Роберт Эдуардович (1868—1926) — совет электротехниги. ГОЭЛРО планини тузишда қатнашган ва шу комиссиянинг аъзоси. Бир неча электр станциялар қурилишига бошлиқ бўлган. Биринчи бўлиб торф асосида электр станция яратган. Проектор билан ёритиш соҳасида самарали ишлаган.

Нейман Леон Робертович (1902—1975) — совет электротехниги, Собиқ СССР ФА нинг академиги. Электромагнит тўлкинларнинг ночизикий муҳитда тарқалиши, электромагнит жараёнларни моделлаш ва энергетик системаларни текивриш соҳаларида ишлаган.

Иосифьян Андроник Гевондрович (1905) — совет электротехниги. Арм. ФА нинг академиги, Социалистик Меҳнат Қаҳрамони. Электр машиналар ва аппаратлар, тақлидий электр юритма ва сельсинлар яратиш соҳаларида ишлаган. «Тақлидий электр юритма» номли дарслик муаллифи. СССР Давлат мукофоти ва Ленин мукофоти лауреати.

Щедрин Николай Николаевич (1891—1974) — электротехника соҳасидаги олим, профессор, техника фанлари доктори, Ўзбекистон ФА нинг мухбир аъзоси. Ҷумҳуриятда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби. Фарход ГЭС нинг параалел ишлаш турғулигини аниқлаш ишига раҳбарлик қилган. Катта энергетика соҳасида — электр системаларининг ностационар режимлари устида ишлаган ва электр энергиясининг муҳим масалалари бўйича назарий ва амалий ишларга асос солган. Юқори қучлаишчан системаларнинг қисқа туташув тоқлари, қисқа туташувларнинг ҳисоблаш масалалари, электр системаларнинг моделлашда соддалаштириш номли асарлар муаллифи.

Рахимов Гофир Рахимович (1905—1972) — электротехника соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор, Ўзбекистон ФА нинг мухбир аъзоси. Ҷумҳуриятда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби. Ночизикий занжир ва ўзгаркичлар назарияси ҳамда ҳисоблаш методикасини яратиш йўналишидаги илмий мактабнинг асосчиси ва раҳбари бўлган. «Электротехника» номли дарслик ва бир неча илмий оммабон китоблар муаллифи. Тошкент Давлат техника

дорилфунунда ўзи ташкил қилган «Электротехниканинг назарий асослари» кафедрасига Р. номи берилган.

Фозилов Ҳосил Фозилович (1910) — электроэнергетика соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор, Ўзбекистон ФА нинг академиги, Жумҳуриятда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби, СССР Давлат мукофоти лауреати. Электр энергиясини узок масофаларга узатиш, катта электр системаларининг стационар ва оптимал режимларини ҳисоблаш ва бошқариш соҳаларида ишлайди. У катта электр системалари режимини ҳисоблаш учун алгоритм яратган. Электр системаларининг назарияси ва ҳисоблаш услубини яратиш йўналишидаги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари. «Бошланғич электротехника» (2-нашр, 1949 й.), «Теория и методы расчета электрических систем» (1953 й.); «Методы режимных расчетов электрических систем» (1964 й.); Носиров Т. Х. билан биргаликда «Линейные расчетные модели сетей электрических систем» (1982 й.); Ҳамидов А. Х. ва б. билан биргаликда «Перспективы развития энергетики Узбекской ССР» (1958 й.) ва бошқа асарларининг муаллифи.

Ҳомидхонов Музаффар Зоҳидхонович (1916—1972) — электро-техника соҳасидаги олим ва жамоат арбоби, техника фанлари доктори, профессор, Ўзбекистон ФА нинг академиги, Жумҳуриятда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби. Ростланидиган ўзгарувчан ток электр юритмаларини яратиш ва тадқиқ этиш йўналишидаги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари бўлган. 1970 йили вентилли ўзгарткичлардан таъминланувчи ўзгарувчан ток электр юритмалари тезлигини частотасига кўра ростлашни ишлаб чиққани ва тадқиқ қилгани учун Х. бошчилик бир гуна олимларга Беруний номидаги ЎзССР давлат мукофоти берилган. Тошкент Давлат техника дорилфунунининг «Автоматика ва телемеханика» кафедраси ва пойтахтдаги янги кўчалардан бирига Х. номи берилган.

«Частотное управление асинхронным электроприводом при помощи автономного инвертора» (1959 й.), Усмонхўжаев Н.М., Ҳошимов А.А. ва бошқалар билан биргаликда «Частотное регулирование скорости электроприводов переменного тока с автоматическим управлением от вентиляных преобразователей» (1966 й.); Ҳошимов А.А. билан биргаликда «Теория и методы расчета частотно управляемых асинхронных электроприводов в асимметричных режимах» (1969 й.).

Ҳошимов А.А. билан биргаликда «Динамика регулируемого асинхронного электропривода при асимметрии напряжения» (1971 й.); Мажидов С. билан биргаликда «Электр юритма ва уни бошқариш асослари» (дарслик — 1970 й.); Мажидов С. ва б. билан биргаликда «Автоматик бошқаришга оид русча-инглизча, озарбай-жонча-туркманча, киргизча-ўзбекча терминологик лугат» (1977 й.) ва бошқа асарларининг муаллифи.

Байдюк Петр Вячеславович (1914 й.) — технологик жараёнларни автоматлаштириш соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор, Жумҳуриятда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби. Пахта тозалаш заводларини автоматлаштириш ва кишлоқ хўжалик ишлаб чиқариш жараёнларини комплекс автоматлаштириш соҳаси-

даги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари, «Пахта тоzalаш заводлари-ни автоматлаштириш» номли монография муаллифи.

Зарипов Мадияр Фахритдинович (1929 й.) — техник кибернетика ва информация назарияси соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор, Бошқирдистонда хизмат кўрсатган фан арбоби. Параметрли гаксимланган информация ва бошқарувчи система-ларнинг элементлари ва тузилмаларининг анализи ва синтези асосларини яратиш соҳасидаги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари. У қатор монографиялар ва кашфиётлар муаллифи.

