

С. МАЖИДОВ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

МАЪЛУМОТНОМА

ОЛИЙ ЎҚУВ ЮРТЛАРИ УЧУН

С. МАЖИДОВ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКАДАН РУСЧА-ЎЗБЕКЧА ЛУҒАТ-МАЪЛУМОТНОМА

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта
махсус таълим вазирлиги олий техника
ўқув юртларининг ноэлектротехник мута-
хассислиги бўйича таҳсил олаётган тала-
балари учун ўқув қўлланма сифатида
тавсия этган

ДЕНОВ ТАРБИЙОҲОРИК
ВА ПЕДАГОГИКА
ТОШКЕНТ ИНСТИТУТИ
«ЎЗБЕКИСТОН» 17662
1994

31.2
М 15

621.3(083)

141 - 15

Такризчилар: техника фанлари докторлари, профессорлар
А. С. Каримов, А. А. Хошимов, профессор С. З. 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

2202000000-106 43—93
М 351 (04) 93

© «ЎҚИТУВЧИ» нашриёти, 1995.

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



СЎЗ 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 кишлок 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 х. 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 охирида 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 ортиқ бўлган Ангрен, 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 қиёфасини тубдан ўзгартириб юборди. Эндиликда узок-узок кишлокларимизда 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 қисmini белгилаш (ўқитишни дифференциаллаш) да муаллифнинг фикрича электр занжирларининг физик параметрлари — актив қаршилиқ, индуктивлик ва сигимга асосланиш мақсадга мувофиқдир.

Юқори малакали электротехник кадрлар тайёрлаш ва ўқув юртларида ўқиш-ўқитиш ишларини самарали йўлга қўйишда, турли хил дарслик ва қўлланмалар катори, илмий-техник томондан асосланган электротехника терминологиясини ишлаб чиқиш ва унификациялаш (бир хил қилиб тартибга солиш) ҳам муҳим аҳамиятга эга. Ушбу китоб, аввало, олий ўқув юртларининг талабаларига ҳамда ўрта махсус ва ҳунар-техника билим юртларининг 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 катталиклари 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 қуйидаги 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	Ўлчов 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 сигими	фарад, Ф	C
7.	Ток кучи	ампер, А	I
8.	Электр қаршилиқ	Ом	R
9.	Солиштира қаршилиқ	Ом·мм ² /м	ρ
10.	Электр ўтказувчанлик	сименс, См	g
11.	Солиштира 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^M
21.	Электромагнит момент	ньютон·метр, Нм	M^M
22.	Индуктивлик	генри, Гн	L
23.	Ўзаро индуктивлик	генри, Гн	M
24.	Электр частотаси	Герц, Гц	i
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

№	Катталар номи	Ўлчов бирлиги	Харфий белгиси
31.	Индуктив қувват	Вольт-Ампер реактив ВАр (кВАр)	Q_L
32.	Сигимий каршилик	ом, Ом	X_c
33.	Сигимий қувват	вольт-ампер реактив ВАр (кВАр)	Q_c
34.	Тўла каршилик	ом, Ом	Z
35.	Тўла қувват	вольт-ампер, В·А	S
36.	Реактив каршилик	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

1 БУЛИМ

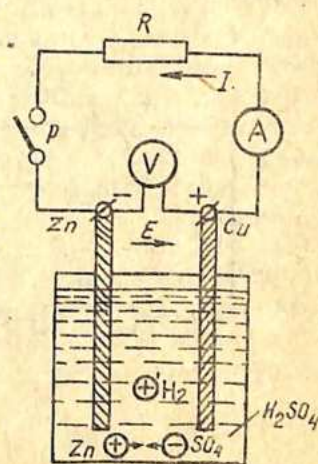
ЭЛЕКТРОХИМИЯВИЙ ТОК МАНБАЛАРИ

1. Гальванические элементы — Гальваник элементлар. Электролит ва унга ботирилган иккита турли хил металл пластинкадан (электроддан) иборат электр токи манбаларининг умумий номи. Бундай элементларнинг яратилишига италля 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. Натижада 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

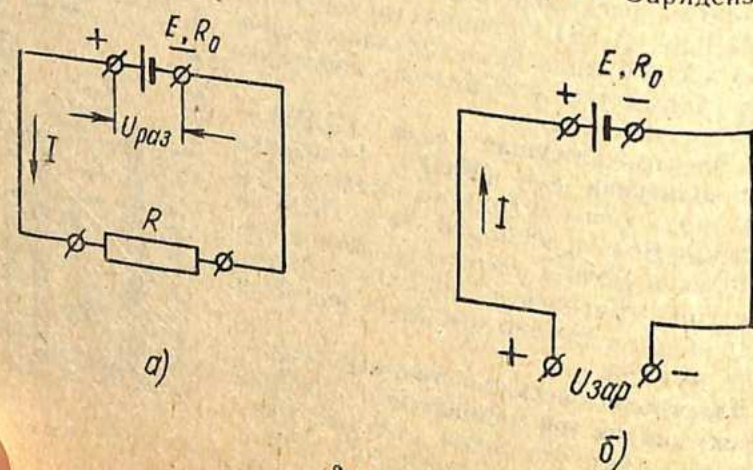
нинг фойдали иш коэффициенти электростанциялардаги генераторлариникига нисбатан анча юқори, аммо гальваник элементлардан олинadиган токнинг таннарихи уларда арзон ёқилғи (газ ёки кўмир) ўрнига қиммат турадиган рух ишлатилиши сабабли анча баланд бўлади. Гальваник элементлардан автоматика, телефон, сигнализация 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 тоқ манбаи сифатида ишлатиладиган гальваник типдаги элемент А. деб аталади. Демак, А. иккиламчи тоқ 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 вольтагча ЭЮК ҳосил қилади. Улар катта электр сифимиға ва фойдали иш коэффициенти (ФИК) га эға. Ш. сабабли, улардан асосан катта қувватли стационар қурилмаларда кенг фойдаланилади.

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

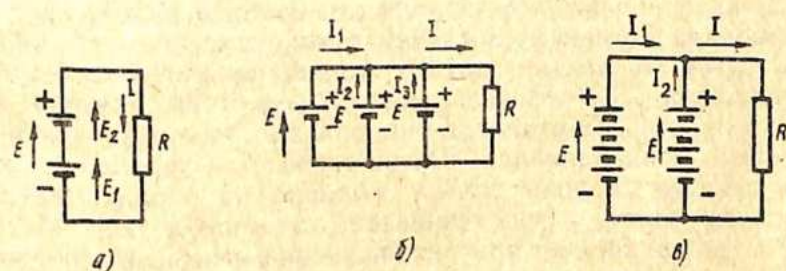
8. Зарядка и разряд аккумулятора — Аккумуляторнинг зарядла-
ниш ва зарядсизланиши. Аккумуляторга ток бериш режими
зарядланиш, ундан ток олиш режими эса, зарядсизланиш дейлади.
2-рasm, а да зарядсизланиш, б да зарядланиш режимида аккумулятор
элементларининг улаиш схемалари кўрсатилган. Зарядсизланиш



2 - р а с м

режимида аккумуляторнинг кучланиши ($U_{\text{раз}} = E - IR_0$) икки вольтача 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. **Емкость аккумулятора—Аккумулятор сизими.** Аккумулятордан зарядсизланиш давомида олинши мумкин бўлган ток микдори A с. деб аталади. Бу микдор Ампер-соат билан ўлчанади ва C харфи билан белгиланади: $C = I_{\text{раз}} t_{\text{раз}}$. Агар аккумулятор паспортида кўрсатилган зарядсизланиш токи $I_{\text{раз}} = 10 \text{ A}$, зарядсизланиш вақти 5 соат бўлса, $C = 10 \cdot 5 = 50 \text{ A} \cdot \text{соатга}$ тенг. Демак, зарядсизланиш токи 10 A эмас 1 A бўлса, бундай аккумулятордан 50 соат фойдаланиш мумкин.



3 - р а с м

10. Аккумуляторная батарея — Аккумуляторлар батареяси. Аккумулятор элементларини ўзаро кетма-кет, параллел ёки аралаш схемаларда улаб, А. б. ҳосил қилиш мумкин. Кетма-кет улаш да 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 олинadиган қувватни ошириш мумкин. 3-расм 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 қаршилиғи $R_{\text{н}} = 0,2$ Ом бўлган юклама бириктирилса, бу занжирдан ўтадиган I токи Ом қонунига мувофиқ қуйидагича бўлади:

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

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

бўлади. Демак, параллел улашда ток кучи ошади. Агар юклар каршилиги катта, масалан 20 Ом бўлса, кетма-кет улашда $I = \frac{1,1+1,1}{1+1+20} = 0,1$ А, параллел улашда эса, $I = \frac{1,1}{0,5+20} = 0,053$ бўлади. Демак, юклама каршилиги нисбатан катта бўлган ҳолларда батареядан катта ток олиш учун элементларни кетма-кет улаш керак. Умуман, батарея тузишда ички каршилиги нисбатан кичик бўлган элементлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

II БУЛИМ

ЭЛЕКТР МАЙДОН

11. Диэлектрики — Диэлектриклар. Электр токини ўтказмайдиган материаллар Д. ёки изолятор дейилади. Д. да ток ҳосил қилувчи эркин электронлар жуда оз бўлади ёки мутлақо бўлмайди. Д. да электр машина ва трансформатор чулғамларини, кабель ва симларни коплаш учун ва умуман электр изоляцион 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 кучтанишини 110—165 кв гача кўтариш билан электр энергиясини узок масофаларга узатишда трансформаторлардан фойдаланмаслик имконини берди.

12. Конденсатор — Конденсатор. Электр заряди тўплаш ва сақлаш учун хизмат қиладиган, диэлектрик билан ажратилган иккита ёки бир нечта ўтказгич пластинкалар (копламалар)дан иборат тузилма К. деб аталади. К. пластинкаларида (копламаларида) микдор жihatидан тенг, қарама-қарши ишорали зарядлар тўпланади. 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 ҳаво билан ажратилган икки симли узатиш линияси табиий К. дир. Унда ўтказгич вазифасини симларнинг ўзи, мачта ва ер, диэлектриклар вазифасини чинни изоляторлар бажаради.

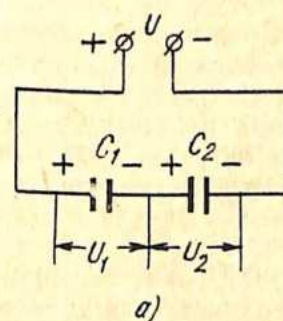
13. Электрическая ёмкость — Электр сифими. Алохида ўтказгичнинг Э. с. деб унинг электр зарядларини сақлаб қолиш қобилиятига айтилади. Электростатик майдондаги ўтказгичнинг ҳамма нукталарида потенциаллар бир хил бўлади. Унинг қиймати эса ўтказгичдаги зарядлар микдorigа пропорционалдир. Бундан ўтказгичнинг Э. с. қуйидагича ифодаланади: $C = \frac{Q}{\varphi}$, бу ерда, C — ўтказгичнинг Э. с., Q —

зарядлар микдори; φ — потенциал. Демак, берилган потенциалда Э. с. қанча 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.

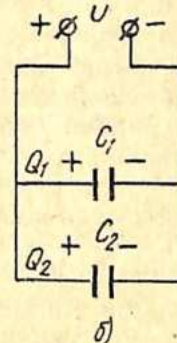
Конденсаторнинг Э. с. қуйидагича ифодаланади: $C = \frac{Q}{\varphi_1 - \varphi_2}$; бу ерда Q — конденсатор пластинкаларидан бирининг зарядлари микдори, $\varphi_1 - \varphi_2$ — пластинкалар потенциалларининг айирмаси. Конденсаторларнинг тузилиши ва шакли электр зарядларини тўплаш ва сақлаш учун мўлжаллаб 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 $|C| = \left| \frac{Q}{U} \right| = \frac{Кл}{В} = 1 Ф$ (фарад) дир. Фарад катта бирлик бўлгани учун, одатда микрофараддан фойдаланилади ($1 \mu КФ = 10^{-6} Ф$).

14. Батарея конденсаторов — Конденсаторлар батареяси. Конденсаторларнинг сифимини ўзгартириш ёки уларнинг кучланишини электр тармоғидагига 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 атрофида Э. м. ҳосил бўлади. Э. м. нинг асосий хоссаларидан бири шуки, унга киритилган ҳар қандай зарядга майдон қандайдир куч билан таъсир кўрсатади. Физика тараққиётининг «Олисдан таъсир қилиш» назарияси ҳукм сурган илк даврида

жисмлар масофадан бир-бирига мухитнинг иштирокисиз ўзаро таъсир кўрсатади, яъни кучлар бир жисмдан иккинчисига бўлини орқали ва бир онда узатилади, деб тахмин қилинган. Хозирги замонавий материалистик физикаси «Яқиндан таъсир этиш» деб аталган Фарадей томонидан тахмин этилган иккинчи назарияни тасдиқлайди. Бу назарияга биноан, жисмлар орасидаги ўзаро таъсир кучлари, улар атрофида бирор мухит бўлгандагина ва бу мухитнинг бир қисмидаги иккинчи қисмига маълум тезлик билан узатилади. Электр зарядларнинг 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 (токлар) 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 карама-қарши ишорали электр зарядлари тўпланиб, кучли Э. м. ҳосил қилинадиган манба деб қараш мумкин.

16. Энергия электрического поля — Электр майдон энергияси. Ўтказгичдаги заряд қаңча кўп бўлса, унинг атрофида ҳосил бўлган электр майдони шунча кучли бўлади. Демак, конденсаторга берилаётган кулланиш 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. Кучланиш $u = 0$ дан $u = U$ гача кўтарилса, конденсаторда тўпланган энергия микдори

$$W_c = \int_{u=0}^{u=U} Qdu = c \int_0^U u du = \frac{cu^2}{2} = \frac{QU}{2}$$

га етади. Зарядланган конденсатор ток манбаидан узилиб бирор ўтказгичга уланса, унинг зарядсизланиш токидан 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 энгил нарсаларни тортиш хусусияти пайдо бўлади. Бу хусусият магнит ва бегирлик кучлари тортишувидан мутлақо фарқ қилади. Буни биринчи бўлиб 1700 йилда инглиз врач Жильберт пайкаган ва электр деб атаган (грекча электрон — қахрабо 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 таёкчаларининг бири шиша таёкчага, иккинчисини эбонит таёкчага тегизилса, бу иккала таёкча бир-бирига тортилади. Агар иккала жисм эбонит таёкчадан ёки шиша таёкчадан зарядланса, улар бир-бирдан итарилади. Шунга кўра турли жисмларнинг ишқаланишидан

юзага келадиган Э. з. турли ишорага эга бўлади, деган хулосага келинган ва шишадаги зарядни шартли равишда мусбат, эбонитдагини эса, манфий заряд деб қабул қилинган. Баъзи жисмларда Э. з. бошқа заррачалар орасида эркин кўча олади, баъзиларида эса бу ҳодиса кузатилмайди. 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 аниқлангани сабабли электростатиканинг бу асосий қонунига Кулон номи берилди. Бу қонунга мувофиқ иккита нуктавий заряднинг ўзаро таъсир кучи (F) шу зарядлар микдори (Q_1 ва Q_2) тўғри пропорционал ва улар орасидаги масофа r нинг квадратиға тесқари пропорционалдир, яъни $F = f \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ ва Q_1 билан Q_2 ни бирлаштирувчи қизик бўйича йўналади.

Бу формулада f — 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 қонунидаги 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 шундай зарядки, у вакуумда 1 см 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 микдорларнинг 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 — келвин 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 қўндаланг қесими орқали ҳар бир секундда бир ампер ўзгармас ток ўтказадиган зарядлар микдорига тенг, яъни $1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot \text{с}$

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:

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

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

$1 \text{ Вт} = \frac{\text{Ж}}{\text{с}} = \frac{10^7 \text{ эрг}}{\text{с}}$. СИ да электр ходисаларига доир кўпгина формулалар таркибида 4π учрайди. Мухим амалий формулаларда 4π дан қутулиш, шу билан уларни рационаллаштириш мақсадида зарядларнинг ўзаро электростатик таъсири ҳамда тоқларнинг ўзаро магнит таъсири қонунларини ифодаловчи асосий формулалар таркибига $\frac{1}{4\pi}$ кўпайтувчи киритилади. Шу билан улар асосида чиқарилган бошқа формулалар ҳам соддалашади. Масалан, Кулон қонунининг формуласи СИ да қуйидагича ифодаланади: $F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$. Бу ерда

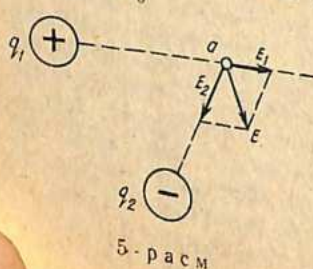
f коэффициентлари ўрнига $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ олинган: ϵ_0 нинг қийматини топиш учун, бир-биридан $1 \text{ м} = 10^2 \text{ см}$ масофада жойлашган нуктавий заряд ($Q_1 = Q_2 = 1 \text{ Кл}$) нинг вакуумдаги ўзаро таъсир кучи аниқланади:

$$F = \frac{(3 \cdot 10^9)^2}{(10^2)^2} = 9 \cdot 10^{14} \text{ дина} = 9 \cdot 10^9 \text{ Ньютон. Юкоридаги формулага мувофиқ } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1 \cdot 1}{1^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \text{ Ньютон. } F \text{ нинг иккала формуладан топилган қийматларини тенглаштирсак,}$$

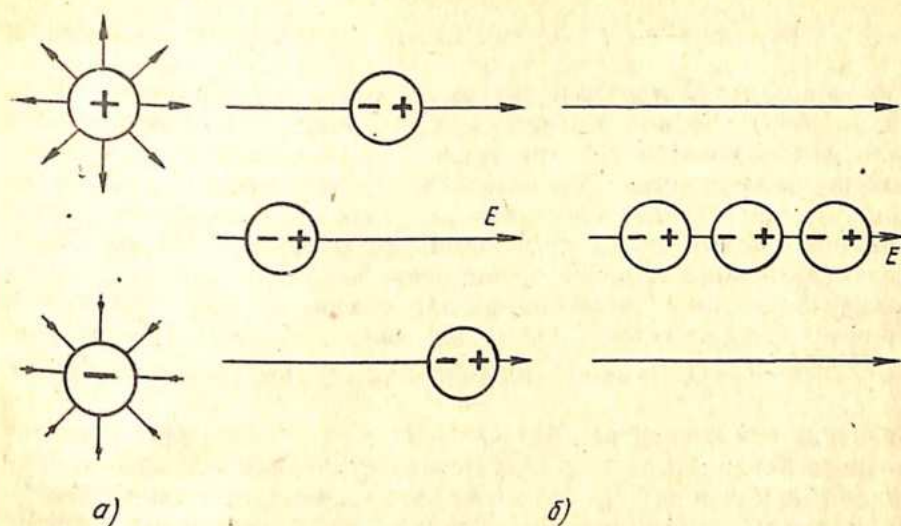
$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{фарада}}{\text{метр}} \left(\frac{\text{Ф}}{\text{м}} \right) \text{ келиб чиқади. } \epsilon_0 \text{ — моддларнинг электр доимийси ёки абсолют диэлектрик сингдирувчанлик дир.}$$

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 қонунига 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. дейилади. Бу ифодадан кўриниб

турибдики, Э. м. к. нинг қиймати Q_1 заряд микдорига боғлиқ эмас ва у Q_1 заряд турган нуктадаги электр майдонни харақтерлайди, холос. Демак, ϵ катталиқ электр майдонни микдорий жиҳатдан харақтерловчи физик катталиқдир. Унинг қиймати Q заряддан Q_1 зарядгача бўлган r масофанинг квадратида тесқари пропорционал равишда камаяди. Заряд скаляр катталиқ, куч эса вектор катталиқ бўлгани са



5-расм



6-расм

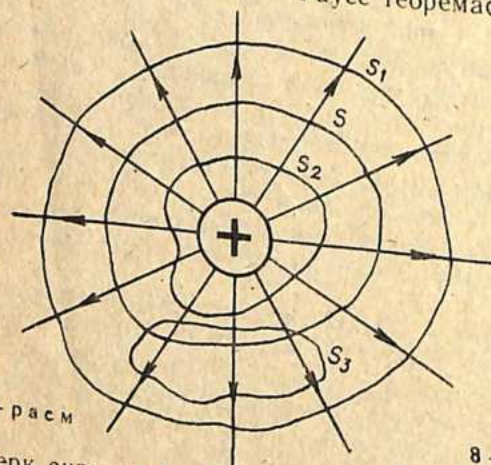
бабли ϵ ҳам вектор катталиқдир. 5-расмда мусбат Q_1 ва манфий Q_2 зарядлар ҳосил қилган Э. м. к. нинг йўналиши ва бирор a нуктада уларнинг қўшилиши кўрсатилган. Э. м. к. ни график усулда зич ёки сийрак электр куч чизиклари ёрдами билан ифодалаш ҳам мумкин. 6-расм, a да мусбат заряддан тарқаладиган ва 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, бир-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 ёкда мусбат, иккинчи ёкда манфий электр зарядларини вужудга келишидан иборат. Бунда, диэлектрикдаги электр зарядлари ўз ўрнидан силжийди. Бу силжиш ҳар юза бирлиги орқали канча 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 сингдирувчанлигидир). Электр силжиши тушунчасига асосланган Остроградский — Гаусс теоремаси кўп ҳолларда электр майдонларини ҳисоблашни анча осонлаштиради. Бу теореманинг умумий математик ифодаси $N = SD \cos \alpha = SD_n$ ёки майдон бир жинсли бўлмаган ҳоллар учун $N = \oint S D_n dS$ бўлади. Бунда, $D = \epsilon_0 \epsilon$ — электр силжишдир. Электр майдони биттагина нуктавий заряд Q дан ҳосил бўлса, шу заряддан r масофадаги силжиш микдори

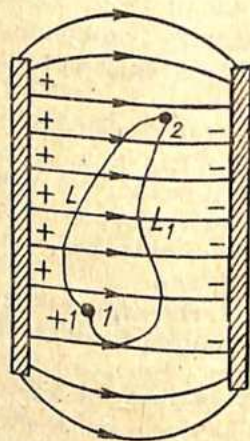
$D = \frac{1}{4\pi} \frac{Q}{r^2}$ бўлади (СГСЭ системаси ва вакуумда $D = \epsilon$); N — бирор

S сирт оркали унга нормал йўналган D_n электр силжишларнинг тўла сонидан иборат силжиш оқими. Электр силжиш чизикларининг фазода электр куч чизиклари сингари график тарзида кўрсатиш мумкин. Силжиш чизикларининг йўналиши S сиртга нормал чизик билан ўткир 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 қираётган D_n ва ундан чиқаётган D_n сони тенг бўлганлиги сабабли, $N = 0$ бўлади. Шундай қилиб, Остроградский — Гаусс теоремаси $N = \oint D_n dS = Q$ га биноан,



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.

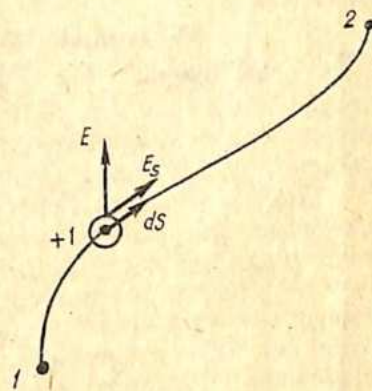
23. Работа сил электрического поля — Электр майдон кучлари.

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 катталиқ 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 катталиқдаги 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

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

Потенциаллар айирмаси кўпинча нукта потенциали ёки кучланиши деб юритилади, лекин бунда иккинчи нукта чексизликда, яъни барча зарядланган нукталардан жуда узоқда 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: $\oint \epsilon_s dS = 0$. Потенциал — скаляр катталиқ

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 $(A) = |QU| = \text{КлВ} = \text{Жоуль (Ж)}$ бўлади. Энергияни механик (ЭРГ, Жоуль) бирликлар билангина эмас, электр бирликларда ифодалаш ҳам мумкин. Бунинг учун электроновольт (ЭВ) дан фойдаланилади. Бир ЭВ — заряди электронинг зарядига ($e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл) тенг

зарранинг вакуумда 1 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 нукталарни бирлаштирувчи сиртлар Э. с. дейилади. Э. с. дан фойдаланиб электр майдонларини график равишда яққол тасвирлаш мумкин. Э. с. нинг чизма юзаси билан кесилуви натижасида Э. с. чизиклари ҳосил бўлади. Бу чизиклар майдоннинг турли нукталарида 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 (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.** Ташки электр майдон таъсирида ўтказгичлардаги эркин электронлар ёки ионларнинг тартибланган ҳаракати Э. т. деб юритилади.

28. **Сила тока — Ток кучи.** Ўтказгич кўндаланг кесимидан вақт бирлигида ўтадиган 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,

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

29. **Электрические проводники — Электр ўтказгичлар.** Электр токини яхши ўтказадиган моддалар Э. ў. дейилади. Уларга мис, алюминий, электрוליит ва бошқалар киради. Э. ў. да эркин электронларни сони нисбатда кўп бўлган мис, алюминий каби металллар Б. т. ў. деб юритилади. Ташки электр майдони бўлмасда эркин электронлар тартибсиз ҳаракатда бўлади. Бунда ўтказгичнинг ҳар қандай кўндаланг кесимидан ўтувчи зарядлар микдори нолга тенг. Ташки электр майдони бўлса, эркин электронларнинг ўтказгич бўйлаб ҳаракати тартибга келади ва тезлашади, яъни электр токи ҳосил бўлади. Металлларнинг бундай ток ҳосил қилиш хоссаси электрон ўтказувчанлик деб аталади.

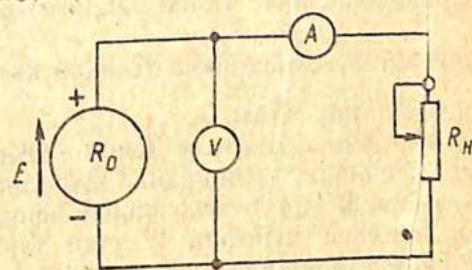
30. **Проводники первого рода — Биринчи тур ўтказгичлар.** Эркин электронлари сони нисбатда кўп бўлган мис, алюминий каби металллар Б. т. ў. деб юритилади. Ташки электр майдони бўлмасда эркин электронлар тартибсиз ҳаракатда бўлади. Бунда ўтказгичнинг ҳар қандай кўндаланг кесимидан ўтувчи зарядлар микдори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

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

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

32. **Электролиз — Электролиз.** Электрוליитларга ботирилган электродларни ўзгармас ток манбаига улаб, ион ўтказувчанлик асосида катоддан соф металл ажратиб олиш Э. дейилади. Фарадей қонунига мувофиқ катодда йиғиладиган соф металл микдори G электрוליитдан ўтаётган электр микдори Q га пропорционал бўлади, яъни $G = cQ$. Бунда, c — пропорционаллик коэффициент. 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 занжиридаги ҳар бир элемент ГОСТда қабул қилинган шартли белги билан кўрсатилади.

35. **Закон Ома — Ом қонуни.** Ўтказгичга берилган қулниш, ундан ўтадиган ток кучи ва ўтказгич қаршилиги ўртасидаги боғланиш ифодаси О. қ. дейилади. Занжир участкаси учун О. қ. қуйидаги қўринишга эга: $I = \frac{U}{R}$; яъни ток кучи I кучланиш U га тўғри пропорционал, ўтказгич қаршилиги R га тесқари пропорционал. Қаршилиқка тесқари катталиқ $g = \frac{1}{R}$ — электр ўтказувчанлик дейилади. Унинг ўлчов бирлиги $|g| = \frac{1}{R} = \frac{1}{\text{Ом}}$. 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. Умумий ҳолда бутун занжир учун О. қ. қуйидагича ёзилади: $I = \frac{U \pm \mathcal{E}}{\Sigma R_0 + \Sigma R}$. Бунда, U — занжирга берилган қулниш; $\Sigma \mathcal{E}$ — занжирдаги ток манбалари ЭЮК ларининг алгебраик йиғиндиси; ΣR_0 — ток манбалари ички

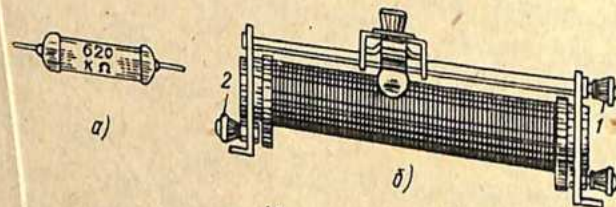
каршиликларининг йиғиндиси, ΣR — занжирдаги ток истеъмолчилари каршиликларининг йиғиндиси.

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

$$|R| = \left| \frac{V}{I} \right| = \frac{B}{A} = \text{Ом}. \quad \text{Э. к. бир кОм (1000 Ом), бир МгОм (1000000 Ом) ларда ҳам ўлчанади. Э. к. киймати ўтказгичнинг узунлиги } l \text{ га тўғри пропорционал, кўндаланг кесими } S \text{ га тескари пропорционал, яъни } R = \rho \frac{l}{S}. \text{ Бунда } \rho \text{ — кўндаланг кесими}$$

1 мм², узунлиги 1 м бўлган ўтказгичнинг каршилиги ва у солиштирма каршилик дейилади. Солиштирма каршилик киймати материал тури, унинг хусусияти ва температурасига боғлиқ бўлиб, жадвалларда берилади. ρ нинг ўлчов бирилиги $|\rho| = \left| \frac{RS}{l} \right| = \frac{\text{ОмМ}^2}{\text{М}} = \text{ОмМ}$. Солиштирма каршиликка тескари катталиқ $\gamma = \frac{1}{\rho}$ — солиштирма ўтказувчанлик дейилади.

37. Закон Джоуля-Ленца — Жоуль-Ленц қонуни. Ток ўтаётган ўтказгичнинг кизишидан ажралиб чиқадиган иссиқлик энергия микдори $W(Q)$ ни белгилловчи ифода Жоуль-Ленц қонуни дейилади. Бу қонунга мувофиқ W нинг киймати ток кучининг квадрати, ўтказгич каршилиги 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 токининг R каршиликли ўтказгичдан ўтиб, уни кизитишга сарфлаган иши). Бу қонунни академик Э. Х. Ленц ва инглиз олими Жоуль бир-биридан мустақил равишда аниқлаган. Жоуль-Ленц қонунидан электротехник қурилма, асбоб ва аппаратларни яратишда ва уларнинг кизиш жараёнларини ҳисоблашда кенг фойдаланилади.



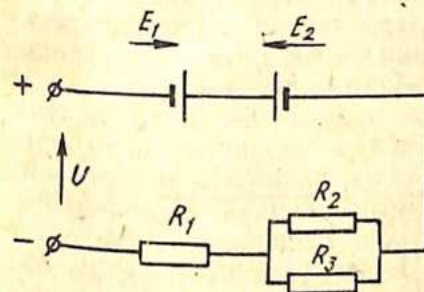
11-расм

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

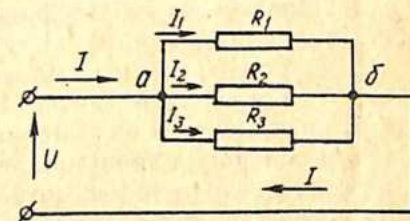
39. Реостат — Реостат. Токни чеклаш ва ростлаб туриш учун электр занжирига уланадиган тузилма R . дейилади. R . учун солиштирма каршилиги юкори бўлган материаллардан тайёрланган сим ишлатилади. 11-расм, б да реостат кўрсатилган.

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



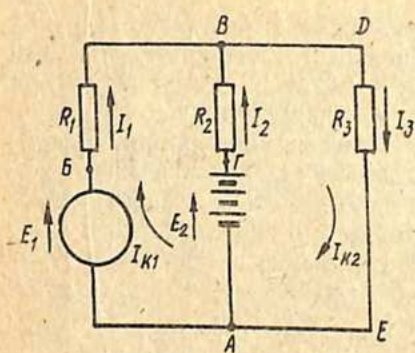
12-расм



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 юкоридаги тенгликдан $I - I_1 - I_2 - I_3 = 0$.

42. Неразветвленная цепь — Тармоқланмаган занжир. Занжир элементлари ўзаро кетма-кет уланган контур T . з. дейилади. АБВДЕА, АБВГА 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, АБВГА контур учун $E_1 - I_1 R_1 = E_2 - I_2 R_2 = U_{DE}$. Бундан $E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2$ ёки умумий ҳолда $\Sigma E = \Sigma I R$ 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



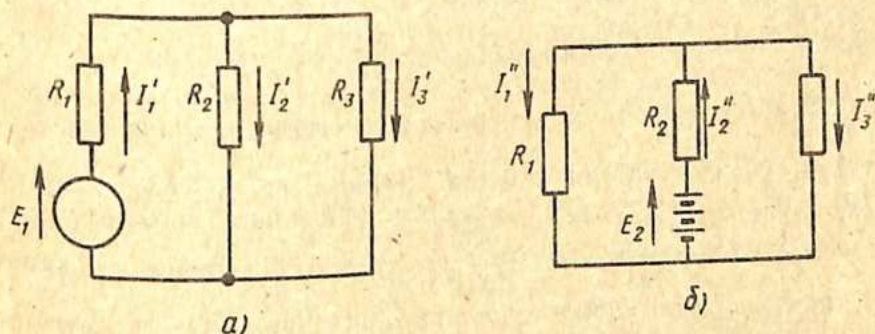
14-расм

йўналишлари ҳамда энергия манбаларининг генератор ёки истеъмолчи бўлиб ишлаши аниқланади. М. з. ларни ҳисоблашда Ом қонунини кенг фойдаланилади. М. з. турли услублар билан ҳисобланади:

1. **Кирхгоф тенгламаларини тузиш услуби.** Бу услубга мувофиқ М. з. қуйидаги тартибда ҳисобланади: 1) занжирдаги барча ЭЮК нинг киймати ва йўналишлари ундаги юклама ва энергия манбаларининг ички қаршиликлари маълум деб олинади; 2) занжир шохобчаларидаги тоқларга ихтиёрий йўналиш берилади; 3) контурлар 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-расм) да иккита А ва В тугун бўлгани учун $n-1=2-1=1$. Агар $I_1+I_2-I_3=0$ бўлади; 5) Кирхгофнинг 2-қонуни асосида берк шохобчалар ёки номаълум тоқлар сони, мазкур занжирда учта — АБВ, АГВ ва АЕД шохобча бор. Демак, $m-(n-1)=2$. Шунга биноан, иккита берк контурни, масалан АБВГА ва АГВДЕА ни танлаймиз. Сўнгра, бу контурларнинг мусбат йўналиши учун соат стрелкасининг йўналишини қабул қилиб, улар учун $E_1-E_2=I_1R_1-I_2R_2$ ва $E_2=I_2R_2+I_3R_3$ тенгламалар тузилади. Бунда ҳам соат стрелкаси йўналишидаги ЭЮК мусбат бўлади ва аксинча; 6) ушбу номаълум токни ўз ичига олган $I_1+I_2=I_3$; $E_1-E_2=I_1R_1-I_2R_2$ ва $E_2=I_2R_2+I_3R_3$ тенгламалар системаси биргаликда ечилса, I_1 , I_2 ва I_3 тоқларнинг киймати ва йўналишлари аниқланади. Бунда тоқларнинг аниқланган киймати плюс бўлиб, чикса, уларнинг дастлабки ихтиёрий олинган йўналишлари ҳақиқий деб қабул қилинади, акс ҳолда ихтиёрий олинган йўналишлар тескарисига ўзгартирилади. Ҳисоблаш натижаларига кўра, энергия манбаларининг ЭЮК ва улардан ўтаётган ток йўналишлари бир хил бўлиб чикса, улар генератор режимида, акс ҳолда ток истеъмолчиси режимида ишлайётган бўлади.

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

тартиби: 1) берк контурлардан ўтадиган I_{K1} ва I_{K2} контур тоқлари учун ихтиёрий йўналиш қабул қилинади (14-расмда бу иккала токнинг мусбат йўналиши соат стрелкаси йўналишида деб олинган); 2) Кирхгофнинг иккинчи қонуни асосида АБВГА 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 чикса, уларнинг ихтиёрий олинган йўналишлари ҳақиқий деб қабул қилинади, акс ҳолда ихтиёрий йўналиш тескарисига ўзгартирилади. Занжирнинг ташқи шохобчаларидаги тоқлар тегишли контур тоқларга тенг бўлади, яъни АБВ 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-мантикий 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 устланиб (синтезланиб), ҳақиқий натижа аниқланади. У — у — у. га мувофиқ мураккаб электр занжирларини ҳисоблашда қуйидаги тартиб қўлланилади: 1) занжир шохобчаларидаги барча ЭЮК ларнинг микдори ва йўналиши занжирдаги барча ЭЮК ларнинг биргаликдаги таъсиридан 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

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

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

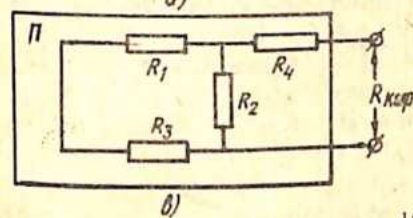
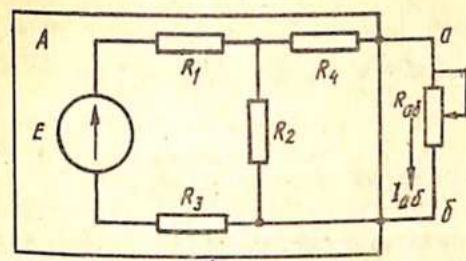
да аниқланган қисмий тоқларни устма-устлаб (алгебраик қўшиб) барча ЭЮК лардан ҳосил бўлган ҳақиқий тоқлар топилади.

$I_1 = I_1' - I_1'; I_2 = -I_2' + I_2'; I_3 = I_3' + I_3'$. Ҳақиқий тоқлар ишораси плюс бўлиб чиқса, улар учун ихтиёрий олинган йўналишлар тўғри бўлади, акс ҳолда тесқарисига ўзгартирилади. Бунда қисмий тоқлар йўналиши 14-расмдаги ҳақиқий тоқлар йўналиши билан бир хил бўлса, улар плюс ишорада олинади ва аксинча.

IV. Тугунлараро кучланиш услуби. Иккита тугуни бўлган мураккаб занжирлар бу услубда осон ҳисобланади. Ҳисоблашнинг мусбат йўналиши ихтиёрий белгиланади (масалан, А тугундан В га томон) йўналиш берилди (14-расм); 2) Икки тугун орасидаги кучланиш 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 В 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 олдида 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 тесқарисига ўзгартирилади. Бу услуб икки тугунли ўзгарувчан ток занжирларини ҳисоблашда ҳам қўлланилади.

V. Эквивалент генератор услуби. 16-расмда кўрсатилган занжирга ўхшаш мураккаб занжирларнинг бирор шохобчаси, масалан, 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 а ва б кутбига иш режими текшириладиган шохобча уланади. Шу сабабдан эквивалент генератор икки кутблик деб ҳам аталади. Агар икки



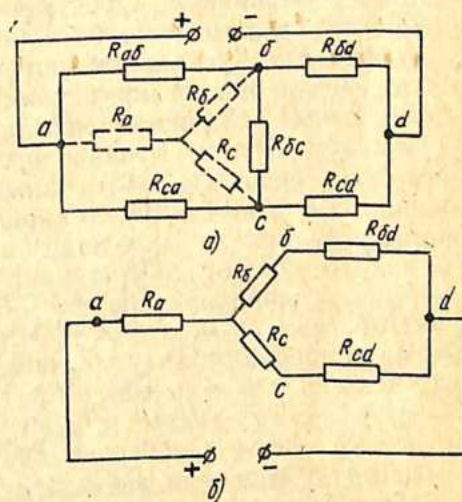
16-расм

кутбликда энергия манбаи бўлса, актив (А), бўлмаса, пасив (П) икки кутблик дейилади. Актив икки кутбликнинг I_{ab} токи $I_{ab} = \frac{E_s}{R_s + R_{ab}}$ бўлади. Демак, I_{ab} ни аниқлаш учун, аввало, E_s ва R_s ни топиш керак. E_s ва R_s нинг қийматлари эквивалент генераторнинг салт ишлашида ($I_{ab} = 0$) ва қиска туташув ($R_{ab} = 0$) режимида аниқланиши мумкин. Дарҳақиқат, салт ишлашда $I_{ab} = 0$ бўлгани учун а ва б кутблар орасидаги кучланиш $U_0 = E_s$ бўлади, уни вольтметр

билан ўлчаш мумкин. $E_s = U_0$ ни $E_s = \frac{ER^2}{R_1 + R_2 + R_3}$ формуладан ҳисоблаб топиш ҳам мумкин, R_s қаршиликни аниқлаш учун, аввало, қиска туташув режимидаги $I_k = \frac{E_s}{R_s}$ токи ўлчаниб аниқланади, сўнгра $R_s = \frac{E_s}{I_k} = \frac{U_0}{I_k}$ ҳисобланади. R_s ни занжирнинг кириш қаршилиги $R_{кир}$ орқали ҳисоблаб топиш ҳам мумкин (16-расм, в), яъни $R_s = R_{кир} = \frac{(R_1 + R_3)R_2}{R_1 + R_2 + R_3} + R_4$.

Бунда, $E_s = 0$ деб ҳисоблаб, актив икки кутблик пасив икки кутбликка айлантирилади.

VI. Ўзгартириш услуби. Мураккаб занжирларда берилган қаршиликлар учбурчагини (17-расм, а) унга эквивалент (17-расм, б) билан алмаштирилса, бўлган қаршиликлар юлдузи (17-расм, в) билан аниқлаш осонлашади. Бунда



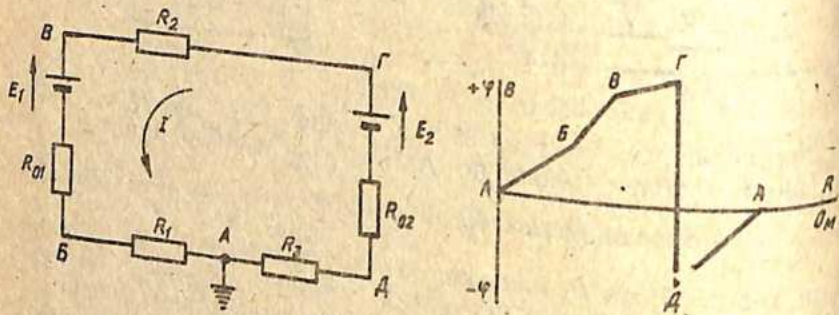
17-расм

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

$$R_a = \frac{R_{a6} \cdot R_{c3}}{R_{a6} + R_{6c} + R_{c3}}; R_6 = \frac{R_{6c} \cdot R_{a6}}{R_{a6} + R_{6c} + R_{c3}}; R_c = \frac{R_{c3} \cdot R_{6c}}{R_{a6} + R_{6c} + R_{c3}}.$$

Агар юлдуз шохобчаларининг каршилиги R_a , R_b ва R_c лар берилган бўлса, учбурчак схемасидаги R_{ab} , R_{bc} ва R_{ca} каршиликлар

булади.



18-расм

44. Потенциальная диаграмма — Потенциал диаграмма. Электр занжири нукталари потенциалнинг шу нукталар орасидаги каршиликларга 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 кучланиш тушувига тенг. 18-расмда электр занжири ва унинг учун тузилган П. д. кўрсатилган. Бунда А нукта ерга уланиб, унинг потенциали нолга тенгланган ($\varphi_A = 0$). Занжирдаги ток йўналиши ихтиёрий равишда белгиланади. Бирор қаршилиқдан ўтаётган ток ҳаммавактыроқи потенциалли нуктадан паст потенциалли нукта томон йўналади. Масалан, В нуктанинг потенциали А нуктанинг потенциалидан юқоридир. Шунга биноан $\varphi_B - \varphi_A = IR_1$ дан $\varphi_A = 0$ бўлгани учун $\varphi_B = U_{BA} = IR_1$ бўлади. Схемадаги E_1 ЭЮК ли энергия манбаи истеъмолчи режимда бўлгани учун, $\varphi_B - \varphi_C = E_1 + I R_{01}$. Бундан $\varphi_B = \varphi_C + E_1 + IR_{01}$ келиб чиқади. $\varphi_C = \varphi_B + I R_{02}$ дан эса $\varphi_D = E_2 - IR_{02}$. Бундан $\varphi_D = \varphi_C - E_2 + IR_{02}$; $\varphi_A - \varphi_D = IR_3 + \varphi_C + E_2 - IR_{02}$.

45. Вольт-амперная характеристика — Вольт-ампер характеристика. Электр занжиридаги элементлардан ўтаётган токнинг алдардиги қуллашига боғланишини ифодаловчи $I = f(U)$ муносабатини мумкин.

45. Вольт-амперная характеристика — Вольт-ампер характеристика. Электр зажирдаги элементлардан ўтаётган токнинг улардаги кучланишга 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 чизиқ кўринишида бўлган электр занжир элементлари Ч. э. дейилади. Бундай элементларнинг қаршилиги улардаги ток ёки қувланишнинг ўзгаришига деярли боғлиқ эмас. Мутлақ чизикий элемент табиатда умуман йўқ.

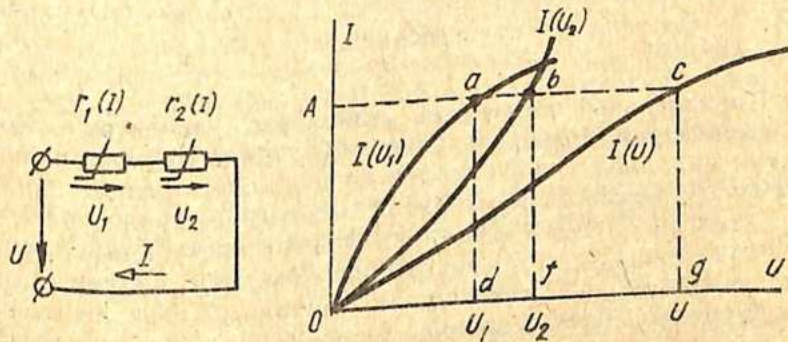
47. Линейные цепи — Чизикий занжирлар. Чизикий элементлардан ташкил топган электр занжирлари Ч. з. дейрлади. Ч. з. нинг вольт-ампер характеристикаси тўғри чизиқли бўлади.

48. Нелинейные элементы — Ночизиккий 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 ночизиккийлик 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 буйрукларни 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 занжирлар ҳисоблашга ўхшаш. Омада Кирхгоф қонунларига асосланади.

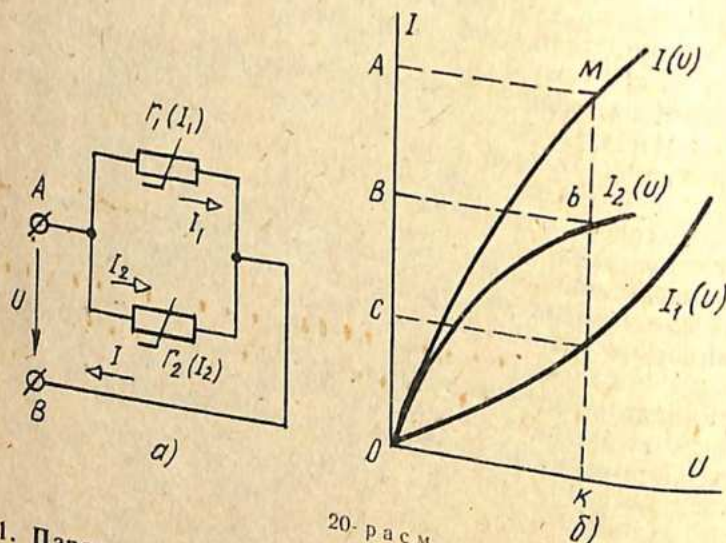
50. Последовательное соединении нелинейных элементов — Ночизикий элементларни кетма-кет улаш. 19-расмда иккита Н. э. к. к. у. схемаси ва бундай ночизикий занжирни график хисоблашда қўлланиладиган вольт-ампер характеристикалар кўрсатилган. Бундай занжирни график хисоблашда қуйидаги тартиб қўлланилади:

1. Кирхгофнинг иккинчи қонунига асосан занжир учун



19-расм

$U = IR_1(I) + IR_2(I) = U_1 + U_2$ тенгламаси тузилади. 2. Ток 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 $I(U)$ ясади. Бунинг учун занжирдан ўтайдиган токнинг бирор OA қийматига мос A нуктаси орқали абсцисса ўқида параллел чизик ўтказилади. Бу чизикнинг $I(U_1)$ ва $I(U_2)$ билан кесилган нукталаридан абсцисса ўқи билан кесилган d ва f нукталари U_1 ва U_2 кучланишлар тушунини кўрсатади. Сўнгра od ва of кесмаларини қўшиб, умумий кучланиш U га тенг og кесма топилади. Энд g нуктадан тик чизик чиқариб, A нуктадан ўтказилган параллел чизик давом эттирилса, уларнинг кесилган C нуктаси занжирнинг умумий вольт-ампер характеристикаси $I(U)$ га тегишли нукта чикилади. Шу тарика $I(U)$ нинг бошка нукталари ҳам аниқлаб чиқилади. График усулда ясалган бу характеристикалардан фойдаланиб, занжирнинг бирор параметрига асосан, қолган параметрлар осонгина топилади.

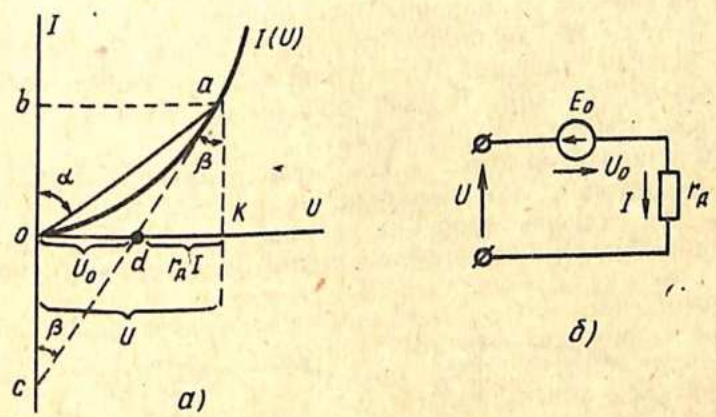


20-расм

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

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

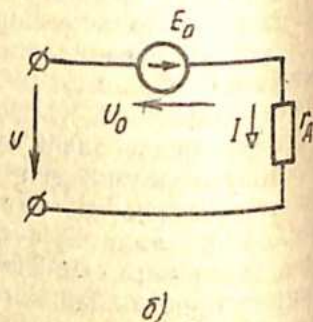
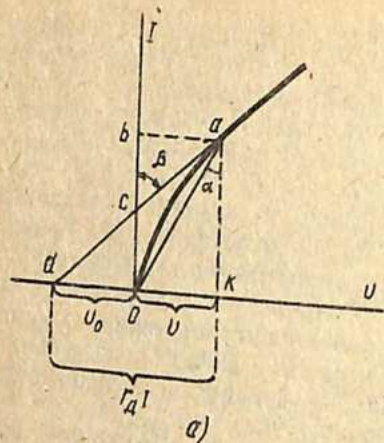
52. Аналитический расчет нелинейных цепей — Ночизикий занжирларни аналитик усулда ҳисоблаш. Занжирдаги ночизикий элемент вольт-ампер характеристикасининг кичик бўлагини чизикий элемент унга яқин деб қараб, уни эквивалент схема билан алмаштириш ва



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 $R_{ст} = \frac{U_a}{I_a} = \frac{m_v}{m_i} \frac{ok}{ob} = m_tg\alpha$. Бу ерда, m_v — кучланиш 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 $R_d = \frac{dU}{dI} = \frac{m_v}{m_i} \frac{ae}{en} = m_tg\beta$.

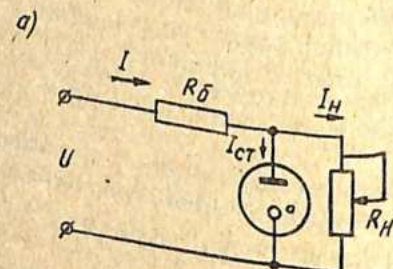
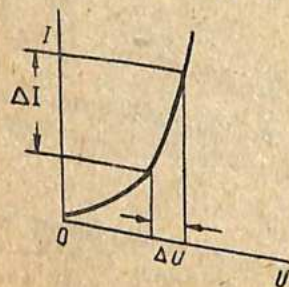
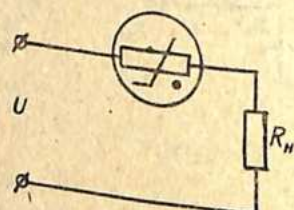
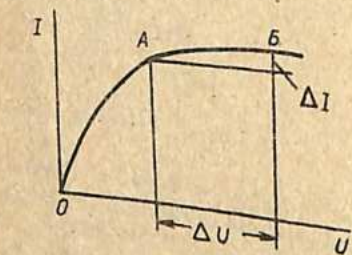
53. Схема замещения нелинейного элемента — Ночизикий элементнинг муқобил схемаси. Ночизикий элементнинг вольт-ампер характеристикасидаги тўғри чизикли бўлак деб қаралаётган қисмининг a нуктасига a_d уринма ўтказилса, $U = U_0 + I R_d$ бўлади (21-расм,



22-расм

а). Шу сабабли, ночизикий элементни 21-расм, б да кўрсатилган мукобил схема билан алмаштириш мумкин. Бунда мукобил схема киритилган энергия манбаининг ЭЮК киймати $E_0 = U_0$ деб олинади. 22-расм, а даги кўринишда бўлса, унинг мукобил схемаси тенгламаси $E = -U_0 + IR_d$ бўлади. Бундай ночизикий элементнинг мукобил схемаси 22-расм, б да кўрсатилган.

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



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 киймати стабил сақланади. 23-расм, а да ночизикий элемент — бареттернинг вольт-ампер характеристикаси ва уланиш схемаси кўрсатилган.

55. Стабилизатор напряжения — Кучланиш стабилизатори. Токнинг маълум диапазонда ўзгаришларида юкламадаги кучланишни ўзгартирмай сақлайдиган асбоб К. с. дейилади. К. 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. Доймий 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 қонунлари 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 нувчи зарядларга (токли ўтказгичларга) таъсир кўрсатади; токларни си ҳосил қилади; М. м. ҳам, худди электр майдон сингари, токларни ўзаро таъсирида мухит вазифасини ўтайди; М. м. нинг киймати токка пропорционал; доимий магнитнинг табиати ҳам ундаги молекуляр токлар билан боғлиқ. Шундай қилиб, токли ўтказгич ва уни қуршаб олган магнит майдони бир бутун электромагнит ҳодисасининг биридан ажратиб бўлмайдиган томонларидир. Электромагнит ҳодисалари 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. Доймий 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 — шимол (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, гадолиний 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 қутблари томонга бурилиб бир тартибга келади, бунда умумий магнит майдони кескин кучаяди, яъни магнетик магнитланади.

59. **Остаточный магнетизм — Қолдик магнетизм.** Магнитланган магнетикка магнит майдонининг таъсири тўхтатилса, бурилиш 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 катталикларнинг ўзгаришидаги кечикиш Г. деб аталади. Масалан, қолдик магнетизм, яъни магнит майдон ҳосил қилувчи ток йўқолганда магнитланган модданинг кечикиб магнитланиши айнан магнит гистерезиси натижасида юзага келади.

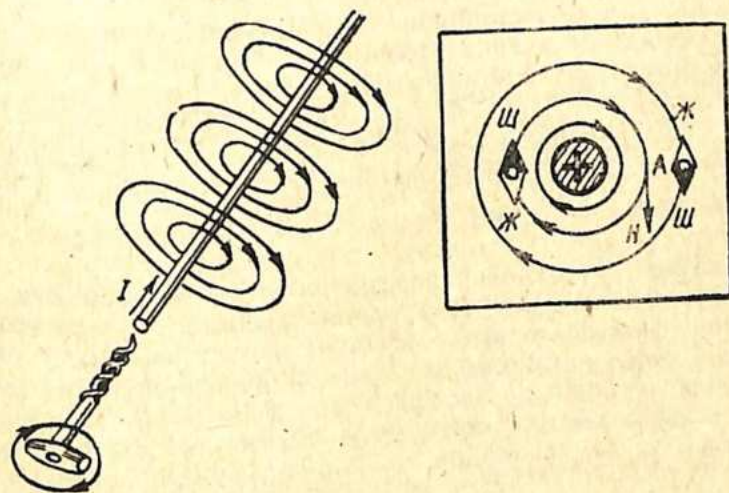
61. **Намагничивание электрическим током — Электр токи билан магнитлаш (магнитланиш).** Магнетиклардаги барча элементар магнетиклар ташқи майдон таъсирида тартибга келтирилса, катта кучли магнит майдони ҳосил бўлади. Бунга эришиш учун ферромагнит ўзакка изоляцияланган сим ўраб, ҳосил бўлган кўп ўрамлардан ток ўтказиш қийоқ. Бунда ғалтакнинг ҳар бир ўрамадаги 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 фақат 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 токида ферромагнит ўзак ҳосил қиладиган умумий магнит майдони тўйиниш токнинг 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 жойларидан магнит стрелкасининг турлича вазият олишидан кўриш мумкин.

М. м. й. деб унинг ҳар бир нуктасида магнит стрелкасининг шимолий қутбига 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 қопланган магнитга темир қуқунлари сепилса, уларнинг ҳар бири майда магнит милчасига айланиб, магнит майдонида унинг қутблари меридиан бўйлаб жойлашади. Ана шу майда магнитчаларнинг магнит майдонида жойлашган ҳамда N ва S қутблари бўйлаб йўналган берк узлуксиз чизиклар М. к. ч. деб аталади. М. к. ч. нинг боши ва охири бўлмайди. Электр майдон куч чизиклари (шу боши ва охири бўлмайди) эса очик, узлукли бўлиб, мусбат зарядда 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 бўлмаслигидан далолат беради.



24-расм

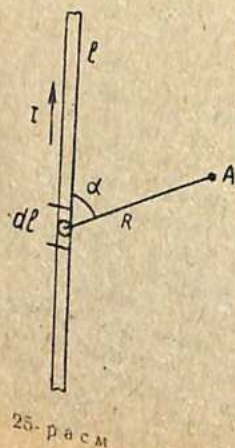
65. **Правила буравчика — Парма қоида.** Ўтказгичдаги ток атрофида ҳосил бўлган магнит майдонининг йўналиши токнинг йўналишига боғлиқ. Масалан, тўғри ўтказгичдаги ток атрофида ҳосил бўлган магнит майдонининг куч чизиклари умумий марказга эга бўлган айланалардан иборат (24-расм). Агар ўтказгичдаги ток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

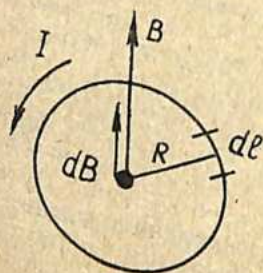
бўлади. Халкасимон ғалтак ўрамларидаги токнинг магнит майдон ҳам С. м. м. дир.

67. Однородное магнитное поле — Бир жинсли магнит майдон Барча нукталарда бир томонга йўналган ва бир хил кучли магнит оралиғи билан ажратилган узун такасимон магнитнинг магнит майдони Б. ж. м. м. дир. Бундай майдон ўзаро параллел магнит ку чизиклари билан тасвирланади.

68. Магнитная индукция — Магнит индукцияси. М. и. деб магнит майдоннинг шу майдонда магнит чизиклари йўналишига таъсир йўналишда ҳаракатланувчи бирлик зарядга кўрсатадиган таъсир кучига айтилади. Бир жинсли майдонда М. и. магнит майдони ку чизикларининг зичлиғига тенг М. и. В билан белгиланади. М. и. магнит майдонининг асосий характеристикаларидан бириди Ундан магнит оқими (Ф), магнит майдон кучланганлиги (Н) ва бошқа кўшимча тушунчалардан фойдаланиб, магнит майдонига тўла характеристика берилиши мумкин. М. и. вектор катталиқ. Унинг йўналиши магнит чизикларининг ҳар бир нуктасида унга уриниб килиб ўтказилади ва магнит чизиги билан бир хил бўлади. Француз физиклари Био ва Савар номи билан аталган қонунга мувофиқ, ток ўтказгич атрофида ҳосил бўлган магнит майдонининг ҳар бир нуктасидаги М. и. нинг қиймати ток кучи, ўтказгич шакли, нукта билан ўтказгич орасидаги масофа ва ўтказгич атрофидаги мухити боғлиқ, яъни $dB = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \sin \alpha$. Бунда $\frac{\mu_0}{4\pi}$ танланган бирлик системасига боғлиқ бўлган пропорционаллик коэффициенти; μ_0 — вакуумнинг абсолют (мутлақ) магнит сингдирувчанлиги; $I dl$ — ўтказгичнинг чексиз кичик элементи dl орқали ўтайдиган ток (ток элементи деб ҳам юритилади); r — майдонининг бирор А нуктасидаги ток элементидаги бўлган масофа; dB — А нуктада $I dl$ дан ҳосил бўлган элементар магнит индукцияси (25-расм). Демак, А нуктада барча элементар $I dl$ тоқлардан ҳосил бўлган умумий В индукциянинг



25-расм



26-расм

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

$$B = \int dB = \int \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I dl}{r^2} \sin \alpha \text{ бўлади. 26-расмда токли халкасимон}$$

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

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

М. и. нинг Си даги ўлчов бирлиги $B = \frac{\mu_0 I}{D} = \frac{\Gamma_H \cdot A}{M \cdot M} = \frac{B \cdot C}{M^2} = \frac{B_0}{M^2} = \text{Тл.}$ (Тесла). Бу Тесла номли бирлик катта бўлгани сабабли қўпинча Гаусс бирликдан фойдаланилади:

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

69. Магнитная проницаемость — Магнит сингдирувчанлик. Магнит индукциясининг қиймати токли ўтказгич атрофидаги мухит (материал ҳусусияти)га боғлиқ. Агар токли 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 масалан, мисда бўлганда эса бир оз кичик бўлади. Мухитнинг ана шу ҳусусияти М. с. ёки мухитнинг нисбий магнит сингдирувчанлиги деб аталади ва μ билан белгиланади. Парамагнит материалларда эса $\mu > 1$, диамагнит материалларда эса $\mu < 1$. Бундан катта ($\mu = 1,0000031$), диамагнит материалларда эса $\mu < 1$ (масалан, $\mu = 0,99$). Бу фарқлар жуда оз бўлганлиги сабабли, 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 ҳатто ўн минггача бўлади. Био — Савар қонунининг $dB = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \sin \alpha$ формуласидаги μ_0 — вакуум-

Савар қонунининг $dB = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \sin \alpha$ формуласидаги μ_0 — вакуумнинг абсолют магнит сингдирувчанлиги бўлиб, Си системасида $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Ом} \cdot \text{с}}{\text{м}} \approx 125 \cdot 10^{-8} \frac{\Gamma_H}{\text{м}}$. Шундай қилиб, $\mu = \frac{\mu_a}{\mu_0}$ бўлади.

Бунда, μ_a — мухитнинг абсолют магнит сингдирувчанлиги. У ҳам $\left| \frac{\Gamma_H}{\text{м}} \right|$ билан ўлчанади. Демак, М. с. ёки нисбий магнит сингдирувчанлик μ — ўлчамсиз сондир.

70. Магнитный поток — Магнит оқими. Магнит индукциясининг векторлари бирор сирт орқали ўтган оқими М. 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 М. о. элементар магнит

окимлари $d\Phi = B_n dS$ нинг интегралига тенг, яъни $\Phi = \oint B_n dS$ бўлади. Берк сиртдан ўтувчи М. о. нинг йиғиндиси $\oint B_n dS$ нолга тенг, яъни берк сиртга кираётган М. о. ундан чиқаётган М. о. га тенг. М. 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 М. о. кўпроқ Максвелл номли бирликда ўлчанади: $1 \text{ Мкс} = 10^{-8} \text{ Вб}$.

71. Напряженность магнитного поля

71. Напряженность магнитного поля $H = 10^{-8}$ Вб.

71. Напряженность магнитного поля — Магнит майдони кучлаги
ганлиги М. м. к. ҳам токли ўтказгич атрофида ҳосил бўлган
майдоннинг бирор нуктасидаги магнит индукцияси векторлари ка
катталикини ифодалайди ва H билан белгиланади: $H = \frac{B}{\mu_0}$. М. м. к.
ўтказгич шакли ва ундаги ток қийматига боғлиқ. Ҳалқасимон ток
ўтказгич марказидаги М. м. к. $H = \frac{B}{\mu_0}$.

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

М. м. к. Эрстед (Э) номли бирликда ҳам ўлчанади: $1\text{Э} = 1 \frac{A}{m}$

72. Магнит

72. Магнитное напряжение — Магнит кучланиш. Электр майдонидаги потенциаллар айирмаси (кучланиш) сингарии, магнит майдонидеги бирор магнит киритиш мумкин. Бир жинсли магнит орасидаги масофа l га кўпайтмасыга айтилади, яъни $U_m = Hl$. Умумий холда, $U_m = Hl \cos \alpha = H_n l$; бунда $\alpha - H$ ва l орасидаги бурчак бўлади. Маълумки, электр кучланиши контур шаклига боғлиқ эмас (U_m киймати эса контурнинг шаклига ҳам боғлиқдир). Шунингдек, берилган контур бўйлаб олинган электр кучланишларининг йиғиндисы $\oint U = 0$ бўлса, $\oint U_m \neq 0$, М. к. нинг ўлчов биричили:

$$|U_m| = |Hl| = A \cdot m$$

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

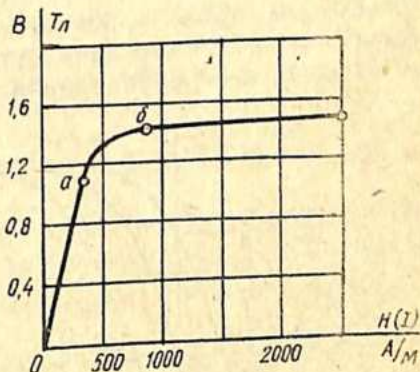
74. Закон полного тока — Тўла ток қонуни. Бирор берк контур сиртидан ўтаётган тоқларнинг алгебраик йиғиндиси ($\sum I$) тўла ток деб

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 нукталаридаги магнит кучланишлари ҳам контур учун қабул қилинган йўналишга қараб турли ишорага эга бўлади. Масалан, A нуктадаги 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 ўтадиган тўла токка тенг, яъни $F = \Sigma I = \oint H_n dl$. Т. т. к. тўғри

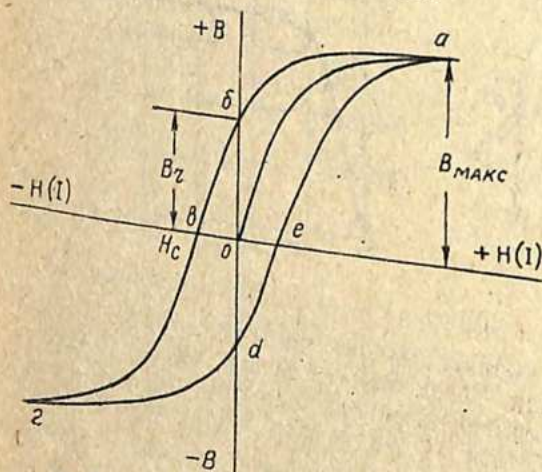
$B = \mu_a H = \mu_0 \cdot \mu \cdot H = 125 \cdot 10^{-8} \mu \frac{I}{2\pi r}$, Тл. Бу ерда, μ нинг қиймати тоқли
 ўтказгич атрофидаги муҳитга боғлиқ. Маълумки, ферромагнит
 муҳитида μ бир неча мингаларга тенг, ферромагнит бўлмаганда эса,
 $\mu = 1$. Ички радиуси r_1 , ташқи радиуси r_2 бўлган ферромагнит
 ҳалқасига ω ўрамли ғалтак ўраб, ундан I тоқи ўтказилса, ҳосил
 бўлган магнит майдони Т. т. к. га мувофиқ куйидагича ҳисобланади:
 Ферромагнит ўзагидан ташқарида $H = 0$ ва $B = 0$, ичкарида эса,
 $B = \mu \cdot \mu_0 \cdot H = 125 \cdot 10^{-8} \mu \cdot \frac{I\omega}{2\pi r}$. Бунда берк контур $r = \frac{r_1 + r_2}{2}$ радиус-
 ли магнит чизигидан, тўла ток эса $\Sigma I = I \cdot \omega$ дан иборат бўлади. Берк
 контурнинг барча нукталаридаги магнит кучланганлиги H лар ўзаро
 тенг, $H = \frac{I\omega}{2\pi r}$ 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) ифодаладиган гра-



27- р а с м

фик М. э. ч. дейилади. Агар пўлат ўзак биринчи марта магнитланадиган 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 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. $B=f(H)$ чизик тўғри ва эгри чизиклардан иборат бўлгани сабабли, ферромагнит материалларининг магнит сингдирувчанлиги ($\mu=\frac{B}{H}$) ҳам ўзгарадиган 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 берилган 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 борсангиз, 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 эттисангиз, ўзак тескари магнитланади (ag чизик). Энди ток яна камайтирилса, ўзак магнитсизланади (gd чизик). Ва ниҳоят, ток йўналишини ўзгартирсангиз, ўзак яна ошира борсак, ўзак e нуктагача магнитсизланиб, сўнг a нуктагача қайта магнитланади. Ҳосил бўлган $a b c d e a$ берилган контур Г. с. дейилади.

77. Потери на гистерезис — Гистерезис исрофи. Ферромагнетикларни даврий равишда қайта магнитланишлари натижасида ўзакларнинг қизишига сарфланган қувват Г. и. дейилади. Унинг қиймати гистерезис сиртмоғи юзасига пропорционал бўлиб, пўлат тури, магнит индукцияси B нинг максимал қиймати B_{max} 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 сиртмоқлари ясаб, уларнинг учлари бирлаштирилса, А. м. э. ч. олинади. Бу чизик бошлангич 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, $B_1S_1=B_2S_2=\dots=B_nS_n$ 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 $U_m=Hl=\frac{Bl}{\mu\mu_0}=\frac{\Phi l}{S\mu\mu_0}=I\omega$ дан магнит оқими $\Phi=\frac{U_m}{l}=\frac{I\omega}{S\mu\mu_0}$ 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_m билан белгиланади: $R_m=\frac{l}{S\mu\mu_0}$. Си да R_m нинг ўлчов бирлиги $R_m=\frac{l}{S\mu\mu_0}=\frac{M}{m^2\cdot\frac{H}{m}}=\frac{l}{\mu_0\mu H}$. Агар тармоқланмаган магнит занжири бир жинсли бўлмаса, $\Phi=\frac{I\omega}{\sum R_m}$ бўлади. Бунда ҳар бир қисмининг

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

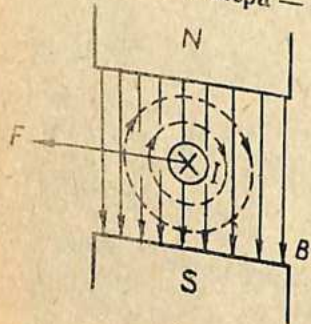
81. Расчёт магнитных цепей — Магнит занжирларини ҳисоблаш. Қирхгоф қонунлари магнит занжирлари учун ҳам тааллуқлидир. Магнит оқими ва куч чизиклари узлуксизлиги сабабли, уларнинг тармоқланиш нуктасидаги алгебраик йиғиндиси нолга тенг, яъни

$\Sigma\Phi=0$. Кирхгофнинг иккинчи конунига асосан (тўла ток конуни мувофиқ) магнит занжирининг ҳар бир участкасидаги магнит кучланишларнинг алгебраик йиғиндиси шу участкалардаги магнит юритувчи кучларнинг алгебраик йиғиндисига тенг: $\Sigma U_m + \Sigma Hl = \Sigma I/W$. Магнит юритувчи кучнинг бирор қийматида магнит занжирдаги ўтадиган оқим Φ энг катта бўлиши учун R_m нинг қиймати мумкин қадар кичик бўлиши керак. Шунинг учун магнит занжирлари асосан ферромагнит материаллардан тузилади, ҳаво оралиғи эса илож борича кичик олинади. Ўлчамлари ва $\beta = f(H)$ чизиқлари маълум бўлган магнит занжирини 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, сўнгга $B = f(H)$ чизиқлардан фойдаланиб аниқланган B индукцияларга мос магнит кучланганликлари қиймати топилади. Бунда, ҳаво оралиғи учун

$H_0 = \frac{B_0}{\mu_0} = \frac{B_0}{125 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{A}{M}$. Булар асосида тўла ток конунига мувофиқ тўла ток қиймати, яъни $H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_0 l_0 = I/W$ аниқланади. Масалан, топилган $I/W = 1000$ бўлса, бу 1 А токни 1000 ўрамли ғалтакдан ёки 1000 А токни бир ўрамли ғалтакдан ўтказиш кераклигини кўрсатади.

82. **Электромагнитные явления — Электромагнит ходисалар.** Магнит токнинг магнит майдони билан ўзаро таъсири, яъни магнитозлектр ходисаси билан электромагнит индукция ходисаси биргаликда Э. х. дейилади. Магнитозлектр ходиса ва унинг қонунилари Эрстед, Био ва Саварлар томонидан аниқланган ва математик равишда ифодаб берилган. Электромагнит индукция қонуниятларини эса Фарадей ва Максвелл қашф этган. Бу икки гуруҳ ходисаларнинг 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 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 қоида-сига биноан топилади. Электр моторларининг ишлаш принципи шу қонунга асосланган.



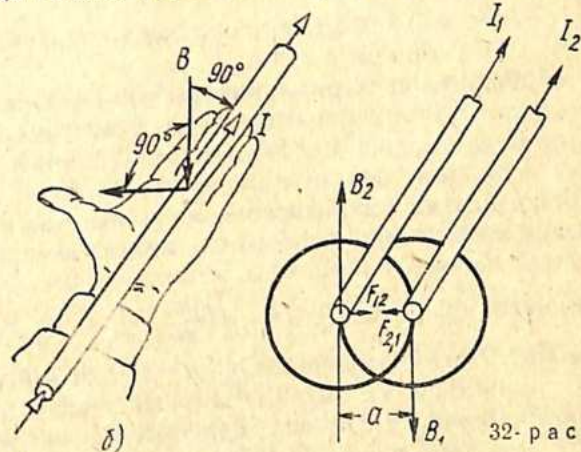
30-расм

84. **Правила левой руки — Чап қўл қоида-си.** Магнит майдонига киритилган токли ўтказгичга таъсир этувчи механик F кучнинг йўналиши Ч. қ. қ. 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 ҳам Ампер қонуни асосида талкин қилинади. 32-расмда токли иккита

31-расм



32-расм

параллел ўтказгичнинг ўзаро таъсирига доир чизма берилган. Бунда иккала ўтказгичдаги тоқлар бир томонга йўналган деб қабул қилинган. Шунга биноан I_1 токдан ҳосил бўлган B_1 индукцияли магнит майдони I_2 токли ўтказгичга $F_{12} = B_1 I_2 = \mu_0 H_1 I_2 = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi a} l$ куч билан таъсир қилса, иккинчи ўтказгичдаги I_2 токдан ҳосил бўлган B_2 индукцияли магнит майдони I_1 токли ўтказгичга $F_{21} = B_2 I_1 = \mu_0 H_2 I_1 = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi a} l$ 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, карама-карши йўналган бўлса, бир-бирини итаради. Бу кучларнинг қиймати I_1 ва I_2 тоқларга тўғри ва улар орасидаги масофа a га тескари пропорционалдир. Электр ўлча-ш асбобларини яратишда, электр қурилма конструкциясини ҳисоблашда ана шу ходисадан кенг фойдаланилади.

86. **Определение Ампера — Ампер таърифи.** Си даги тўрттинчи 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 то вакуумда бир-биридан бир метр масофада жойлашган, кўндалан кесими жуда кичик, узунлиги чексиз катта иккита параллел ўтказгичдан ўтаётганда, улар орасида $F_0 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{H}{M}$ га тенг ўзар таъсир кўчи ҳосил қилади. Дарҳақиқат, $I = \sqrt{\frac{F_0 \cdot 2\pi a}{\mu_0}}$ га биноан

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

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

системасида 0,1 СГСМ ток бирлигига, СГСЭ системасида $3 \cdot 10^9$ 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 $A/\delta = \Phi I = B \cdot cA$ Жоуль (Ж) бўлади.

88. Энергия магнитного поля — Магнит майдони энергияси. То $i=0$ 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, $U idt = i^2 R_a dt + L i di$ келиб чиқади: $U idt$ — ток манбаидан dt вақтда олинган электр энергия; $i^2 R_a dt$ — актив қаршилиқнинг қизишига сарфланган энергия; $L i di$ эса токнинг майдонида тўпланган энергия. Демак, ташки манбадан олинган ток энергиясининг бир қисми занжирнинг актив қаршилигини қиздиришга сарфланади, қолган қисми эса магнит майдони энергияси $W_M = \int_0^I L i di = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi I}{2}$ (Ж) га айланади. Агар индуктив ғалтак

халқасимон темир ўзакка эга бўлса, $\Psi = \Phi W = BSW$ ва $I = \frac{Hl}{w}$ сар

$$W_M = \frac{\Phi I}{2} = \frac{BSWHI}{2} = \frac{BH}{2} SI = \frac{BH}{2} V = \frac{B^2}{2\mu_0} W = \frac{B^2}{2\mu_0} SI$$

89. Электромагнит — Электромагнит. Ток билан таъминланган турадиган ферромагнит ўзакли қўзғалмас ғалтак ва қўзғалувчан пўлат якордан иборат қурилма Э. дейилади. Бундай қурилмада ғалтакдан ўтаётган токнинг магнит майдони таъсирида ферромагнит ўзак магнитланиб, кучли электромагнит майдон ҳосил бўлади. Бу майдон ўз навбатида пўлат якорни магнитлайди ва улар ўртасида ўзаро тортишиш кучи ҳосил 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: $W_M = \frac{B^2}{2\mu_0} SI$. Бундан

$F = \frac{W_M}{l} = \frac{B^2 S}{2\mu_0} = \frac{B^2 \cdot S \cdot 10^7}{2 \cdot 4\pi} = 4 \cdot 10^5 \cdot B^2 S$ (Ньютон). Демак, F куч магнит индукциясининг квадрати B^2 га пропорционалдор. Шу сабабли катта тортиш кучини ҳосил қилиш учун магнит сингдирувчанлиги юкори бўлган материаллардан фойдаланиш ва ўзак билан якорнинг туташув юзаси S ни ошириш керак. Э. лардан техника ва автоматикада турли максаллар учун кенг фойдаланилади.

90. Электромагнитная индукция — Электромагнит индукцияси. Агар ўтказгич магнит майдони куч қизикларини 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 қонунятлари ва микдорий томонларини Фарадей ва Максвелл аниқлаган.

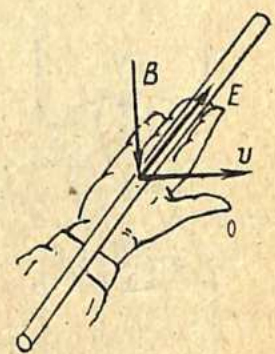
91. Электродвижущая сила (ЭДС) электромагнитной индукции — Электромагнит индукцияси электр юритувчи кучи (ЭЮК). Электромагнит индукцияси туфайли ўтказгич учларида ҳосил бўлган магнит индукцияси айирмаси Э. и. ЭЮК дейилади. Дарҳақиқат, ўтказгич потенциаллар айирмаси Э. и. ЭЮК дейилади. Дарҳақиқат, ўтказгич бирор v тезлик билан магнит майдони қизикларини кесиб ўтганда ўтказгичдаги эркин электронлар ҳам шу тезликда ҳаракатга келади. Бундай ички ўтказгични тоқли таъсир этиб, ўтказгичдаги эркин унга электромагнит кучлар таъсир этиб, манфий зарядли кутб ҳосил электронлар унинг бир учига тўпланиб, манфий зарядли кутб 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 қизикларини 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. к. га Фарадей томонидан берилган таърифдир. Унда

B (Тл), l (М), v ($\frac{M}{c}$) билан ўлчанса, ЭЮК нинг бирлиги Вольт (В) бўлади. Фарадей таърибалари натижаларини чуқур ўрганган Максвелл Э. и. к. 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. к. га Максвелл томонидан берилган таърифдир. Бу таъриф ифода-синдаги — (минус) ишоранинг моҳияти Ленц қонуни асосида осонгина тушунтирилади.

93. Правила правой руки — Ўнг қўл қондаси. ЭЮК нинг йўналиши Э. к. к. га мувофиқ аниқланади. Бу қондага кўра, ўнг қўл кафтини магнит индукция B қизикларига тик тутиб, кафтга нисбатан 90° га бурилган бош бармоқни ўтказгич-

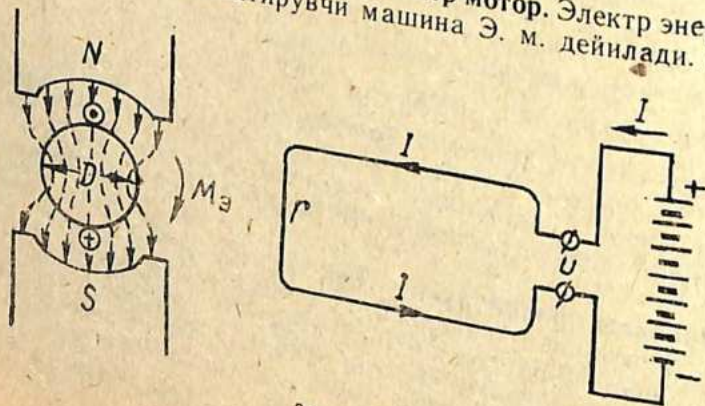


33-расм

нинг ҳаракат тезлиги v томон йўналтирилса, олдинга чўзилган тўр бармоқ 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 ҳулоса 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) бўлиши керак. Дарҳақиқат, магнит майдонида киритилган токнинг ўтказгичга $F = BIl$ қийматли механик куч таъсир этади ва унинг ҳаракатга келтиради. Бунда ўтказгич магнит куч чизикларини кесиб ўтади, натижада унда ўтказгичдаги токка тескари йўналган ЭЮК ҳосил бўлади. Худди шунингдек, берк контур ташки механик куч таъсирида магнит куч чизикларини кесиб ўтса, унда ҳам ЭЮК ҳосил бўлади. Натижада бу ток ўтаётган берк контурга электромагнит куч $F = BIl$ таъсир қила бошлайди. Бу электромагнит куч ташки механик кучга тескари 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 оқимлари кўпайиб борса, контурда ҳосил бўлувчи ЭЮК (e) ишораси минус бўлади ва ундан ҳосил бўлган индукцион токнинг магнит оқими асосий магнит оқимига тескари йўналиб, унинг кўпайишига ҳалакит беради ва аксинча. Шундай қилиб, Ленц ўз қонуни билан электромагнит ҳодисалар табиатининг энергиянинг сақланиш қонунига асосан тўла-тўқис талқин қилиб, бу соҳаларнинг ривожланишига катта ҳисса қўшди.