Абдуллаев Жўра Абдуллаевич (1927) — техник кибернетика ва информация назарияси соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор, Жумҳуриятда хизмат кўрсатган фан арбоби, Ўзбекистон ФА нинг академиги. Илмий ишлари дискрет информацияларни оператив равишда тартибга солиш ва узатиш назарияси, кўп вазифали элементлар ва структуралардан иборат рақамли қурилма-ларнинг ишончлилиги ҳамда информацияни узатиш ва ўзгартириш аниқлигини ошириш масалаларига оид. Шу йўналишдаги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари. Бу соҳаларда иккита монография ва 14 та муаллифлик гувоҳномларига эга.

Хасанов Пулат Фаттоҳович (1937,15,12) — электротехника соҳаси-даги олим, техника фанлари доктори, профессор. «Электр ва электромагнит занжирлар ҳамда системалар схемаларининг структу-ра режим моделлари ва алгебралари» мавзунда докторлик диссертаци-яси ёқлаган, жумҳуриятда хизмат кўрсатган фан арбоби. Электр занжир ва системаларнинг моделлари ва алгебраларини тузиш ва тадқиқ этиш йўналишидаги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари. «Фигурно-точечные модели и диаопределители матриц» (1975 й.); Ирматов С.Х., Рашидов Ю.Р., Кабиров А.А. билан биргаликда «Преобразование схем электрических и электронных цепей» (1978 й.); Курбонов И. А., Нормухамедов А. А., Раҳимова Ж. Г. билан биргаликда «Методы анализа цепей с ключевыми элементами» (1982 й.) номли ва бошқа асарлар муаллифи.

Каримов Анвар Саидабдуллаевич (1935 й.) — электротехника соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор, Жумҳури-ятда хизмат кўрсатган фан арбоби. Электр энергиясининг ночизиқий ўзгарткичларини синтезига ҳамда саноатда қўлланиладиган частота ўзгарткичларини яратишга оид илмий мактаб асосчиси ва раҳбари. «Автопараметрические преобразование числа фаз и частоты пере-менного тока» номли монография; М.М. Мирҳайдаров ва б. билан биргаликда. «Электротехникадан масалалар тўплами ва лаборатория ишлари» (1975 й.); М.М. Мирҳайдаров ва б. билан биргаликда «Электротехника ва электроника асосларидан программалаштирил-ган саволлар ва масалалар тўплами» (1977 й.); М.М. Мирҳайдаров билан биргаликда «Назарий электротехника» (1979 й.) ва бошқа асарлар муаллифи.

Умаров Бадриддин Умарович (1922) — электротехника соҳасида-ги олим, техника фанлари доктори, профессор. 1980 йили «Анализ и синтез автономных инверторов тока» мавзунда докторлик диссертацияси ёқлаган. Илмий ишлари «Статик ва динамик

юкламаларга мўлжалланган вентиляция ўзгарткичларни математик моделлашга оид ва шу йўналишдаги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари.

Усмонов Солих Зоҳидович (1923) — электротехника соҳасидаги олим, техника фанлари кандидати, профессор. Усмоновга 1970 йилги Хомидхонов М. З. бошчилигида яратилган монография учун Беруний номидаги Ўзбекистон Давлат мукофоти берилган. Илмий иш тиристорли тузилмаларни яратиш ва уларни технологик жараёнларни автоматлаштиришга жорий этишга оид. Бу борада 15 та муаллифлик гувоҳномаси ва 7 та патент олган.

Усмоноҳўжаев Неъмат Маҳмудович (1932) — электромеханика соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор.

1983 йили «Бир фазали конденсаторли асинхрон моторлар айланмиш тезлигини ўзгартириш турлари ва назарияси» мавзuida докторлик диссертациясини химоя қилган.

1970 йилда акад. М. З. Хомидхонов ва бошқалар катори туркум илмий асарлари ҳамда «Яримўтказгичли ўзгарткичлар ёрдамида частотасига кўра бошқаришувчи асинхрон моторлар» монографияси учун А. Беруний номидаги фан ва техника соҳасидаги Ўзбекистон Давлат мукофотига сазовор бўлган.

200 га яқин илмий асар эълон қилган, шу жумладан 18 китоб (7 таси илмий монография), 28 таси ихтироларга берилган муаллифлик гувоҳномаларидир.

Ўзбек тилида:

«Қишлоқ хўжалик ишлаб чиқариши самарадорлигини оширишда электрлаштиришнинг янги омиллари».

«Фан-техника тараққиётини жадаллаштириш — давр тақозоси».

«Фан-техника тараққиётини жадаллаштириш».

«Социалистик мамлакатлар фан-техника тараққиётини жадаллаштиришнинг ўзаро ҳамкорлик программаси».

«Электр энергияси ва қишлоқ хўжалик ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш» номли китобчалари чоп этилган.

Унинг раҳбарлигида 7 та фан номзоди тайёрланган. «Бир ва кўп фазали асинхрон моторлари айланмиш тезликларини бошқариш ва мувофиқлаштиришнинг назарий асослари» номли илмий мактаб асосчиси.

Мажидов Сапи Мажидович (1929) — электротехника соҳасидаги олим, техника фанлари номзоди, профессор.

Ўзбек тилида биринчилар каторида электротехника ва автоматика соҳасидаги илмий атамалар ва дарсликларни яратган. Хусусан, «Электротехника атамаларининг русча-ўзбекча дугати», «Электр машиналари ва автоматлаштирилган электр юритма терминларининг русча-ўзбекча изоҳли дугати», «Автоматик бошқариш бўйича русча-инглизча, озарбайжонча-туркманча-киргизча-ўзбекча атамалар дугати» (ўзбекча қисми М. З. Хомидхонов билан биргаликда яратилган), «Электр юритма ва уни бошқариш асослари» (дарслик М. З. Хомидхонов билан биргаликда яратилган), «Электр машиналари ва электр юритма» (дарслик), «Электр машиналари ва электр юритмадан практикум» (ўқув қўлланмаси), «Электротехника» (ўқув қўлланмаси) ва бошқа умумий сови 40 дан, хажми эса

100 дан ортик босма қоғоздан иборат ўқув-услубий кўлланмалар ҳамда илмий мақолалар муаллифи.