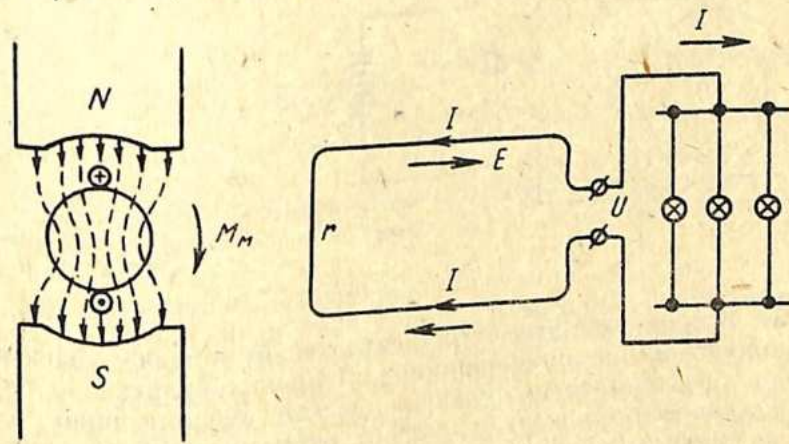
95. Электрический двигатель — Электр мотор. Электр энергиясининг механик энергияга айлантирувчи машина Э. м. дейилади. 34-расм



34-расм

да Э. м. нинг принципиал схемаси кўрсатилган. Унда қўзғалмас магнит қутблари орасига машинанинг айланувчи қисми (якори) жойлаштирилади. Якорь ўрамга сирғалувчи контактлар орқали ток берилса ўрамга таъсир этувчи бир жуфт электромагнит қарама-карши кучлар ҳосил бўлади. Бу жуфт кучлардан ҳосил бўлган айлантирувчи электромагнит $M = FD$ момент якорни айлантиради ва натижада электр энергияси механик энергияга айланади. Якорнинг айланишида ўрамдаги токка тескари йўналган ЭЮК ҳосил бўлади. Бунда R қаршиликли ўрамдан $I = \frac{U-E}{R}$ ток ўтади. Демак, электр

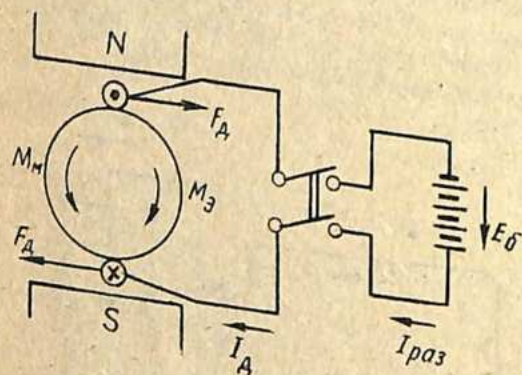
моторларида ҳамма вақт $U > E$ бўлади. Мотор валидаги юклама оширилса, унинг тезлиги, табиий камаяди. Бунда барабан ўрамида ҳосил бўлган ЭЮК ($E = BIl$) ҳам камаяди, ўрамдан ўтаётган ток $I = \frac{U-E}{R}$ эса кўпаяди. Натижада якорни айлантирувчи электромагнит момент $M = FD = BIlD$ ўз-ўзидан валдаги юкламага 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 айлантирувчи машина Э. г. дейилади. 35-расмда Э. г. нинг принципиал схемаси кўрсатилган. Генераторнинг бир ўрамли якори ташки куч $F_m (M_m)$ билан айлантирилса, 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 биланок унга электромагнит кучлар таъсир этиб, айлантирувчи моментга тескари йўналган тормозловчи $M_e = FD = BIlD$ электромагнит момент ҳосил бўлади. Генератор мисолида ҳам

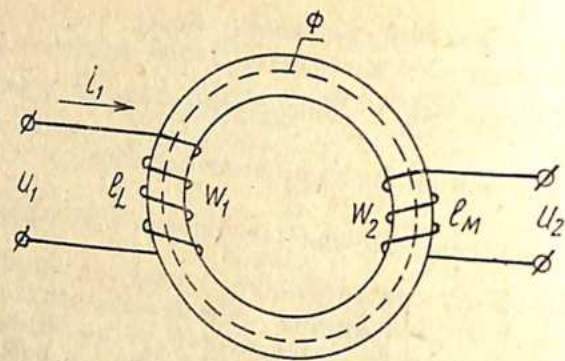
The diagram shows a motor with a feedback winding. The motor is represented by a circle with two poles, N (North) at the top and S (South) at the bottom. At the top pole, a force F_R acts to the left, and a current I_R flows into the page (indicated by a cross in a circle). At the bottom pole, a force F_R acts to the right, and a current I_R flows out of the page (indicated by a dot in a circle). The motor is connected to a feedback winding circuit. This circuit includes a switch, a battery with EMF E_δ , and a current $I_{\delta op}$ flowing clockwise. The motor's rotation is indicated by two curved arrows: M_3 for clockwise and M_H for counter-clockwise.



97. Принцип обратимости электрических машин — Электр машиналарнинг алмашилиш принципи. Агар аккумуляторлар батарея билан 36-расмдагидек уланган, электр машинасининг кутблар чулғамидаги ток ва демак, магнит оқими ошириб, унинг ЭЮК батареяникидан катта, яъни $E_m > E_b$, бўлса, ток машинадан аккумуляторга ўтиб, уни зарядлайди. Бу ҳолда электр машинаси генератор вазифасида, аккумулятор эса ток истеъмолчиси режимида ишлайд.

Машина кутбларидаги магнит оқими камайтирилиб, унинг ЭЮК аккумулятор генераторга қараганда камроқ бўлиши натижасида, бу мотор вазифасида берилган, демак, машина ток истеъмолчиси, яъни Шундай қилиб, электр машинасининг ЭЮК қиймати ни ўзгартириб, унинг режимидан генераторга ўта олиши унинг алмашилиш принци дейилади. Электр машиналарининг ҳамкорликда ишлаб чиқилган ва Б. С. Якоби томонидан хамкорликда ишлаб чиқилган. принципда ҳам энергиянинг сақлашни қонуни тўла ақс этади.

Юритувчи кучи $e_0 = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 SW_1}{l} \cdot \frac{di_1}{dt}$, бутун ғалтакдаги ўзин-



37-расм

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

100. Взаимоиндукция — Ўзаро индукция. 37-расмда Ў.и. ходиса сизга 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 ҳодиса Ў.и. ходисаси, бундаги ЭЮК эса Ў.и. ЭЮК дейилади. Бунда ғалтакларнинг ҳар бир ўрамидаги ЭЮК қиймати

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

бўлгани сабабли иккинчи ғалтакдаги Ў.и. ЭЮК $e_{m2} = e_0 W_2 = -\frac{\mu_0 S W_1 W_2}{l} \cdot \frac{di_1}{dt} = -M \frac{di_1}{dt}$ бўлади. Бу ерда $M = \frac{\mu_0 S W_1 W_2}{l}$

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

Ў Б У Л И М.

СИНУСОИДАЛ ТОК ЗАНЖИРЛАРИ

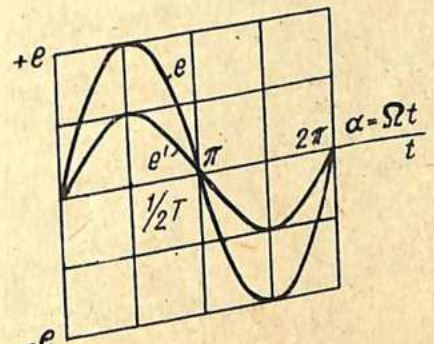
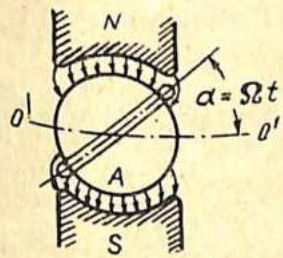
101. Основные определения и преимущества синусоидального тока — Синусоидал токнинг асосий таъриф ва афзалликлари. Электр юритувчи куч (ЭЮК) кучланиши, токининг қиймати ва йўналиши синусоидал қонун асосида даврий ўзгарувчи электр

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, чизиқий резистив, индуктив ва сўғим элементларидан иборат электр занжирга синусоидал ЭЮК таъсир этгандаги ток ҳам синусоидал бўлади. Бундай занжирнинг индуктив ғалтагида ҳосил бўладиган ўзиндукция ЭЮК ва конденсатордаги кучланиши ҳам синусоидал қонун бўйича ўзгаради, чунки синусоидал

микдор $-L \frac{di}{dt}$ ва $C \frac{du_c}{dt} = i$ лар ҳосиласи синусоидал катталиқни беради. Маълумки, синусоидал ЭЮК, кучланиш ва тоқли генератор, мотор, трансформатор ва электр узаткичларнинг фойдали иш коэффициентлари носинусоидалликдагига нисбатан юқори (қувват исрофи кам), ҳамда синусоидал ЭЮК, кучланиш ва тоқли занжирларни ҳисоблаш носинусоидалликдагига 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 кучланишларга ҳисобланиши мумкин. Генератор кучланиши эса трансформатор билан керакли қийматгача кучайтирилиши ва демак, унинг энергияси узок масофаларга тежамли равишда узатилиши мумкин. Ўзгарувчан ток моторлари ҳам ўзгармас тоқлиларга нисбатан арзон ва ишлашда ишончлироқ. Шу билан бирга, ўзгарувчан тоқли қурилмалардаги асосий камчилик — уларнинг қувват коэффициенти ($\cos \phi$)нинг пастлигидадир.

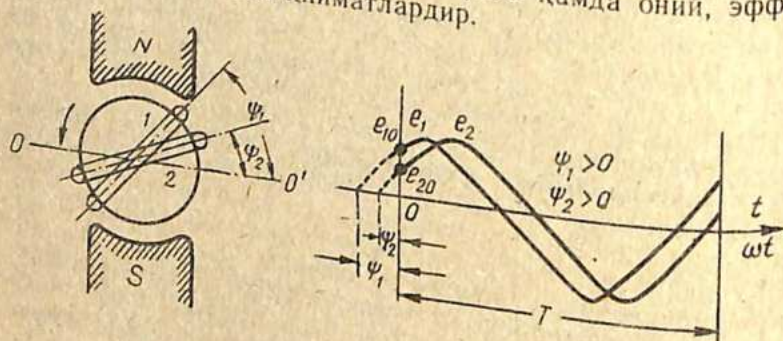
102. Синусоидальные электрические величины — Синусоидал электр катталиқлар. Қиймати ва йўналиши энг оддий синусоидал қонун асосида даврий ўзгарувчи ток, кучланиш ва электр юритувчи куч С.Э.К. дейилади. Электр станциялардаги барча мўлжалланган, истеъмолчиларнинг кўпчилиги синусоидал тоққа мўлжалланган. Бундай тоққа электротехника қурилмаларда қувват исрофи кам, фойдали иш коэффициенти юқори ва бошқа параметрлари нисбатан яхши бўлади. Синусоидал ЭЮК ли занжирларнинг барча элементла-



38-расм

рида ток ва кучланиш синусоидал бўлади, шу сабабли уларни хисоблаш ҳам анча содда. 38-расмда энг оддий синусоидал ток генераторининг тузилиши ва синусоидал ЭЮК графикги кўрсатилган. Унда магнит кутблари орасига ўрнатилган якори ω та ўрамлар чулғамга эга. Бу чулғамнинг учлари контакт халкалари ва чўткалари оркали истеъмолчи занжирига уланган. Кутб бошмоқлари билан якори ўртасидаги ҳаво оралиғида $B = B_m \sin \alpha$ магнит индукцияси ҳосил бўлади. Бунда α — нейтрал чизиқ о — о билан чулғам ўрамини орасидаги бурчак. Агар якори бирор ўзгармас бурчак ω частота билан ҳаракатга келтирилса, электромагнит индукция қонуни бўйича мувофиқ чулғам ўрамларининг ҳар бир актив томонида $e = Blv = B_m l v \sin \alpha = E_m \sin \omega t$ га тенг синусоидал ЭЮК ҳосил бўлади. Ҳар бир ўрам икки актив томонга эга. Шу сабабли W та ўрамга эга бўлган чулғамда ҳосил бўлган синусоидал ЭЮК: $e = 2e_0 = 2WB_m l v \sin \omega t = E_m \sin \omega t$ бўлади. Бунда, $E_m = 2B_m W l v$ — синусоидал ЭЮКнинг максимал (амплитуда) қиймати. Синусоидал ЭЮК билан 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 дейлади (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 дейлади. Си системасида частотанинг ўлчов бирлиги $|f| = \left| \frac{1}{T} \right| = \frac{1}{c} = \text{Гц}$ (Герц). Бизда даврлат стандартига мувофиқ асосан 50 герцли синусоидал токдан фойдаланилади.

106. Фаза — Фаза. Синусоидал катталикларнинг ўзгариш қонуни яни фодасидаги синус аргументи $(\omega t + \psi)$ фаза дейлади. Бунда $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ (рад/с) — синусоидал катталикларнинг бурчак частотаси дейлади.

106. Начальная фаза — Бошланғич фаза. $t = 0$ даги фаза Б.ф. дейлади. 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 катталиклар бошланғич фазаларининг айирмаси $(\psi_1 - \psi_2)$ Ф.с. дейлади ва ψ билан белгиланади (39-расм). Бунда, e_1 ЭЮК e_2 га нисбатан ψ бурчагига ўзувчи ҳисобланади ва аксинча e_2 ЭЮК e_1 га нисбатан ψ бурчагига орқада қолувчидир.

108. Мгновенное значение — Оний қиймат. Синусоидал катталикларнинг ҳар бир ондаги қиймати О.к. дейлади. О.к. тегишли кичик i , e харфлар билан белгиланади.

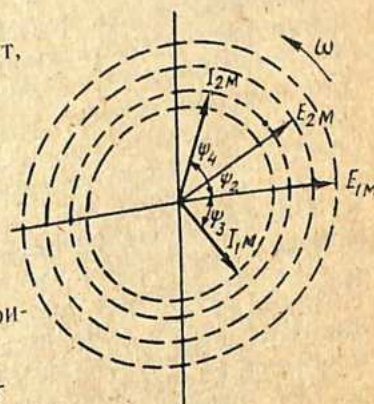
108. Амплитудное значение — Амплитудавий қиймат. Синусоидал катталикларнинг фазаси $\frac{\pi}{2}$, яъни 90° бўлган пайтидаги қиймати А. (максимал) к. дейлади. А.к. тегишли катта I_m , E_m ва U харфлар билан белгиланади.

109. Действующее значение — Эффектив (таъсир этувчи) қиймат. Синусоидал катталикларнинг амперметр, вольтметр билан ўлчанадиган қиймати Э.к. дейлади. Синусоидал ток ҳам ўзгармас ток сингари иссиқлик, механик, ёруғлик ва химиявий таъсирларга эга. Масалан, бирор қаршилик оркали синусоидал токнинг мусбат ярим тўлкини ўтганда ҳам, манфий ярим тўлкини ўтганда ҳам, у бир хил қизийди. Шунга кўра бир T давр ичида R қаршиликдан ўтиб синусоидал ток ажратадиган иссиқликка тенг энергия ажратувчи ўзгармас қийматли I ток синусоидал токнинг Э.к. деб қабул қилинади. Демак, $I^2 R T = \int_0^T i^2 R dt$. Бундан $I = \sqrt{\left(\frac{1}{T}\right) \int_0^T i^2 dt}$ —

Дарҳақиқат, $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \approx 0,707 I_m$ олинади.

$$\int_0^T \sin^2 \omega t dt = \int_0^T \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} dt = \frac{1}{2} \int_0^T dt - \int_0^T \frac{\cos 2\omega t}{4\omega} d2\omega t = \frac{T}{2}, \text{ чунки } \int_0^T \frac{\cos 2\omega t}{4\omega} d2\omega t = 0.$$

Демак, бошқа синусоидал катталикларнинг Э.к. ҳам $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ ва $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$ бўлади.



40-расм

110. Коэффициент амплитуды — Амплитуда коэффициенти. Ўзгарувчан токнинг амплитудавий кийматини эффектив кийматга нисбати $K_a = \frac{I_m}{I_s}$ 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 топишган ўртача арифметик кийматига айтилади. Демак, синусоидал токнинг ў.к. куйидаги ифодадан топилади:

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

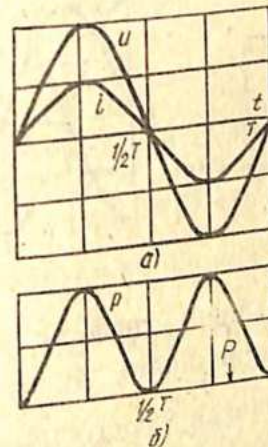
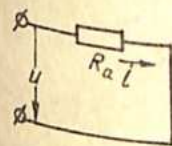
112. Коэффициент формы кривой — Эгри чизиқнинг шакл коэффициенти. Синусоидал катталиқ эффектив кийматларининг ўртача кийматларига нисбати $\frac{E}{E_s}, \frac{I}{I_s}$ ва $\frac{U}{U_s}$ уларнинг э.ч.ш.к. дейилади ва $K_{ш}$ билан белгиланади. Демак, $K_{ш} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\pi}{2} \approx 1,11$ бўлади. Э.ч.ш.к. тушунчасидан тўғрилагич ва электр машиналарини ҳисоблашда фойдаланилади.

113. Векторная диаграмма — Вектор диаграмма. Бир хил частотада синусоидал катталиқларнинг соат стрелкасига тескари айланган 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 $i_1 = I_{1m} \sin(\omega t - \psi_1)$, $i_2 = I_{2m} \sin(\omega t + \psi_4)$ 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 қўшиш ёки айириш амалларини анча соддалаштиради ва яққоллаштиради. Дарҳақиқат, i_1 ва i_2 синусоидал токларни қўшиш учун аввал уларнинг графикларини ясаб, сўнгра уларнинг ординаталарининг алгебраик йиғиндисини топиш керак. Бу эса В.д. га мувофиқ икки векторни параллелограмм усулида қўшиш ёки айиришдан кўра анча кийин ишдир.

114. Электрические цепи синусоидального тока — Синусоидал ток электр занжирлари. Ўзгармас ток занжир элементларидаги ток, кувват ва энергия микдорлари 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 сифим C дир.

115. Активное сопротивление — Актив қаршилик. Электр энергиясининг бир қисмини ёки ҳаммасини бошқа турдаги фойдаланишга берилган электр энергияга, масалан, иссиқликка, ёруғликка ёки механик энергияга айлантирувчи занжир элементининг қаршилиги А.к. дейилади ва А.к. элементларга мисол қилиб чўғланиш лампаси, иссиқлик асбоблари, резистор ва шу кабиларни кўрсатиш мумкин. Истеъмолчиларнинг ўзгарувчан токка кўрсатган А.к. ги киймати юза деб аталувчи эффект ҳисобига ўзгармас токдаги $R = \rho \frac{l}{S}$ электр қаршилигига нисбатан бир оз катта бўлади. Бу фарк 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 тоаларида 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

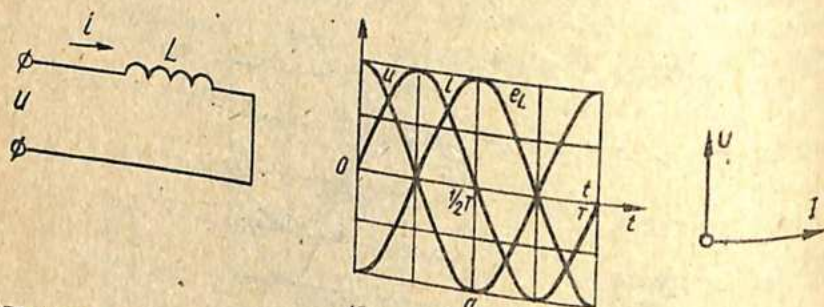
117. Цепь с активным сопротивлением — Актив қаршиликли занжир. 41-расмда R_a қаршиликли занжир схемаси, ундаги ток ва кучланишнинг ўзгариш графиги ҳамда вектор диаграммаси кўрсатилган. Агар бу занжирга синусоидал $u = U_m \sin \omega t$ кучланиш берилса, ундан ўтадиган ток $i = \frac{u}{R_a} = \frac{U_m \sin \omega t}{R_a} = I_m \sin \omega t$ ҳам синусоидал бўлади. Унинг фазаси эса кучланиш фазасига мос, яъни ток ва кучланиш векторлари бир томонга йўналади. Бунда $I_m = \frac{U_m}{R_a}$ ёки $I = \frac{U}{R_a}$ бўлади. Демак, А.к.з. учун Ом қонуни ўзгармас ток занжиридаги каби бўлади. А.к.з. да унга берилган электр энергияси факат R_a нинг қизишига сарфланади. Демак, Жоуль-Ленц қонунига мувофиқ қизитишга сарфланган кувватнинг ўртача

киймати $P = I^2 R_a = \frac{U^2}{R_a} = UI$ бўлади. Бундай ўртача кувватни актив кувват дейилади 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

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

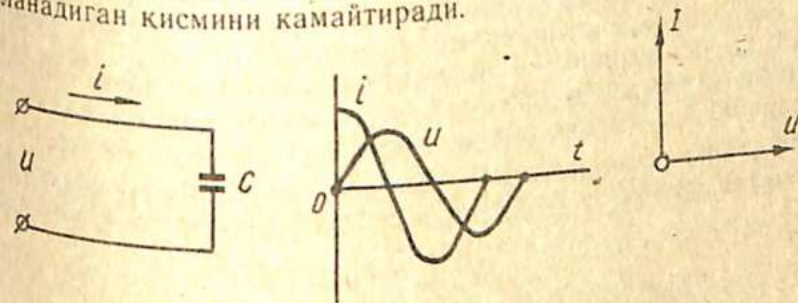
бўлади. Бундан, $I_m \omega L = U_m$ ёки $I \omega L = U$ келиб чиқади. Бу формула ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонунининг ифодасидир. Демак, индуктивлиги занжирдаги токнинг фазаси кучланиш фазасидан 90° орқада бўлади. 42-расмда И.к. ли занжир схемаси ва ундаги



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 карама-карши йўналади. Шу сабабли токнинг ўсишига халақит беради (реактив таъсир кўрсатади) ва аксинча i ток камайганда, яъни $\frac{di}{dt} < 0$ бўлганда e_L ишораси мусбат бўлиб, у i нинг камайишига халақит беради. Ўзиндукция e_L нинг занжирга кўрсатадиган бу реакцияси шартли равишда И.к., баъзан реактив каршилик дейилади 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 каршилик билан И.к. нинг ҳеч қандай физик ўхшашлиги йўқ. x_L киймати 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 тўпланган энергия ток манбаи томон йўналади. 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 кувват $Q_L = I^2 \omega L = UI$ эса реактив ёки индуктив кувват деб юритилади. Реактив кувват ВАР (вольт — ампер реактивный) ва КВАРларда ўлчанади. И.к. ка эга бўлган занжирдан ўтадиган ток индуктив ёки реактив ток дейилади. Реактив ток энергия манбаидан олинандиган актив токни, яъни унинг фойдали ишга сарфланадиган қисмини камайтиради.



43-расм

119. Емкостное сопротивление — Сигимий каршилик. Сигимий C бўлган конденсатор занжирига синусоидал кучланиш $u = U_m \sin \omega t$ берилса, копламалар гоҳ мусбат, гоҳ манфий зарядланади ва ундан синусоидал

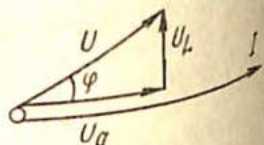
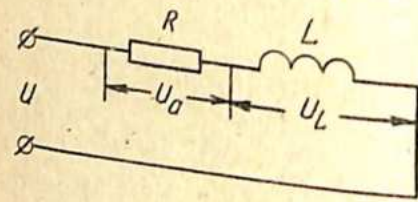
$$i = \frac{dQ}{dt} = C \frac{d(U_m \sin \omega t)}{dt} = \omega C U_m \cos \omega t = I_m \sin(\omega t + 90^\circ)$$

ток ўтади. Бунда, $I_m = \frac{U_m}{\omega C}$ ёки $I = \frac{U}{\omega C}$ — С.к. ли ўзгарувчан ток занжири 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 графиглари ва вектор диаграммалари кўрсатилган. Юқоридаги Ом қонунини ифодасидаги $\frac{1}{\omega C}$ катталик шартли равишда сигимий ёки реактив каршилик деб юритилади ва $x_C = \frac{1}{\omega C}$ билан белгиланади. Демак, x_C нинг киймати ток частотаси ва занжир сигимига тескари пропорционалдир. С.к. нинг ўлчов бирлиги $|x_C| = \left| \frac{1}{\omega C} \right| = \frac{c}{\phi} = \frac{c \cdot \text{В}}{A \cdot \text{с}} = \text{Ом}$. Аммо бунда ҳам R электр каршилик билан С.к. нинг ҳеч қандай физик ўхшашлиги йўқ. Конденсатор зарядланиб, унинг копламаларидаги кучланиш ошганда электр майдон энергиясининг максимал киймати $\frac{CU^2}{2}$ га

етади ва зарядсизланиш даврида бу энергия ток манбаи йўналади. Демак, бундай электр занжирга берилган энергия фойдали ишга сарфланмай, ток манбаи билан конденсатор орада иккиланган частота билан тебраниб туради. Бундай тебранувчи энергия реактив энергия дейилади, ундан конторнинг электр майдонида ҳосил бўлган максимал

$I^2 \frac{1}{\omega C} = UI = Q$ эса сизимий ёки реактив кувват деб юритилади. кувват ҳам ВАР ёки КВАР ларда ўлчанади. С.к. ка эга занжирдан ўтадиган ток сизимий ёки реактив ток дейилади. Реактив ток энергия манбаидан олинандиган актив токни, яъни унинг фойдали ишга сарфланандиган қисмини камайтиради.

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



44- расм

ди. Бундан $u = iR_a + L \frac{di}{dt}$ тенгламаси келиб чиқади. Занжирда нусоидал кучланиш u берилса, занжирдаги i ток ҳам синусоидал бўлади. Энди, $\frac{di}{dt} = \frac{d(I_m \sin \omega t)}{dt} = \omega I_m \cos(\omega t + 90^\circ) = \omega I_m \sin(\omega t + 90^\circ)$ 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 оний қиймати u актив u_a ва индуктив u_L ташкил этувчилардан иборат бўлади. Бунда u_a ток йўналишида, u_L эса, токдан 90° олдинроқ 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 кучланишларнинг вектор диаграммасини тузиш учун асосий вектор килиб ток вектори I олинади. Сўнгра ток вектори 90° га ўлга U_a кучланиш вектори қўйилади. Бу вектор охиридан $U_a + U_L$ килиб U_L вектори ўтказилади ва уларнинг йиғиндиси $U = U_a + U_L$ занжирдаги кучланиш вектори U топилади, яъни $U = \sqrt{U_a^2 + U_L^2}$ мах, кучланишнинг эффектив қиймати $U = \sqrt{U_a^2 + U_L^2}$

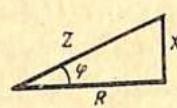
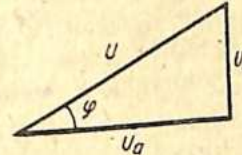
$$= \sqrt{(IR_a)^2 + (Ix_L)^2} = I \sqrt{R_a^2 + x_L^2} = IZ. \text{ Бундан } I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R_a^2 + x_L^2}}$$

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, олдинроқ 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:

$$U = \sqrt{U_a^2 + U_L^2}; U_m = \sqrt{U_{ma}^2 + U_{mL}^2}; \cos \phi = \frac{U_a}{U}; \tg \phi = \frac{U_L}{U_a}$$

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 $\cos \phi = \frac{U_a}{U} = \frac{R_a}{Z}$; $\tg \phi = \frac{U_L}{U_a} = \frac{x_L}{R_a}$ келиб чиқади. Демак, x_L қиймати R_a га нисбатан канча катта бўлса, фаза силжиши ϕ шунча катта, $\cos \phi$ шунча кичик бўлади.

123. Мощность цепи из активного и индуктивного сопротивления — Актив ва индуктив қаршиликли занжир куввати. Бундай занжирдаги оний кувват $p = ui = U_m \sin(\omega t + \phi) I_m \sin \omega t = \frac{U_m I_m}{2} \cos \phi - \frac{U_m I_m}{2} \cos(2\omega t + \phi) = UI \cos \phi - UI \cos(2\omega t + \phi)$. Демак, p қиймати икки ташкил этувчидан: ўзгармас $UI \cos \phi$ ва иккиланган частота билан синусоидал конун бўйича ўзгарувчи $UI \cos(2\omega t + \phi)$ кувватлардан иборат бўлади. Бир даврдаги ўртача кувват $UI \cos \phi$ га актив кувват P дейилади. $P = UI \cos \phi = U_a I = I^2 R_a$. Индуктив ёки реактив кувватнинг қиймати $Q = U_L I =$

Бундай занжир учун ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси ясашда асосий вектор қилиб кучланиш вектори олинади. Сунги I' ток векторининг актив I_a ташкил этувчиси кучланиш вектори томонга ўтказилади ва унинг охиридан кучланишдан 90° орқада қолувчи индуктив I_L ташкил этувчи ҳамда 90° ўзувчи сигимий I_c ток векторлари қўйилади. Индуктив I_L ва сигимий I_c ток векторларига карама-каршилиги сабабли уларнинг айирмаси $I_L - I_c$ дан реактив $I_p = I_L - I_c$ ток ҳосил бўлади. Энди реактив I_p ток векторининг охиридан I_a векторининг боши билан бирлаштирсак, I_a , I_p ва I лардан иборат токлар учбурчаклиги ясалади. Диаграммага биноан, бу учбурчаклигидан $I = \sqrt{I_a^2 + (I_L - I_c)^2} = \sqrt{I_a^2 + I_p^2}$; $\cos \varphi = \frac{I_a}{I}$; $\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_p}{I_a}$ келиб чиқади. Токлар 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 ўтказувчанликларни ҳосил бўлади. Бунда, y — занжирнинг тўла ўтказувчанлиги, g_a — актив ва b_p — реактив ўтказувчанликлар. Ўтказувчанликлар ифодасини топиш учун токнинг $I_a = I' \cos \varphi'$ ва $I_L = I' \sin \varphi'$ ташкил этувчиларидаги I' ўрнига $\frac{U}{Z'} = \frac{U}{\sqrt{R_a^2 + X_L^2}}$ қўйиладиган натижаларга эришилади:

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

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

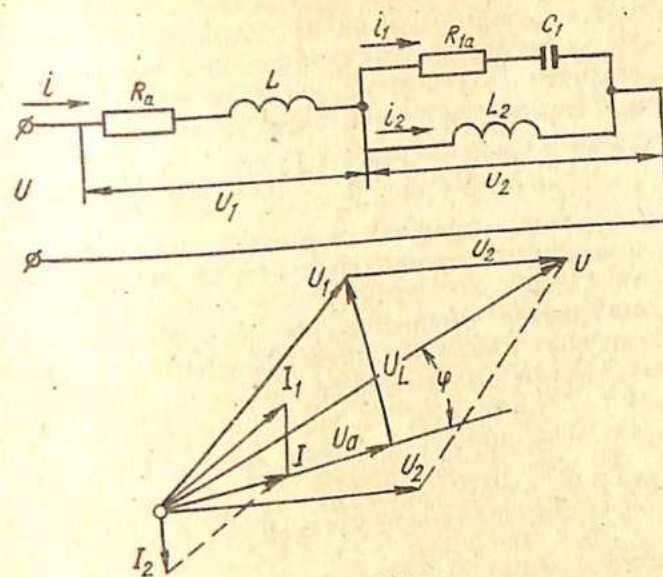
$$I_L = \frac{UX_L}{Z' \cdot Z'} = U \frac{X_L}{(Z')^2} \quad \text{лардан актив} \quad g_a = \frac{R_a}{(Z')^2} \quad \text{ва индуктив ўтказувчанлик} \quad b_L = \frac{X_L}{(Z')^2} \quad \text{ифодалари келиб чиқади. Демак, бу занжирдаги}$$

$$\text{сигимий ўтказувчанлик} \quad b_c = \frac{x_c}{Z_c^2} = \frac{x_c}{x_c^2} = \frac{1}{x_c}; \quad \text{тўла ўтказувчанлик} \quad y = \sqrt{g_a^2 + (b_L - b_c)^2} = \sqrt{g_a^2 + b_p^2} \quad \text{бўлади. Занжирнинг умумий токи}$$

$$I = \sqrt{I_a^2 + I_p^2} = U \sqrt{g_a^2 + b_p^2} = UY \quad \text{бўлади. Агар занжир элементларининг} \quad g_a \quad \text{ва} \quad b_p \quad \text{ўтказувчанликлар берилган бўлса, каршиликлар киймати куйидаги ифодалардан топилади:}$$

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

126. Цель из смешанного соединения активного, индуктивного и емкостного сопротивлений — Актив, индуктив ва сигимий каршиликларнинг аралаш улган занжири. 48-расмда шундай аралаш



48-расм

занжир схемаси, ундаги ток ва кучланишларнинг вектор диаграммаси кўрсатилган. Бундай занжирнинг ток ифодаси $I = I_1 + I_2$, эквивалент Z , каршилик ва эквивалент Y , ўтказувчанлик куйидагича топилади:

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

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

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

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

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

$$y_2 = \sqrt{(g_a + g_{1a})^2 + [(b_p + b_{2L}) - b_{1c}]^2}.$$

$$R_{12} = \frac{g_{1a}}{y_{12}^2}; \quad X_{12} = \frac{b_{2L} - b_{1c}}{y_{12}^2} \quad \text{ва}$$

Демак, $Z_{12} = \sqrt{R_{12}^2 + X_{12}^2}$, бунда

$R_2 = R_a + R_{12}$; $X_2 = X_L + X_{12}$; $Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_2^2}$. 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,

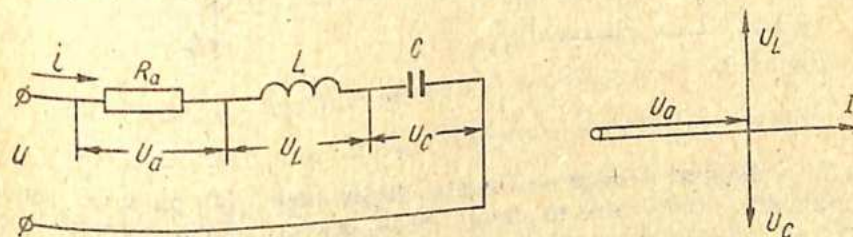
127. Коэффициент мощности ($\cos \varphi$) — Кувват коэффициенти ($\cos \varphi$). Ўзгарувчан ток электр истеъмолчиси актив кувватининг кувватга нисбати $K_{\cos \varphi}$ к. дейилади ва косинус фи ($\cos \varphi$) белгиланади.

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{S} = \frac{P_a}{\sqrt{P_a^2 + Q_p^2}} = \frac{I^2 R_a}{I^2 Z} = \frac{R_a}{Z} = \frac{R_a}{\sqrt{R_a^2 + (x_L - x_C)^2}}$$

кичик бўлади. Демак, электр истеъмоличисининг К.к. $\cos \varphi = \frac{P_a}{\sqrt{P_a^2 + Q_p^2}}$ кичик бўлса, генераторда ҳосил қилинадиган электр энергияси шунча катта қисми бефойда сарфланади. Шунга биноан истеъмоличиларнинг хусусан асинхрон моторларни тўла юкда (кувват) да ишлатиш керак. Агар у, масалан, ярим $\frac{P_a}{2}$ билан ишлатилса, Q_L нинг юкламага боғлиқмаслиги $\cos \varphi$ қиймати тахминан 0,85 дан 0,5 га тушиб қолади. Бунда $P_a = 100$ кВт бўлган мотор электр манбаидан оладиган тўла $P_a = 50$ $S = \frac{P_a}{\cos \varphi} = \frac{100}{0,85} = 120$ кВа бўлади. Агар шу мотор $p = \frac{P_a}{2}$ кувват билан ишлатилса, $\cos \varphi$ камайиб тўла

билан ишлатилса, $S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{50}{0.5} = 100$ кВА бўлади. Агар шу мотор $p = \frac{1}{2}$ $\cos \varphi$ камайса, реактив қувват улуши ошади, генератор қуввати тўла фойдаланилмаган бўлади. Бундай ҳолда 100 кВт ли

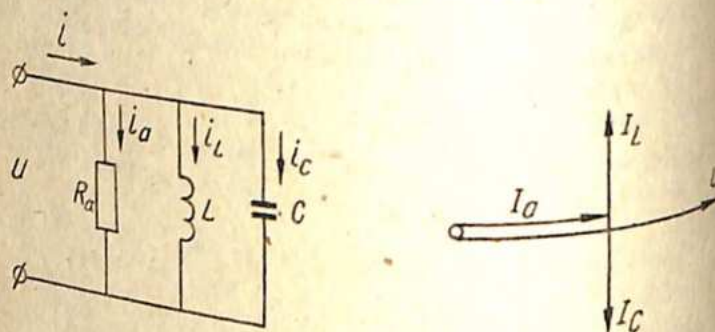
хосил қилиш учун асинхрон моторнинг статор чулғамига параллел
уланган конденсатор батареяларидан фойдаланилади. $\cos \varphi$ ни
ошириш учун белгиланган конденсатор батареялари ва бошқа шу
каби қурилмалар компенсаторлар деб ҳам юритилади. Бундай
компенсаторлардан фақат техника-иқтисодий таққослашлар асоси-
дагина фойдаланиш керак. Умуман корхоналар учун ўртача
 $\cos \varphi$ қиймати $0,9 \div 0,92$ белгиланган. Агар $\cos \varphi < 0,9$ бўлса, электр
энергия учун олинган ҳақ 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. p a c m

128. Резонанс напряжений — Кучланишлар резонанси. 49- расмда. К.р. га доир занжир схемаси ва вектор диаграммаси кўрсатилган. Бу занжирда индуктив X_L ва сифимий X_C каршиликлар тенг. Яъни $X_L = X_C$ бўлса, К.р. ходисаси рўй беради. К.р. да занжирининг ўқла каршилиги $Z = \sqrt{R_a^2 + (X_L - X_C)^2} = R_a$, ток эса ўзининг максимуми $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R_a}$ га эришади. Бунда кувват коэффициенти $\cos \varphi = \frac{R_a}{Z} = \frac{R_a}{R_a} = 1$, занжирдаги кучланишлар эса $U_L = U_C = I X_L = I X_C = X_L \frac{U}{R_a}$ бўлади. Демак, К.р. ходисасида занжир элементларидаги индуктив U_L кучланиш ёки сифимий 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 каршиликни киздиришга сарфланади. Бунда

галтак магнит майдонининг энергияси конденсаторнинг заряди хисобига ошади, конденсатор электр майдонидаги энергия галтакда тўпланган магнит майдон энергиясининг конденсатор берилишидан юзага келади. Демак, электр тармоғидан энергиянинг бир қисми галтак ва конденсатор майдонларида алмашилиб (тебраниб) туради. Шу сабабли бу ходиса тебранишлар резонансига ўхшатилади ва К.р. деб юритилади. шартли ифодаси $2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C}$ дан топилган $f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$ частотаси резонанс частотаси дейилади. К.р. ходисасидан радиотехникада фойдаланилади.



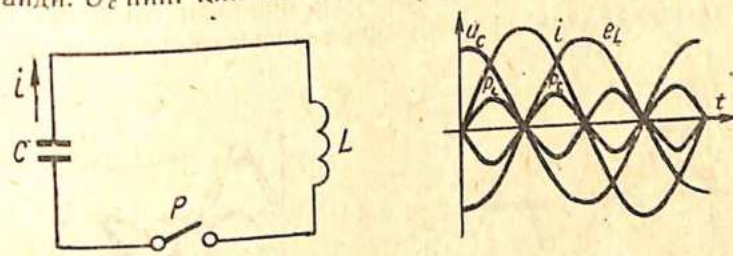
50-расм

129. Резонанс токов — Токлар резонанси. 50-расмда резонансига доир занжир схемаси ва вектор диаграммаси тилган. Бу занжирда индуктив b_L ва сигимий b_C ўтказувчанлик тенг, яъни $b_L = b_C$ бўлса, Т.р. ходисаси рўй беради. $I = \sqrt{I_0^2 + (I_L - I_C)^2} = I_0 = U g_a$ бўлиб, ток I ўзининг минимал кувват коэффициентини 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 киймати занжирдаги умумий I тоқдан $\frac{b_L}{g_a}$ ёки $\frac{b_C}{g_a}$ марта катта бўлиши мумкин. Шунинг учун бу ходиса механик тебранишлар резонансига ўхшатилади ва Т.р. деб юритилади. $I_L = -I_C$ бўлгани сабабли, $Q_L = -Q_C$ бўлади. Демак, ҳар бир мазкур контурнинг магнит майдони энергияси электр майдонига тўпланган энергиянинг камайиши хисобига ошади ва аксинча, ҳам электр тармоғидан олинадиган энергия факат аксинча майдонларида киздиришга сарфланади, галтак ва конденсаторларда тўпланган энергия эса ўзаро алмашилиб (тебраниб) туради. Т.р. ходисасидан электротехникада курилмаларнинг коэффициенти $\cos \varphi$ ни ошириш учун кенг фойдаланилади.

130. Колебательный контур — Тебраниш контури. Зарядланган конденсатор C , узгич ва индуктивлиги L бўлган галтакдан 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 орқали контур беркитилганда $\frac{CU^2}{2}$ энергияли конденсатор зарядсизлана,

индуктив галтакка ток бера бошлайди. Бунда конденсатор кучланиши U_C пасайиши билан контур занжирдан синусоидал разряд токи ўта бошлайди. U_C нинг киймати нолга тенглашганда электр майдонидаги



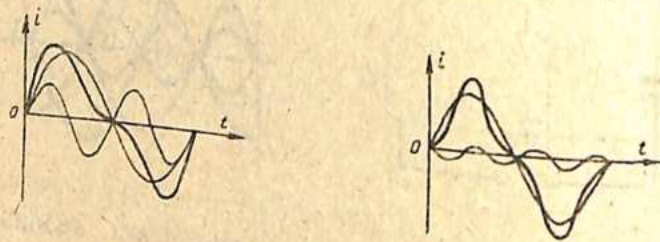
51-расм

энергия батамом магнит майдони энергиясига айланади, яъни $U_C = \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_C^2}{2}$ бўлади. Лекин ўзиндукция ЭЮК e_L туфайли $U_C = 0$ да ҳам занжирдаги ток йўқолмайди, балки факат йўналишини ўзгартиради. 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 х.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 қаршиллик 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 — Несинусоидал токлар. Даврий равишда ўзгарадиган, лекин синусоидал тоқдан фарқли тоқлар Н.т. дейилади. Бундай тоқлар, масалан: яримўтказгич асбоблар кирилган электр занжирларида юзага келади. Н.т. нинг вольт-ампер характеристикаси ночизикий бўлади. Н.т. ни ўрганиш ва ҳисоблаш учун Эйлер — Фурьенинг асосий ва юқори гармоникали синусоидал функциялар каторидан фойдаланилади. Бундай қаторлар умумий ҳолда қуйидаги кўринишга эга:

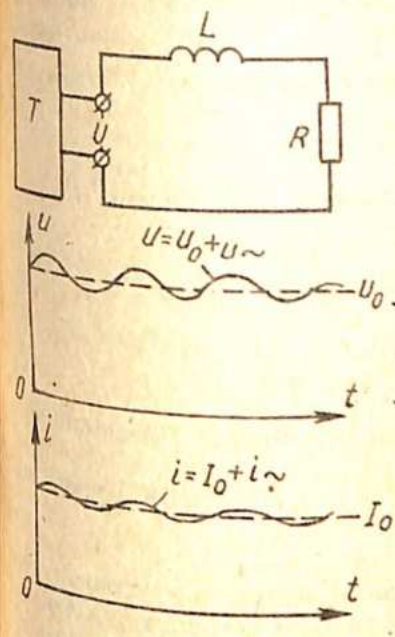
$a = A_0 + A_{1m} \sin \omega t + A_{2m} \sin 2\omega t + \dots + A_{nm} \sin(n\omega t)$. Бу ерда, a — несинусоидал ўзгарувчи даврий функция, A_0 — несинусоидал функциянинг ўзгармас

ташкил этувчиси, $A_1 \sin \omega t$ — частотаси ω га тенг бўлган a функциясининг асосий гармоникаси (синусоидал функция), $A_2 \sin 2\omega t$; $A_3 \sin 3\omega t$ — иккинчи ва учинчи (юқори) гармоникалар. Уларнинг частотаси асосий гармоника частотасидан 2,3 ва х.к. марта катта, яъни 2ω , 3ω ва х.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 килинган 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 бирига қўшиб, носинусоидал ток графиги ясалади. Бунда токнинг носинусоидал ўзгаришлари кучланишнинг ўзгаришларига ўхшаши бўлмаслиги мумкин. Чунки ўзгарувчан ток занжирларида актив R_a қаршиликдан ташқари индуктив X_L ва сифимий 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. Сифимли занжирда эса бунинг акси бўлади. Носинусоидал ток занжирининг бу хусусияти тўғрिलाгичдан 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,

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


53-расм

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

132. Электрические фильтры — Электр филтрлари. Носинусоидал 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 ўтадиган юқори гармоникали тоқлар таъсирининг пасайишига эришилади. Бунда, масалан, биринчи гармоника токига ωL қаршилик таъсир қилса, бешинчи гармоника токига 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 токига бўлган таъсирини камайтириш мумкин. Дарҳақиқат, бунда, масалан, 5-гармоника токи 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 токига таъсирини бутунлай йўқота олади. Бунинг учун Э. ф. юклама токига таъсири йўқотилиши керак бўлган гармоника токи частотасига резонансланади. Натижада кетма-кет резонанс занжирининг реактив қаршилиги ёки параллел резонанс занжирининг реактив ўтказувчанлиги нолга тенгланади ва юкламадан бу гармоника токи ўтмайди.

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

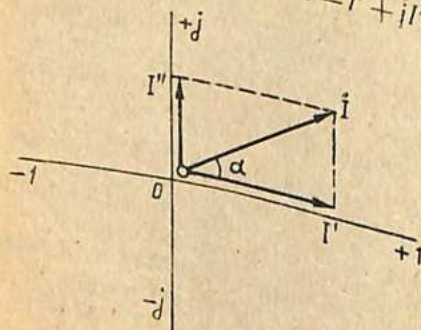
$$I^2 = \frac{1}{T} \int_0^T (I_0 + I_{1M} \sin \omega t + I_{2M} \sin 2\omega t + \dots + I_{nM} \sin n\omega t)^2 dt;$$

$$I^2 = I_0^2 + \frac{I_{1M}^2}{2} + \frac{I_{2M}^2}{2} + \dots + \frac{I_{nM}^2}{2}$$

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

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

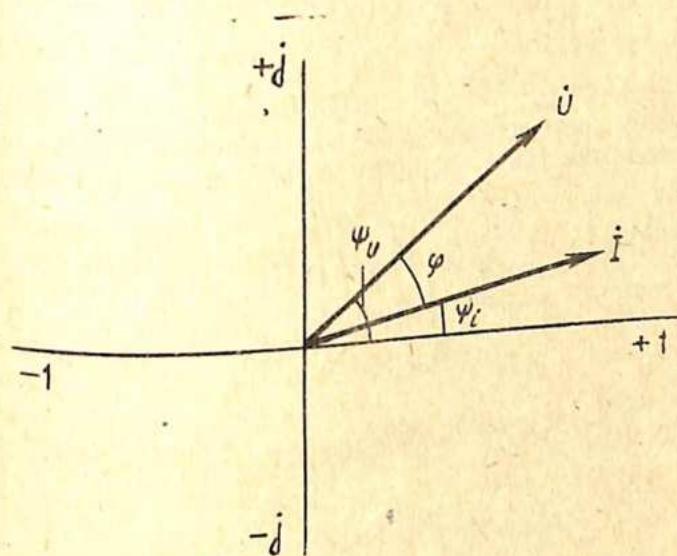
134. Символический метод — Символик метод. Синусоидал ток занжирларини ҳисоблашда вектор диаграммаси методига асосланган графо-аналитик метод ҳамда ўтказувчанликлар (ток ва куч) нишларни актив ва реактив ташкил этувчиларга ажратиш) методига асосланган аналитик усулдан фойдаланилади. Бу иккала методлар ўзида бирлаштирган метод С.м. дейилади. Бу метод синусоидал ток занжирларини 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. да 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).



55-расм

ток белгиси. 55-расмда ток векторининг комплекс текисликдаги символик тасвири кўрсатилган. $j = \sqrt{-1}$ деб қабул қилинади. Ҳақиқий ўқ томонга 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 бурилади. $j = \sqrt{-1}$ мавҳум сон бўлгани сабабли j билан белгиланган ордината ўқи ҳам

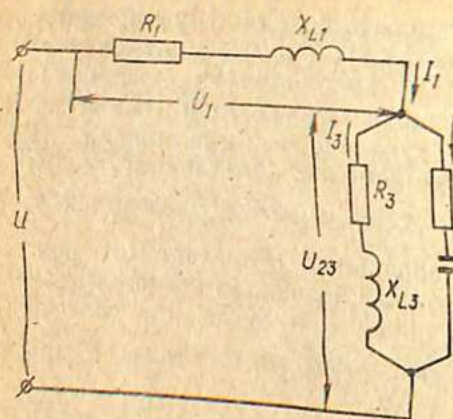
мавҳум ўқ дейилади. Комплекс катталиклар уч хил кўринишда тасвирланади. Масалан, комплекс ток: 1) $I = I' + jI''$ — алгебраик кўринишда; 2) $I = I \cos \alpha + jI \sin \alpha$ — тригонометрик кўринишда; 3) $I = I e^{j\alpha}$ — кўрсаткичли кўринишда ифодаланади (маълумки, $\cos \alpha + j \sin \alpha = e^{j\alpha}$). 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 топилади. Ток вектори актив R_a қаршиликка кўпайтирилса, унинг фақат киймати ўзгаради, индуктив ωL қаршиликка кўпайтирилганда, унинг киймати билан бирга йўналиши ҳам $+90^\circ$ га, сифимий $\frac{1}{\omega C}$ қаршиликка кўпайтирилганда эса -90° га ўзгаради. Демак,



56-расм

Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ актив ва индуктив, қаршиликли занжирдаги комплекс кучланиш ифодаси $\dot{U} = I R_a + j I \omega L = I (R_a + j x_L)$, актив ва сифим қаршиликли занжирда эса $\dot{U} = I (R_a - j x_C)$ бўлади. Демак, комплекс тўла қаршилик Z ҳам, умумий ҳолда, ушбу кўринишда: $Z = R_a \pm j x_p$; $Z = z \cos \alpha \pm j z \sin \alpha$ ёки $Z = z e^{\pm j\alpha}$ 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 ўтказувчанлик $Y = g_a \pm j b_p$; $Y = y \cos \alpha \pm j y \sin \alpha$ ёки $Y = y e^{\pm j\alpha}$, унинг модули $y = \sqrt{g_a^2 + b_p^2}$, аргументи эса $\alpha = \arctg \frac{b_p}{g_a}$ бўлади. 56-расмда комплекс қувватни аниқлашга доир график кўрсатилган. Бунда, комплекс



57-расм

S қувват топиш учун комплекс кучланиш $\dot{U}$ комплекс ток $\dot{I}$ нинг туташ киймати $\dot{I} = I e^{-j\varphi}$ га кўпайтирилади. $\dot{U} = U e^{j\varphi}$, $\dot{I} = I e^{-j\varphi}$ ди. $\dot{U} = U e^{j\varphi}$, $\dot{I} = I e^{-j\varphi}$ ди. $\varphi = \psi_u - \psi_i$ бўлгани учун $S = \dot{U}\dot{I} = U e^{j\varphi} \cdot I e^{-j\varphi} = UI e^{j(\varphi - \varphi)} = UI e^0 = UI$ бўлади. Комплекс қувватнинг модули $S = \sqrt{P_a^2 + Q_p^2}$, унинг аргументи φ эса $\varphi = \arctg \frac{Q_p}{P_a}$ бўлади.

лан ҳисоблашга доир занжир схемаси кўрсатилган. Бундай занжир ҳисоблаш ўзгармас ток занжирини ҳисоблаш каби бўлади:

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

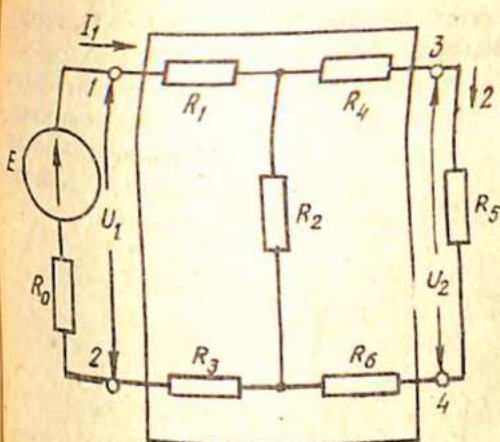
$$\dot{U} = \dot{U}_1 + \dot{U}_{23}; \quad \dot{U}_1 = I_1 Z_1 = I_1 (R_1 + jx_{L1}); \quad \dot{U}_{23} = I_1 Z_{23} = I_1 \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3}$$

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

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 (П) дейлади. Одатда, Т.к. нинг 1—2 кириш кутблари ток манбаидан 3—4 чиқиш кутблари эса ток истеъмолчисига уланади.

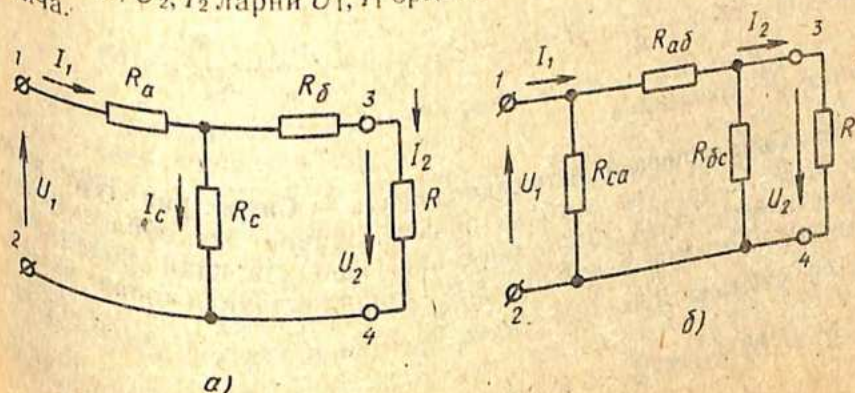
136. Метод четырехполюсника — Тўрт кутблик услуги. Пассив занжирнинг назариясида унинг кириш ва чиқишдаги ток ҳамда кучланишларнинг ўзаро бевосита боғланиши аниқланган (58-расм). Тўрт кутбликнинг чиқишига уланган шохобчадаги ток ва кучланишларнинг ўзгариш қонуниятини унинг ички қисми схемасини ҳисобга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

137. Постоянные четырехполюсника — Тўрт кутблик доимийлари. Агар тўрт кутблик занжирини чизиқий элементлардан тuzилтсак,



58-расм

бўлса, унинг кириш ва чиқишларидаги кучланиш ва тоқлар ўзаро чизиқий 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 кийматига асосан аниқланадиган ва Т.к.д. деб аталадиган коэффициентлар; U_1, I_1 — тўрт кутбликнинг киришдаги, U_2, I_2 эса унинг чиқишдаги ток ва кучланишлардир. Т.к.д. ни аниқлашда салт ишлаш ва қиска туташув тажрибасидан ёки режимларидан фойдаланилади. Тўрт кутбликнинг салт ишлашидаги ($I_2 = 0$) режимдан U_{10}, I_{10} ва U_{20} лар, қиска туташини ($U_2 = 0$) 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 — Пассивный тóрт кутбликнинг муқобил схемалари. Агар пассив тóрт кутбликнинг элементлари ўзгармас қийматли параметрларга эга бўлса, унинг Т-симон ёки П-симон муқобил схема билан тасвирлаш мумкин. 59-расм, а да тóрт кутбликнинг Т-симон, б да эса П-симон муқобил схемаси кўрсатилган. Кирхгофнинг 1 ва 2-қонунларига асосан Т-симон схема учун қуйидаги тенгламаларни тузиш мумкин:

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

$$U_1 = I_1 R_a + I_2 R_b + U_2 = \left[\frac{U_2}{R_c} + I_2 \left(1 + \frac{R_c}{R_c} \right) \right] R_a + I_2 R_b + U_2 =$$

$$= U_2 \left(1 + \frac{R_a}{R_c} \right) + I_2 \left(R_a + \frac{R_b \cdot R_a}{R_c} + R_b \right)$$

Демак, Т-симон схемада:

$$A = 1 + \frac{R_a}{R_c}; B = R_a + R_b + \frac{R_a R_b}{R_c}; C = \frac{1}{R_c}; D = 1 + \frac{R_b}{R_c} \text{ бўлади.}$$

П-симон схемада эса:

$$U_1 = \left(I_2 + \frac{U_2}{R_{bc}} \right) R_{ab} + U_2 = U_2 \left(1 + \frac{R_{ab}}{R_{bc}} \right) + I_2 R_{ab};$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_{ca}} + \left(I_2 + \frac{U_2}{R_{bc}} \right) = \frac{U_2 \left(1 + \frac{R_{ab}}{R_{bc}} \right)}{R_{ca}} + I_2 \frac{R_{ab}}{R_{ca}} +$$

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

Булардан, $A = 1 + \frac{R_{ab}}{R_{bc}}; B = R_{ab}; C = \frac{1}{R_{bc}} + \frac{1}{R_{ca}} + \frac{R_{ab}}{R_{bc} \cdot R_{ca}}$ ва $D = 1 + \frac{R_{ab}}{R_{ca}}$ топилади.

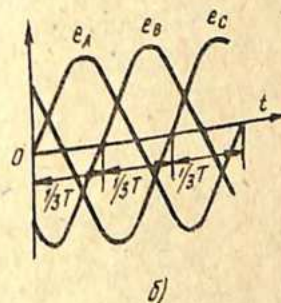
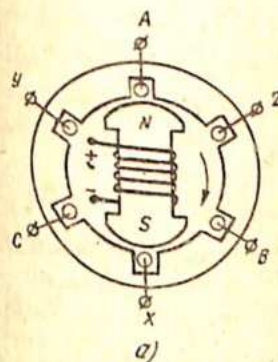
139. Симметричный четырехполюсник — Симметричный тóрт кутблик. А, В, С, Д тóрт кутблик доимийларининг муқобил схемалари параметрлари билан ўзаро боғланиш ифодаларидан фойдаланиб, Т-симон ва П-симон муқобил схема қаршиликларини топиш мумкин. Т-симон схемада $R_a = \frac{A-1}{C}; R_b = \frac{D-1}{C}$ ва $R_c = \frac{1}{C}$; П-симон схемада эса, $R_{ab} = B; R_{bc} = \frac{B}{A-1}; R_{ca} = \frac{B}{D-1}$ бўлади. Бу ифодаларга муво-

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

VI БУЛИМ

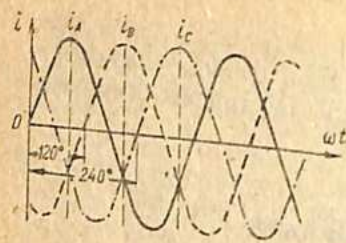
УЧ ФАЗАЛИ ТОК ЗАНЖИРЛАРИ

140. Трёхфазный 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 томонидан 1889—1891 йилларда ихтиро қилинган У.ф.т. генератори, трансформатори, мотори ва узатиш системаси, яъни уч фазали система комплекси жаҳон 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 тежалди; 3) уч фаза ва тóрт симли системада бир-биридан $\sqrt{3}$ га фаркланувчи иккита қучла-нишдан фойдаланиш мумкин.



60-расм

141. Трёхфазная 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 электромагнитидан иборат бўлади. Қўзғалмас статор пазларига (арикчаларига) бир-биридан 120° бурчакка сурилган АХ, ВУ ва СЗ чулғам ўрнатилади. Ротор ўзгармас ω частота билан айлантирилса, электромагнит индукция қонунига мувофиқ статор чулғамларида фазалари бир-биридан 120° бурчакка силжиган уч фазали синусоидал ЭЮКлар $e_A = E_m \sin \omega t; e_B = E_m \sin (\omega t - 120^\circ)$ ва $e_C = E_m \sin (\omega t + 120^\circ)$ ҳосил бўлади. 61-расмда уч фазали ток-



61-расм

нинг ўзгариш графиги кўрсатилган. Бунда уч фазали e_A , e_B ва e_C ЭЮКлар хосил бўлган генератор чулғамларини симметрик бўлган юклар билан уланганда уларда фазалари 120° бурчак билан силжиган 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 — тема ЭДС, напряжений и токов — уш фазали ЭЮКларнинг симметрик системаси.

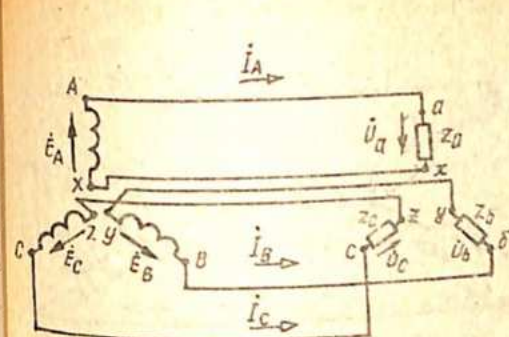
Фазалари бир-биридан 120° фаркланувчи учта ўзаро тенг ЭЮКлар системаси ЭЮКларнинг симметрик системаси дейилади. Бунда: $E_A = E_B = E_C = E$; $\dot{E}_A = E e^{j0^\circ} = E$; $\dot{E}_B = E e^{-j120^\circ}$; $\dot{E}_C = E e^{j120^\circ}$;

$e_A + e_B + e_C = 0$ бўлади. Бундай ЭЮК системаси бир хил қаршилиқли юклар билан берилган бўлса, бу юклар ва фаза чулғамларини уч фазали кучланишларнинг симметрик системаси юзага келади. Бунда $U_A = U_B = U_C = U$; $\dot{U}_A = U e^{j0^\circ} = U$; $\dot{U}_B = U e^{-j120^\circ}$; $\dot{U}_C = U e^{j120^\circ}$; $u_A + u_B + u_C = 0$ бўлади. Агар ЭЮКлар симметрик уч фазали системасига учта ўзаро тенг ва бир хил тавсифли $Z_A = Z_B = Z_C = Z$ қаршилиқли юклар уланса, бу занжирда уч фазали тоқларнинг куйидаги симметрик системаси хосил бўлади:

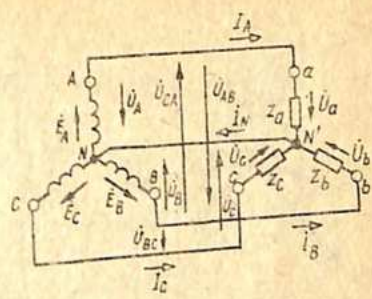
Бунда: $I_A = I_B = I_C = I$; $\dot{I}_A = I e^{j0^\circ} = I$; $\dot{I}_B = I e^{-j120^\circ}$; $\dot{I}_C = I e^{j120^\circ}$; $I_A + I_B + I_C = 0$; $i_A + i_B + i_C = 0$.

143. Система трехфазных цепей — Уч фазали занжирлар системаси. 62-расмда ўзаро боғланмаган уч фазали занжир системаси кўрсатилган. Унда уч фазали генераторнинг ҳар бир чулғамини юкларга алоҳида-алоҳида уланган, натижада олти симли уч фазали занжир системаси хосил бўлган. Бунда генераторнинг ҳар бир чулғамини 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 схемасини кўрсатилган. Унда генераторнинг X , Y , Z охирилари бир тугунга уланган. Бу тугуннинг потенциални ноль бўлгани сабабли у генераторнинг ноль ёки нейтрал нуктаси дейилади. Генератор чулғамларининг бошлари уч фазали Z_A , Z_B , Z_C юклар билан бир тугун N' нуктага бириктирилади. N' нукта уч фазали юкларнинг нейтрал нуктаси дейилади. Натижада юлдуз



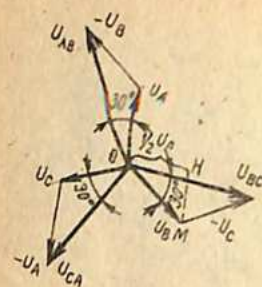
62-расм



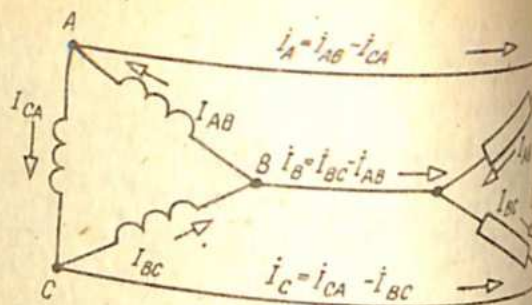
63-расм

схемасида уланган уч фазали (уч симли) занжир системаси хосил бўлади. Бундай система уч фазали юклар билан симметрик бўлган бўлади, яъни $i_A + i_B + i_C = 0$ да қўлланилади. Юклар 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 юкларнинг 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 билан нейтрал нукта N' орасидаги $U_{A'}, U_{B'}, U_{C'}$ кучланишлардир; 2) линия кучланиши (U_L). Бу кучланиш генератор билан юклар билан боғладиган 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 $\dot{U}_{AB} = \dot{U}_A - \dot{U}_B$; $\dot{U}_{BC} = \dot{U}_B - \dot{U}_C$ ва $\dot{U}_{CA} = \dot{U}_C - \dot{U}_A$ бўлганлиги сабабли $U_\phi = \frac{U_L}{\sqrt{3}}$ бўлади. 3) Фазавий ва линия тоқларининг тенглиги. Генератор чулғамини юклардан ўтадиган ток фазавий ток I_ϕ , генератор билан юклар билан 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 чулғамини охиридан унинг боши томонларинг мусбат йўналиши учун чулғам охиридан унинг боши томон йўналиши қабул қилинади. Бунда юклар фазасидаги токнинг мусбат йўналиши генератордан юклар томон, нейтрал симдаги ток I_N нинг мусбат йўналиши эса юклардан генератор томон бўлади.

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



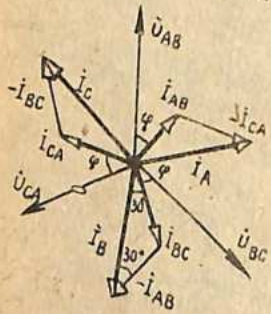
64-расм



65-расм

охири учинчи чулғам боши ва учинчи чулғам охири биринчи чулғам боши билан уланса У.с. ҳосил бўлади. 65-расмда У.с. да улар кўрсатилган. У.с. ни характерловчи кўрсаткичлар куйидагилар:

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 $E_A + E_B + E_C = 0$ ўзаро қисқа туташтирилган бу чулғамларда юклама бўлмаганда нолга тенг. Бунда, мабодо, бирор чулғамнинг боши ва охири тескари уланган бўлса, ЭЮКлар йиғиндиси бир чулғамдагига нисбатан эътибор қаратганда (2 E) бўлади. Натижада қисқа туташув контурида фазадаги ЭЮК (E) га нисбатан икки марта катта ЭЮК таъсир этганлиги генератор чулғамларидан жуда катта (қисқа туташув) ток ўтади, авария содир бўлади; 2) Линия ва фаза тоқлари нисбатининг $\sqrt{3}$ га тенглиги. Дарҳақиқат, Кирхгофнинг биринчи қонуни билан $I_A = I_{AB} - I_{CA}$; $I_B = I_{BC} - I_{AB}$; $I_C = I_{CA} - I_{BC}$ тоқларидан $\sqrt{3}$ марта катталигини кўриш мумкин (66-расм); 3) линия ўзаро тенглиги. Бу тенглик У.с. нисбатан симметрик ток ва кучланишлар системасида кўрсатилган.



66-расм

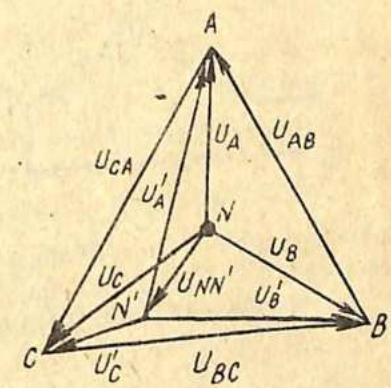
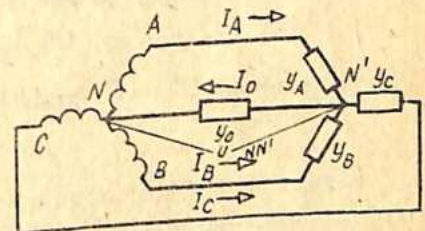
146. Расчёт симметричных цепей — Симметрик занжирларни ҳисоблаш. Линиядаги кучланишлар ва юкламаларга (контурларда) мувофиқ линия ва фаза занжирни ҳисоблаш дейилади. Юлдуз схемасидаги симметрик занжир учун $I_A = I_B = I_C = I_\phi = I_L = \frac{U_\phi}{Z_\phi} = \frac{U_L}{\sqrt{3} Z_\phi}$; бурчак схемасида эса

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

бўлади. Қувват эса иккала схема учун:

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

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 қаршиликлари носимметрик, яъни $Z_A \neq Z_B \neq Z_C$



67-расм

бўлгани сабабли улардаги фазавий кучланиш $\dot{U}'_A, \dot{U}'_B, \dot{U}'_C$ лар ва демак, ток I_A, I_B, I_C лар турли қийматларга 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 қаршиликли билан уланган деб фараз қилиб, $\dot{U}_{NN'}$ нинг қиймати маълум

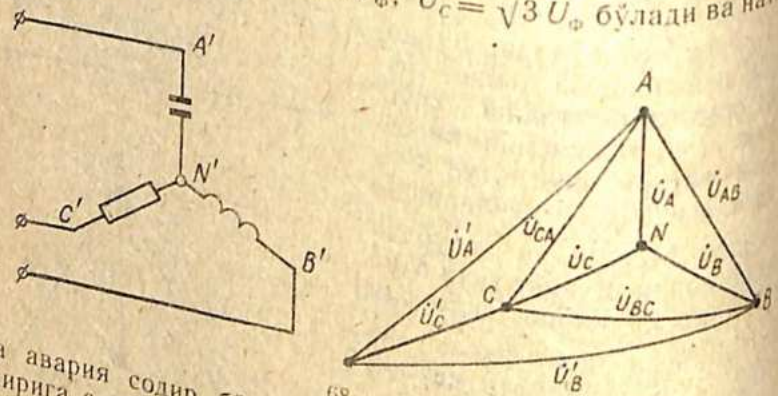
$$\dot{U}_{NN'} = \frac{\dot{E}_A Y_A + \dot{E}_B Y_B + \dot{E}_C Y_C}{Y_A + Y_B + Y_C + Y_N}$$

ифодадан аниқланади. Генератор чулғамлари ва линия симлари қаршиликлари жуда кичик бўлганлиги учун эътиборга олинмайди ёки юклама қаршиликлари 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 $\dot{U}'_A = \dot{E}_A - \dot{U}_{NN'}$; $\dot{U}'_B = \dot{E}_B - \dot{U}_{NN'}$; $\dot{U}'_C = \dot{E}_C - \dot{U}_{NN'}$ тенгламалар тузилади ва улардан фазавий кучланишлар топилади. Бунда $\dot{E}_A = \dot{E}_B = \dot{E}_C$ — генератор чулғамларидаги ЭЮКлар. $\dot{U}_{NN'}$ ифодасига биноан, носимметрик юкламадаги фазавий кучланишларнинг максдга мувофиқ равишда ўзаро тенг бўлишини таъминлаш учун уч фазали системани нейтрал сим билан таъминлаш керак. Бунда нейтрал симнинг қар-

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

$\dot{U}_{NN'} = \frac{\dot{U}_A(jb_p - ja^2b_p + ag_a)}{jb_p - jb_p + g_a} = \dot{U}_A(-1,37 + j2,37)$ — жуда катта катта бўлади. Натижада занжирда кучланишлар резонанси юз берилади. Шу сабабли N' нукта хатто линия кучланишлари учбурч ташқарисига сурилади. 68-расмда уч фазали носимметрик юклама схемаси ва унинг топографик (вектор) диаграммаси берилган. Ҳа

$\dot{U}'_A = \dot{U}_A - \dot{U}_{NN'}$; $\dot{U}'_B = \dot{U}_B - \dot{U}_{NN'}$ ва $\dot{U}'_C = \dot{U}_C - \dot{U}_{NN'}$. Шунга биноан $U'_A = U'_B = 3,34 U_\phi$; $U'_C = \sqrt{3} U_\phi$ бўлади ва натижа

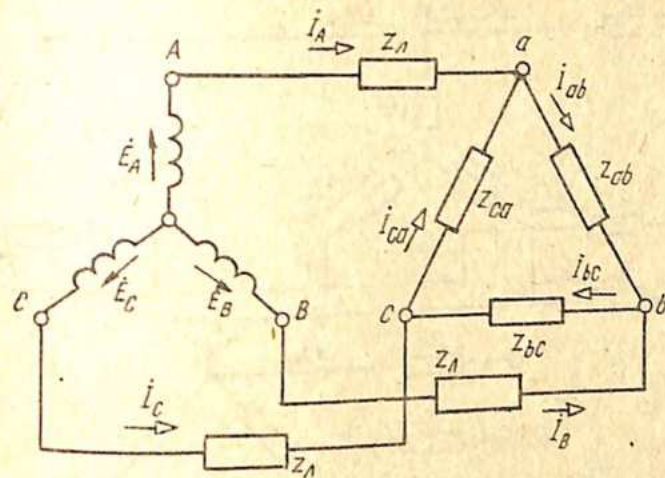


68-расм

катта авария содир бўлиши мумкин. Шу сабабли нейтрал занжирга саклагич ёки бирор коммутацион аппарат (рубильник) мутлақо киритилмайди. Носимметрик занжирдаги кувватлар 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 кувват $P_a = P_A + P_B + P_C$; реактив кувват $Q_p = \sum Q_\phi$ бўлади. Бунда, индуктив характерли юкламада Q_p мусбат, сигимида эса манфий ишора билан олинади. Уч фазали занжирнинг тўла куввати $S = \sqrt{P_a^2 + Q_p^2}$ бўлади.

148. Расчёт несимметричных цепей при треугольнике — Учбурч схемасидаги носимметрик занжирларни ҳисоблаш. 69-расмда уч фазали занжирнинг тўла куввати $S = \sqrt{P_a^2 + Q_p^2}$ бўлади. Бунда ток тармоғидаги генератор ёки трансформаторнинг қувиш схемасидан катти назар, кўп контурли мураккаб занжир



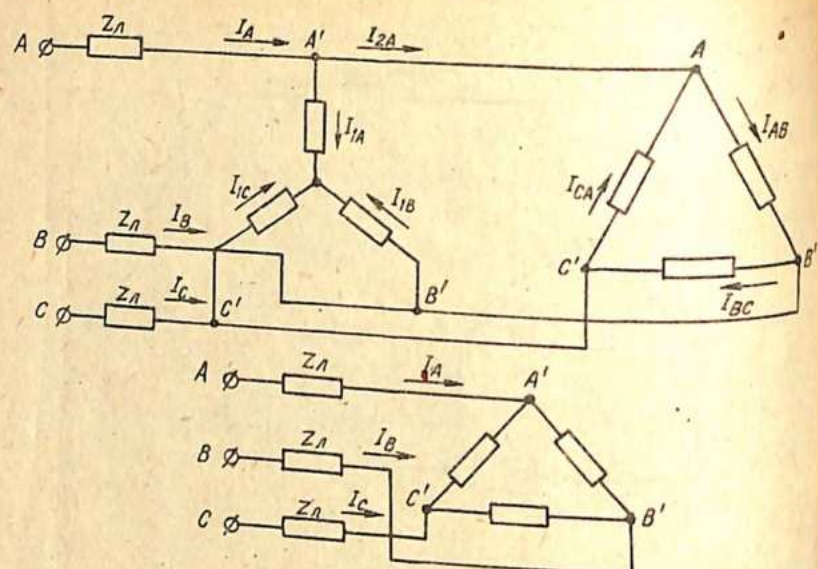
69-расм

ҳосил бўлади. Кўпчилик ҳолларда ток манбалари юлдуз схемасида улангилади. Агар линия қаршиликлари ҳисобга олинмаса, юкламадаги фаза токлари Ом қонунига асосан қуйидагича аниқланади:

$$I_{AB} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{AB}}; I_{BC} = \frac{\dot{U}_{BC}}{Z_{BC}}; I_{CA} = \frac{\dot{U}_{CA}}{Z_{CA}}.$$

Бунда юклама фазаларидаги U_{AB} , U_{BC} , ва U_{CA} кучланишлар ўрнига ток манбадаги ўзаро тенг бўлган линия кучланишлари, яъни U_{AB} , U_{BC} ва U_{CA} олинади. Линия токлари фаза токларининг 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 токлари 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 қаршиликларни эквивалент учбурчакка ўтказилади ва умумий ўтказувчанликлардан тузилган эквивалент учбурчак ясалади; 2) эквивалент учбурчак схемасидан эквивалент юлдуз схемасига ўтилади. Сўнгги линия қаршиликларни эквивалент юлдуз қаршиликлар билан қўпилади ва умумий қаршиликлардан иборат юлдуз схемаси ҳосил қилина-

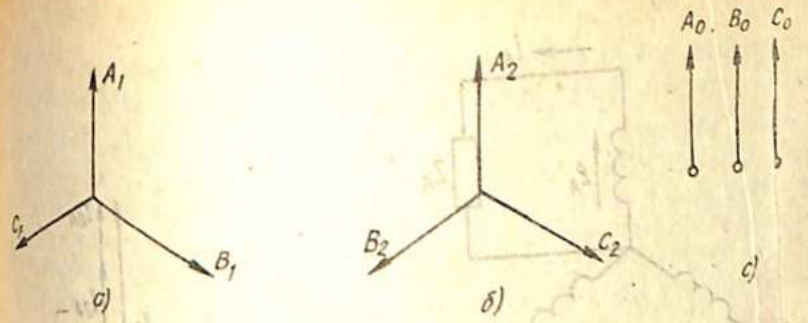


70-расм

ди; 3) бу юлдуз схемаси эквивалент учбурчак схемасига алмаштирилади ва унинг фаза токлари айирмасидан I_A, I_B, I_C линия токлари аникланади; 4) бу линия токларидан фойдаланиб, Z_L каршиликлардаги кучланиш тушувларини аникланади ва ҳар бир контур учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ $\dot{U}_{A'B'} = \dot{U}_{AB} - I_A Z_L - I_B Z_L$ 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 аникланади; 6) юлдуз схемасидаги юклама тоқлари Кирхгофнинг биринчи қонунига биноан топилади: $I_{1A} = I_A - I_{2A}$; $I_{1B} = I_B - I_{2B}$; $I_{1C} = I_C - I_{2C}$.

150. Симметричные составляющие несимметричной трехфазной системы — Уч фазали носимметрик системанинг симметрик ташкил этувчилари. Уч фазали носимметрик синусоидал катталиқлар системасини фазалари тўғри, тескари ва ноль кетма-кетликдаги уч фазали симметрик системалар йиғиндисидан ташкил топган деб қараб мумкин. Носимметрик системани бундай симметрик ташкил этувчиларга ажратиш усулидан носимметрик ЭЮК ёки юклама ҳамда бундай линия сими узилган ёки фазалари қиска 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

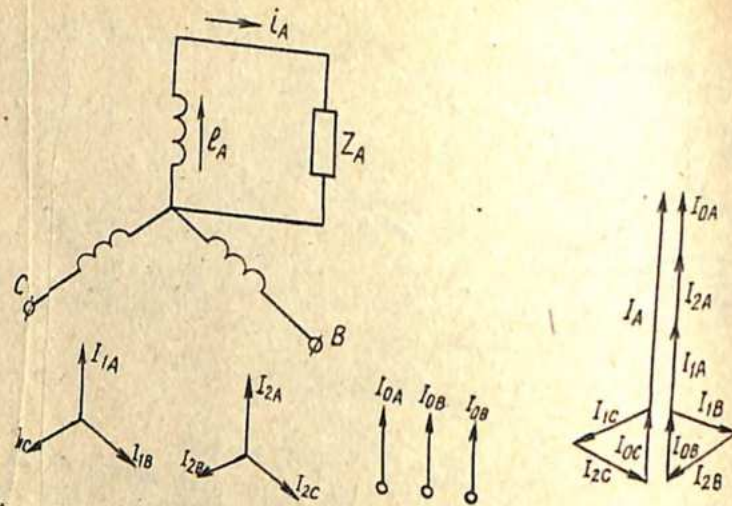
системанинг тўғри, б да тескари ва с да ноль кетма-кетликдаги симметрик ташкил этувчилари кўрсатилган. Бунда тўғри кетма-кетликдаги симметрик система комплекслари $A_1; B_1 = A_1 e^{j120^\circ}; C_1 = A_1 e^{j240^\circ}$; тескари кетма-кетликдагилари $A_2; B_2 = A_2 e^{j120^\circ}; C_2 = A_2 e^{j240^\circ}$ ва ноль кетма-кетликдагилари $A_0 = B_0 = C_0$ бўлади. Ҳар

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 ифода қилинади. $a = e^{j120^\circ}$ — бурувчи кўпайткич дейилади.

152. Разложение несимметричной системы на симметричные составляющие — Носимметрик системани симметрик ташкил этувчиларга ажратиш. Носимметрик системанинг A, B ва C векторлар симметрик система векторлари воситасида қуйидаги 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 қуйидагича топилади:

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

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 $A = A_1 + A_2 + A_0$; $Ba = A_1 a^3 + A_2 a^2 + A_0 a$; $Ca^2 = A_1 a^4 + A_2 a^3 + A_0 a^2$ бу учта тенглама қўшилса, $A + Ba + Ca^2 = 3A_1 + A_2(1 + a^2 + a) + A_0(1 + a + a^2)$ келиб чиқади. Бундан $A_1 = \frac{A + Ba + Ca^2}{3}$ бўлади. 72-расмда носимметрик системани симметрик ташкил этувчиларга ажратиш усулида ҳисоблашга доир схема ва унга тегишли диаграммалар кўрсатилган. Бунда уч фазадан бит-бита юкламаси бўлган носимметрик система берилган, яъни



72-расм

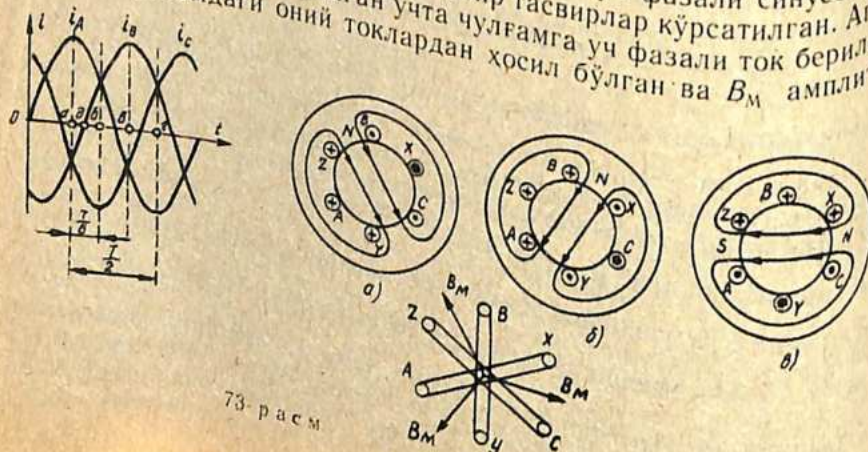
$I_A = \frac{E_A}{Z_A}$; $I_B = I_C = 0$. Демак, симметрик, ташкил этувчиларнинг комплеклари:

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

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

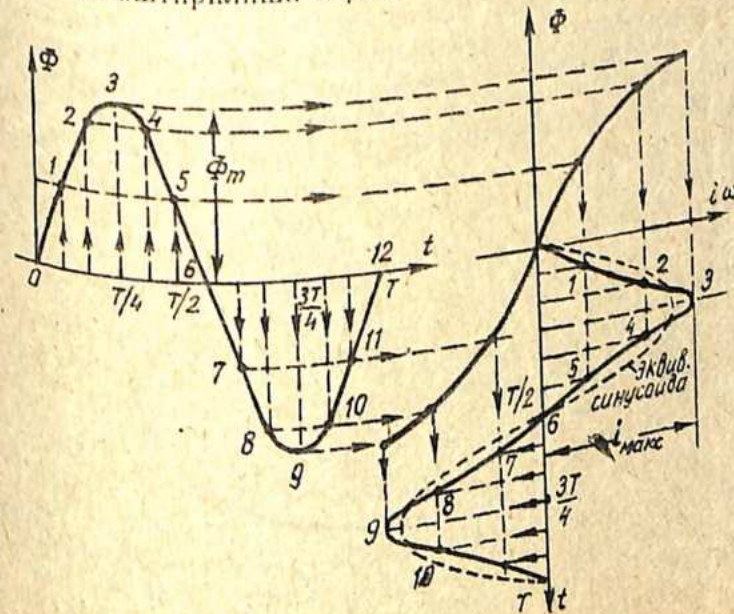
бўлади. Бундан $I_{1A} + I_{2A} + I_{0A} = I_A$; $I_{1B} + I_{2B} + I_{0B} = 0$ ва $I_{1C} + I_{2C} + I_{0C} = 0$ топилади.

153. Вращающееся магнитное поле — Айланувчи магнит майдони. Фазода бирор $\omega = \text{const}$ частотада айланувчи ўзгармас қийматли магнит оқими А. м. м. дейилади. 73-расмда уч фазали синусоидалардан ҳосил бўладиган А. м. м. га доир тасвирлар кўрсатилган. Агар ўзаро 120° бурчакка сурилган учта чулғамга уч фазали ток берилса, ҳар бир чулғамдаги оний токлардан ҳосил бўлган ва B_m амплитудаси билан пульсацияланадиган магнит оқими 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 давлар сони, 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 чулғамдаги галтаклар 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.



73-расм

да билан пульсацияланадиган магнит оқими 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 давлар сони, 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 чулғамдаги галтаклар 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.