Исмоилов Зокир Исмоилович (1931) — электротехника ва электромеханика соҳасидаги олим. 1982 йилда докторлик диссертациясини химоя қилган, профессор. «Метод фазовой аппроксимации» номли монография муаллифи. Ўндан ортик муаллифлик гувоҳномаларига эга. Электр занжирлари ва системаларидаги, айниқса электромеханика қурилмаларидаги ночизикий тебранишлар, автотебранишлар билан шуғулланади.

Ўқодиров Омонулла Азизович (1941) — автоматика ва ҳисоблаш техникаси соҳасидаги олим. 1983 йилда докторлик диссертациясини химоя қилган, профессор. «Графы и дискретные автоматические системы», «Математическое моделирование объектов управления», «Топологический расчет систем автоматического управления», «Динамические графовые модели в системах автоматического и автоматизированного управления» ва «Машинные методы моделирования и исследования структурно-сложных систем» номли монографиялар муаллифи. «Топографические методы в теории управления» номли илмий мактаб асосчиси.

Мамедшахов Махмуд Эхедович (1946) — электромеханика соҳасидаги олим. 1987 йилда докторлик диссертациясини ёқлаган, профессор. «Исследование нестационарного нагрева электрических машин», «Специальные электромеханические преобразователи в народном хозяйстве», «Новые электрические машины, применяемые на транспорт», «Аналитическая теория линейных асинхронных двигателей с распределенными вторичными параметрами» номли монографиялар муаллифи. «Специальные сельхозэлектропривода» номли илмий мактаб асосчиси.

Ўқосиров Темур Хайруллаевич (1941) — электроэнергетика соҳасидаги олим. Докторлик диссертацияни 1989 йилда ёқлаган, профессор.

«Линейные расчетные модели сетей электрических систем», «Основы теории и расчета установившихся режимов электрических систем», Академик Х. Ф. Фозилов билан ҳамкорликда «Установившиеся режимы электроэнергетических систем и их оптимизация» номли монографиялар муаллифи.

«Управление режимами электроэнергетических систем в нормальных и аварийных условиях» номли илмий мактаб асосчиси. Олтига фан номзодини тайёрлаган.

Ўқошимов Орифжон Одилевич (1940) — электромеханика соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, проф. 1990 йилда «Теория и методы расчета режимов частотно-управляемых асинхронных электроприводов» мавзuida докторлик диссертацияси ёқлаган. 100 дан ортик илмий асар ва мақолалар муаллифи. Хусусан, «Теория и методы расчета частотно-управляемых асинхронных электроприводов», «Динамика регулируемого асинхронного электропривода», «Тепловые процессы асинхронных двигателей в системах регулируемого электропривода», «Режимы работы частотно-регулируемых асинхронных электроприводов», «Оптимальные режимы частотно-регулируемых

асинхронных электроприводов с учетом тепловых процессов» номли монографиялар чоп этилган. Учта фан номзоди раҳбарлик қилган. Беруний номли Ўзбекистон давлат мукофотининг совриндори. «Частотасига кўра бошқарилувчи асинхрон электр юритмаларнинг назарияси ва ҳисоблаш услублари» номли илмий мактаб асосчиси.

Бозоров Нажмитдин Ҳасанович (1937) — электромеханика ва автоматика соҳасидаги олим, 1990 йилда докторлик диссертациясини химоя қилган. «Автоматика вибромашин» ва «Электропривод и автоматизация промышленных установок» номли монографиялар ва 5 та ихтиро муаллифи. «Автоматизированный виброэлектропривод» номли илмий мактаб асосчиси.

Джаев Кахрамон Раҳимович (1945) — электроэнергетика ва электромеханика соҳасидаги олим. 1991 йилда «Повышение эффективности электроэнергетических систем внедрением асинхронных турбогенераторов» мавзудаги докторлик диссертациясини химоя қилган. 8 та муаллифлик гувоҳномасига эга. Академик Х. Ф. Фозилов билан ҳамкорликда «Режимы и эффективность электроэнергетических систем, содержащих крупные асинхронные турбогенераторы» номли илмий мактаб асосчиси.

Ражабов Абдурахмон Ражабович (1946,15,4) — электроэнергетика соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор. Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қайта ишлашда энергия тежашни методологик асосларини яратиш бўйича илмий мактаб асосчиси.

«Қорақўл териларига ишлов беришда электр энергиясидан фойдаланиш» рисоласи ва «Рекомендации по использованию электрообработки и сушки в плодовоовощеводческих хозяйствах» номли китобчалар муаллифи. Унинг раҳбарлигида учта техника фанлари номзоди тайёрлаган.