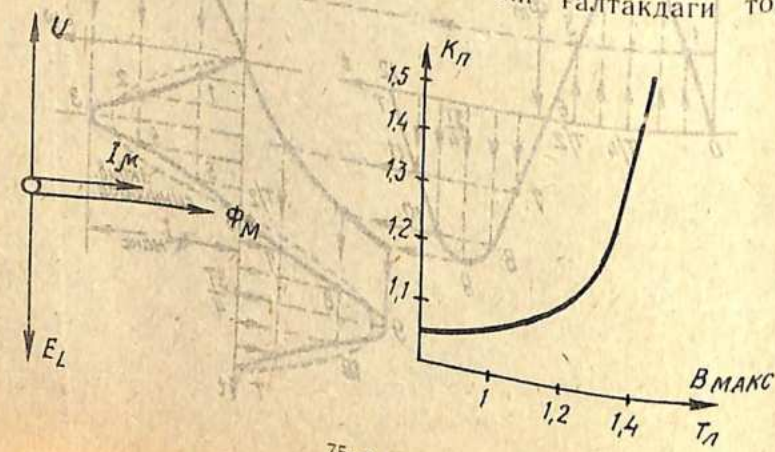


74-расм

154. Нелинейные цепи переменного тока — Узгарувчан токнинг ночизикий занжирлари. Таркибида энг камида битта ночизикий актив, индуктив ёки сифимий қаршиликли 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 тармоғига ферромагнит ўзакли индуктив ғалтак уланса, ночизикий элемент туфайли бу занжирдан магнитловчи носинусоидал ток ўтади. Дарҳақиқат, ғалтакдаги актив қаршилиқ $R_a=0$ деб қаралса, $u=-u_L$ 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.

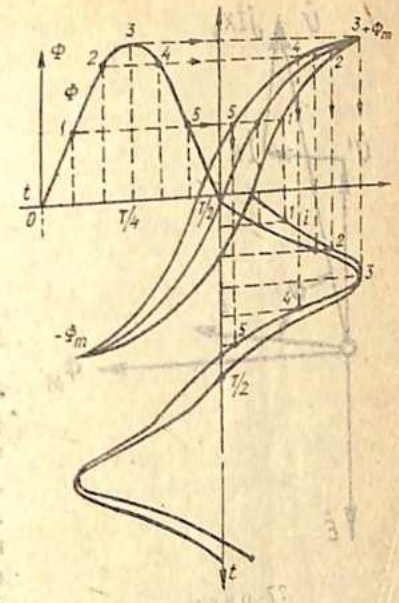
Агар $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ бўлса, $e_L = -W \frac{d(\Phi_m \sin \omega t)}{dt} = -W \Phi_m \omega \cos \omega t = E_m \sin(\omega t - 90^\circ)$ бўлади. Бунда $E_m = W \omega \Phi_m = W \cdot 2\pi f \Phi_m I = \sqrt{\pi} j W \Phi_m$ га тенг. 74-расмда ферромагнит ўзакнинг магнитланиш эгри чизигига ўхшаш бўлган $\Phi = f(I)$ вебер — ампер характеристикадан фойдаланиб қурилган носинусоидал ток эгри чизигининг 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 қизишига 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 коэффициенти K_n ни аниқлашга доир диаграмма кўрсатилган. Электротехник пўлат ўзакли ғалтакдаги токнинг



75-расм

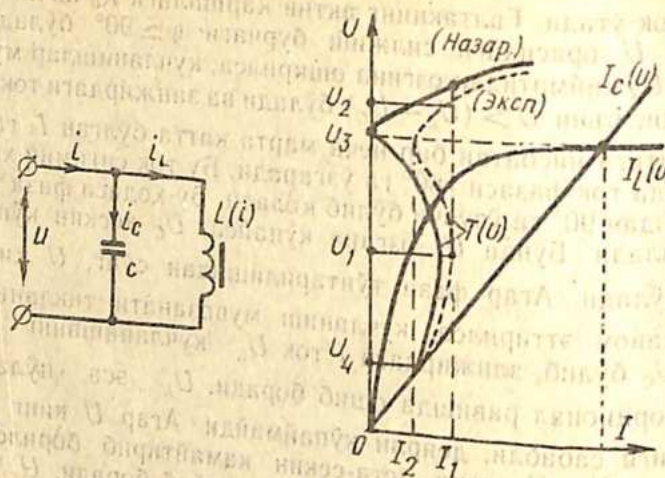
эффектив киймати $I = \frac{I_{\max}}{K_n \sqrt{2}}$ бўлади. Бунда $I_{\max}$ — ток асосий гармоникасининг амплитудавий (энг катта) киймати; K_n — носинусоидаллик коэффициенти. K_n нинг киймати 75-расмдаги диаграммадан аниқланади. Агар пўлат ўзаги тўйинган ва айниқса, $B_{\max} > 1.4$ Тл бўлса, K_n жуда катта бўлади. Бунда токнинг носинусоидаллиги яққол кўринади ҳамда унинг эффектив киймати бирмунча камаяди. Агар пўлат ўзакнинг гистерезис ходисалари туфайли қизиши ҳисобга олинса, ғалтакдаги ток вектори Φ га нисбатан δ бурчакка ўзувчи бўлади. 76-расмда гистерезис исрофи ҳисобга олинган пўлат ўзакли ғалтакдаги токнинг ўзгариш графиги ва бу ғалтакка тегишли катталарнинг вектор диаграммасини қуриш кўрсатилган. Ундан ғалтак ўзаги нинг қизишига сарфланган актив қувватга мувофиқ токнинг актив ва реактив ташкил этувчилари топилади.



76-расм

156. Полная векторная диаграмма катушки — Ғалтакнинг тўла вектор диаграммаси. Пўлат ўзакли ғалтакнинг актив қаршилиги ва сочилма магнит оқим таъсирини ҳисобга олиб қурилган векторлар диаграммаси унинг тўла вектор диаграммаси дейилади. Ғалтакдаги 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 ғалтакда 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 қаршилиқ. Асосий магнит оқимдан ғалтакда ҳосил бўладиган ЭЮК киймати $E = 4.44 j W \Phi_m$ бўлади. Энди ғалтакка берилган U кучланишни ўрта ташкил этувчидан иборат деб қараш мумкин: $\dot{U} = -\dot{E}; \dot{U} = -\dot{E} + \dot{U}_s + \dot{U}_a = -\dot{E} + jIX_s + IR_a$, бунда $\dot{U}' = -\dot{E}; \dot{U}_s = -\dot{E}_s = jIX_s; \dot{U}_a = IR_a$. 77-расмда бу тенглама асосида реал ғалтак учун қурилган вектор диаграмма кўрсатилган.

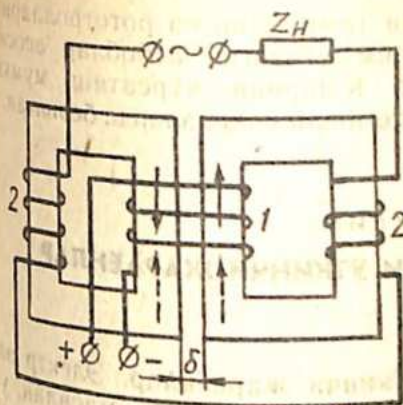
157. Феррорезонанс — Феррорезонанс. Ночизикий индуктив элементли ва сифимий қаршиликли ёки ночизикий сифимий элементли ва



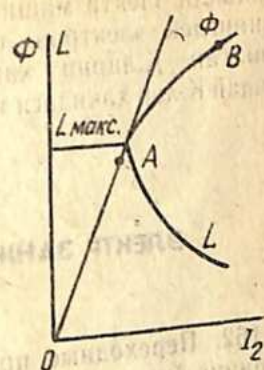
79. расм

булади. 1 ток $I = I_1$ дан бир оз оширилса, токлар мувозанат 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. Фазалар тўнтарилишидан сўнг, ток киймати яна оширила борса, токлар 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 камаяди. I ни $I = I_2$ дан бир оз камайтирилса, яъни $I < I_L - I_C$ бўлиб қолади, кучланиш ўзининг $U = U_3$ кийматидан $U = U_4$ кийматигача сакраб камаяди. Бунда, ток яна сизимий характерли бўлиб қолади. Т.ф. ходисасидан юқлари токини стабиллашда кенг фойдаланилади.

160. **Дроссели насыщения** — Тўйиниш дросселлари. Индуктивликни ўзгарувчан ток бериладиган бошқариш чулғамидан ташқари ўзгармас ток бериладиган бошқариш кичик ток кийматини ўзгартириб, чулғамининг нозиқий индуктивлигини ростлаш мумкин. Дарҳақиқат иш чулғамининг индуктив қаршилиги $\omega L = 2\pi f L$ ростланса, унинг қуввати ҳам ростланади. Бирок Т.д. нинг катта камчилиги бор. Унинг бошқариш чулғамидagi ўзгарувчан Φ магнит оқимидан ҳосил бўладиган ЭЮК таъсирида ростлаш жараёни бузилиб туради. Бу камчилиқни йўқотиш учун уч стерженли ферромагнит ўзақдан фойдаланилади. Бунда ўзақнинг четки стерженларига иш чулғамининг икки қисмига бўлинган ғалтаклари ўралади, ўрта стерженга эса бошқариш чулғами ўралади. Иш чулғами ғалтаклари ўзаро кетма-кет уланса, улардаги Φ магнит оқимларидан бошқариш чулғамидан ҳосил бўлган иккита ЭЮК бир-бирига тесқари йўналиб, нолга



80-расм



айланади. Бундай схемали Т.Д. дан магнит кучайтиргичларида
фойдаланилади. Кичик

161. Магнитный усилитель — Магнит кучайтиргичи. Кичик кичик магнитли ўзгармас ток сигнали воситасида ўзгарувчан ток занжиридаги катта юклама токи кучланиши ёки кувватини ростлайдиган аппарат М. к. дейилади. 80- расмда М. к. нинг схемаси ва L ночизикий 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 токининг қиймати $I_L = \frac{U}{\sqrt{R_o^2 + (\omega L - X_o)^2}}$ кўпайиб боради.

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

161. Усилитель — Кучайтиргич. Кичик кувватли электр сирт (токи) воситасида бу сигналга нисбатан бир неча минг, ўн минг ва хатто юз минг марта катта электр куввати, токи ёки кучланишини ростлаш учун белгиланган қурилмалар К. дейилади. К. билан кучайтириб олинган P_2 кувватнинг уни бошқарувчи P_1 кувватга нисбати К. нинг кучайтириш коэффициентини дейилади: $K = \frac{P_2}{P_1}$. Кучайтириш коэффициентини ошириш мақсадида К. бир неча каскаддан иборат қилиб тузилади. К. ларга мисол қилиб, қўндаланг ва бўйлама

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

VII БУЛИМ.

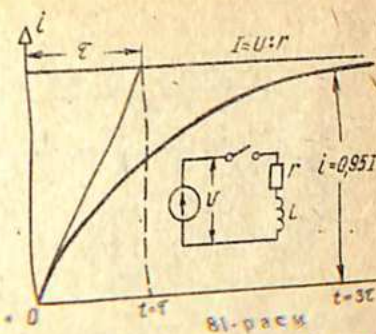
ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРДАГИ УТКИНЧИ ЖАРАЁНЛАР

162. Переходные процессы — Уткинчи жараёнлар. Электр занжирнинг бир иш режимидан бошқа режимга ўтишда, масалан, ток манбаига улашда, ундан ажратишда, киска туташуви, фазаси, частотаси ҳамда занжир схемасининг тузилиши ёки параметрларини дастлабидан кескин ўзгаришлари билан боғлиқ жараёнлари ў.ж. дейилади. Занжирдаги катталарнинг дастлабидан кескин ўзгаришлари билан боғлиқ жараёнларнинг таъсирига ўтиш учун кетган вақт ў.ж. дейилади. Уларнинг давомийлиги секунднинг ўндан ва юздан бир бўла олмайди. Уларнинг давомийлиги секунднинг ўндан ва юздан бир бўла олмайди. Уларнинг давомийлиги секунднинг ўндан ва юздан бир бўла олмайди. Уларнинг давомийлиги секунднинг ўндан ва юздан бир бўла олмайди.

163. Коммутация — Коммутация. Электр занжирларининг ўзгариш хамда 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 мувофик индуктивлик занжирдаги ток К. пайтида ўзининг дастлабки, масалан, I_1 кийматидан I_2 кийматига сакраб ўтмай, балки жуда киска 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 $\Delta I = I_2 - I_1$ га ўзгаришида ҳосил бўлган ўзиндукция ЭЮК $e_L = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ бўлади. Бунда занжирнинг магнит майдони энергияси ҳам $\Delta W = W_2 - W_1$ га ўзгариб, ток манбаининг қуввати чексизга яқин, яъни $P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \approx \infty$ бўлади. Амалда бундай бўлиши мумкин эмас. К.нинг иккинчи конуни сиғимли каршиликли занжирга оид. Бу конунга мувофик коммутация пайтида бу занжирда ҳам ток ўзининг дастлабки кийматидан кейинги кийматига аста-секин ўтади. Акс ҳолда $i = C \frac{\Delta U}{\Delta t} \approx \infty$ ва $P = \frac{\Delta W}{\Delta t} \approx \infty$ бўлади. Амалда бундай бўлиши мумкин эмас.

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

Кирхгофнинг иккинчи конунига мувофик $U = U_a + U_L = iR_a + L \frac{di}{dt}$ тенглама тузилади. Коммутациянинг 1-конунига кўра $t=0$ да $i=0$; $iR_a=0$; $\frac{di}{dt} = \frac{U_a}{L}$ ёки $U_L = L \frac{di}{dt}$ бўлади. Бу ифодага муво-

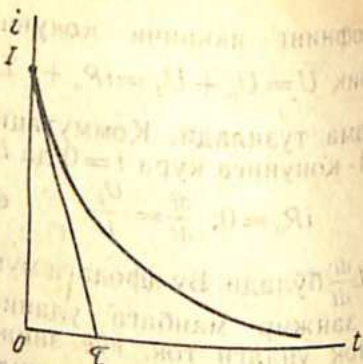
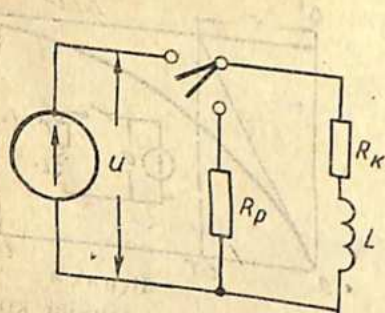


фик занжир манбага улаиши биланок ундаги ток, гўё занжир индуктивлик туфайли узилгандек, ноль кийматдан чизикий конун бўйича энг катта тезликда кўпая бошлайди. Занжирдан бирор кичик ток ўтиши билан iR_a кўпая бошлайди, унинг ҳисобига U_L камая бошлайди. U_L нинг камайиши билан $\frac{di}{dt}$ ҳам камайиб боради ва

шу сабабли ток ағри инанк бўйича ўзгара бошлайди. Шундай қилиб, ток экспоненциал конун бўйича ўзгариб ўзининг турғун кийматига эришади. Агар ғалтак факат L индуктивликдан иборат бўлса, ток ўзининг турғун кийматига энг киска вақтда, яъни $t=\tau$ да эришган бўлур эди. Бу τ вақт — вақт доимийси дейилади. Унинг киймати, 81-расмда кўрсатилганидек, график усулда аниқланади. τ кийматини 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 чизик оа 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 конунини 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

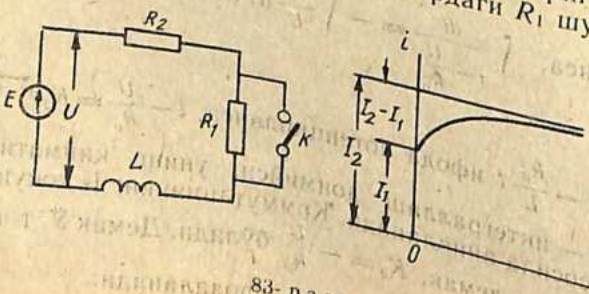
$\ln \frac{i - \frac{U}{R_a}}{K_2} = - \frac{R_a}{L} t$ ифода потенциалланса, $i - \frac{U}{R_a} = K_2 e^{-\frac{R_a}{L} t}$ бўлади. Бунда K_2 — интеграллаш доимийси, унинг киймати бошланғи шартлар асосида аниқланади. Коммутациянинг 1-конунига мувофик $t=0$ да $i=0$ ва демак, $K_2 = -\frac{U}{R_a}$ бўлади. Демак ў.т.нинг ўзгариш конуни қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



82-расм

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

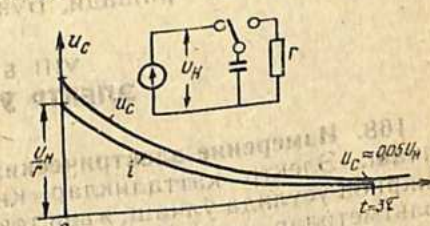
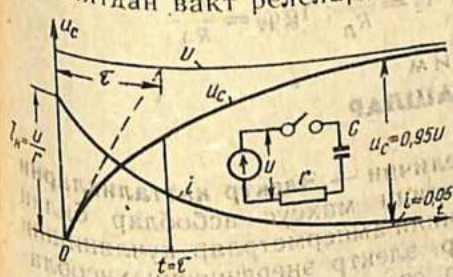
Бу тенгламага мувофиқ занжирдаги ток $i = \infty$ да ўзининг туртки қиймати $I = \frac{U}{R_a}$ га эришади. Амалда ўтиш жараёни $t = (4-5)\tau$ тугаган деб ҳисобланади (бунда $i = 0.99I$ бўлади). 82-расмда индуктивлик ғалтагини энергия манбаидан ажратиш жараёнида U нинг ўзгариш диаграммаси ўрсатилган. Бунда бир-биридан ажратувчи 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 қийматга эришиши мумкин. Бу хавфнинг олдини олиш учун ғалтак занжирига қўшимча зарядсизловчи каршилик R_p киритилади. Бунда манбадан ажратилган ғалтак занжирдаги токнинг ўзгариши, коммутациянинг I-қонунига мувофиқ $i = \frac{U}{R_k + R_p} e^{-\frac{R_a}{L}t} = I e^{-\frac{t}{\tau}}$ тенглама билан ифодаланади. 83-расмда ғалтак занжирига бирор каршилик киритиш ва чиқаришдаги ўтиш жараёнларига доир схема ва диаграммалар кўрсатилган. Агар занжирдаги R_1 шунтланса, ток



83-расм

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

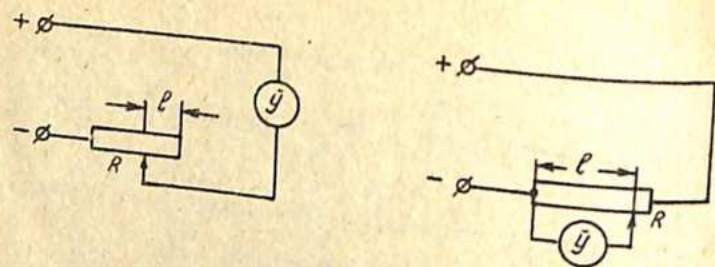
165. Заряд конденсатора — Конденсаторнинг зарядланиши. 84-расмда К. з. даги ўтиш жараёнига доир схема ва диаграмма кўрсатилган. Бунда, конденсатор занжири V кучланишли ток манбаига уланиши биланок ундаги U_c кучланиш, $U_c = U(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = U(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ қонунига мувофиқ ўзгариб $U_c = 0$ дан $U = U_c$ гача қамайиб боради ($\tau = RC$ — конденсатор занжирининг вақт доимийси). Конденсатор зарядлана бошлаганда унинг сигими q ўё қиска туташгандай бўлиб, ток қиймати $i_0 = \frac{U}{R}$ бўлади. Сўнггра ток қиймати $i = \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$ қонунига мувофиқ ўзгариб қамайиб 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.



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 қонунига мувофиқ кучланиш $U_c = Ue^{-\frac{t}{RC}}$ бўйича, зарядсизланиш токи эса $i = \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$ бўйича ўзгариб-қамайиб боради.

167. Переходный процесс короткого замыкания — Киска туташувдаги ўткинчи жараён. Агар синусоидал кучланишга уланган



86-р а с м

узатиш линияда киска туташув содир бўлса, юклама каршилиги $Z_{Ю} = 0$ га айланади. Бунда линиядаги каршилиқ юклама каршилиги $Z_{Ю}$ хисобига камаяди. Демак, коммутацияга кадар: турғун ток киймати $I = \frac{U}{Z_{Л1} + Z_{Ю}}$ занжирга берилган кучланиш $u = u_M \sin(\omega t + \varphi)$, токнинг оний киймати $i = I_{1M} \sin(\omega t + \psi - \varphi_1)$, $\tan \varphi_1 = \frac{X_L + X_{Ю}}{R_L + R_{Ю}}$ бўлади. Киска туташувдаги ўткинчи жараённинг бошланиши биланок ток ўзининг дастлабки турғун киймати $I = \frac{U}{Z_{Л1} + Z_{Ю}}$ дан $i_k = I_{2M} \sin(\omega t + \psi - \varphi_2) + [I_{1M} \sin(\psi - \varphi_1) - I_{2M} \sin(\psi - \varphi_2)] e^{-\frac{t}{\tau}}$ конунига мувофик ўзининг коммутациядан кейинги $I_2 = \frac{U}{Z_{Л1}}$ кийматига эришади. Бунда: $\tau = \frac{L}{R_n}$; $\tan \varphi_2 = \frac{X_{Л1}}{R_{Л1}}$

VIII БУЛИМ ЭЛЕКТР ЎЛЧАШЛАР

168. Измерение электрических величин — Электр катталикларни ўлчаш. Электр катталиклар кийматини махсус асбоблар билан тажриба усулида ўлчаш, яъни ток кучини амперметрлар, кучланишни вольтметрлар, кувватни ваттметрлар, электр энергиясини хисоблагичлар, частотани частотаўлчагичлар, $\cos \varphi$ ни фазаўлчагич, каршилиқни омметрлар билан аниқлаш Э. ў. а. 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 соддалиги, 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, магнитоэлектр, 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 классини ва ўлчашга оид бошқа шартли белгилари кўрсатилади. Электр ўлчаш асбобларининг аниқлик классини келтирилган (Y_k) ва нисбий (Y_x) хатоликлар орқали фойдаланилади, 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; u нормал иш шароитида ўлчаш асбобларининг аниқлик классини кўрсатувчи сонга тенг; x_n — асбобнинг энг юқори ўлчов чегарасини кўрсатувчи сон; x_1 — ўлчанадиган катталик киймати. Масалан, агар аниқлик классини 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 катталик киймати шкаланинг унга тенг бўлиши учун ўлчанадиган катталик киймати шкаланинг иккинчи ярмида ёки асбобнинг энг юқори ўлчов чегарасида бўлиши мақсадга мувофикдир. 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 майдони 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 ўқиға 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 кийматига пропорционал равишда бурилишини таъминлаш учун рамкага бериладиган ток унинг икки томонидаги ўқиға 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 каршилиқ кичик, вольтметрларда эса катта қилинади. Бу асбоблар нисбатан қиммат бўлса-да, шкалалар бўлиналари бир хил ва ўлчаш аниқлиги юқори бўлганлиги сабабли кенг тарқалган.

171. Магнитоэлектрический осциллограф (вibrator) — Магнитоэлектр осциллограф (вibrator). Агар магнитоэлектр системадаги кўзгалувчи рамка ўрнига кам инерцияли бир ўрамдан иборат ғалта кўйиб, унга ўзгарувчан ток берилса, бу ўрамнинг ўртасига ўрнатилган ойнача токнинг оний кийматига пропорционал бурчакка бурилади. Ойначадан кайтарилган нур амплитудасига қараб ток кучини белгилаш мумкин. Бундай vibratorли осциллографлардан ток синусоидасини бевосита кўриш ва уни фотоплёнкаларга туширишда фойдаланилади.

172. Электроматрица

172. Электромагнитная система измерения — Электромагнитный

ўлчаш системаси. Бундай система кўзгалмас галтак ва кўзгалувчи пўлат ўзакдан иборат. Галтактаги токдан ҳосил бўлган электромагнит таъсирида ўзак галтак ичига тортилади. Бунда ўзак ўқига пружиналар орқали ўрнатилган мил ток кучининг квадратига пропорционал равишда бурилади. Э. ў. с. даги асбобларнинг шкала бўлинмиси турлича бўлади ва уларнинг аниқлик классификациялари Аммо бундай асбоблар ўзгарувчан токда ҳам, ўзгармас токда ҳам ишлай олади ва тузилиш жиҳатидан содда ва мураккаб бўлиши билан сабабли Э. ў. с. даги амперметр ва вольтметрларга ажратилади.

173. Электродинамическая система измерения — Электродинамическая система измерения. Бундай система кўзгалмас ва кўзгалувчи бўлган иборат. Ғалтакларга ўзгармас ёки ўзгарувчан ток берилса, уларнинг ўзаро таъсири натижасида кўзгалувчи ғалтак ўқиға ўрнатилган мид ғалтаклардаги токларга пропорционал равишда бурилади. Агар кўзгалмас ғалтак юклама занжирига кетма-кет, кўзгалувчи ғалтак параллел уланса, яъни улардан ўтадиган токлар юклама токига ва ундаги кучланишга боғлиқ бўлса, бундай асбоб кувватни ўлчашига имкон беради. Шунга кўра Э. ў. с. асосида кўпинча ваттметрлар ясалади.

174. Электрические способы измерения — Электродинамическая система измерения. Бундай система кўзгалмас ва кўзгалувчи бўлган иборат. Ғалтакларга ўзгармас ёки ўзгарувчан ток берилса, уларнинг ўзаро таъсири натижасида кўзгалувчи ғалтак ўқиға ўрнатилган мид ғалтаклардаги токларга пропорционал равишда бурилади. Агар кўзгалмас ғалтак юклама занжирига кетма-кет, кўзгалувчи ғалтак параллел уланса, яъни улардан ўтадиган токлар юклама токига ва ундаги кучланишга боғлиқ бўлса, бундай асбоб кувватни ўлчашига 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 қўлгина ноэлектр катталикларни ўлчаш ва улар асосида автоматик система тузишга тўғри келади. Агар бу катталиқлар турли электр сигналларига айлантирилса, уларни ва улар орқали ноэлектр катталикларни электр усулида тез ва катта аниқликда ўлчаш имкони туғилади. Бундай имкониятдан узок масофалардан туриб (дистанцион) ўлчашларда ҳам кенг фойдаланилади. Тезлик, босим, ҳарорат, сатх ва шу каби ноэлектр катталикларни электр сигналларига айлантирадиган элементлар датчик ёки ўзгартгич дейилади.

175. **Параметрические преобразователи**. Ноэлектр катталикларни

175. **Параметрические преобразователи** — Параметрик ўзгарт-
ичлар. Ноэлектр катталикларни бирор R_0 , C ёки L дан иборат электр
занжир параметрига айлантирадиган ўлчаш қурилмасининг эле-
менти P , Y , дейилади. Хар қандай P , Y , таркибида R_0 , C ёки
 L катталикларни ўлчовчи ток манбаи бўлади. Бундай ўзгартгичларни
реостатли, симли, терморезисторли, индуктивли, сугимий ва фото-
электрли турларга бўлиш мумкин.

176. Реостатные преобразователи —
Реостатли ўзгартгичлар. 86- расм, а ва б да Р. ў

бундай ўзгартгичда бир рамкали магнитоэлектр системадаги ўлчагич ёрдами билан чизиқий ўзгарувчи катталикларни, масалан, берк идишга қуйилаётган суюқлик сатҳининг кўтарилишини ва демак, унинг ҳажмини реостат сурилгичнинг ҳолатига қараб узлуксиз равишда ўлчаш мумкин. 87-расмдаги рамкали магнитоэлектр системадаги логометр ўлчагичли ўзгартгичдан иборат сатх ўлчагич асбобининг схемаси қаршиликли реостатнинг сурилгичи билан боғланган. Қалкович ҳолати 2 ғалтакларидаги тоқлар нисбати R_1 ва R_2 натижада асбоб миллининг бурилиш қилганлиги ёки пасайганлигини узлуқ ради.

177. Проволочные преобразователи
 $0,02 \div 0,04$ мм диаметри, солиштирил
 нхром ва шу каби симлардан ясалади.
 яловчи кучларни ўлчашида синаладига
 симнинг қаршилиги ўзгаришларидан ф
 яратилади. С. ў. тензоқаршиликли ўзга
 преобразовател

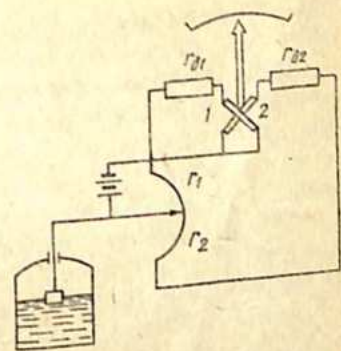
178. Терморезисторные
 ўзгартгичлар. Т. ў. ларнинг ишлаш
 қизиши натижасида унинг қаршили
 Терморезистор сифатида платина, ник
 коэффициентни юқори бўлган металл
 резисторли термометрлар 500° гача бў
 қўлланилади. преобразовател

179. Индуктивны преобр. Тузилиши электромагнитдан иборат. Ёшчанадиган механик куч, босим ёки боғлиқ холда ўзгаради. Якорь холда занжирнинг тўла қаршилиги (ғалтакдан фойдалангуб, турли механик катлар ясалади.

180. Ёмкостные преобразователи на транзисторах и тиристорах, конденсатор силовых трансформаторов действад.

181. Генератори дейилад. Бул
Нозлектр катталыкларни пьезоэлектр
ўзгартгичлар Г. Ҳ. термоэлектр преобразова
индишмон термостатларни ўлч

182. Индукция частоты
Асосан айланиш 97



87- п а с м

Симли ўзгартгичлар. С. ў.

177. Проволочные преобразователи — Симмонс, 0,02 ÷ 0,04 мм диаметри, солиштирма каршилиги катта булган нихром ва шу каби симлардан ясалади. Босим ёки бошқа деформацияловчи кучларни ўлчашда синаладиган буюмга бириктирилган бу симнинг каршилиги ўзгаришларидан фойдаланиб, ўлчаш асбоблари яратилади. С. ў тензокаршиликли ўзгартгичлар деб ҳам юритилади. Терморезисторли преобразователи — Терморезисторли преобразователли токки ўтказгичнинг

178. Терморезисторные преобразователи — Индуктив Ўзгартгичлар. Ўзгартгичлар. Т. ў. ларнинг ишлаш принципи ҳақинда асосланган. қизиши натижасида унинг каршилиги ўзгаришига асосланган. Терморезистор сифатида платина, никель, мис сингари температура коэффициент юкори бўлган металллардан фойдаланилади. Терморезисторли термометрлар 500° гача бўлган температуранини ўлчашда қўлланилади.

179. Индуктивные преобразователи — преобразователи, в которых электрический ток в первичной обмотке индуцируется магнитным полем, создаваемым током во вторичной обмотке. В индуктивных преобразователях электрический ток в первичной обмотке индуцируется магнитным полем, создаваемым током во вторичной обмотке. В индуктивных преобразователях электрический ток в первичной обмотке индуцируется магнитным полем, создаваемым током во вторичной обмотке.

180. Ёмкостные преобразователи — Генератор ўзгартгичлар
надиган нозлектр катталарни ўзгаришига асосланган ўзгартгичлар
конденсатор сизимининг ўзгаришига асосланган ўзгартгичлар
дейлади. Булар ишлаш принципига кўра

[illegible]

182. Идукция частоты
Асосан айланиш 97

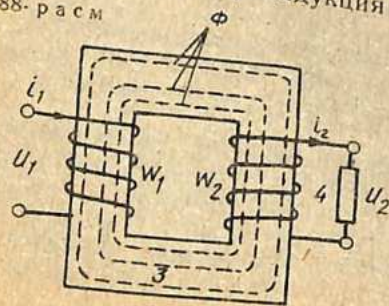
магнитли ўзгармас ёки ўзгарувчан ток тахогенератори ва ўлчагич асбобдан иборат қурилма И. ў. дейилади.

183. Термоэлектрические преобразователи — Термоэлектр ўзгаргичлар. Магнитоэлектр системадаги ўлчагич ва термпарарада иборат температура ўлчовчи асбоб термоэлектр пирометр дейилади. Бунда температураси ўлчанадиган жойга термпарани киритиб, унда ҳосил бўлган ЭЮК ўлчагичга берилади.

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

ИХ 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 таксимлашда жумхурият, ҳатто бир неча мустанки 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 чулғамлардан иборат бўлади. Бундай трансформаторнинг электр тармоғига уланадиган чулғами ва унга тегишли параметрлар бирламчи, истеъмолчиларга 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 конунига 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 кийматлари қуйдагича 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 киймати. Агар иккиламчи чулғамга юклама ток ва иккиламчи кучланиш U_2 ҳосил бўлади.

186. Коэффициент трансформации — Трансформациялаш коэффициенти. Юкори кучланишли чулғамдаги ЭЮК кийматининг паст кучланишли чулғамдагига нисбати трансформаторнинг Т. к. дейилади ва K билан белгиланади. Агар юкори кучланишли чулғам 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. Т. 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 узок масофаларга узатишда кучайтирувчи трансформаторлар қўлланилади. Бунда юкори энергетик кўрсаткичларга эришиш учун узатиш линиясининг дар бир км масофасига 1 кВ кучланиш тўғри келиши керак. Дарҳақиқат, Жоуль-Ленц конунига мувофиқ электр энергиясини узатишда линиянинг кизитишга сарфланадиган қувват исрофи P_R бўлади. Демак, трансформатор ёрдамида иккиламчи кучланиш U_2 ни кўпайтириб, линиядаги токни пропорционал равишда камайтириш керак. Натижада линияни кизитишга кетадиган қувват исрофи кескин камаёди. Шу билан бирга линияга кетадиган рангли металл анча тежалади ҳамда кичикрок токларга мўлжалланган инжикчарок (енгил) сим ишлатиш имкони туғилади. Бунда линияни куриш ишлари ҳам бирмунча осонлашади. Электр станцияларидаги ± 21 кВ) етарли даражада юкори эмас. Шу сабабли бундай уз фазали синхрон генераторларнинг номинал кучланиши $(0,4 \div 10$ кВ) истеъмолчиларга таксимлашда эса пасайтирувчи трансформаторлар кучланишли энергияни узок масофаларга узатишда кучайтирувчи, истеъмолчиларга таксимлашда эса пасайтирувчи трансформаторлардан фойдаланилади. Хозир кучланишини 1000 кВ дан ҳам юкори кучайтира оладиган трансформаторлар олинган актив P_2 қувват-**187. КПД трансформатора — Трансформаторнинг фойдали иш**

коэффициенти (ФИК). Трансформатордан олинган актив P_2 қувватнинг унга электр тармоғидан берилган актив P_1 қувватга нисбати η трансформаторнинг ФИК дейилади ва η билан белгиланади, яъни $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ трансформаторнинг ФИК дейилади ва η билан белгиланади, яъни $P_{2H} =$

$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{\Pi} + P_M}$ ёки P_2 ўрнига унинг номинал киймати $P_{2H} = S_H \cos \varphi_2$ қўйилса, η нинг номинал киймати $\eta_H = \frac{P_{2H}}{P_{2H} + P_{\Pi} + P_M}$ бўлади. Бунда S — трансформаторнинг тўла қуввати, P_{Π} — трансформаторнинг пўлат ўзагини кизитишга, P_M эса чулғамларнинг кизитишга сарфланадиган қувват исрофи. Турли юкламалардаги η ни аниқлаш учун трансформаторнинг юкланиш коэффициентини $K_{\text{Ю}} = \frac{P_2}{P_{2H}}$ дан фойдаланилади, яъни $\eta = \frac{K_{\text{Ю}} S_H \cos \varphi_2}{K_{\text{Ю}} S_H \cos \varphi_2 + P_{\Pi} + K_{\text{Ю}}^2 P_M}$. Бу аниқлаш учун ундан

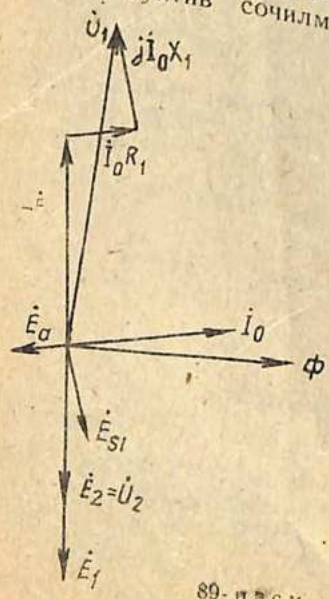
$\frac{d\eta}{dK_{10}}$ хосиласи топилади ва нолга тенгланади. Сўнгра бу тенгламани
 $P_{11} = K_{10}^2 P_M$ бўлгандаги $\eta = \eta_{\max}$ аникланади. Бундан K_{10} нинг
 мал киймати $K_{10,0} = \sqrt{\frac{P_{11}}{P_M}}$ топилади. Трансформаторнинг салт
 лаш ва киска туташув тажрибаларидан фойдаланиб, P_{11} ва P_M
 кийматлари ва уларнинг нисбати аникланади. Одатда $\frac{P_{11}}{P_M} \approx \frac{1}{3}$ га эри
 бўлади. Демак, $K_{10} = -0,5 \div 0,58$ бўлганида ФИК $\eta = \eta_{\max}$ га эри
 шади. K_{10} га 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1 кийматлари берилиб, η нинг тур
 юкламалардаги кийматлари топилади. Трансформаторлар амалда
 60 ÷ 70 % юкламада ишлатилади. Катта кувватли трансформ
 торларда ФИК 98 ÷ 99 % га етади.

188. Режим холостого хода трансформатора — Трансформа
 торнинг салт ишлаш режими. Трансформаторнинг бирламчи чулгам
 га номинал кучланиш берилиб, иккиламчиси юкламасиз бўлган
 режими унинг С. и. р. дейилади. Бу режимнинг векторлар диаграмм
 сини ясаш учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофик транс
 форматорнинг бирламчи ва иккиламчи чулгамларидаги ЭЮК лар
 тенгламаси тузилади:

$$u_1 + e_1 + e_{s1} = i_0 R_1; \text{ бундан } u_1 = -e_1 - e_{s1} + i_0 R_1$$

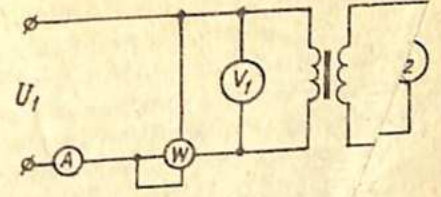
$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 - \dot{E}_{s1} + i_0 R_1 \text{ ва } E_{s1} = j\omega X_1$$

ёки $\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 - \dot{E}_{s1} + i_0 R_1$ ва $E_{s1} = j\omega X_1$ бундан $u_1 = -e_1 - e_{s1} + i_0 R_1$
 сочилма магнит оқими Φ дан бирламчи чулгамда ҳосил бўлган ЭЮК
 X_1 — индуктив сочилма каршилиқ. 89-расмда бу тенгламалар
 кўрсатилган. Салт иш режимидаги i_0 токнинг киймати бирламчи чулгам номи
 нал токининг 2 ÷ 10 фоизини ташкил
 қилади. Шу сабабли $i_0 R_1$ ва E_{s1} 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 кувват коэффициентини па
 сайтиради (трансформаторлар билан гене
 ратор энергияси 7 ÷ 8 марта трансформ
 моғидаги куввати уларнинг электр тар
 маторлар асинхрон генераторларникидан
 6 ÷ 7 марта катта). Шу сабабли трансфор
 маторлар реактив энергиянинг моторлар
 истеъмолчиларидан ҳисобланади. Биноба
 рин тўла юкланмаган трансформаторлар
 ни алмаштириш ёки иложи борича уларни
 электр тармоғидан ажратиш билан кувват
 коэффициентини бирмунча кўтариш мум



89-расм

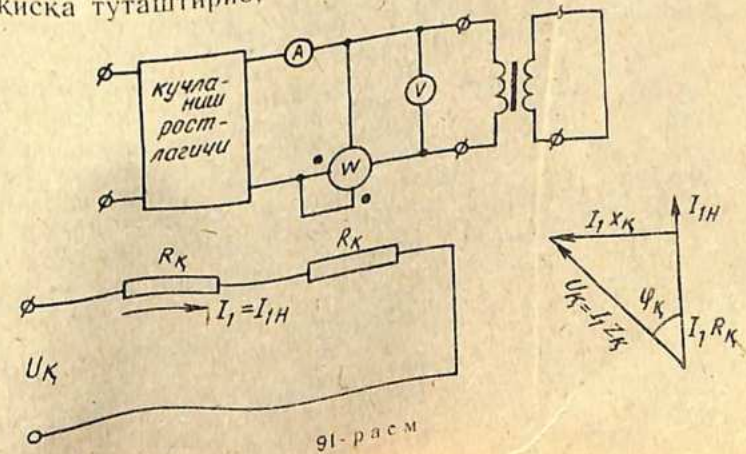
189. Опыт холостого хода —
 Салт ишлаш тажрибаси. Салт иш
 режимида ишлаётган трансформа
 тор параметрларини аниклаш учун
 қилинадиган тажриба С. и. т. дейи
 лади. 90-расмда салт иш режи
 мида доир схема кўрсатилган.
 Унда бирламчи чулгамга номинал
 кучланиш U_1 бериб, амперметр ва
 ваттметр билан I_0 ва P_0 , вольтметр
 билан эса U_1 ва U_2 ўлчанади. Магнитловчи носинусоидал I_0 фкиннинг
 киймати кичик ва $I_2 = 0$ бўлганлиги сабабли бирламчи чулгамнинг
 кизитишга сарфланган кувват исрофини ҳисобга олма. $P_0 \approx P_{11}$
 $U_1 \approx E_1$ ва $E_2 \approx U_2$ деб қабул қилинади. Демак, б тажриба
 дан трансформатор пўлат ўзагининг кизитишга сарфлаган кувват
 исрофи $P_{11} = P_0$ топилади. Бунда $P_0 = (0,2 \div 0,8) S_{\text{н}}$ ҳамда
 $P_0 \approx B_m^2 \approx \Phi_m^2 \approx E_1^2 \approx U_1^2$ бўлади. С. и. т. дан трансформациялаш
 коэффициентининг киймати K ҳам аникланади: $K = \frac{E_2}{E_1} \approx \frac{U_2}{U_1}$.



90-расм

190. Режим короткого замыкания трансформатора — Трансформа
 торнинг киска туташув режими. Номинал юклама билан ишлаётган
 трансформаторнинг иккиламчи чулгами тасодифан киска туташиб
 қолса, ундан номиналга нисбатан 10—20 марта ятта ток ўтиши
 мумкин. Бунда релели химоялагичлар ишга туши, уни бир онда
 электр тармоғидан ажратади, аке холда, трансформаторда катта
 авария содир бўлиши мумкин. Киска туташувдаг трансформатор
 параметрларини аниклаш учун киска туташув тажрибасидан
 фойдаланилади.

191. Опыт короткого замыкания — Киска туташув тажрибаси.
 Трансформаторнинг иккиламчи чулгамини ўз-ўзга ёки амперметр
 орқали киска туташтириб, бирламчи чулгамга бериладиган кучла



91-расм

ишни нолдан то чулғамдаги тоқлар ўз номинал кийматларида бўлади. 91-расм трансформаторнинг К.т.т. га доир уланishi схемаси, эквивалент схемаси ва вектор диаграммаси берилган. Бунда бирламчи чулғамда номинал тоқлар берилган ва бирламчи ҳамда иккиламчи чулғамда номинал тоқлар ҳосил қилинган кучланиш киска туташув кучланиши U_k дейлади. Унинг киймати $U_k = (5,5 \div 11) \% U_{1n}$ бўлади (U_{1n} бирламчи чулғамнинг номинал кучланиши). U_k киймати кичик бўлгани сабабли чулғамнинг ўзқиниғ кизиғига сарфланган қувват исрофи ҳисоб олимади. Шунга қўра эквивалент схемада ҳам магнитловчи занжир кўрсатимаслиғи мумкин. Бунда иккала чулғамдаги тоқлар номинал бўлгани учун ваттметр билан ўлчаб олинадиган P_k қувват чулғам мисларини кизитиғига сарфланувчи қувват исрофи P_m деб қабул қилинади, яъни $P_k = (1 \div 3) \% S_n$. К.т.т. дан ўлчаб топилган P_k , U_k ва I_k дан фойдаланиб, вектор диаграммасини яшаш учун керек бўлган қуйдаги 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 бўлганли сабабли ҳисобга олинмаса, $U_1 \approx E_1 = 4,44 f W_1 \Phi$ бўлади. Электрғармоғи кучланиши ва частотаси ўзгармас кийматга эгалигидан $\Phi_m = \frac{U_1}{4,44 f W_1} = \text{const}$. Бу ифодага мувофиқ магнитловчи тоқдан ҳосил бўлган асосий магнит оқими юклама токига боғлиқ бўлмай, унинг киймати фақат бирламчи чулғамга берилган кучланиш билан аниқланади. Магнит оқимнинг юклама режимидаги киймати бирламчи ва иккиламчи чулғамлардаги магнит юритувчи кучлар йиғиндисидан ҳосил бўлади. Демак, МЮК ларнинг тенгламаси $I_0 W_1 = I_1 W_1 + I_2 W_2$ бўлади. Бундан $I_1 W_1 = I_0 W_1 - I_2 W_2$ келиб чиқади. Бу тенгламага асосан МЮК ларнинг вектор диаграммаси ясалди (92-расм). Демак, бирламчи чулғамдаги $I_1 W_1$ МЮК са, 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 тоққа келтирилган киймати дейилади.

193. Приведенный трансформатор — Келтирилган трансформатор. Транс-

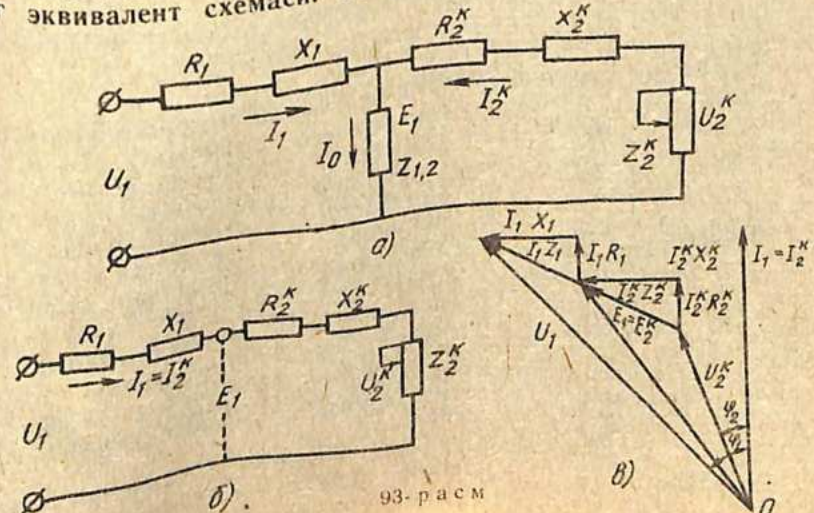
форматорнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари ўзаро электр боғланмаганлиғи ҳамда уларнинг параметрлари турлича бўлганлиғи сабабли бу чулғамларга тегишли вектор катталикларини бевосита қўйиш ёки айириш мумкин эмас. Ток ва кучланишларнинг вектор диаграммасини яшаш учун, аввало, иккала чулғамдаги катталикларни 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 киймати E_2^k ни топиш учун E_2 ни K га кўпайтириш кифоя, яъни $E_2^k = E_2 \cdot K = E_1$, шунингдек $U_2^k = U_2 \cdot K$ бўлади. Иккала чулғамдаги қувватларнинг ўзаро тенглик шарти $E_2 I_2 = E_2^k I_2^k$ дан I_2^k киймати аниқланади: $I_2^k = \frac{E_2 I_2}{E_2^k} = \frac{I_2}{K}$. Шунга ўхшаш, $I_2^2 R_2 = (I_2^k)^2 R_2^k$ дан

$$R_2^k = \frac{I_2^2 R_2}{(I_2^k)^2} = \frac{I_2^2 R_2 K^2}{I_2^2} = R_2 \cdot K^2 \text{ топилади. Бунда, } R_2^k \text{ — келтирилган актив каршилиқ. Демак, келтирилган реактив каршилиқ}$$

$$X_2^k = \frac{E_2^k I_2^k}{I_2^2} = \frac{K \cdot E_2 I_2}{I_2^2} = X_2 \cdot K^2, \text{ тўла каршилиқ } Z_2^k = \sqrt{R_2^{k2} + X_2^{k2}} = Z_2 \cdot K^2$$

ва юклама каршилиғи $Z_n^k = Z_n \cdot K^2$ бўлади. Иккиламчи чулғам параметрлари бирламчига келтирилган трансформатор К.т. дейлади. 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



92-расм

93-расм

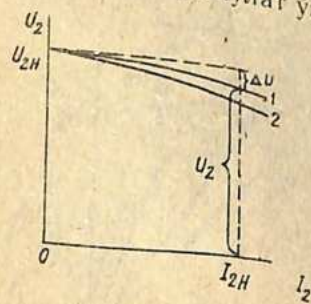
келтирилган трансформаторни унга эквивалент бўлган электр схемаси билан алмаштириш мумкин. Демак, келтирилган трансформаторга эквивалент бўлган электр схемаси Т.э.с. дейилади. Т.э.с. асосида ундаги электромагнит жараёнларни таҳлил қилиш ҳамда трансформатор уланган электр тармоғини ҳисоблаш анча енгиллашди. 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 қаршилиқлар, магнит занжири эса тўла Z_m қаршилиқ билан ифодаланади. Бунда юклама (Z_2 қаршилиги) актив-индуктив характерли деб қабул қилинади. Магнитловчи I_m токнинг кичиклиги сабабли у кўпинча ҳисобга олинмайди. Бунда Т.э.с. бирмунча соддалашади (93-расм, б). Трансформаторнинг салт ишлаш ва қиска 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 кучлаграфик Т.т.х. дейилади.

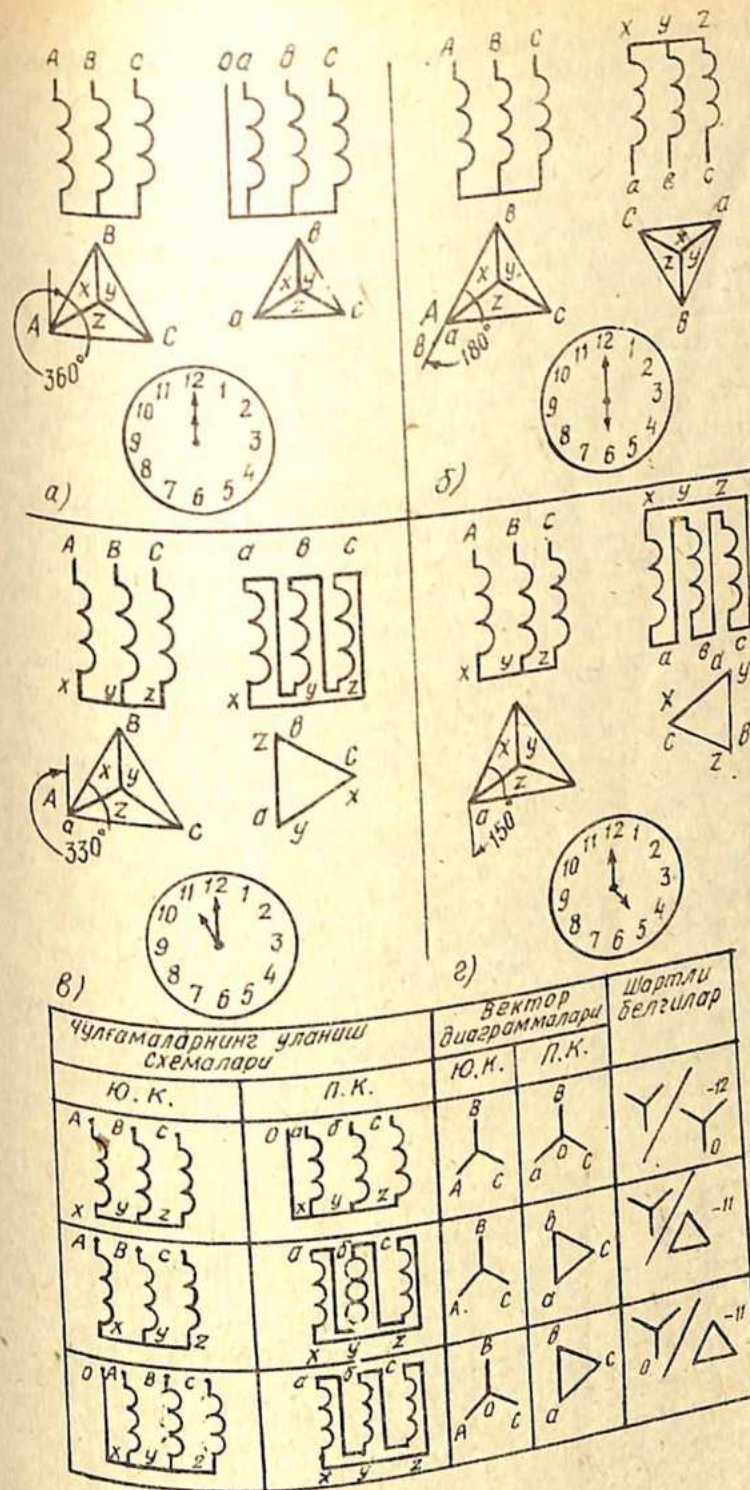
Юклама токи ошиб борса, иккиламчи чулғамдаги кучланишнинг тушуви ҳам кўпайиб боради, U_2 нинг киймати эса камайиб боради. 94-расмда Т.т.х. кўрсатилган. Бунда 1-эгри чизик $\cos \varphi = 1$ даги, 2-эгри чизик эса актив-индуктив юклама $\cos \varphi = 0,8$ даги $U_2 = f(I_2)$ графикларидир. U_{2H} — салт ишлаш ($I_2 = 0$) режимидаги иккиламчи кучланиш; U_2 — номинал юклама $I_2 = I_{2H}$ даги иккиламчи кучланиш; $\Delta U_n = U_{2H} - U_2$ ёки $\Delta U_n \% = \frac{U_{2H} - U_2}{U_{2H}} \cdot 100$ — иккиламчи кучла-ниш пасайишининг номинал киймати. Хусусан, қувват коэффициенти $\cos \varphi = 0,8$, қиска туташув кучланиши $U_k = (5,5 \div 10,5) \% U_{2H}$ бўлган трансформаторларда $\Delta U_n = (4 \div 8) \% U_{2H}$ 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 юлдуз 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.

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



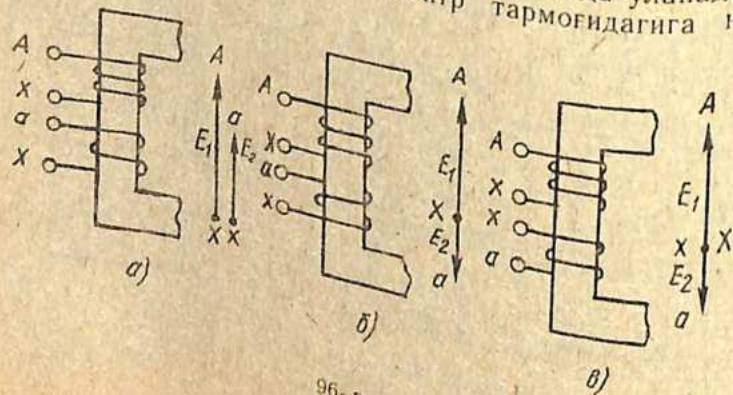
94-расм



95-расм

торларнинг чулғамларини уланиш гурухи бир хил бўлиши керак. 95-расмда трансформаторнинг юкори ва паст кучланишли чулғамларини уланиш схемалари, вектор тасвирлари ва У.г. га доир чизма хамда уларнинг шартли белгилари кўрсатилган. Трансформатор чулғамларининг уланиш усуллари У.г. билан аникланади ва рақамлар билан белгиланади. Бу рақамлар юкори ва паст кучланишли чулғамларнинг линия кучланиши векторлари орасидagi 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 ифодаб, паст кучланишлига тегишли соатлар стрелкаси билан ифодаланса, соатлар миллининг кўрсатган сони У.г. нинг номери бўлади. 95-расм, а да, трансформаторнинг 12-У.г. га доир трансформатор паст кучланишли чулғамининг бош ва охирлари 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 окими билан кесилишидан ҳосил бўлган ЭЮК векторларининг фазаси ўзаро ўралса, улардаги ЭЮК векторлари хам ўзаро карама-қарши томонга йўналади (96-расм, а). Агар чулғамлар карама-қарши томонга ўралса, уларнинг бирини юкори ва пастки учларининг белгилари ўзаро алмаштирилса, бу чулғамлардаги ЭЮК векторлари яна карама-қарши йўналган бўлади (96-расм, в). 96-расмда чулғам боши ва охири тушунчасига оид чизма кўрсатилган.

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



96-расм

√3 марта паст кучланишга хисобланади. Паст кучланишли чулғам фаза кўпинча, учбурчак (Δ) схемасида уланади. Бунда фаза чулғамидан ўтадиган ток киймати линиядагига нисбатан √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 кувватли (2500 кВа гача) трансформаторларда учратилади. Аммо, бу молчиға икки хил кучланиш бериш имкони кўшимча уланишда магнит окимининг учинчи гармоникасидан кўшимча кувват исрофи ҳосил бўлади. Магнит окимидаги учинчи гармоникани йўқотиш учун чулғамлардан бирини учбурчак схемасида улаш керак. Шу сабабли хам трансформатор чулғамлари кўпинча Y/Δ схемасида уланади.

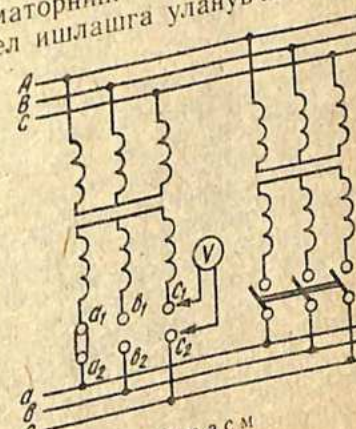
199. Коэффициент трансформация 3-х фазного трансформатора — Уч фазали трансформаторнинг трансформациялаш коэффициенти. Бундай трансформаторнинг трансформациялаш коэффициенти киймати K хам салт ишлаш режимидан аникланади:

$K = \frac{U_{AX}}{U_{ax}}$. Бунда U_{AX} , U_{ax} — тегишлича юкори ва паст кучланишлар. 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/Δ да $\sqrt{3} K$; Δ/Y да $\frac{K}{\sqrt{3}}$; Δ/Δ да эса, K бўлади.

200. Параллельная работа трансформаторов — Трансформаторларнинг параллел ишлаши. Трансформаторнинг куввати истеъмолчиларга етарли бўлмаса ёки узатилиши керак бўлган кувват трансформаторниқидан катта бўлса, икки ва ундан кўп Т.п.н. дан фойдаланилади. Бунда трансформаторларнинг бирламчи чулғамлари бир электр тармоғига уланса, иккиламчилари бошқага уланади.

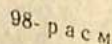
97-расмда иккита уч фазали трансформаторнинг параллел ишлашга уланиш схемаси кўрсатилган. Параллел ишлашга уланивчи трансформаторлар параллел ишлаш шартларида кўра бир хил уланиш группаларига бўлишлари, уларнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларининг номинал кучланишлари хамда бу чулғамлардаги актив ва индуктив кучланиш тушувлари ёки уларнинг киска туташув кучланишлари ўзаро тенг бўлиши керак. Шунингдек, параллел ишлашга уланивчи трансформатор кувватларининг ўзаро нисбати учдан ортиқ бўлмаслиги керак. Бу параллел ишлаш шартларига риоя қилинганда хар бир трансформа-



97-расм

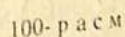
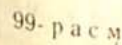
201. Специальные трансформаторы — Махсус трансформаторлар дейилади. Уларнинг ишлаш йўриғи ҳам, электромагнит индукцияси конунига асосланган. М.т. каторига автотрансформатор, дй-вандлаш трансформатори, ўлчаш трансформатори ва шу каби махсус тузилишга эга бошқа трансформаторлар киради.

202. **Автотрансформатор** — Автотрансформатор. Берк занжирда пўлат ўзакка ўралган битта чулғамли трансформатор А. дейилади. А. ҳам оддий трансформатор сингари берилган 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. кўрсатилган.



203. Сварочный трансформатор — Пайвандлаш трансформатори. Электр тармоғидаги кучланишни салт ишлаш режимида 60—70 В га 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 токининг киймати ростлаш учун индуктив каршилиги ростланадиган дросселдан фойдаланилади. Дросселнинг пўлат ўзаклари орасидаги хаво оралиғи оширилса, унинг чулғамидаги индуктив каршилиқ камаяди, пайвандлаш токи эса кўпаяди ва аксинча.

108



204. Измерительные трансформаторы — Ўлчаш трансформаторлари. Электр тармоқларидаги юкори кучланишни ва катта кийматли токларни пасайтириб берувчи трансформаторлар Ў.т. дейилади. Бундай трансформаторлардан релели химоялаш ва автоматик контрол занжирларида ҳам кенг фойдаланилади. Юкори кучланиш хамда курилмаларда Ў.т. дан фойдаланиш ўлчаш асбобларининг хамда хизмат килувчи ходимларнинг хавфсизлигини таъминлайди. Кучланишни пасайтириш учун белгиланган Ў.т. кучланиш трансформатори деб аталади. 101- расм, а да кучланиш трансформаторининг, б да ток трансформаторининг принципиал схемалари ва шартли белгилари кўрсатилган.

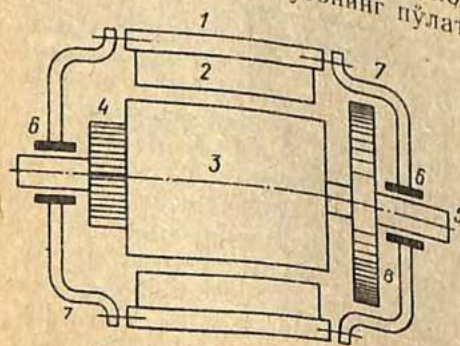


101-р а с м

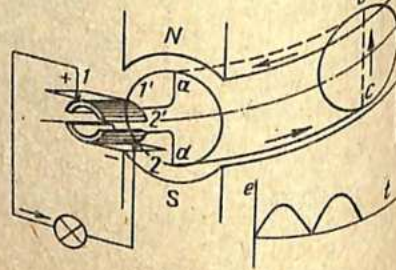
Х Б У Л И М . ЎЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИ ВА МОТОРЛАРИ

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 қўра, асинхрон ва синхрон машиналарга бўлинади. Улар бир, икки ва уч фазали тузилишларда ишлаб чиқарилади. Қўчланиш киймати қараб, ў.т.э.м. паст ва юкори қўчланишли 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. Юкори ва паст қўчланишли 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 роствланиш талаб қилинадиган қурилмаларда кенг қўлланилади. Техник ва иктисодий кўрсаткичлари юкори 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 кутб ўзақлари 2 маҳкамланади, якорь эса ўзақ 3, коллектор 4, вал 5, подшипник 6, подшипник калкони 7 ва вентилятор 8 дан иборат. Бош кутбнинг пўлат ўзақларига ўзгармас ток билан



102-расм



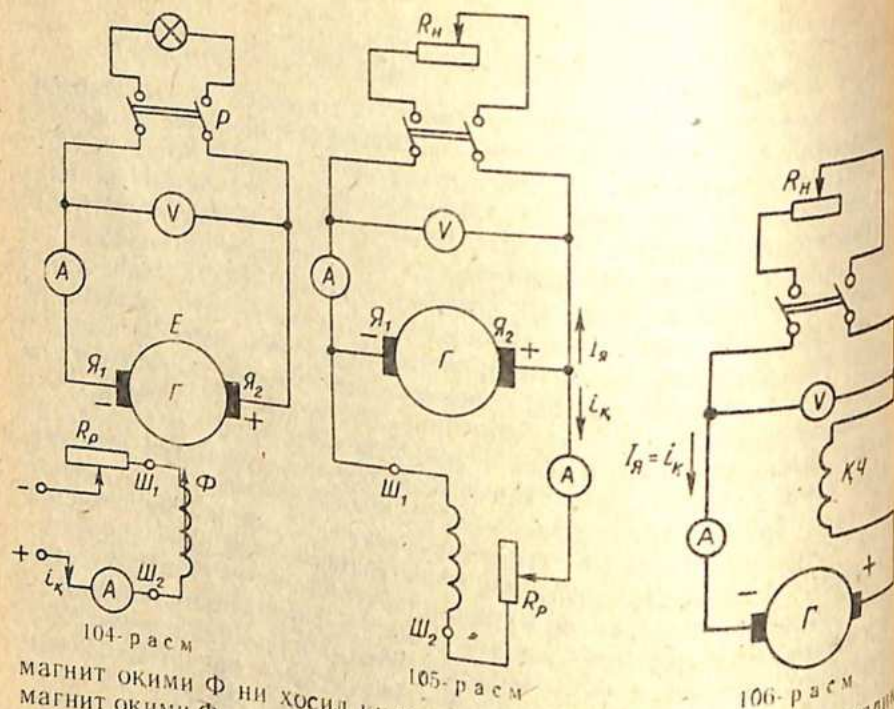
103-расм

асосий магнит майдони ҳосил қиладиган қўзғатиш қўлғами ўралган, якорь пўлат ўзагининг арикчаларига ЭЮК ҳосил қиладиган якорь қўлғами 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. принципнал схемаси кўрсатилган. Демак, механик қўч таъсирида якорь N ва S бош кутблар орасида ўзгармас частотада айлантирилса, якорь қўлғамининг ab ва cd томонларида қарама-қарши йўналган $e = Blv = B_a \sin \alpha v = E_a \sin \omega t$ ЭЮК лар ҳосил бўлади. Агар қўлғамнинг a ва d учлари якорь валига ўрнатилган бўлса, бу халқалар, чўткалар ва юклама орқали ўзгарувчан $i = I_a \sin \omega t$ токи ўтади. Бу токни ўзгармас токка айлантириш учун қўлғам учларини иккита халқа ўрнига иккита ярим халқага улаш кифоя (103-расм). Бундай ярим халқалар 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 токини генератор қўлғами томон узатувчи чўтка 2 манфий $\ominus$ потенциалга эга деб қабул қилинади. Чўткалардан олиннадиган ЭЮК кийматини ошириш ва унинг пульсацияланишини пасайтириш учун якорь қўлғамининг ўрамлар сонини кўпайтириб, 50 ÷ 80 та пластинкали коллекторлардан фойдаланилади. Ў.т.г. қўзғатиш қўлғамларининг уланиш схемасига қараб, мустикал, параллел, доимий магнитли арадаш қўзғатишли генераторларга бўлинади. Доимий магнитли ў.т.г. магнитоэлектрик машина деб аталади. Шу сабабли магнитоэлектрик машиналар кичик қувватлидир, улардан кўпинча автоматизацияда фойдаланилади.

207. Генератор постоянного тока с независимым возбуждением — Мустикал қўзғатишли ўзгармас ток генератори. Қўзғатиш қўлғамига таъсири манбадан ток бериладиган генератор М.к.ў.т.г. дейилади. Бундай генераторнинг камчилиги таъсири 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 қўлғами якорь қўлғамига 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 (Ф_{қол}) магнетизмдан фойдаланишга асослангандир. Агар таъсири қўлғами якорь бўлмаса, генераторни ишлатиш учун унинг қўзғатиш қўлғами якорь қўлғамига параллел уланади ва у номинал оқимини кесиб ўтади ва унда кичик кийматли (Ф_{қол} — номиналнинг 5 ÷ 10 % га тенг) ЭЮК $E_{қол}$ ҳосил бўлади. $E_{қол}$ таъсирида якорь ва қўзғатиш қўлғамларидан иборат берк занжирдан кичик кийматли қўзғатиш токи ўтади. Қўзғатиш қўлғамидан ўтган бу ток машина кутбларида асосий



104-расм

105-расм

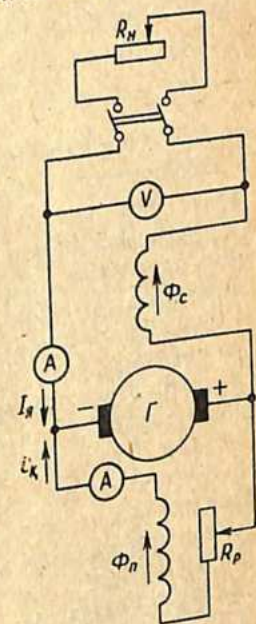
106-расм

магнит окими Φ ни ҳосил қилади. Агар бу Φ магнит окими қолдириб, магнит окими $\Phi_{\text{қол}}$ га мос йўналса, кутблардаги умумий магнит окими ($\Phi_{\text{қол}} + \Phi$) кўпаяди (бунда машина кутблари магнитланади). Φ нинг йўналиши $\Phi_{\text{қол}}$ га тескари бўлса, умумий магнит окими ($\Phi_{\text{қол}} - \Phi$) камаяди (бунда машина кутблари магнитсизланади). Магнитсизланиш рўй берганда, машинани генератор сифатида ишлатиш учун кўзгатиш чулғамининг якорга уланувчи учларини ўзаро алмаштириш кифоя. Магнитланиш натижасида якорь чулғамидаги ЭЮК ва демаскифоя. Кўзгатиш токи кўпаяди. Бу эса умумий магнит окимини янада кўзгатиш токи кўпаяди. Бу тарика магнит окимининг ошиб бориши машинани кутблари тўйингунча давом этади (шу сабабли П.к.ў.т.г. ўз-ўзини кўзгатишли генератор деб ҳам аталади). Генераторнинг номинал кучланиши (ЭЮК) ҳам, магнит системасининг тўйинган ҳолатида ҳисобланган бўлади. Бундай генераторлар осонгина 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 кўзгатишли ўзгармас ток генератори. Кўзгатиш 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 кўзгатиш принципида ишлатилган. Бунинг учун кетма-кет уланган якорь ва кўзгатиш чулғамлари юклама билан бириктирилиши, яъни берк занжир ҳосил қилиниши сўнгра якорь номинал частота билан айлантирилиши керак. Бундай генераторда кўзгатиш токининг қиймати юклама тоқига тенг бўлади, у юклама уланмасдан ишлай олмайди. Ана шундай камчиликларни туфайли 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 юкламанинг турли қийматларида ҳам кучланиш ўзгармас бўлади. Бунга параллел ва кетма-кет кўзгатиш тоқларидан ҳосил бўлувчи магнит окимларини ўзаро мослаш ва уларнинг магнит юритувчи кучларини сошлаш билан эришилади.

211. Обмотка якоря — Якорь чулғами. Ҳозирги ўзгармас ток машиналарида факат барабанли якорлардан фойдаланилади. Бунда чулғам ўтказгичлари якорь (ёки статор) ўзагининг ташки қисмидаги ариқчалар (пазлар) деб аталган хоначаларга жойлаштирилади. Шу сабабли унинг ЭЮК ҳосил қилувчи актив қисми ҳалқасимон якордагига нисбатан икки марта кўп бўлади. Якорь чулғамида ҳосил бўладиган ЭЮК қийматини кўпайтириш учун унинг чулғам ўрамлари сонини ошириш кифоя. Якорь чулғамининг асосий элементи секциядир. Якорь чулғамининг коллекторнинг икки қўшни пластинкасига уланган бир ёки бир неча ўрамдан иборат қисми секция дейилади. Секция актив томонининг бири шимолий, 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 боши секциянинг боши туташтирилади. Бунда секциянинг актив (ЭЮК ҳосил бўладиган) томонлари жойлашган ариқчалар оралиғи, яъни секция кенглиги U_1 чулғамнинг биринчи қисмий қадами дейилади. Бирор секциянинг охириги актив томони билан келгуси секциянинг бошилангич актив томони жойлашган ариқчалар оралиғидаги U_2 масофа чулғамнинг иккинчи қисмий қадами дейилади. Икки қўшни секция чулғамнинг актив томонлари оралиғидаги U масофа чулғамнинг бошлангич актив томонлари оралиғидаги U_1 ва U_2 қадамларнинг тўла қадами дейилади. Бирор секция боши билан охири уланган коллектор пластинкалари оралиғидаги U_k масофа эса коллектор пластинкалари оралиғидаги U_1 ва U_2 қадамлари билан ўлчаш ҳам мумкин. Ҳозирги замон якорь ариқчаларининг сони билан U_k қадамни эса коллектор пластинкаларининг сони билан ўлчаш ҳам мумкин. Ҳозирги замон ўзгармас ток машиналарида секция кенглиги U_1 кутблар бўлинмаси т дан бир оз кичикроқ яъни $U_1 = 0.8\tau$ қилиб олинади. Бунда қадами кискартирилган секция ҳосил бўлади. Натижада секциянинг паздан



107-расм

ташкарида жойлашган (ноактив) кисмига рангли металл камрок сарфланади. Якорнинг ташки сирти бўйлаб ўлчанадиган шимоллий ва жанубий кутблар орасидаги масофа кутб бўлинмаси t дейилади. Демак, якорь айланасининг узунлиги кутб бўлинмаси t орқали куйидагича ифодаланади: $\pi D = 2\pi t$. Бунда $2P$ — 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 ёнма-ён жойлашган коллектор пластинкаларига уланган секциялардан сиртмоксимон сингари схемада тузилган чулғам О.с.ч. дейилади. Бу чулғам бир, икки ва кўп катламли бўлади. Якорь арикчасига бирор секциянинг биргина актив томони жойлашган чулғам бир катламли чулғам дейилади. Бир катламли чулғамда бир секциянинг боши иккинчисининг охирига келиб уланади. Шу сабабли секциялар сони S , коллектор пластинкалари сони K ва якорь арикчаларининг сони Z ўзаро $S = K$; $Z = 2S$ боғланишда бўлади. Бундай чулғамни ҳисоблашда $Y = Y_1 - Y_2$; $Y_k = 1$; $Y = 2Y_k = 2$ ва $Y_1 = \frac{Z \pm b}{2P}$ формулалардан фойдаланилади. Бунда, b — секция кенглиги Y_1 ни бутун сонга айлантирувчи энг кичик коэффициент. Амалда, якорь арикчаларидан тўларок фойдаланиш учун икки ва кўп катламли чулғамлар кўлланилади.

213. Параллельная ветвь — Параллел шохобча. Якорь чулғамининг карама-карши кутблари чўткалар орасидаги кисми П.ш. дейилади. Хар бир шохобча бир неча кетма-кет уланган секциядан тузилади. Якорь чулғамидаги ЭЮК шохобчадаги ЭЮК га, ток эса шохобчалардаги тоklar йиғиндиси га тенг бўлади.

214. Простая волновая обмотка — Оддий тўлқинсимон 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 тўлқин шаклида бўлгани учун бундай чулғам тўлқинсимон чулғам дейилади. О.т.ч. ҳам икки ва кўп катламли бўлиши мумкин. Машинада неча кутб бўлишидан катъи назар бундай чулғам факат иккита параллел шохобчадан иборат бўлади. Катта кучланиш олиш учун мўлжалланган генераторларда тўлқинсимон, катта токка мўлжалланган генераторларда эса сиртмоксимон чулғамлар ишлатилади.

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

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

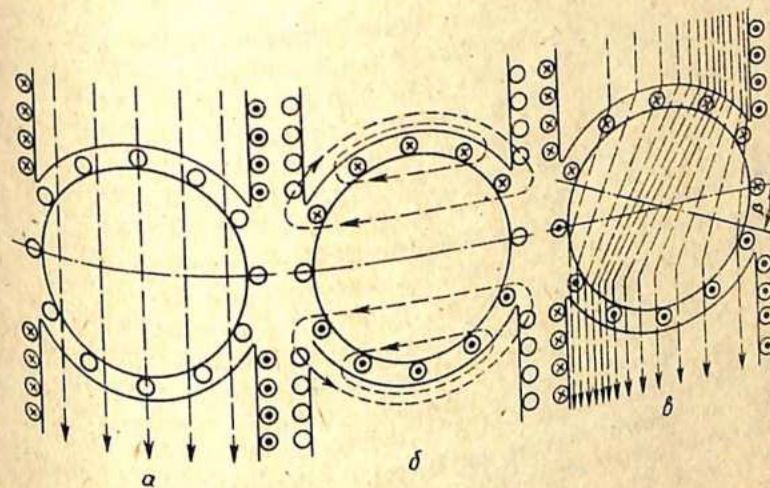
216. Сложные обмотки — Мураккаб чулғамлар. Сиртмоксимон

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 катламда жойлаштирилган бир неча оддий сиртмоксимон ёки тўлқинсимон чулғамлардан тузилган чулғам М.ч. дейилади. Юкори кучланишда жойлашган катта кувват олиш учун ҳам мураккаб тўлқинсимон чулғамлардан фойдаланилади.

217. ЭДС обмотки — Чулғамдаги ЭЮК. Ч.ЭЮК ни ҳисоблашда якорь чулғамидаги секциянинг кенглиги $Y_1 = t$ деб қабул қилинади. Бунда чулғамнинг хар бир ўраида ҳосил бўладиган ЭЮК нинг ўртача киймати $e_s = B_s l v(B)$ бўлади. Якорь чулғамидаги ўтказгичлар сонини N , параллел шохобчалар сонини $2a$ билан белгиласак, хар бир параллел шохобчадаги ўтказгичлар сони $\frac{N}{2a}$ бўлади. Демак, машина якоридagi ЭЮК $E_s = e_s \frac{N}{2a}$ бўлади. Агар e_s ифодасидаги v ўрнига $\frac{\pi D n}{60}$; πD га $2\pi t$ қўйилса, $E_s = B_s l \frac{2\pi t n}{60} \cdot \frac{N}{2a} = B_s \frac{S p n N}{60 a}$

бу ифодасидаги $K_E = \frac{PN}{60 a}$ келиб чиқади. E_s нинг бу ифодасидаги $K_E = \frac{PN}{60 a}$ ЭЮК доимийси дейилади.

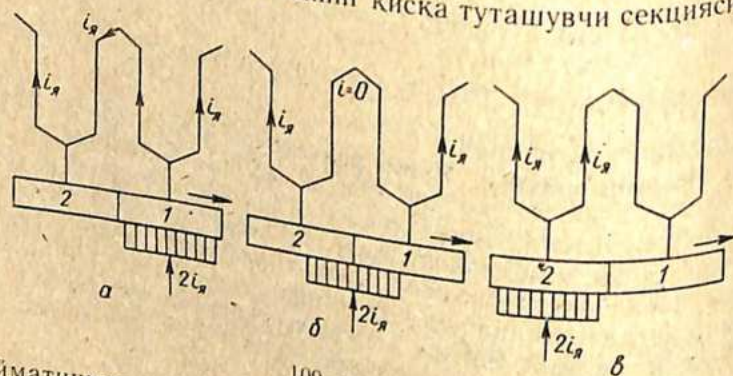
218. Реакция якоря — Якорь реакцияси. Ўзгармас ток машинасидаги якорь токидан ҳосил бўлган магнит майдоннинг машина кутбларидаги асосий магнит майдонга бўлган таъсири Я.р. дейилади. 108-расм, a да машинанинг салт ишлашидаги кўзгатиш чулғами токидан ҳосил бўлган асосий магнит майдони, b да факат якорь токининг магнит майдони ва v 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, бошка 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 асосий майдонга нисбатан бирор β бурчакка бурилиб қолади. Я.р. таъсирида магнит майдон 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 ўзакларига ўралган чулғамдан якорь токини ўтказиб, якорь реакцияси йўқотилади.

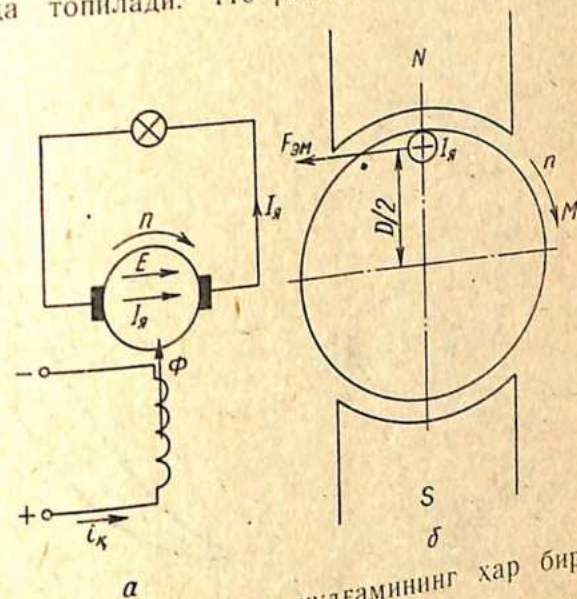
219. Коммутация в машинах постоянного тока — Ўзгармас ток машиналаридаги коммутация. Ўзгармас ток машинаси якорининг айланишида коллектор пластинкалари қўзғалмас чўткага тегиб ўтади, демак, у билан кетма-кет контактда бўлади. Коллекторнинг иккита ёнма-ён 1 ва 2 пластинкаси чўтка билан кетма-кет контактда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



109-расм

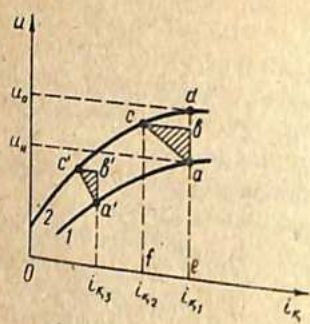
ток кийматининг $+i_a$ дан $-i_a$ гача ўзгариши ва бу ўзгариш билан боғлиқ жараёнлар биргаликда ў.т.м.к. дейилади (109-расм, а, б, в). Бунда чўтка билан киска туташган галдаги секцияда асосий магнит майдонидан ЭЮК индукцияланмайди, аммо бу секцияда ўзиндукция ЭЮК ҳамда якорь токи магнит майдонининг кўндаланг қисмидан индукцияланган ЭЮК лар таъсирида катта ток ҳосил бўлади. Бу токдан чўтка билан коллектор пластинкалари орасида изоляциялар учун хавфли учкунланиш 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. жараёни енгиллаштиради, яъни учкунланишни хавфсиз даражада пасайтиради.

220. Электромагнитные процессы в генераторах — Генераторлардаги электромагнит жараёнлари. Ўзгармас ток генераторининг якорь занжирини учун Кирхгофнинг иккинчи қонунига мувофиқ $E_a = I_a R_a + I_a R_c + I_a R_s + I_a R_{\Sigma}$ тенгламасини тузиш мумкин. Бунда, $U = I_a R_a + I_a R_c + I_a R_s + I_a R_{\Sigma}$ тенгламасини тушуви; $I_a \Sigma R = I_a (R_a + R_c + R_s + R_{\Sigma})$ — якорь чулғами, қўшимча кутб, компенсация-ловчи чулғам, кетма-кет қўзғатиш чулғами ҳамда чўтка қаршиликларидаги кучланишларнинг тушуви. Генераторнинг салт иш режимида якорь чулғамига юклама уланмаган, яъни $I_a = 0$ бўлади. Бу ҳолда якорь чулғамидаги ЭЮК ва вольтметр билан ўлчанган кучланиш ўзаро тенг, яъни $E_a = U$. Бирор юклама билан ишлаётган генератор аалига таъсир этувчи моментлар тенгламаси $M_1 = M_0 + M_{\Sigma}$. Бунда M_1 — генераторнинг ўзгармас частотада айлантирувчи бирламчи мотор momenti; M_0 — салт иш momenti, яъни якорининг юкламасиз айланишидаги механик ишқаланишларга сарфланган момент, M_{Σ} — юклама билан ишлаётган генераторда ҳосил бўладиган электромагнит momenti. Бу M_{Σ} момент ифодаси Ампер (электромагнит кучлар) қонуни асосида топилади. 110-расмда электромагнит

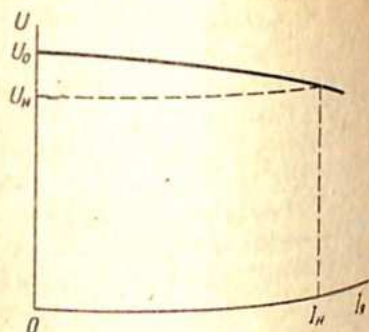


110-расм

якорь чулғамининг ҳар бир моментга доир схема кўрсатилган. Якорь чулғамининг ҳар бир параллел шохобчасидаги ток $i_a = \frac{I_a}{2a}$ билан асосий магнит майдонининг ўзаро таъсири натижасида электромагнит куч $F_{\Sigma} = B_s i_a l$ юзага келади. Бу кучнинг йўналиши чап қўл қондасига биноан топилади. Демак, якорь ўтказгичларига таъсир этувчи электромагнит momenti $M_{\Sigma} = F_{\Sigma} \frac{D}{2} N = B_s i_a l \frac{D}{2} N$ бўлади. Бундан $i_a = \frac{I_a}{2a}$; $D = \frac{2\pi r}{\pi}$ ва $B_s l \tau = \Phi$ бўлгани сабабли $M_{\Sigma} = \frac{pN}{2\pi a} \Phi I_a$ КмФ I_a келиб чиқади. M_{Σ} нинг бу ифодасидаги $K_m = \frac{pN}{2\pi a}$ момент доимийси дейилади. Бунда а — якорь чулғами параллел шохобчаларининг жуфт сони, p — магнит кутбларининг жуфт сони, N — якорь ўтказгичларининг сони. Электромагнит моментининг йўналиши бирламчи моторнинг айлантирувчи моментига тескари бўлгани сабабли у тормозловчи момент деб ҳам юритилади.