- Қасатқий А. С. Электротехника, изд. Энергия, 1973.
- Электротехника (Под ред. проф. С. Пантюшина), М., 1976 г.
- ✓Телешев Б. А. Электротехника, Госэнергоиздат, 1963 г.
- Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники.
- ✓Рахимов Ф. Р. Электротехника. «Ўқитувчи» нашриёти, 1966 й.
- Попов В. С., Николаев С. А. Общая электротехника с основами электроники, изд. Энергия, 1976 г.
- Китуневич Ф. Г. Общая электротехника, 1975 г.
- ✓Каримов А. С., Мирхайдаров М. М. Назарий электротехника, «Ўқитувчи» нашриёти, 1979 й.
- Электротехнический справочник в 3-х томах, изд. Энергия, 1980 г.
- Сборник научно-методических статей по электротехнике, М., «Высшая школа», выпуск № 1, 2, 3, 4, 5, 6 (1973—79 г.).
- Пиотровский Л. М. Электрические машины. Госэнергоиздат, 1963 г.
- ✓Кашман М. М. Электрические машины и трансформаторы. «Высшая школа», 1968 г.
- Лотоцкий К. В. Электрические машины и основы электропривода, изд. «Высшая школа», 1967 г.
- Лотоцкий К. В. Электрические машины и основы электропривода, изд. Колос, 1964 г.
- Чиликин М. Г. и др. Основы автоматизированного электропривода, изд. Энергия, 1974 г.
- Назаров Г. П. и др. Основы электропривода и применение электрической энергии в сельском хозяйстве, изд. Колос, 1965 г.
- Васильев А. А. и др. Электрическая часть станций и подстанций, изд. Энергия, 1980 г.
- Липкин Б. Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок, изд. «Высшая школа», 1981 г.
- Попов В. С. Электрические измерения, изд. Энергия, 1974 г.
- Эйхенвальд А. А. Электричество, 1933 г.
- Калашников С. М. Электричество, изд. Наука, 1977 г.
- Ҳомидхонов М. З., Мажидов С. М. Электрик юритма ва уни бошқариш асослари, «Ўқитувчи» нашриёти, 1970 й.
- ✓Мажидов С. М. Электр машиналари ва электрик юритма. «Ўқитувчи» нашриёти, 1970 й.
- ✓Мажидов С. М. Электр машиналари ва автоматлаштирилган электрик юритма терминларининг русча-ўзбекча изоҳли лугати, «Фан» нашриёти, 1971 й.
- ✓Иброҳимов У. И. Электр машиналари, «Ўқитувчи» нашриёти, 1972 й.
- Мажидов С. М. Электр машиналари ва электрик юритмадан практикum, «Ўқитувчи» нашриёти, 1975 й.
- Ҳомидхонов М. З., Мажидов С. М. ва бошқалар. Автоматик бошқариш бўйича русча-инглизча, озарбайжонча-туркманча, қирғизча-ўзбекча терминологик лугат (ўзбекча қисми).
- Советский энциклопедический словарь. М., 1980 г.
- Большая Советская энциклопедия.
- Ўзбек Совет энциклопедияси.
- Ўзбек тилининг изоҳли лугати, М., 1981 й.
- Маллин Р. Х., Назиров Э. Н., Кодиров М. Р. Физикадан русча-ўзбекча терминлар лугати. «Ўқитувчи» нашриёти, 1974 й.
- Русско-узбекский словарь, 1954 г.
- ✓Мажидов С. Электротехникадан русча-ўзбекча лугат-справочник, «Ўқитувчи» нашриёти, 1985 й.
- ✓Мажидов С. Электротехника атамаларининг русча-ўзбекча лугати, «Ўқитувчи» нашриёти, 1992 й.

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
Электр ва магнит катталиклар, уларнинг «СИ» системасидаги бирликлари ва ҳарфий белгилари	5

I бўлим. ЭЛЕКТРОХИМИЯВИЙ ТОҚ МАНБАЛАРИ

1. Гальваник элементлар	7
2. Вольта элемент	7
3. Электр юритувчи куч (Э. Ю. К.)	7
4. Электрохимиявий тоқ манбалари	7
5. Аккумулятор	8
6. Кислотали аккумуляторлар	8
7. Ишқорли аккумуляторлар	8
8. Аккумуляторнинг зарядланиши ва зарядсизланиши	8
9. Аккумулятор сизими	9
10. Аккумулятор батареяси	9

II бўлим. ЭЛЕКТР МАЙДОН

11. Диэлектриклар	10
12. Конденсатор	10
13. Электр сизими	10
14. Конденсатор батареяси	11
15. Электр майдон	11
16. Электр майдон энергияси	12
17. Электр зарядлар	12
18. Кулон қонуни	13
19. Бирликларнинг абсолют электростатик системаси	13
20. Бирликларнинг халқаро СИ системаси	13
21. Электр майдон кучлашувчанлиги	14
22. Электр силжиши	15
23. Электр майдон кучлари виси	16
24. Потенциаллар айирмаси (кучланши)	17
25. Эквипотенциал сиртлар	18

III бўлим. ҲЗГАРМАС ТОҚ ЭЛЕКТР ЗАҲЖИРЛАРИ

26. Ҳзгармас тоқ	18
27. Электр тоқ	18
28. Тоқ кучи	18

29. Электр ўтказгичлар	18
30. Биринчи тур ўтказгичлар	18
31. Иккинчи тур ўтказгичлар	18
32. Электролиз	19
33. Электр занжир	19
34. Электр занжир схемаси	19
35. Ом қонуни	19
36. Электр қаршилик	20
37. Жоуль — Ленц қонуни	20
38. Резистор	20
39. Реостат	21
40. Электр занжирларини ҳисоблаш	21
41. Тармоқланган занжир	21
42. Тармоқланмаган занжир	21
43. Мураккаб занжирлар	22
44. Потенциал диаграмма	26
45. Вольт-Ампер характеристикаси	26
46. Чизиқий элементлар	27
47. Чизиқий занжирлар	27
48. Ночизиқий элементлар	27
49. Ночизиқий занжирлар	27
50. Ночизиқий элементларни қетма-қет улаш	27
51. Ночизиқий элементларни параллел улаш	28
52. Ночизиқий занжирларни аналитик усулда ҳисоблаш	29
53. Ночизиқий элементнинг эквивалент схемаси	29
54. Тўқ стабилизатори	30
55. Қучланиш стабилизатори	31

IV бўлим. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

56. Магнит майдон	31
57. Магнит кутблари	31
58. Магнитланиш	32
59. Қолдик магнетизм	32
60. Гистерезис	32
61. Электр токи билан магнитланиш (магнитланиш)	32
62. Магнетикнинг тўйиниши	32
63. Магнит майдонини йўналтириш	32
64. Магнит куч қизиклари	33
65. Парма қондаси	33
66. Симметрик магнит майдон	33
67. Бир жинели магнит майдон	34
68. Магнит индукцияси	34
69. Магнит синдирувчанлик	35
70. Магнит оқим	35
71. Магнит майдон қучланганлиги	36
72. Магнит қучланиши	36
73. Магнит юритувчи куч (М. ю. к.)	36
74. Тўла ток қонуни	36
75. Магнитланиш эгри чизиги	37
76. Гистерезис сиртмоғи	38
77. Гистерезис исрофи	39
78. Асосий магнитланиш эгри чизиги	39
79. Магнит занжир	39
80. Магнит занжир учун Ом қонуни	39
81. Магнит занжирларини ҳисоблаш	39
82. Электромагнит ҳодисалар	40
83. Ампер қонуни	40
84. Чап қўл қондаси	41
85. Токли иккита параллел ўтказгичнинг ўзаро таъсири	41
86. Ампер таърифи	41