112-расм

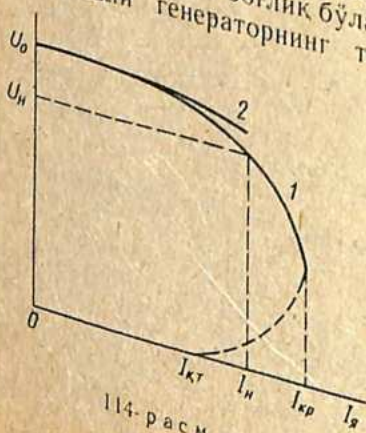


113-расм

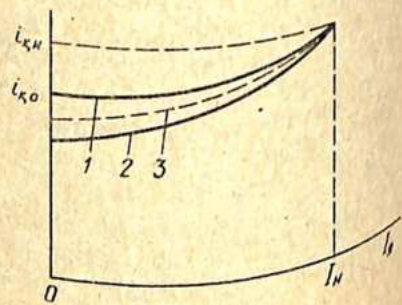
Сўнгра кўзгатиш чулғамидаги реостат каршилиги R_p ни ўзгартирмай, юклама токи I_n ни нолгача камайтириб борилади ва бу тажриба асосида $U=f(I_n)$ ясалади (113-расм).

226. Регулировочная характеристика генератора — Генераторнинг ростлаш характеристикаси. Кучланиш $U=U_n=\text{const}$, айланиш частотаси $n=n_1=\text{const}$ бўлганда кўзгатиш токи i_k нинг якорь токи I_k га боғланишини ифодаловчи $i_k=f(I_k)$ функциянинг график тасвири Г. р. х. дейилади. Бу характеристикани олиш учун ўзгармас частотада айлантираётган генераторнинг кўзгатиш токи i_k олишга номиналгача ошириб, номинал кучланиш U_n да номинал ток I_n дан аста-секин камайтириб $i_k=f(I_k)$ графики ясалади. Бунда I_n нинг ҳар бир камайтирилган кийматида унга мос кўзгатиш токининг киймати ростлаб, генератор кучланишининг $U=U_n=\text{const}$ бўлишига эришилади (1-эгри чизик). 114-расмда мустакил 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 ишлатиш принципи унинг кутб ўзақларидаги қолдик магнетизмдан фойдаланишга асосланган. Бинобарин, бундай генераторда кўзгатиш токи якорь кучланишига боғлиқ бўлади. Шу сабабли П. к. г. т. х. мустакил кўзгатишли генераторнинг ташқи характеристикасидан бир оз



114-расм



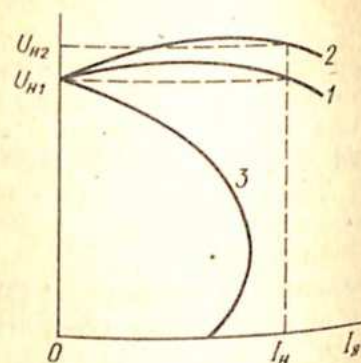
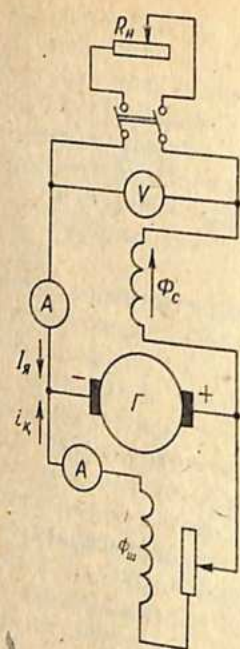
115-расм

расторк ўтади (114-расм, 2-эгри чизик). Бундай генераторнинг юклама токи ўзининг критик $I_{kp}=(2\div 2,5)I_n$ кийматидан бир оз кўпайса, кучланиш ўз-ўзидан кескин равишда нолгача камайиб қалади. Бунда кучланиш билан бирга I_n ҳам камайиб, $U=0$ бўлганда қиска туташув токи I_{kt} нинг киймати фақат қолдик магнетизмдан ҳосил бўлган ЭЮК билан аниқланади. Шу сабабли бу ток киймати кичик, яъни $I_{kt}\approx I_n$ бўлади. 115-расмда 1-эгри чизик П. к. г. т. х., 2-эгри чизик эса мустакил кўзгатишли генераторнинг ташқи характеристикасидир.

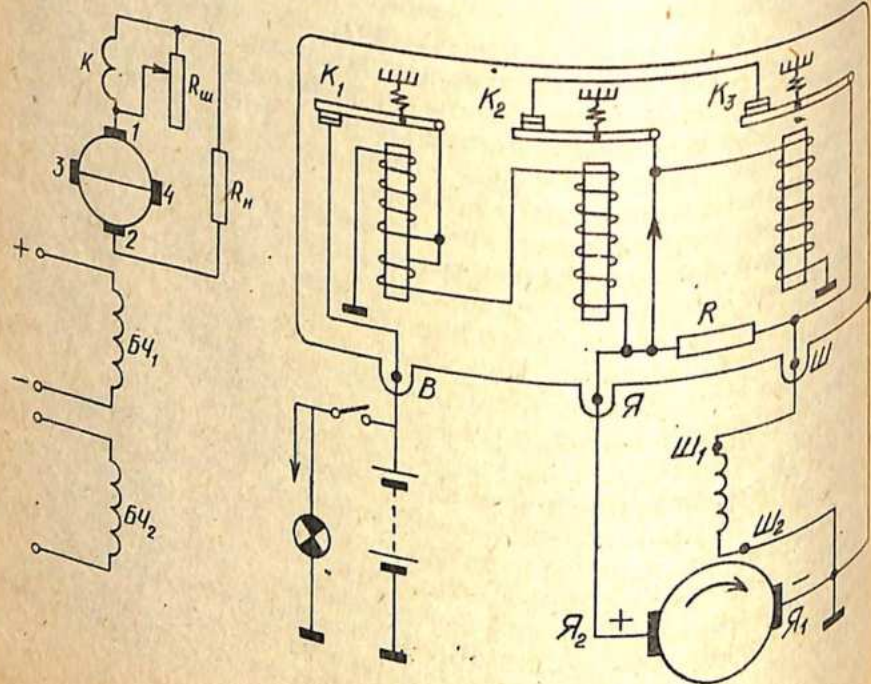
228. Внешняя характеристика генератора смешанного возбуждения — Аралаш кўзгатишли генераторнинг ташқи характеристикаси. 116-расмда А. к. г. т. х. ва уланиш схемаси кўрсатилган. Бундай генераторнинг салт иш режимидаги номинал кучланиши унинг параллел кўзгатишли чулғамидаги ток туфайли таъминланади. Юклама токидан кучланишнинг пасайган қисмини компенсациялаш (тиклаш) учун эса кетма-кет кўзгатишли чулғамдаги токдан фойдаланилади (116-расм, 1-эгри чизик). Кетма-кет кўзгатишли чулғамдаги токни кўпайтириш билан узатиш линиясидаги кучланишнинг тушувини ҳам компенсациялаш мумкин (116-расм, 2-эгри чизик). 116-расмдаги 3-эгри чизик кўзгатиш чулғамларининг ўзаро номос улангандаги А. к. г. т. х. дир. Одатда генераторнинг иккала кўзгатиш 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 принципига кўра икки кутбли ўзгармас ток машинасига ўхшаб ўқка ўрнатилган 3—4 ва бўйлама ўқка ўрнатилган 1—2 чўткалар орқали уланади. Оддий генераторларда якорь реакциясининг куч кўндаланг ўқ бўйича таъсири асосий магнит майдонининг куч чизикларини кийшайтириб, коммутация жараёни ёмонлашади. Э. м. к. да эса якорь реакциясининг кўндаланг ўқ бўйича таъсирдан кутб ўзақларидаги бошқариш чулғамлари (БЧ₁, БЧ₂) дан бирига бериладиган кириш сигнали бир неча минг марта кучайтирилади. Бунга кўндаланг ўқка ўрнатилган 3—4 чўткаларни ўзаро қиска туташтириш йўли билан эришилади. 117-расмда Э. м. к. нинг принцинал схемаси кўрсатилган. Бундай Э. м. к. нинг қувват бўйича кучайтириш коэффициенти $K_p=2000\div 10000$ га боради. Э. м. к. дан генератор, кўзгаткич ва ростлагич сифатида фойдаланилади.

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



116-расм



117-расм

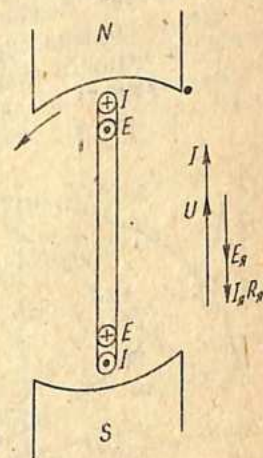
230' Реле-регулятор — Реле-ростлагич. Автотрактор генератори кучланишини турли айланиш частоталари (трактор моторининг айланиш частотаси 1:3, автомобилники эса 1:6 нисбатида ўзгаради) да ҳам ўзгартирмай саклашга мўлжалланган учта (K_1 , K_2 , K_3) релелардан иборат асбоб Р.-р. дейилади.

117-расмда Р.-р. нинг принципиал 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 қиймати номиналга тенглашганда K_1 реленинг нормал очик контакти беркилади. Шу билан аккумуляторни зарядловчи очик контакти беркилади. Шу билан аккумуляторни ўтувчи тоқларга 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 занжирга R қаршилиги киритилади. Кўзгатиш пасайтирилади. Бунда K_3 контакти яна беркилади. Кўзгатиш токнинг R қаршилиги туфайли гоҳ кўпайиб гоҳ камайиши сабабли генератор кучланиши ўзгармас қийматда сакланади. Агар генератордан олинаётган ток нормадан ошиб кетса, K_2 контакти очилиб, кўзгатиш занжирга R киритилади. Натижада генератор кучланиши ва, демак, токи камайди. Шу сабабли K_2 ток чекловчи реле дейилади.

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

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



118-расм

бошлайди. Айланиш частотасининг ошиб бориши билан мотор якоридagi ЭЮК (E_n) ҳам ошиши сабабли якорь токи (I_n) ва, демак, айлантурувчи момент киймати (M) камайиб боради. Моторнинг айлантурувчи моменти (M) каршилик моменти (M_c) га тенглашганда айланиш частотаси $n=0$ ва, демак, $E_n=0$, шу сабабли ишга тушириш дастлабки пайтида $n=0$ ва, демак, $E_n=0$, шу сабабли ишга тушириш токи $I_{шт} = \frac{U-E_n}{\sum R} = \frac{U}{R_n+R_r}$ бўлади. Якорь чулгамининг каршилиги

(R_n) жуда кичик бўлгани сабабли мотор номинал кучланишли электр тармоғига ташки каршиликсиз уланганда $I_{шт}$ киймати номинал ток (I_n) дан $10 \div 20$ марта катта бўлиб, авария содир бўлиши мумкин. Шу сабабли якорь занжирига ташки каршилик (R_r) киритиб, ишга тушириш токи ва айлантурувчи момент коммутация ва механик қисмлар учун хавфсиз даражагача, яъни $I_{шт} = (2 \times 2.5) I_n$; $M_{шт} = (2 \times 2.5) M_n$ гача камайтирилади. Агар $I_{шт} = 2 I_n$ олинса, ишга тушириш реостатининг каршилиги $R_{шт} = R_r = \frac{U_n}{2 I_n} - R_n$ бўлади.

Якорь чулгамининг каршилиги тахминан $R_n \approx 0.5(1-\eta) \frac{U_n}{I_n}$ га тенг килиб олинади. Бунда $\eta = \frac{P_n}{U_n I_n}$ моторнинг фойдали иш коэффициенти, $R_n = \frac{U_n}{I_n}$ моторнинг номинал кучланишлиги.

236. Номинальное сопротивление двигателя — Моторнинг номинал каршилиги. Якорга номинал кучланиш берилганда якорьда ўтадиган ишга тушириш токи кийматини номинал I_n гача камайтириб берувчи якорь занжирининг тўла каршилиги $M. н. к.$ дейилади. $M. н. к. R_n = \frac{U_n}{I_n}$. Бунда U_n — моторнинг номинал кучланиши, I_n — номинал ток.

237. Тормозные режимы двигателя постоянного тока — Ўзгармас ток моторининг тормоз режимлари. Машина ва механизмларнинг тормозлаб тез ва аниқ тўхтатиш ҳамда уларнинг ҳаракат йўналишига 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 электр поезд тезлиги электр моторнинг салт ишлаш режимидаги тезликдан ошиб кетса, мотор якоридagi E_n тармоқдаги кучланиш U дан ошадиган бўлади. Бу ҳолда, электр мотори генератор (тормоз) режимида ишлайди ва унда ҳосил бўладиган тормозловчи момент туфайли электрпоезд частотаси хавфли даражага кўтарилишига электр энергияси майди. Айланувчи қисмларнинг кинетик энергияси электр энергиясига айланганда мотор уланган 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 чулгами электр тармоғидан ажратилади ва ўз-ўзига ёки динамик деб аталувчи $R_{дин}$ каршиликка уланади. Бунда кўзгатиш чулгами 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

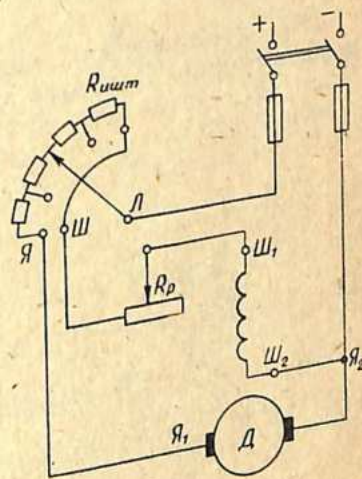
$$M_t = -K_m \Phi I_n = -K_m \Phi \frac{E_n}{R_n + R_{дин}} \text{ бўлади.}$$

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 айлантурувчи (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 чулгамини электр тармоғидан ажратиб, сўнгга шу тармоқка тескари уланади. Бунда унинг кўзгатиш чулгами 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 ҳолда, мотор тескари томонга айлана бошлайди. Т. у. т. да якорь занжирига унинг токини коммутация шартига мувофиқ ($2 \div 2.5$) I_n гача чекловчи $R_{тy}$ тескари уланиш каршилиги киритилади:

$$I_n = \frac{-U-E_n}{R_n+R_{тy}}$$

241. Двигатель параллельного возбуждения — Параллел кўзгатиш-чулгамига параллел равишда бир электр тармоғига уланишга мўлжалланган ўзгармас ток мотори П. к. м. дейилади. 120-расмда П. к. м. нинг кўзгатиш схемаси кўрсатилган. Унда уланган токининг киймати юклама токининг кийматига боғлиқ бўлмайди.

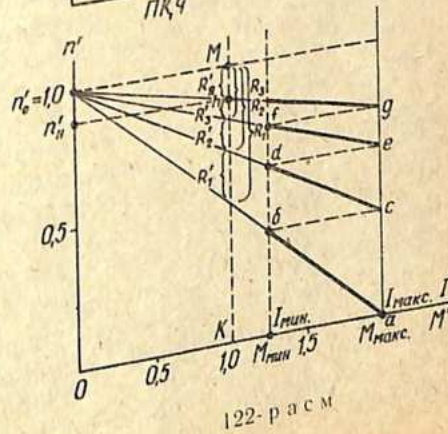
242. Пуск двигателя параллельно-возбуждения — Параллел кўзгатиш моторни ишга тушириш. П. к. м. н. т. учун аввал якорь занжирига ишга тушириш токини ($2 \div 2.5$) I_n гача камайтирадиган ишга тушириш реостати киритилади.



120-расм

121-р а с м,

128



122-р а с м

9-459

ган. Бу характеристикалар электр тармогидаги кучланиш U ва кўзғатиш токи i_k ўзгармас бўлган шароитда олинади. Мотор валидаги P_2 қувват ошиб борса, якори токи I_a ҳам кўпаяди. Шу сабабли

$$n = \frac{U}{K_E \Phi} - \frac{R_a}{K_E \Phi} I_a \quad \text{ифодасига мувофиқ моторнинг айланиш частотаси}$$

$\frac{R_a}{K_E \Phi} I_a$ ҳисобига камаёди, аммо якори реакциясини магнитсизлант-риш таъсирида Φ бир оз камайиши сабабли айланиш частотаси ошади (пунктир чизик). P_2 ни ошириш билан айланиш частотаси n нинг ҳам кўпайиши нотурғун иш режимига олиб келади. Якори реакцияси таъсирини йўқотиш ёки камайтириш учун бундай мотор қутбларига бир неча ўрамдан иборат барқарорловчи чулғам ўрнатилади, у якори занжирига кетма-кет турғун режимда ишлашига эришилади. Бунда уларнинг P_2 юкламаси номиналгача ошиб борганда айланиш частотасининг пасайиши

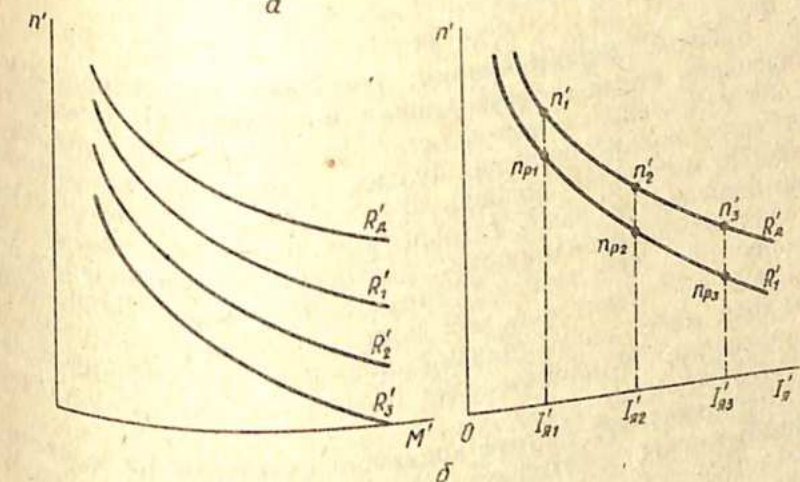
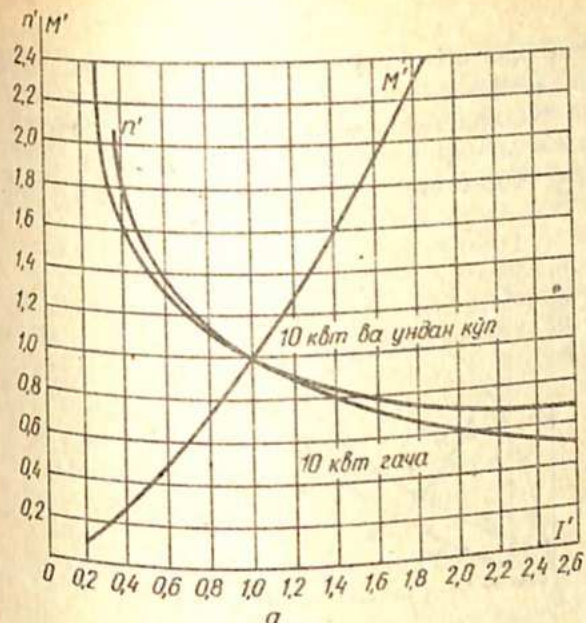
$$\Delta n_n = \frac{n_0 - n_n}{n_n} 100 = (2 \div 8) \% \text{ бўлади, холос. } M = f(P_2) \text{ ва } I = f(P_2)$$

иш тавсифларини ясашда $M = M_0 + M_2$; $I = I_a + i_k$ ҳамда $M = \frac{P_2}{n} 9550$ ва $M = K_m \Phi I_a$ ифодалардан фойдаланилади. Бунда моторнинг кўзғатиш токи $i_k = \text{const}$, магнит оқими $\Phi = \text{const}$ 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 кўзғатишли мотор. Кўзғатувчи чулғами якори занжирига кетма-кет уланган ўзгармас ток мотори К. к. м. дейилади. Бундай моторда босқич қутблардаги магнит оқими юклама токи I_a га тенг бўлган кўзғатиш токи $i_k = I_a$ дан ҳосил бўлади. Юклама токининг кичик қийматларида яъни қутб ўзақлари тўйинмаган вақтда магнит оқими Φ якори токи I_a га пропорционал, яъни $\Phi = K I_a$ бўлади. Шу сабабли К. к. м. нинг $M = K_m \Phi I_a = K_m K I_a^2 = C I_a^2$ дан айлантирувчи моменти юклама токининг квадрати I_a^2 га пропорционалдир. Демак, К. к. м. нинг $I_a = \sqrt{\frac{M}{C}}$ бўлади. Бу ифодага мувофиқ мотор валидаги механик юклама, масалан, икки марта кўпайса, юклама токи I_a 40 % ошади, холос, К. к. м. нинг бу хусусияти унинг асосий афзаллигидир.

Ўзгармас ток мотори учун олинган $n = \frac{U}{K_E \Phi} - \frac{\sum R}{K_E \Phi} I_a$ ифодадаги $I_a = \sqrt{\frac{M}{C}}$ қўйилса, К. к. м. нинг механик характеристикаси тенгламаси $n = \frac{U}{K_E K \sqrt{\frac{M}{C}}} - \frac{\sum R}{K_E K} \sqrt{\frac{M}{C}} = \frac{A}{\sqrt{M}} - B$ келиб чиқади. Бунда

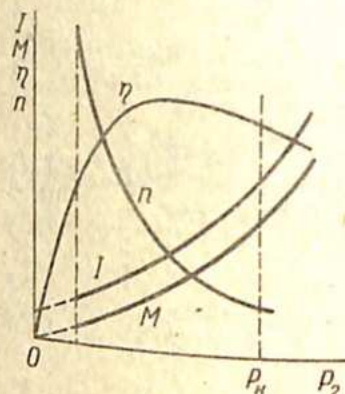
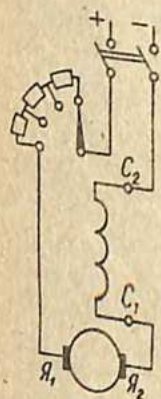
$$A = \frac{U}{K_E K \sqrt{\frac{1}{C}}}, \quad B = \frac{\sum R}{K_E K} \sqrt{\frac{1}{C}} \quad \text{ўзгармас коэффициентлардир. Бу тенглама}$$



124-расм

ма асосида қурилган механик тавсиф мотор тўғрисида факат 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 $n' = f(I')$ ва $M' = f(I')$ 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 ўзгаришда унинг айланиш частотаси кескин ўзгарадиган характерга эга бўлади. К. к. м. ни ишга туширишда

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



125-расм

253. Рабочие характеристики двигателя последовательного возбуждения — Кетма-кет кўзғатишли моторнинг иш тавсифлари. Кетма-кет кўзғатишли 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 юқ кўймаслик учун ҳатто салт ишлашда мотор валидаги механик юклама номиналнинг 20—30 % га тенг бўлиши таъминланади. Шунинг хисобига олиб, кетма-кет кўзғатишли моторлардан электр транспорти, кўтаргич кран каби ишга тушириш шароити оғир механизмларда фойдаланиш тавсия қилинади. 125-расмда К. к. м. н. т. ва уланиш схемаси кўрсатилган.

254. Регулирование частоты вращения двигателя последовательного возбуждения — Кетма-кет кўзғатишли моторнинг айланиш частотасини ростлаш. Кетма-кет кўзғатишли моторнинг айланиш частотаси ҳам уч хил усулда: 1) кучланиш U ни ўзгартриш; 2) ташки қаршилик R ни ўзгартриш ва 3) магнит оқими Φ ни ўзгартриш йўли билан ростланади.

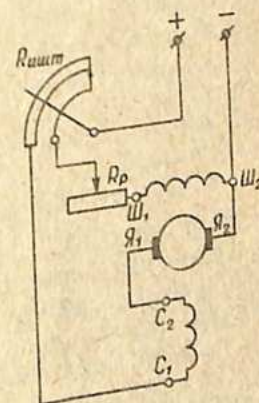
Кучланишни ўзгартриш йўли билан ростлаш кўпинча бир вақтга ўрнатилган икки моторли юритмаларда, масалан, катта қувватли кран, трамвай, троллейбус юритмаларида қўлланилади. Бунда, битта мотор ўрнига унинг ярмича қувватли иккита мотор ўрнатиб, уларни ўзаро параллел уланишдан кетма-кет уланишга ёки кетма-кет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

натижада ишлашдаги ишончлилик бирмунча ошади (бир мотор шундан чиқса, иккинчиси билан ишлаб туриш мумкин бўлади). Якорь занжирига кетма-кет уланиш ташки қаршилик R ни ўзгартриб ростлаш усули тежамсиз бўлади, аммо унинг жуда қўлқилиги бу усулдан электр транспорти ва кран юритмалари частотасини 2:1, 3:1 кенгликда ростлашда самарали қўлланилади. Агар якорь чулғамига, кетма-кет уланиш қаршиликдан ташқари, яна параллел уланиш қаршилик ҳам киритилса, ростлаш кенглиги 3:1, 5:1 га етади. Бунда моторни ҳатто салт ишлаш режимда ҳам хавфсиз (чекли) частотада ишлатиш имкони туғилади. Агар моторнинг кетма-кет кўзғатиш чулғами қаршиликлар билан шунтланса, магнит оқими қамайиб моторнинг айланиш частотасини номиналдан юқори томонга икки мартагача ростлаш ҳам мумкин бўлади.

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

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

тенглама билан ифодаланади. Агар кўзғатиш чулғамлари ўзаро мос уланса, параллел кетма-кет кўзғатишли чулғамлардаги токдан ҳосил бўлган магнит оқимлари ўзаро қўшилиди ва аксинча. Демак, мос уланишда, юкламани ортиб бориши билан айланиш частотаси кескин камаяди, номос уланишда эса кўпаяди. Амалда, номос уланиш кетма-кет кўзғатиш чулғамидagi 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 кўзғатишли моторнинг камчиликлари йўқ, лекин тузилиш жиҳатдан қимматлиги сабабли бундай моторлар факат электр транспорти ва кран юритмаларида қўлланилади.

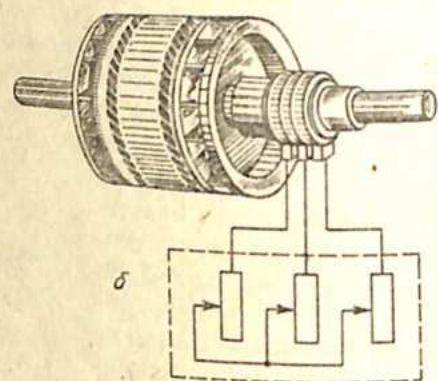
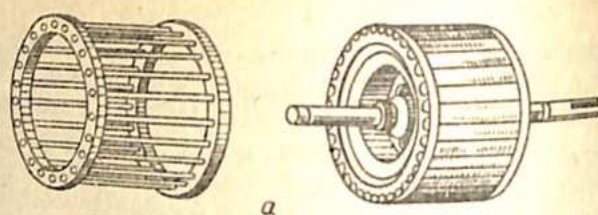


126-расм

ХИ БУЛИМ

АСИНХРОН МОТОРЛАР

256. Асинхронный двигатель — Асинхрон мотор. Роторнинг айланиш частотаси статор магнит майдонининг синхрон деб аталган айланиш частотасига тенг бўлмаган (асинхрон) ва юкламага 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 факат айрим ҳолларда, масалан, дизель моторларни чиниктириш қурилмаларида қўлланилади. А. м. асосан уч фазали моторлар сифатида ишлатилади. Бунда улар қискагина



127-расм

асинхрон мотор (А. м.) деб юритилади. Конструкциясининг соддалиги, арзонлиги, ишлашда ишончлилиги ва яхши иш таъсирларга эгаллиги сабабли А. м. саноат, кишлок хўжалиги ва кул ишларда ишлатиладиган электр моторларнинг тахминан 95 фоизини ташкил килади. 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. Пулат ўзаклар статор пазларига (арикчаларига) ўзаро 120° бурчакка сурилган (паз)ларига ҳам чулғам ўралади. Бу чулғамнинг тузилишига кўра асинхрон моторлар киска туташтирилган ва фазавий роторлиларга ажратилади. 127-расм, а да киска туташтирилган, б да эса фазавий роторлар тузилиши кўрсатилган.

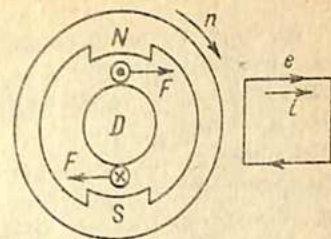
257. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором — Киска туташтирилган роторли асинхрон мотор. Ротор ўзаклар арикчаларига изоляцияланмаган мис ёки алюминий стерженлар жойлаштирилиб, уларнинг боши ва охири мис халкага бириктирилса, катта тоқларга ҳам бардош бера оладиган содда схемада киска туташтирилган чулғам ҳосил бўлади. Бундай чулғамли ротор киска 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 юзлари

схемасида улашиб, унинг учлари ротор валига ўрнатилган, ўзаро ва ротор валидан изоляцияланган учта халкага бириктирилади. Ротор чулғами учта контакт халка ва қўзғалмас чўткалар воситасида реостатга уланади. Натижада бу чулғамдан ўтадиган ишга тушириш токи хавфсиз кийматгача камайти. Ф. р. а. м. нисбатан мураккаб ва киммат бўлгани сабабли ундан факат айрим ҳолларда, масалан, айланиш частотасини ростлаш керак бўлган ёки моменти талаб қилинадиган ҳоллардагина фойдаланилади. 128-расмда асинхрон моторнинг ишлаш принципини кўрсатувчи модель схемаси берилган. Унда статор чулғамида 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 айлантира бошлайди. Бунда ротор магнит майдонининг $n_1 = \frac{60}{p} f$ частотасидан 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. дейилади. Сирпаниш частота 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 $1 \dots 6$ фоз кичик, яъни $n_n = n_1(1 - S_n)$ бўлади. Шу сабабли бундай моторлар асинхрон (асинхрон) 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 чулғамларида, трансформатордаги сингари $E_1 = 4,44 \omega_1 K_1 \Phi_m$ ва $E_2 = 4,44 \omega_2 K_2 \Phi_m$ ЭЮК ларни ҳосил килади. Бу формулаларда E_1 —



128-расм

статор чулғамида, E_2 — ротор чулғамида ҳосил бўлган ЭЮК лар, f_1 — электр тармоғидаги кучланиш частотаси, $f_2 = f_1$ — ҳаракатсиз ротор чулғамида 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 кадами кискартирилган, сочилган схемали чулғам ишлатилади. Бундай чулғамда ҳосил бўлган ЭЮК кадами кискармаган чулғамдаги ЭЮК дан кичик бўлади. Буни ҳисобга олиш учун ЭЮК ифодасига кадам кискариши коэффициентини K_k киритилади. Бу коэффициентнинг чулғам сочилиш коэффициенти K_{con} га кўпайтмаси чулғам коэффициентини (K_r) дейилади, яъни $K_r = K_k \cdot K_{con} = 0.9 \div 0.95$. Статор чулғам 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-биридан ҳаво оралиғи билан ажралганлиги сабабли статор чулғамидаги магнитловчи ток қиймати трансформатордагига нисбатан анча катта, яъни $I_0 \approx (20 \dots 60) \% I_{1n}$ бўлади. Моторнинг трансформациялаш коэффициенти: $K = K_e \cdot K_c$.

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

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

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

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 чулғам билан илашувчи магнит оқими кўпроқ бўлгани сабабли қиска туташув кучланиши нисбатан катта бўлади. Агар тормозланмаган мотор статорига қиймати кучланиш берилса, қиска туташув токининг бошланғич қиймати номиналга нисбатан 4—7 марта катта бўлади ва мотор кескин бошлайди. Мотор айланиши билан бу токнинг қиймати тенг камайиб боради ва моторнинг нагрукаси, масалан, номиналга тенг бўлса, бу токнинг камайиши роторли асинхрон мотор ишга туширишнинг бошланғич пайтида қиска туташув режимида ишлайди. Демак, қиска туташтирилган роторли асинхрон моторнинг 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 кесишуви 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-

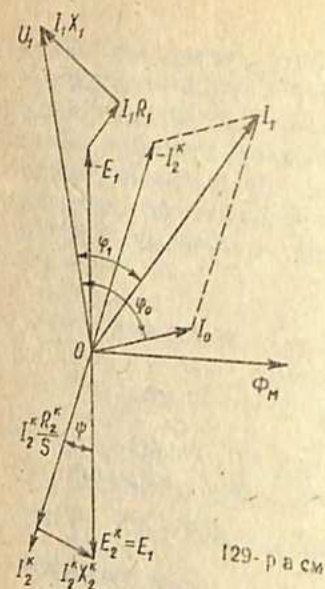
ниш частотаси дейилади. Айланувчи ротор чулғамида юзага келадиган ЭЮК $E_{2s} = 4.44 K_{r2} W_2 \Phi_m = 4.44 K_{r2} W_2 \Phi_m f_1 S = E_2 \cdot S$, индуктив қаршилиқ эса $X_{2s} = 2\pi f_2 L_2 = 2\pi f_1 S L_2 = X_2 S$ бўлади. Бунда E_2 , X_2 — ҳаракатсиз ротор чулғамининг $f_2 = f_1$ частота билан кесилувидаги ЭЮК ва индуктив қаршилиқ. Шундай қилиб, айланувчи ротордаги актив R_2 қаршилиқнинг қийматига сирпаниш частотасига боғлиқ эмас. Бу режимда ротор чулғамидаги ток Ом қонунига мувофиқ аниқланади, яъни

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

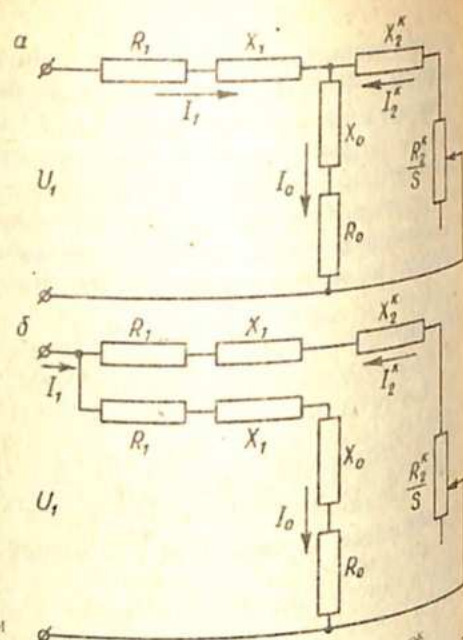
Нормал режимда ишлаётган фазавий роторли асинхрон мотор роторининг уч фазали чулғамида частотаси f_2 га тенг уч фазали ток ҳосил бўлади. Бу ток $n = \frac{60 f_2}{p} \sim$ частота билан айланувчи магнит майдони ҳосил қилади. Роторнинг ўзи n_2 частота билан айланади. Шу сабабли ундаги магнит майдонининг 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 қўналишга 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 юклама режимидаги вектор диаграммаси асинхрон моторнинг параметрларига келтирилган. Нормал режимда ишлаб турган асинхрон моторларнинг ротор чулғами қиска туташтирилган бўлади. Шу сабабли ротордаги иккиламчи кучланиш $U_2 = 0$ бўлади ва ротор чулғамида ҳосил бўлган ЭЮК унинг қаршилиқларидаги кучланиш тушувларининг йиғиндисига тенг, яъни $E_2^* = I_2^* \frac{R_2^*}{S} + I_2^* X_2^*$. Статор чулғамидаги ЭЮК лар тенгламаси $\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + j I_1 X_1 + I_1 R_1$ бўлади. Бу параметрлар асосида ясалган вектор диаграмма юклама токи номиналга тенг бўлишини кўрсатади.

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



129-расм

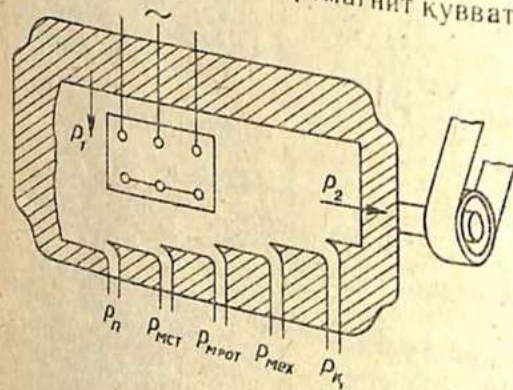


130-расм

$$I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + \frac{R_2'}{S})^2 + (X_1 + X_2')^2}} \text{ салт ишлаш режимда } S=0: \frac{P_2'}{S} \approx \infty$$

бўлгани сабабли $I_2' = 0$ бўлади.

265. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг энергетик тасвири. 131-расмда А. м. э. т. кўрсатилган Бунда электр тармоғидаги моторга берилган $P_1 = 3U_{1\phi} I_{1\phi} \cos \phi_1$ актив кувватнинг бир қисми $P_{\text{ст}}$ — моторнинг пулат узагининг кизишига ва $P_{\text{м.ст}}$ — статор чулғамининг кизишига сарфланади. P_1 кувват тарзидан қолган $P_{\text{эм}} = P_1 - (P_{\text{ст}} + P_{\text{м.ст}})$ қисми электромагнит $P_{\text{эм}}$ кувват тарзидан роторга ўтади: $P_{\text{эм}}$ электромагнит кувватнинг бир қисми P_2' қисми



131-расм

чулғамининг кизишига сарфланади, қолган P_2' қисми механик кувватга айланади ва роторни айлантиришга сарфланади. Бунда P_2' қисми бир қисми ($P_{\text{мех}}$) механик ишқаланишга ва бошқа бир қисми ($P_{\text{к}}$) қўшимча исрофга сарфланади, қолган қисми эса — мотор ишчилигида кўрсатилган ва унинг валидан олинадиган фойдаланган P_2 кувват:

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

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

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Sigma P}{P_1} \text{ Бунда } \Sigma P = P_{\text{ст}} + P_{\text{м.ст}} + P_{\text{м.рот}} + P_{\text{мех}} + P_{\text{к}} \text{ — мотордаги}$$

куват исрофларининг йиғиндиси. А.м.ф.и.к. нинг мотор шчитиди кўрсатиладиган номинал қиймати $\eta_n = 0,7 \div 0,9$ чегарасида бўлади.

267. Вращающий момент асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг айлантирувчи моменти. Асинхрон моторнинг механик хусусиятини ифодаловчи муҳим параметрларидан бири — унинг айлантирувчи моменти. 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 айлантиришга сарфланган механик кувватнинг $P_2' = M\omega_2 = M \frac{2\pi n_2}{60}$ ифодаларидан А. м. а. м. нинг куйидаги ифодаси келиб чиқади:

$$M = \frac{P_{\text{эм}}}{\omega_1} = \frac{P_2'}{\omega_2} = \frac{60 P_{\text{эм}}}{2\pi n_1} = \frac{60 P_2'}{2\pi n_2} = 9550 \frac{P_{\text{эм}}}{n_1} = 9550 \frac{P_2'}{n_2} = \frac{P_2' + R_{\text{м.рот}}}{\omega_1} \text{ дан}$$

$$P_{\text{м.рот}} = P_{\text{эм}} - P_2' = P_{\text{эм}} - M \frac{2\pi n_2}{60} = P_{\text{эм}} - M \frac{2\pi n_1 (1-S)}{60} = P_{\text{эм}} - P_{\text{эм}} (1-S) = P_{\text{эм}} \cdot S \text{ демак, А. м. а. м. } P_{\text{м.рот}} \text{ га тўғри пропорционал. Ротор параметрлари статор чулғам параметрларига келтирилган ҳолларда А. м. а. м. } M = \frac{m(I_2')^2 R_2'}{\omega_1 S} \text{ бўлади. Бунда } m \text{ —}$$

фазалар сони. Бу ифодадаги I_2' ўрнига унинг Г-симон эквивалент схемасидаги қиймати қўйилса, А. м. а. м. нинг куйидаги ифодаси олинади:

$$M = \frac{3U_{1\phi}^2 R_2'}{\omega_1 \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{S} \right)^2 + (X_1 + X_2')^2 \right] \cdot S}$$

$$\text{ёки } \omega_1 = \frac{2\pi n_1}{60} = \frac{2\pi 60 f_1}{60} = \frac{2\pi f_1}{p} \text{ бўлгани сабабли}$$

$$M = \frac{3p U_{1\phi}^2 R_2'}{2\pi f_1 \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{S} \right)^2 + (X_1 + X_2')^2 \right] \cdot S} \text{ бўлади. А. м. а. м. нинг ифодаси}$$

айлантирувчи моментнинг электр тармогидаги кучланиш квадратига пропорционалликни кўрсатади. Демак, $U_{1\phi}$ бироз камайса, А. м. а. м. кескин камайди. 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 боғланишига, 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 $S=0 \dots 1$ қийматлар берилди. M нинг тегишли қийматлари топилади ва булар асосан да 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 $M_{шт}$ ни топиш учун $S=f(M)$ тенгламасидан S ўрнига $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1$ қўйилса кифоя:

$$M_{шт} = \frac{3U_{1\phi}^2 R_2^k}{\omega_1 [(R_1 + R_2^k)^2 + (X_1 + X_2^k)^2]}$$

Айлантирувчи моментнинг максимал қийматини ($M_{макс}$ ни) топиш учун $S=f(M)$ тенгламаси ифодасидан $\frac{dM}{dS}$ ҳосила олинади ва унинг нолга тенглаштириб, S нинг $M_{макс}$ га тегишли критик $S_{кр}$ қийматини аниқланади: $S_{кр} = \pm \frac{R_2^k}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2^k)^2}} \approx \pm \frac{R_2^k}{X_1 + X_2^k}$. Бунда R_1 нинг қиймати ($X_1 + X_2^k$) га нисбатан анча кичик бўлгани учун ҳисобдан олинмайди. M ифодасидаги S ўрнига $S_{кр}$ қўйилса, $M_{макс}$ нинг қуйидаги ифодаси олинади:

$$M_{макс} = \pm \frac{3U_{1\phi}^2}{2\omega_1 [\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2^k)^2} \pm R_1]} \approx \pm \frac{3U_{1\phi}^2}{2\omega_1 [(X_1 + X_2^k) \pm R_1]}$$

Бу ифодаларда (+) ишораси асинхрон машиналарнинг мотор режимига, (—) ишораси эса генератор режимига оиддир. Айлан-рувчи момент ифодасидаги R_1 , R_2^k , X_1 ва X_2^k параметрларнинг маълумлиги сабабли M ифодасини $M_{макс}$ га бўлиб, А. м. м. т. ни ясаш учун қулай бўлган қуйидаги тенглама олинади:

$$M = \frac{2M_{макс}(1-q)}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S} + 2q}. \quad \text{Бунда } q = \frac{R_1}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2^k)^2}} = \frac{S_{кр} \cdot R_1}{R_2^k}$$

Асинхрон моторларда $R_1 \approx R_2^k$ 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, $M = \frac{2M_{макс}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}}$

қўринишга 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:

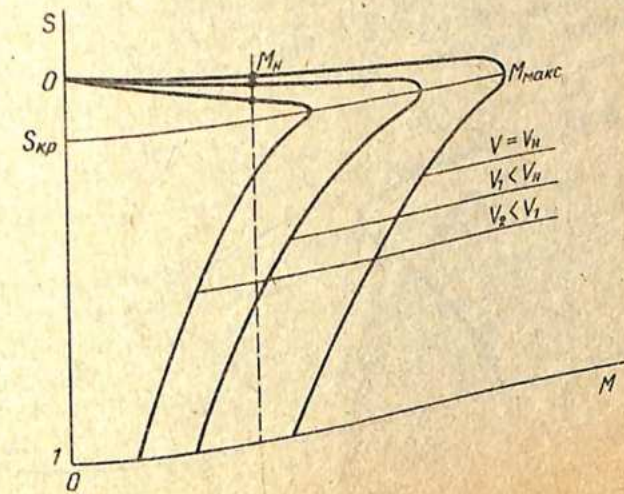
$$S_{кр} = S_n (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}). \quad \text{Бунда } \lambda = \frac{M_{макс}}{M_n} = 2 \div 2,5$$

асинхрон моторнинг ўта юкланиш имкониятини ифодалайдиган коэффициент; $M_n = 9550 \frac{P_n}{n_n}$ (Нм); P_n (кВт), n_n (айл/мин) мотор шчитиди кўрсатилган номинал қувват ва номинал айланиш частотаси.