87. Электромагнит кучлар иши	42
88. Магнит майдон энергияси	42
89. Электромагнит	42
90. Электромагнит индукция	43
91. Электромагнит индукция электр юритувчи кучи (ЭЮК)	43
92. Электромагнит индукция конуни	43
93. Унг қўл қондаси	43
94. Ленц конуни	44
95. Электр мотор	44
96. Электр генератор	45
97. Электр машиналарнинг алмашилиш принципи	46
98. Индуктивлик	47
99. Ҳиндукция	47
100. Ҳзаро индукция	48

У б ў л и м . С И Н У С О И Д А Л Т О К З А Н Ж И Р Л А Р И

101. Ҳзгарувчан ток	48
102. Синусоидал электр катталиклар	49
103. Синусоидал ва бошқа кўрсаткичлари катталикларнинг асосий кўрсаткичлари	50
104. Синусоидал катталиклар даври	50
105. Синусоидал катталиклар частотаси	50
106. Фаза	51
106'. Бошланғич фаза	51
107. Фазалар силжиши	51
108. Онй қиймат	51
108. Амплитудавий қиймат	51
109. Эффе́ктив қиймат	51
110. Амплитуда коэффи́циенти	52
111. Ҳртача қиймат	52
112. Эгри чизиқнинг шакл коэффи́циенти	52
113. Вектор диаграмма	52
114. Синусоидал ток электр занжирлари	52
115. Актив қаршилик	52
116. Юза эффе́ктив	53
117. Актив қаршиликли занжир	53
118. Индуктив қаршилик	54
119. Сигимий қаршилик	55
120. Актив ва индуктив қаршиликли занжир	56
121. Кучланишлар учбурчаклиги	57
122. Қаршиликлар учбурчаклиги	57
123. Актив ва индуктив қаршиликли занжир куввати	57
124. Актив, индуктив ва сигимий қаршиликли занжир	58
125. Актив, индуктив ва сигимий қаршиликли тармоқланган занжир	59
126. Актив, индуктив ва сигимий қаршиликларнинг аралаш уланган занжир	60
127. Кувват коэффи́циенти	62
128. Кучланишлар резонанси	63
129. Тоқлар резонанси	64
130. Тебраниш контури	65
131. Носинусоидал тоқлар	65
132. Электр фильтрлар	67
133. Носинусоидал тоқнинг эффе́ктив қиймати	68
134. Символик метод	68
135. Тўрт кутблик	70
136. Тўрт кутблик методи	70
137. Тўрт кутблик доимийлари	70
138. Тўрт кутблик эквивалент схемалари	72
139. Симметрик тўрт кутблик	72

VI бўлим. УЧ ФАЗАЛИ ТОҚ ЗАНЖИРИ

140. Уч фазали тоқ	72
141. Уч фазали ЭЮК	73
142. Уч фазали ЭЮК, кучлигини ва тоқларнинг симметрик системаси	74
143. Уч фазали занжирлар системаси	74
144. Юлдуз схемаси	74
145. Учбурчак схемаси	75
146. Симметрик занжирларни ҳисоблаш	76
147. Юлдуз схемасидаги носимметрик занжирларни ҳисоблаш	77
148. Учбурчак схемасидаги носимметрик занжирларни ҳисоблаш	78
149. Аралаш уланган носимметрик занжирни ҳисоблаш	79
150. Уч фазали носимметрик системанинг симметрик танкил этувчилари	80
151. Симметрик танкил этувчилар қомплекслари	80
152. Носимметрик системани симметрик танкил этувчиларга ажратиш	81
153. Айлашувчи магнит майдон	82
154. Ҳзарувчан тоқнинг почиқлиқ занжирлари	84
155. Индуктивлик галтакнинг вектор диаграммаси	84
156. Галтакнинг тўла вектор диаграммаси	85
157. Феррорезонанс	85
158. Кучливишлар феррорезонанси	86
159. Тоқлар феррорезонанси	87
160. Тўйиниш дресселари	88
161. Магнит кучайтиргич	89
162. Кучайтиргич	90

VII бўлим. ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРДАГИ ЎТКИНЧИ ЖАРАЕНЛАР

162. Ўтин жараетлари	90
163. Коммутация	90
164. Ўтин тоқи	90
165. Конденсаторнинг зарядланиши	93
166. Конденсаторнинг заряденланиши	93
167. Қисқа туташувдаги ўтин жараети	93

VIII бўлим. ЭЛЕКТР УЛЧАШЛАР

168. Электр катталикларни ўлчаш	94
169. Электр ўлчаш асбоблари	94
170. Магнитозлектр ўлчаш системаси	95
171. Магнитозлектр бешиллограф (Вибратор)	96
172. Электромагнит ўлчаш системаси	96
173. Электродинамик ўлчаш системаси	96
174. Нозьлектр катталикларни электр усулларда ўлчаш	96
175. Параметрик ўзгарткичлар	96
176. Реостатли ўзгарткичлар	97
177. Симли ўзгарткичлар	97
178. Терморезисторли ўзгарткичлар	97
179. Индуктив ўзгарткичлар	97
180. Сигний ўзгарткичлар	97
181. Генератор ўзгарткичлар	97
182. Индукцион ўзгарткич	97
183. Термозлектр ўзгарткичлар	98
184. Пьезозлектр ўзгарткичлар	98

IX бўлим. ТРАНСФОРМАТОРЛАР

185. Бир фазали трансформатор	98
186. Трансформаторнинг коэффициенти	99
187. Трансформаторнинг фойдаланиш коэффициенти (ФИК)	99
188. Трансформаторнинг сизгитилан режим	100

189. Салт ишлаш тажрибаси	101
190. Трансформаторнинг қисқа туташув режими	101
191. Қисқа туташув тажрибаси	101
192. Трансформаторнинг юкланиш режими	102
193. Келтирилган трансформатор	102
194. Трансформаторнинг эквивалент схемаси	103
195. Трансформаторнинг таъши характеристикаси	104
196. Уч фазали трансформатор	104
197. Уланиш гуруҳи	104
198. Трансформатор чулғамларининг уланиш схемалари	106
199. Уч фазали трансформаторнинг трансформациялаш коэффициенти	107
200. Трансформаторларнинг параллел ишлаши	107
201. Махсус трансформаторлар	108
202. Автотрансформатор	108
203. Пайвандлаш трансформатори	108
204. Ҳлчаш трансформаторлари	109

Х бўлим. ҲЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИ ВА МОТОРЛАРИ

205. Ҳзгармас ток электр машиналари	110
206. Ҳзгармас ток генератори	111
207. Муस्ताқил кўзгатишли Ҳзгармас ток генератори	111
208. Параллел кўзгатишли Ҳзгармас ток генератори	111
209. Кетма-кет кўзгатишли Ҳзгармас ток генератори	112
210. Аралаш кўзгатишли Ҳзгармас ток генератори	113
211. Якорь чулғами	113
212. Оддий сиртмоқсимон чулғам	114
213. Параллел шохобча	114
214. Оддий тўлқинсимон чулғам	114
214. Икки қатламли чулғам	114
215. Элементар ариқча (паз)	114
216. Мураккаб чулғамлар	114
217. Чулғамдаги Э.Ю.К.	115
218. Якорь реакцияси	115
219. Ҳзгармас ток машиналаридаги коммутация	116
220. Генераторлардаги электромагнит жараёнлар	116
221. Генераторнинг номинал режими	118
222. Электр машиналарининг характеристикалари	118
223. Генераторнинг салт ишлаш характеристикаси	118
224. Генераторнинг юкланиш характеристикаси	119
225. Генераторнинг таъши характеристикаси	119
226. Генераторнинг ростлаш характеристикаси	120
227. Параллел кўзгатишли генераторнинг таъши характеристикаси	120
228. Аралаш кўзгатишли генераторнинг таъши характеристикаси	121
229. Электр машина кучайтиргичлар	121
230. Авторактор генераторлари	121
230. Реле-регулятор	123
230. Стартёр	123
231. Ҳзгармас ток моторлари	123
232. Иш машинасининг механик характеристикаси	124
233. Моментларини мотор валига келтириш	125
234. Ҳзгармас ток моторининг механик характеристикаси	125
235. Ҳзгармас ток моторини ишга тушириш	125
236. Моторнинг номинал қаршилиги	126
237. Ҳзгармас ток моторнинг тормоз режимлари	126
238. Рекуператив тормозлаш	126
239. Электродинамик тормозлаш	127
240. Тесқари улаб тормозлаш	127
241. Параллел кўзгатишли мотор	127
242. Параллел кўзгатишли моторни ишга тушириш	127
243. Параллел кўзгатишли моторнинг механик характеристикаси	128
244. Айланиш частотасини ростлаш	130
245. Ростлаш диапазони	130

246.	Ростлаш силликлиги	130
247.	Ростлаш тежамлилиги	130
248.	Ростлаш стабиллиги	130
249.	Механик тавсифлар таснифи	130
250.	Параллел кўзгатишли моторнинг айланиш частотасини ростлаш	131
251.	Параллел кўзгатишли моторнинг иш характеристикалари	131
252.	Кетма-кет кўзгатишли мотор	132
253.	Кетма-кет кўзгатишли моторнинг иш характеристикалари	134
254.	Кетма-кет кўзгатишли моторнинг айланиш частотасини ростлаш	134
255.	Аралаш кўзгатишли мотор	135

XI бўлим. АСИНХРОН МОТОРЛАР

256.	Асинхрон мотор	135
257.	Қиска туташтирилган роторли асинхрон мотор	136
258.	Фазавий роторли асинхрон мотор	136
259.	Сирпаниш	137
260.	Асинхрон моторнинг салт ишлаш режими	137
261.	Асинхрон моторнинг қиска туташув режими	138
262.	Асинхрон моторнинг иш режими	138
263.	Асинхрон моторнинг вектор диаграммаси	139
264.	Асинхрон моторнинг эквивалент схемаси	139
265.	Асинхрон моторнинг энергетик диаграммаси	140
266.	Асинхрон моторнинг фойдали иш коэффициенти	141
267.	Асинхрон моторнинг айлантирувчи моменти	141
268.	Асинхрон моторнинг механик характеристикаси	142
269.	Асинхрон моторни ишга тушириш	144
270.	Фазавий роторли асинхрон моторни ишга тушириш	145
271.	Асинхрон моторнинг улаштиш схемасини танлаш	145
272.	Асинхрон моторни ишга тушириш усуллари	146
273.	Тўппа-тўғри ишга тушириш	146
274.	Юлдуздан учбурчакка ўтказиб ишга тушириш	146
275.	Асинхрон моторнинг генератор режими	147
276.	Асинхрон моторнинг тескари улаш режими	147
277.	Асинхрон моторнинг электродинамик тормозлаш режими	147
278.	Асинхрон моторнинг иш характеристикалари	147
279.	Асинхрон моторнинг довраий диаграммаси	148
280.	Асинхрон моторнинг айланиш частотасини ростлаш	150
281.	Асинхрон — вентилятор каскади	151
282.	Кўп роторли асинхрон мотор	152
283.	Бир фазали асинхрон мотор	152
284.	Икки фазали асинхрон мотор	153
285.	Бир фазали тармоқдан ишлаётладиган уч фазали мотор	154
286.	Бир фазали коллекторли мотор	154
287.	Универсал мотор	155
288.	Индукцион ростлагич	155
289.	Фазаростлагич	156
290.	Асинхрон частота ўзгарткич	158
291.	Синхронлаштирилган асинхрон мотор	158
292.	Асинхрон тахогенератор	158
293.	Сельсин	158
294.	Сельсин — датчик	159
295.	Сельсин — приёмник	159

XII бўлим. СИНХРОН ГЕНЕРАТОР ВА МОТОРЛАР

296.	Синхрон машиналар	159
297.	Синхрон генераторнинг ишлаш принципи	160
298.	Синхрон генераторни кўзгатиш	161
299.	Синхрон генераторнинг статор чулғами	162
300.	Статор чулғамдаги ЭЮК	162
301.	Синхрон генераторнинг якорь реакцияси	162

302. Синхрон генераторнинг вектор диаграммалари	163
303. Блондель диаграммаси	163
304. Ноаён кутбля синхрон генераторнинг вектор диаграммалари	164
305. Синхрон генераторнинг саят ишлаш характеристикаси	164
306. Синхрон генераторнинг қисқа туташув характеристикаси	164
307. ЭЮК ларнинг амалий диаграммаси	166
308. Синхрон генераторнинг ташқи характеристикаси	166
309. Синхрон генераторнинг ростлаш характеристикаси	167
310. Синхрон генераторни қомпанудлаш	167
311. Синхрон генераторнинг параллел ишлаши	168
312. Параллел ишлашга ўлаш усуллари	168
313. Синхрон генераторнинг U-симон диаграммаси	169
314. Электрмагнит қувват	169
315. Синхрон генераторнинг бурчак характеристикаси	171
316. Синхрон моторлар	171
317. Синхрон машиналарнинг алмашиши принципи	172
318. Синхрон моторнинг механик характеристикаси	172
319. Синхрон моторнинг бурчак характеристикаси	173
320. Синхрон моторнинг U-симон характеристикаси	173
321. Синхрон моторни ишга тушириш	174
322. Синхрон моторнинг иш характеристикалари	175
323. Синхрон машинанинг ФИК	175
324. Контактсиз синхрон моторлари	175
325. Синхрон компенсатор	176
326. Реактив синхрон мотор	177

XIII бўлим. ЭЛЕКТРОН, ИОН ВА ЯРИМЎТКАЗГИЧЛИ АСБЎБЛАР

327. Электроника	178
328. Микросхемалар	178
329. Интеграл схема	178
330. Электрон асбоблар	178
331. Ион асбоблар	178
332. Яримўтказгичли асбоблар	179
333. Электр майдонида электронлар ҳаракати тезлиги	179
334. Термоэлектрон эмиссия	179
335. Икки электродли электрон лампа (диод)	179
336. Кенотрон	180
337. Юқори частотали диодлар	180
338. Уч электродли электрон лампа (триод)	180
339. Газотрон	182
340. Тиратрон	182
341. Яримўтказгичлар	182
342. Яримўтказгичли диод	183
343. Транзистор	184
344. Тиристор	185
345. Инвертор	185
346. Яримўтказгичли частота ўзгарткичлари	186
347. Электроавтоматика	186
348. Реле-контакторли автоматика	186
349. Электр машинали автоматика	186
350. Контактсиз автоматика	187
351. Телемеханика	187
352. Релели химёя	187
353. Кибернетика	187
354. Кибернетик машиналар	187
355. Электрон ҳисоблаш машинаси	187

XIV бўлим. ЭЛЕКТР ЮРИТМА ВА УНИ АВТОМАТИК БОШҚАРИШ АСОСЛАРИ

356. Электр юритма	188
357. Умумий трансмиссияли электр юритма	188

358.	Грушавий электр юритма	188
359.	Оддий якка моторли электр юритма	188
360.	Индивидуал электр юритма	188
361.	Махсус индивидуал электр юритма	189
362.	Кўп моторли электр юритма	189
363.	Оддий кўп моторли электр юритма	189
364.	Индивидуал кўп моторли электр юритма	189
365.	Электр юритмалардаги ўтиш жараёнлари	189
366.	Физик моделлаш	190
367.	Математик моделлаш	190
368.	Электр юритмалардаги ўтиш жараёнларининг давомийлиги	191
369.	Электр юритмаларнинг ишга тушириш давомийлиги	191
370.	Электр юритманинг тўхташ давомийлиги	192
371.	Ишга тушириш давомийлигини график ҳисоблаш усули	192
372.	Ишга тушириш давомийлигини графоаналитик ҳисоблаш усули	193
373.	Мустақил кўзгатишчи моторни ишга туширишдаги ўтиш жараёнлари	194
374.	Асинхрон моторни ишга туширишнинг давомийлиги	196
375.	Ишга туширишдаги энергия исрофи	196
376.	Электр юритма системасини танлаш	197
377.	Электр моторнинг қувватини танлаш	197
378.	Мотор қувватини қизишига қараб танлаш	197
379.	Электр юритманинг иш режимлари	198
380.	Давомли иш режими	198
381.	Қиска муддатли иш режими	198
382.	Такрорланувчи қиска муддатли иш режими	198
383.	Давомли юкламада мотор қувватини ҳисоблаш	199
384.	Вентилятор моторининг қуввати	199
385.	Насос моторининг қуввати	199
386.	Давомли ўзгарувчан юкламада мотор қуввати	200
387.	Ўртача исроф усули	200
388.	Эквивалент катталиклар усули	201
389.	Эквивалент ток усули	201
390.	Эквивалент момент усули	201
391.	Эквивалент қувват усули	202
392.	Қиска муддатли юкламада мотор қуввати	202
393.	Такрорланувчи қиска муддатли юкламада мотор қуввати	203
394.	Ток турига қараб мотор танлаш	204
395.	Кучланшига қараб мотор танлаш	204
396.	Айланиш частотасига қараб мотор танлаш	204
397.	Тузилшига қараб мотор танлаш	205
398.	Тивига қараб моторларни танлаш	205
399.	4 А сериядаги қиска тугаштирилган роторли асинхрон моторлар	206
400.	4 А серияли моторларни қишлоқ хўжалик модификацияси	206

XV бўлим. ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИНГ АВТОМАТИК БОШҚАРИШ АППАРАТЛАРИ

401.	Бошқариш аппаратлари	207
402.	Дастаки бошқариш аппаратлари	207
403.	Реле-контакторли бошқариш аппаратлари	207
404.	Контактор	207
405.	Ўзгармас ток контакторлари	207
406.	Ўзгарувчан ток контакторлари	208
407.	Магнитли ишга туширгич	208
408.	Қиоқкалар станцияси	208
409.	Реле	208
410.	Бошқариш релелари	209
411.	Ҳаяллаш вақти	209
412.	Электромагнит вақт релеси	209
413.	Маятникли вақт релеси	209
414.	Электрон вақт релеси	210

415. Моторли вақт релеси	210
416. Кучланиш релеси	210
417. Ток релеси	210
418. Химоя аппаратлари	210
419. Сақлагичлар	211
420. Ноль кучланиш химояси	211
421. Автоматик узгич (Автомат)	211
422. Ажраткич	212
423. Мойли узгич	212
424. Максимал ток релеси	212
425. Иссиклик релеси	213
426. Технологик датчик	213
427. Йўл датчиклари	213
428. Йўл алмашлаб-улагичи	213
429. Барабанли алмашлаб-улагич	213
430. Индуктив датчик	213
431. Индукцион тезлик датчиги	214
432. Қадковичли реле	214
433. Электромагнит тузилмалар	214
434. Электромагнит муфталар	214
435. Контактсиз бошқариш аппаратлари	215

XVI бўлим. ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИ АВТОМАТИК БОШҚАРИШ СХЕМАЛАРИ

436. Бошқариш схемалари	215
437. Очик системали бошқариш схемалари	215
438. Берк системали бошқариш схемалари	216
439. Тескари боғланиш	216
440. Тескари мусбат боғланиш	216
441. Тескари манфий боғланиш	216
442. Тескари бикр боғланиш	216
443. Тескари эластик боғланиш	216
444. Автоматик бошқариш схемаларининг тузилиши	216
445. Бош занжир	216
446. Бошқариш занжири	217
447. Бош контактлар	217
448. Блок контактлар	217
449. Блокировка (лаш)	217
450. Принципиал схема	217
451. Монтаж схема	217
452. Автоматик бошқариш схемалари	217
453. Дистанцион (масофадан) бошқариш	219
454. Блокировка боғланишлари	219
455. Электр моторни ишга туширишни автоматик бошқариш	219
456. Технологик жараёнларни комплекс автоматлаштириш	222
457. Йўл бўйича автоматлаштириш	222
458. Вақт бўйича автоматлаштириш	222
459. Юклама бўйича автоматлаштириш	222
460. Айланиш бўйича автоматлаштириш	222
461. Поток линияларини автоматлаштириш	223
462. Уч чулғамли генератор-мотор	224
463. Магнит кучайтиргичи-мотор	225
464. Элир системаси	225
465. Тиристор-мотор системаси	226
466. Частота ўзгарткич-мотор системаси	226
467. Тақлидий электр юритма	227
468. Програма билан бошқариладиган электр юритма	228
469. Санаш тузилмалари	228
470. Сирпаниш муфтали электр юритма	229

XVII бўлим. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ ВА УНИНГ СИСТЕМАЛАРИ

471. Электр таъминоти	230
472. Электр энергия манбалари	230
472. Электр станция	230
473. Иссиқлик электр станцияси (ТЭС)	230
474. Буг турбинали конденсацион электр станцияси (КЭС)	230
475. Иссиқлик электр централи (ЭЦ)	230
476. Газ турбинали электр станция	230
477. Дизель электр станция	231
478. Гидроэлектр станция (ГЭС)	231
479. Тўғонли ва ўзанли ГЭС	231
480. Деривацияли ГЭС	231
481. Гидроаккумуляторли электр станция (ГАЭС)	231
482. Атом электр станцияси (АЭС)	231
483. Давлат район электр станцияси (ГРЭС)	232
484. Энергетик система	232
485. Электр системаси	232
486. Ягона энергетик система (ЕЭС)	233
487. Электр тармоқлари	233
488. Таксимлаш қурилмалари (РУ)	233
489. Трансформатор подстанцияси	233
490. Таксимлаш пункти (РП)	233
491. Подстанцияларнинг уланиш схемалари	233
492. Комплект трансформатор подстанциялари (КТП)	234
493. Трансформаторлар сони ва қувватини танлаш	235
494. Электр тармоқларини ҳисоблаш	236
495. Ерга улаш	236
496. Ерга улаш қурилмалари	236
497. Ерга улагич	237
498. Химоялаш учун ерга улаш	237
499. Ишлатишда ерга улаш	237
500. Ноль симга улаш	237
501. Электр энергиясини тежаш	238

XVIII бўлим. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА РИВОЖИГА МУҲИМ ҲИССА

ҚУШГАН ЖАҲОН ВА ЎЗБЕКИСТОН ОЛИМЛАРИ ҲАҚИДА

ҚИСКАЧА МАЪЛУМОТ

Фойдаланилган адабиёт	252
-----------------------	-----

Сапи Мажидов

**РУССКО-УЗБЕКСКИЙ СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК
ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ**

Для студентов ВУЗов не электротехнической специальности в качестве
учебного пособия

Издательство "Ўзбекистон". 700129, Ташкент, Навои, 30.

Рисов С. Ўзбеев
Тадбир мухаррир А. Дехқонхўжаев
Техник мухаррир С. Собирова
Музаххих У. Абдуқодирова

Терига берилди 03.04.93. Босишга рухсат этилди 10.12.93. Бичими 60×90¹/16. «Литературная» гарнитурада
оқоғ босма усулида босилди. Шартли бос.т. 16,25. Нашр т. 19,17. 5000 нусхада чоп этилди. Буюртма № 459/1111
Заҳос шартнома асосида.

«Ўзбекистон» нашриёти, 700129, Тошкент, Навоий кўчаси, 30. Нашр № 91—93.

Ўзбекистон Республикаси Давлат матбуот қўмитаси ижарадаги
Тошкент матбаа комбинатида тайёрланиб "Ўзгипрозем" Қартфабрикасида
босилди. 700096, Тошкент, Муқимий кўчаси, 182.