$M = \frac{2M_{макс}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}}$ ифодага мувофиқ А. м. м. т. ни ясаш учун каталогда берилган λ нинг қийматига асосан $M_{макс}$ топилади: $M_{макс} = \lambda \cdot M_n = \lambda \cdot \frac{9550 R_n}{n_n}$ (Нм). Сўнгга сирпанишнинг $S_{кр}$ қиймати аниқланади:

$$S_{кр} = S_n (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1})$$

Энди сирпанишга $S=0 \dots 1$ қийматлар бериб, уларга мос M қийматлари аниқланади ва шуларга асосан $S=f(M)$ тавсиф ясалади. 132-расмда қисқа туташтирилган роторли асинхрон моторнинг механик тавсифи ва унинг кучланишга боғликлиги кўрсатилган. Бу тавсифнинг $S=0 \dots S_{кр}$ — қисми унинг тургун,



132-расм

$S = S_{кр} \dots 1$ эса нотургун кismi дейлади. Дархакикат, агар юклама, яъни мотор валидаги каршилиқ моменти M_c нинг киймати $M_{макс}$ да бир оз ошса, айлантирувчи 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 юкламасининг 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 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 ўрнига $S=1$ қўйиш кифоя:

$$I_{ишт} = \frac{U_{1ф}}{\sqrt{(R_1 + R_2^k)^2 + (x_1 + x_2^k)^2}} \cdot I_{ншт} \text{ токи номинал } I_n \text{ токка нисбатан}$$

5—8 марта катта, яъни $I_{ишт} = 5-8I_n$ бўлади. Моторлар каталогидан берилган $\frac{I_{ишт}}{I_n}$ ва уларнинг шчитиди кўрсатилган I_n ток кийматидан

фойдаланиб, $I_{ишт}$ топилади. А. м. и. т. моменти $M_{ишт}$ нинг киймати 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

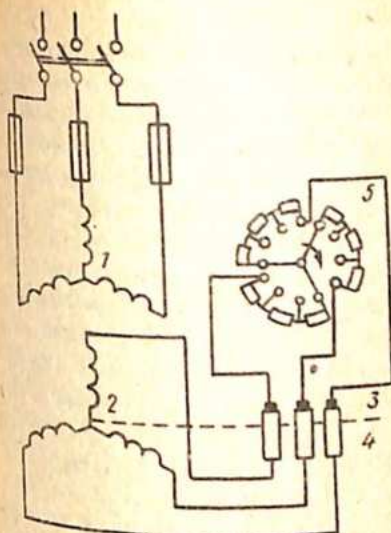
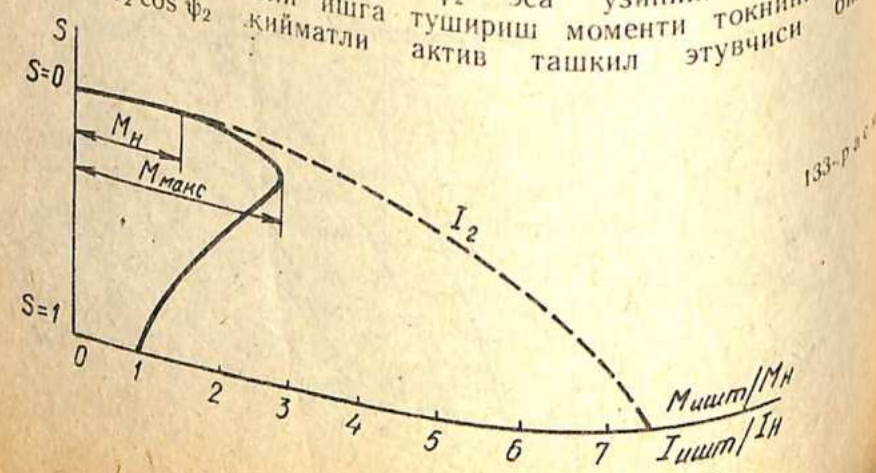
таъсиридан олинган $R_2^k = \frac{E_2^k \cos \psi_2}{I_2^k}$ кийматини қўйиб топилади.

$M = K_m \Phi_m I_2^k \cos \psi_2$ киймати асосида тушунтириш мумкин. Бунда $K_m = \frac{m \cdot 4,44 K_r W_1 f_1}{\omega_1}$ момент доимийси; $I_2^k \cos \psi_2$ — ротор токининг

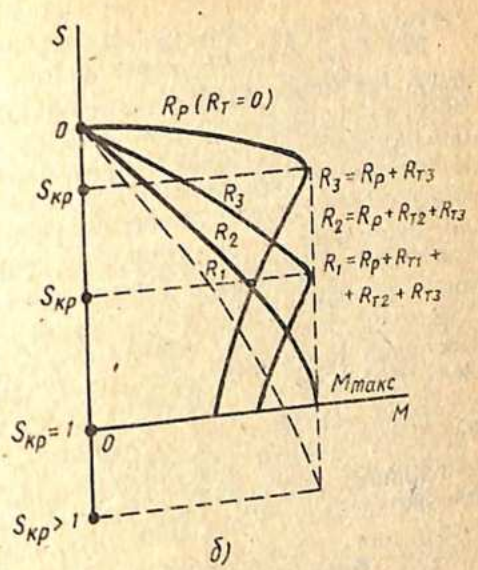
актив кismi. Демак, А. м. и. т. нинг бошланғич пайтида $S=1$ ва роторнинг индуктив x_2 каршилиги ўзининг максимуми

$x_{2макс} = 2\pi f_2 L_2 = 2\pi f_1 L_2$ га $\cos \psi_2$ эса ўзининг минимуми

эришади, шу сабабли ишга тушириш моменти токнинг фақат кичик $I_2^k \cos \psi_2$ кийматли актив ташкил этувчиси



а)



б)

134-расм

аникланади ва кичик кийматга эга бўлади. 133-расмда киска 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 хамма погоналари киритилади. Натижада ишга тушириш токининг киймати

киска туташтирилган роторли мотордагига нисбатан $2 \div 2,5$ марта кичик, яъни $I_{ишт} = \frac{(5 \dots 8) I_n}{2 \dots 2,5}$ бўлади. Шунингдек, $S_{кр}$ кийматини ротор

занжирига киритилган актив R_2 каршилиқка пропорционаллиги ва $M_{макс}$ ни R_2^k га боғлиқ эмаслиги сабабли R_2^k киймати $x_1 + x_2^k$ га тенг

килинса, Ф.р.а.м.и.т. даги моменти 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

таъсирлари кўрсатилган.

271. Выбор схемы включения асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг уланиш схемасини танлаш. Статор чулғамининг номинал

кучланиши ва электр тармоғидаги линия кучланишига кўра асинхрон моторлар тармоқка ё юлдуз схемасида ёки учбурчак схемасида улаб

ишлатилади. Моторнинг номинал кучланиши унинг шчитиди кўрсатилган бўлади. Масалан, 380/220 В — моторнинг статор чулғамиди

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 танланади.

272. Способы пуска асинхронного двигателя — Асинхрон моторни ишга тушириш усуллари. Киска туташтирилган роторли асинхрон моторни ишга туширишда у катта қийматли $I_{\text{шарт}} = (5 \div 8) I_n$ токи билан киска туташув режимида ишлайди. Бунда ишга тушириш токи киска вақтда салт ишлашдаги кичик ток қийматигача пасаяди. Шу сабабли (моторлар кўпинча салт ишлаш режимида ишга туширилади) бундай катта ток мотор учун деярли хавф тугдирмайди. Аммо бу ток электр тармоғидан ўтиб, ундаги генератор ёки трансформаторнинг кучланишини анча пасайтириши мумкин. Натижада бу тармокка уланган ва нормал юкламада ишлаётган бошқа асинхрон моторлар айлангириш моменти кучланиш квадратига пропорционал $M \propto U^2$ 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 қўймаслик 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.т. дейилади. Бунда, $P_{\text{ш}} \leq (0,2 \div 0,25) P_n$ шартига риоя қилиниши, яъни ишга тушириладиган моторнинг қуввати ($P_{\text{ш}}$) электр тармоғидаги (генератор ёки трансформатор) қуввати (P_n) 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 камаяди. Лекин $M \propto U^2$ бўлганлиги сабабли бундай усулда ишга тушириладиган моторнинг айлангирувчи моменти ва қуввати уч марта камаяди. Маълумки, мотор айлана бошлаши билан унга бериладиган ток кескин камайиб боради ва бунда у осонгина учбурчак схемасига ўтказилиб тўла юкламага кўчирилиши мумкин. Бундай тежамли ва қулай ишга тушириш усулдан кенг фойдаланиш учун фаза кучланиши 380 В га тенг, яъни нормал кўплаб чиқарилмоқда. Учбурчак схемасига ҳисобланган асинхрон моторларнинг номиналга нисбатан тахминан уч марта кичик ($P \approx 0,3 P_n$) юклар маълум 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 каршилик билан ҳам пасайтириш мумкин, аммо бу усуллар кўшимча маблағ талаб қилади ҳамда анча тежамсиздир.

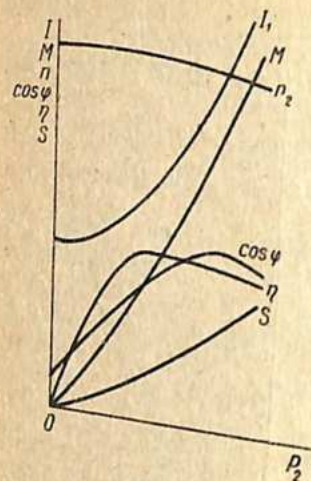
275. Режим генератор асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг генератор режими. n_2 частотада ишлаётган асинхрон мотор роторини бирламчи мотор билан синхрон частота n_1 дан 4—5 % юкори частотада айлантирилса, $n_2 > n_1$ ва $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$ манфий бў-

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 факат 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 қийматидан катталашади. Шу сабабли ротор чулғамидан ўтади тезда ток ҳам ошади. Ишлаб турган моторни бундай режимга ўтказиб тезда тўхтатиш учун статорнинг икки фазаси ўрниларини 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 статордаги 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 қиймати статорга берилган ўзгармас ток, ротор занжирига киритилган актив каршилик ва моторнинг бошланғич айланиш частотаси қийматлари 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 , айлангирувчи моменти M , қувват коэффиценти $\cos \varphi$, статор токи I_1 ва фойдали иш коэффиценти η нинг мотор валидаги фойдали механик қувват P_2 га (юкламага) боғланишини ифодаловчи эгри чизиклар А.м.и.т. дейилади. А.м.и.т. ни тажриба асосида ёки



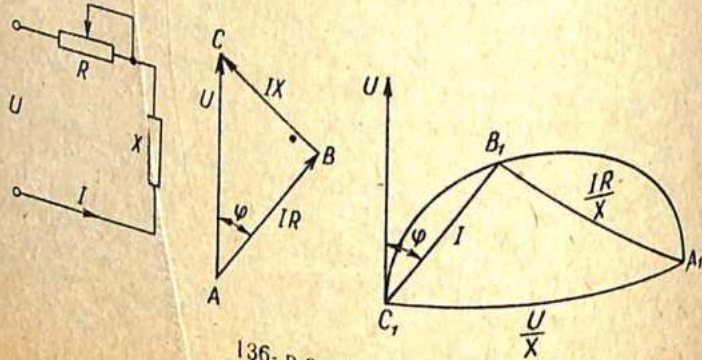
135-расм

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 ўкига бир оз қия чизик билан ифодаланади. Моторнинг айлантирувчи моменти $M = 9550 \frac{P_2}{n_2}$ бўлгани учун

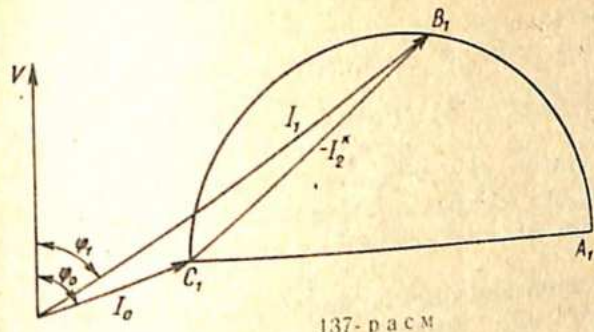
$M = f(P_2)$ боғланиш ҳам абсцисса ўкига нисбатан юқорига бир оз қия чизик билан тасвирланади. Асинхрон моторнинг магнитловчи I_0 токи номинал токнинг анча катта қисмига тенг, яъни $I_0 \approx (0,3 \div 0,4) I_{\text{н}} = \text{const}$ бўлгани сабабли салт ишлаш режимида $\cos \varphi_1 = 0,2 \div 0,3$ чегарасида бўлади. Юклама P_2 киймати ҳам кўпайиб, P_2 номиналга яқинлашганда $\cos \varphi_1 = 0,7 \div 0,9$ гача кўтарилади. Юкламанинг номинал ва ундан ортиқроқ кийматларида 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 коэффициенти $\eta = f(P_2)$ боғланишини аниқлашда, ротор ўзагининг кизишига сарф бўлган қувват исрофи ҳисобга олинмайди. Чунки ротор токининг частотаси жуда кичик ($1-2$ Гц). Статор ўзагининг кизишига сарфланган қувват исрофи юкламага деярли боғлиқ эмас, унинг чулғамининг қизитишга сарфланган қувват исрофи эса токнинг квадратига пропорционал равишда ўзгаради.

135-расмда А.м.и.т. кўрсатилган.

279. Круговая диаграмма асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг доиравий тасвири. 136-расмда асинхрон моторнинг доиравий диаграммасига доир схема кўрсатилган. Унда актив R_2 қаршилиги ўзгарадиган, индуктив X қаршилиги ўзгармас занжир учун тузилган кучланишлар учбурчаклиги томонларини X га бўлиб, ток векторининг тоқлар доираси ясалади. Агар актив қаршилиги $R_2 = 0 \div \infty$ чегарасида ўзгаради деб қабул қилинса, ток векторининг

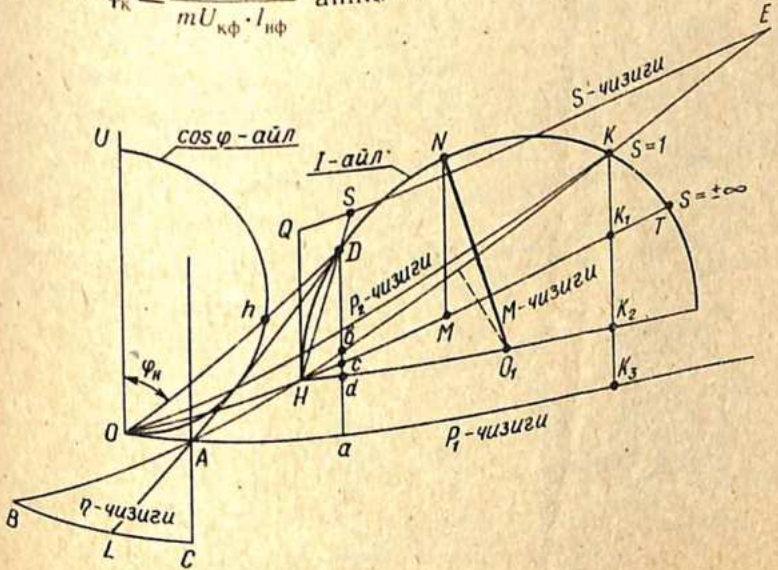


136-расм



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 нуқтаси 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 режимида $P_0, U_0 = U_n$ ва I_0 кийматларини ўлчаб, улардан $\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{mU_{\text{нф}}I_{\text{нф}}}$ 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 ифодалардан топилади: $I_{к1} = I_{к} \frac{U_n}{U_{к}}$; $P_{к1} = P_{к} \left(\frac{U_n}{U_{к}} \right)^2$. А.м.д.т. ни тузишда унинг

актив ва индуктив каршиликлари шартли равишда ўзгармас деб қабул қилинади. 138-расмда А.м.д.т. дан фойдаланиб, унинг иш тавсифларининг параметрларини аниқлашга доир тасвир кўрсатилган.

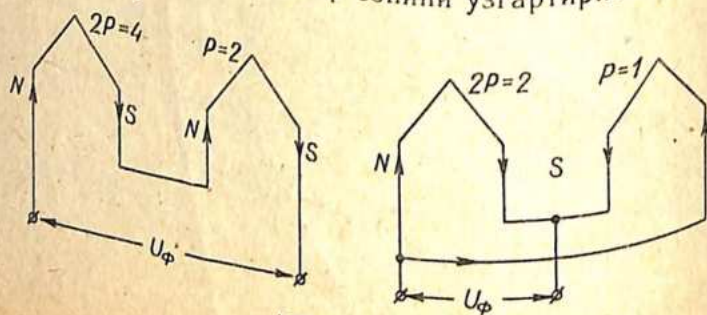
280. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя — Асинхрон моторнинг айланиш частотасини ростлаш. Асинхрон моторнинг айланиш частотаси, унинг $n_2 = n_1 (1 - S) = \frac{60f}{p} (1 - S)$

ифодаларига кўра, уч хил усулда: 1) электр тармоғидаги кучланиш частотаси f ни ўзгартириш; 2) статор чулғаидаги 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 киймати ва частотасини кенг диапазонда ўзгартириб бевучи частота ўзгарткичлардан фойдаланилади. Бундай усул билан ростлашда сунъий механик тавсифларнинг биқирлиги табий тавсиф биқирлигидан деярли фаркланмайди. Частота ўзгарткичлардан энг истикболлиси тиристорли частота ўзгарткичидир. Бундай ўзгарткичлардан фойдаланиб, минутига 100—200 марта айланувчи юкори частотали асинхрон моторлар яратилган. Бошқа усуллар билан бундай моторлар яратиш мутлақо мумкин эмас. Лекин техника иктисодий кўрсаткичлари юкори бўлган тиристорли частота ўзгарткичларни амалда қўллаш масаласи ҳали тубдан ҳал этилмаган. Шу сабабли бу истикболли усул ҳозирча кенг тарқалмаган.

Асинхрон моторнинг айланиш частотасини поғоналаб 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.



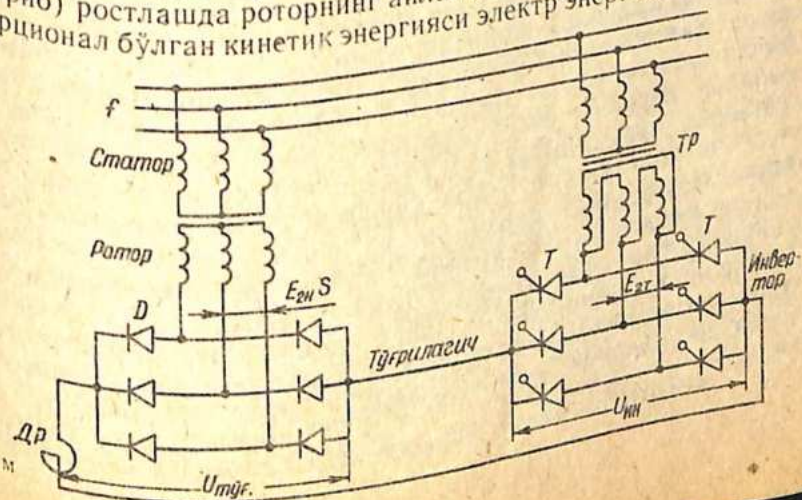
139-расм

Асинхрон моторнинг айланиш частотасини учинчи усулда ростлашда $n_2 = n_1 (1 - S)$, $M \equiv U_{1\phi}^2$ ва $S = \frac{3(I_2^2 R_2)}{\omega_1 M}$ тенг-

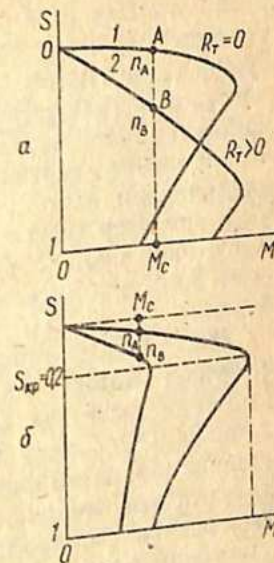
ламадан фойдаланилади. Бўнинг учун фазавий ротор чулғаи занжирига қўшимча R_2 актив каршилик киритиб, S ва демак, n_2 киймати ростланади. R_2 ни кизитишга сарфланадиган қувват исрофи айланиш-ни ростлаш диапазониға пропорционал бўлганлиги сабабли бунда моторнинг айланиш частотасини номиналга нисбатан фақат 20 ÷ 30 % пастга ростлаш тавсия қилинади. Қисқа туташтирилган мотор частотасини бу усулда ростлаш учун статор чулғаиға бериладиган кучланишни ўзгартириш имкони бўлиши керак. 140-расм, а да ротор занжирига актив каршилик киритиш ва б да статорга бериладиган кучланишни ўзгартириш йўли билан частотасини ростлаш графиги кўрсатилган.

281. Асинхронно-вентильный каскад — Асинхрон-вентиль каскади. Фазавий роторли моторнинг айланиш частотасининг сирпаниш кийматини ўзгартириш йўли билан 2:1 диапазонда тежамли ростлаш мақсадида А.в.к. дан фойдаланилади. Бунда ротор занжирига ташки R_2 актив каршилик ўрнига $E_{2\tau} \cdot S$ ЭЮК га мос ёки унга тескари $E_{2\tau} \pm E_{2\tau}$ бўлади. Нати-

жада $E_{2\tau}$ ЭЮК билан I_2 токни ва демак, айлантирувчи момент $M = K_m \Phi_2 \cos \varphi_2$ кийматини юклама momenti M_c га нисбатан ўзгартириш имкони туғилади. Бундай усул билан айланиш частотасини (пасайтириб) ростлашда роторнинг айланиш частотасини сирпаниш-га пропорционал бўлган кинетик энергияси электр энергияга айланиб,



141-расм

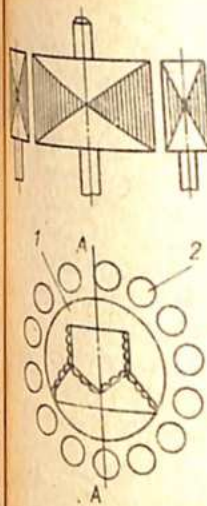


140-расм

мотор уланган электр тармоғига қайтарилади, шу сабабли бундай ростлаш тежамли бўлади. 141-расмда А.в.к. нинг бош занжир схемаси кўрсатилган. Унда ротор токи D диодлари билан тўғриланиб, инвертор оркали электр тармоғига қайтарилиши мумкин. Агар ротор частотаси икки марта камайтирилса, мотор кувватининг тахминан 40 проценти вентиль ўзгартгич воситасида электр тармоғига қайтарилади. Ротор занжирига берилаётган E_2 , ЭЮКни ўзгартриш учун инвертор тиристорларининг очилиш бурчагини ростлаш кифов. А.в.к. нинг кичик 2 : 1 диапазонда ростланадиган вентильатор, 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. Бундай пахта териш машинасининг шпинделлари К.р.а.м. нинг роторлари вазифасини бажаради. Бунинг учун ҳар бир шпинделга мис ёки алюминий ҳалка (қисқа туташтирилган чулғам) ўрнатиш кифов. К.р.а.м. нинг статорига иккита уч фазали чулғам жойланади. Иккита статорни пахта териш машинаси шпинделлар барабанининг ичига ўрнатиб, унинг чулғамларига уч фазали ток берилса, статорлар ҳосил қарама-карши томонларга айланувчи магнит майдонлар бўлади. Бундай чулғамларда ток индукцияланиб, улар ҳаракатга келади. Натижада шпинделларда пахта териш технологиясига мувофиқ бир томонга айланиб, пахта теради, иккинчи гуруҳ шпинделлар эса тескари томонга айланиб, илашган пахталарни тароклар ёрдамида аравага узатади. Бундай моторнинг фойдали иш коэффициентини $\eta = 0,4 \div 0,5$. К.р.а.м. дан пахта териш машинасида фойдаланиш, унинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини анча кўтаради.

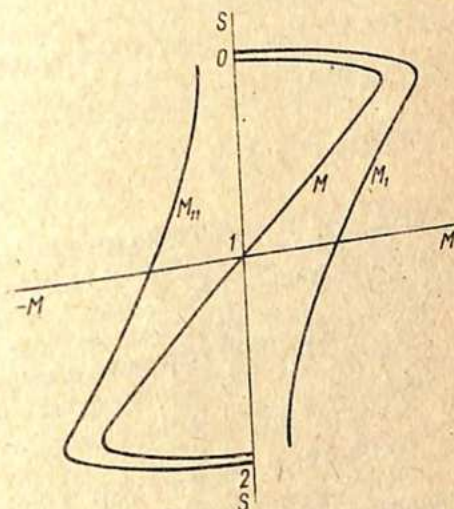
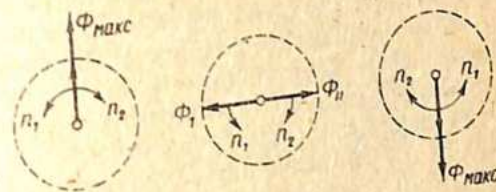
283. **Однофазный асинхронный двигатель** — Бир фазали асинхрон мотор. Бир фазали қисқа туташтирилган роторли моторларнинг энергетик кўрсаткичлари уч фазали моторларникидан анча паст бўлади. Шу сабабли улардан кўпинча кичик кувватли қўл асбобларида қўлланади. Бир фазали аппаратларининг электр юритмасида фойдаланиш айланувчи ишга тушириш моменти ҳам ҳосил бўлмайди. Шу сабабли бундай мотор статорига бир фазали ишга тушириш чулғамлари ўрнатилади. Бунда қўшимча актив, индуктив ёки сивақли чулғамлар воситасида иш ва ишга тушириш чулғамларидаги токлар фазаси 90° га сурилиб, бир фазали моторнинг ишлаши учун зарур бўлган айланувчи магнит майдони ҳосил бўлади. Ишга тушириш жараёни тугагач, ишга тушириш чулғамлари токлардан ажратилади. Бунда иш чулғамидagi бир фазали токлар пульсацияланувчи магнит майдони ҳосил бўлади. Бу майдоннинг амплитуда билан қарама-карши томонга айланувчи иккита



142-расм

143-расм

$$\Phi_1 = \Phi_2 = \frac{\Phi_{\max}}{2}$$



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 чулғамини сабабини тармоғидан ажратилганда уларнинг тўхтаб қолмаслиги айланувчи осонгина тушуниш мумкин. Бир фазали моторларда айланиш магнит майдонини ҳосил қилиш учун аён кутбларнинг фойдаланилади. Бунда бир фазали чулғам ўралган аён кутбларнинг бир учига мис халка кийгизилади. Кутб чулғамларидаги ток билан мис халкада 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, вентильатор ва шу кабиларнинг кичик кувватли юритмаларида фойдаланилади.

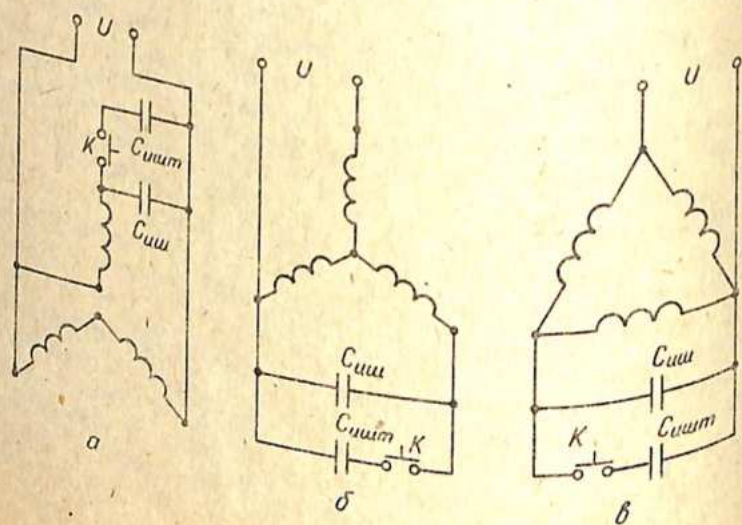
284. **Двухфазный асинхронный двигатель** — Икки фазали асинхрон мотор. Ишга тушириш жараёни тугагандан кейин ҳам ишга тушириш чулғамини конденсатор оркали электр чулғамига уланганича қолдирган бир фазали мотор И.ф.а.м. (ёки конденсаторли конденсатор дейилади). Бундай моторларнинг кувват коэффициентини яқин бўлса-да, туфайли анча юқори (уч фазали моторларникига яқин) бўлади. $M_{\max}$ кийматини ишга тушириш моменти кичик $M_{\max} \approx 0,3 M_n$ бўлади.

ошириш учун ишга тушириш чулғамидаги конденсатор сифимиз параллел равишда ишга тушириш конденсатори уланади. Конденсаторлар қиммат бўлгани сабабли бундай моторлар кам қўлланилади.

285. Работа трехфазного асинхронного двигателя от однофазной сети — Бир фазали тармокдан ишлатиладиган уч фазали мотор Кишлокларда, сув хўжалиги ва қурилишнинг айрим узок объекларида факат бир фазали тармокдан фойдаланишга ҳам тўғри келади. Бунда уч фазали асинхрон моторларни бир фазали тармокдан ишлатиш учун кўпинча сифимий фаза силжиткичларидан фойдаланилади. 144-расмда уч фазали моторларни бир фазали электротармоғига улаб ишга тушириш схемалари кўрсатилган. Бу схемаларнинг иш чулғами занжиридаги конденсаторлар $C_{иш}$ сифими куйидагича: а схемада $C_{иш} = 2740 \frac{I_{ин}}{U_{ин}}$ мкФ, б схемада

$C_{иш} = 2860 \frac{I_{ин}}{U_{ин}}$ мкФ, в схемада эса $C_{иш} = 2800 = \frac{I_{ин}}{U_{ин}}$ мкФ. Бунда $I_{ин}$ — уч фазали моторнинг номинал токи ва кучланиши. Ишга тушириш моментини номинал моментгача кўтаришда ишга тушириш конденсаторининг сифими $C_{ишт} = (2,5 \dots 3) C_{иш}$; максимал моментгача кўтаришда $C_{ишт} = (6 \dots 8) C_{иш}$ бўлади.

286. Однофазный коллекторный двигатель — Бир фазали коллекторли мотор. 145-расмда кетма-кет кўзғатишли Б.ф.к.м. нинг уланishi схемаси кўрсатилган. Бундай мотор статоридаги аён кутбларга якори чулғамига кетма-кет уланган кўзғатиш (К.) ва компенсацияловчи (К) чулғамлари ўрнатилади, кўшимча кутбга эса (К) чулғам жойланади. Бунда К чулғам коммутацияни яхшилашга, К чулғам эса якори реакциясини камайтириш ва моторнинг кувват коэффициентини оширишга хизмат килади. Мотор якори ва кўзғатувчи чулғамдан ўтаётган ўзгарувчан ток бир хил бўлганлиги сабабли якори токи ва



144-расм

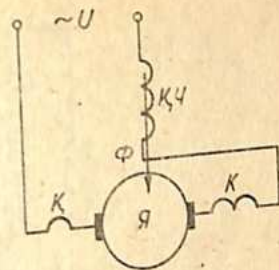
статордаги магнит окими айна бир вақтда ўзгариб, натижада бир томонга йўналган айлантуруви момент ҳосил бўлади. Бу момент иккиланган $2f$ частотада пульсацияланади ва унинг ўртача миқдори

$$\frac{M_{макс}}{2}$$

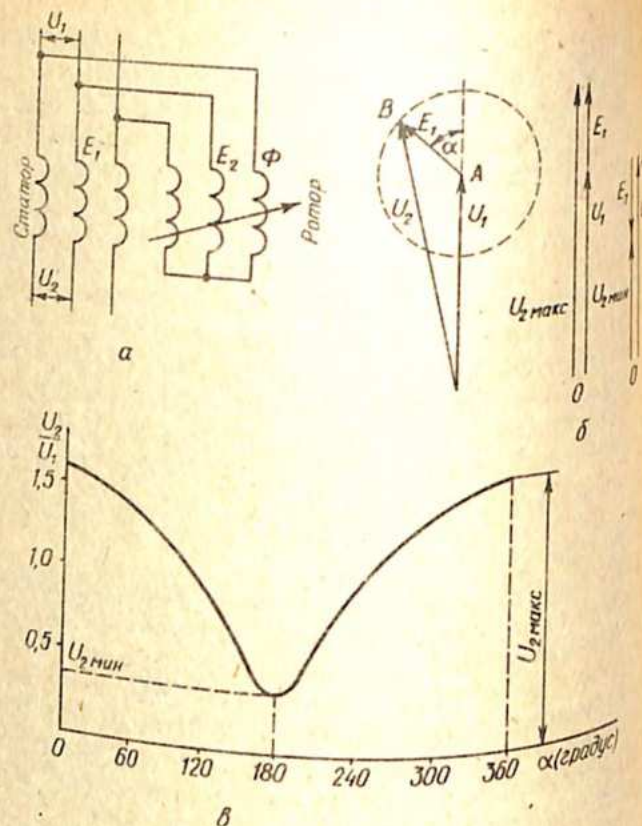
бўлади. Асосий магнит окими ҳам пульсацияланувчи бўлиб, ундан якори чулғамидаги токка тескарий йўналган f_1 частотали ЭЮК ҳосил бўлади. Шу сабабли бундай моторнинг ишлаш принципи кетма-кет кўзғатишли ўзгармас ток моториникидан фарк қилмайди. Катта айланish частоталарда бундай моторларда $\cos \varphi$ анча юкори бўлади ва шу сабабли улар $8000 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ га қадар частоталарга хисоблаб чиқарилади.

287. Универсальный двигатель — Универсал мотор. Кичик кувватли коллекторли моторлар кўпинча компенсацияловчи чулғамсиз ва кўшимча кутбларсиз тузилишда ўзгарувчан ва ўзгармас токларда ишлашга мўлжаллаб чиқарилади. Шу сабабли бундай моторлар У. м. дейилади. Куввати 5—270 Вт бўлган У.м. лардан электронасосбоблар, вентиляторлар, чанг сурувчи аппаратлар, тикув машиналарининг юритмаларида кенг фойдаланилади. У.м. лар 2700, 5000 ва $8000 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ айланish 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. Истеъмоқчиларга 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 берилса, ротор чулғамлари учига электр тармоғидан U_1 кучланиш берилса, ротор токидан 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 олинандиган) U_2 кучланиш U_1 ва E_1 ларнинг геометрик йиғиндисидан 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 $\frac{U_2}{U_1}$ нисбатининг роторнинг бурилиш бурчаги α га боғланиш графиги кўрсатилган. Саноятимиз куввати 1000 кВА, кучланиши 10 кВ гача бўлган МА-195 типдаги ва куввати 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

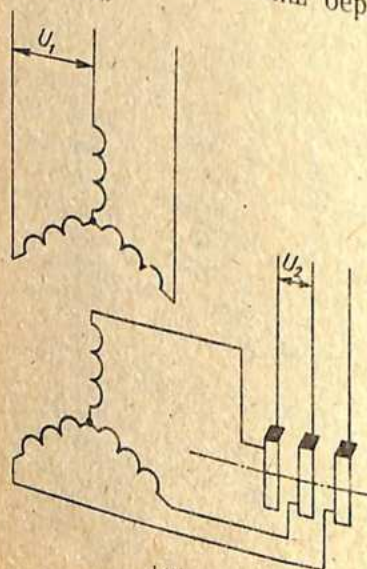


145-расм



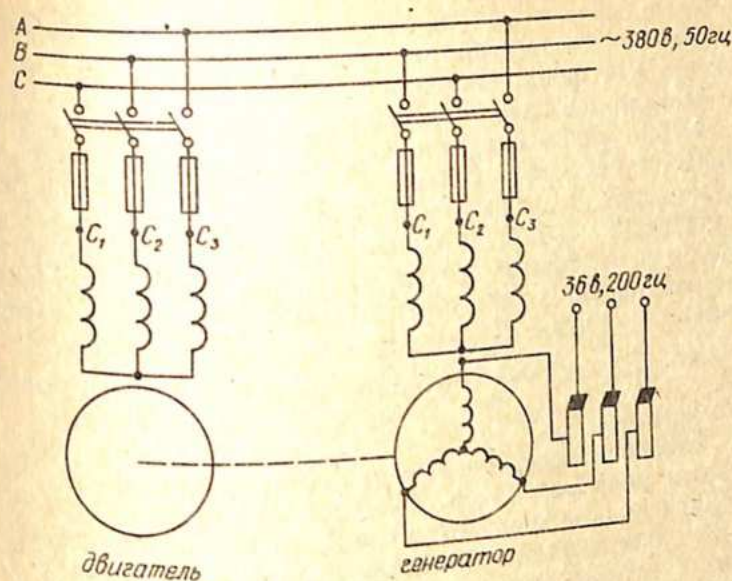
146-расм

фойдаланилади. И.р. сифатида кўпинча ротори тормозланиб қўйилган фазавий роторли асинхрон мотор ишлатилади. Бунда статор чулғамига U_1 кучланиш берилиб, ротор чулғамидан U_2 кучланиш олинади.

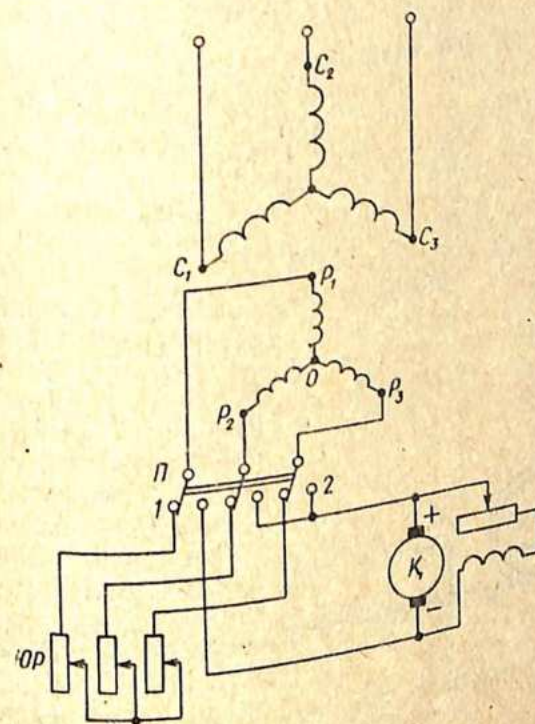


147-расм

289. Фазорегулятор — Ф.р. Ростлагич. Ф.р. билан электр ис-теъмолчисига бериладиган кучланишнинг фазаси ўзгарилади. Унинг тузилиши ҳам ротори чарвякли узатма билан тормозланган фазавий роторли асинхрон моторга ўхшайди. Аммо Ф.р. нинг статор ва ротор чулғамлари индукцион-ростлагичники сингари электр боғ-ланишга эга эмас. 147-расм-да Ф.р. нинг уланиш схемаси кўрсатилган. Бундай ростлагич роторини буриш билан унинг чул-ғамиданги U_2 кучланиш фазасини статор чулғамиданги U_1 фазасига нисбатан ростлаш имконини бери-ди. Саноатимизда куввати 1 кВт



148-расм



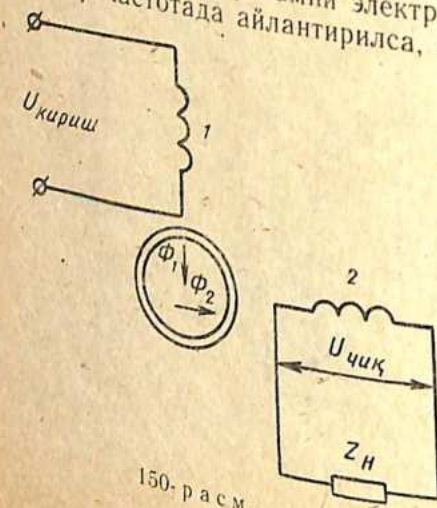
149-расм

290. Асинхронный преобразователь частоты — Асинхрон частоты 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-расм. И-75 типдаги А.ч.ў. нинг принципаал схемаси кўрсатилган. Бунда ўзгарткичнинг моторига электр тармоғидан берилган 50 герц 380 В кучланиш унинг генераторида 200 герцли 36 В кучланишга айлантирилади. Ундан қўйларнинг жунини қиркадиган асбобларга 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 реостатлар билан чулғами махсус алмашлаб улагич Л оркали ишга тушириш мумкин. Демак, аввал бу машина моторнинг роторли мотор сифатида ишга туширилади. Сўнгра алмаштилари айланиш частотаси асинхрон частотага тенглашгач, алмаштилари улагич -П ни бошқа вазиятга ўтказиб, ротор чулғамига ўзгармас билан ишлай бошлайди.

292. Асинхрон

292. Асинхронный тахогенератор — Асинхрон тахогенератордан турли валлардаги айланиш частоталарини ўлчашда фойдаланилади, 150-расмда А.т.нинг схемаси кўрсатилган. Бундай генераторида бир фазали электр тармоғига уланадиган кўзга чулғами 1 ва унга нисбатан 90° бурчакка сурилган ротор 2 ўрнатилган бўлади. Генератор ротори ичи ковак жез цилиндр иборат. Агар 1 чулғамни электр тармоғига улаб, генератор бўлган бирор частотада айлантирилса, 1 чулғам токидан ҳосил бўлган чулғам

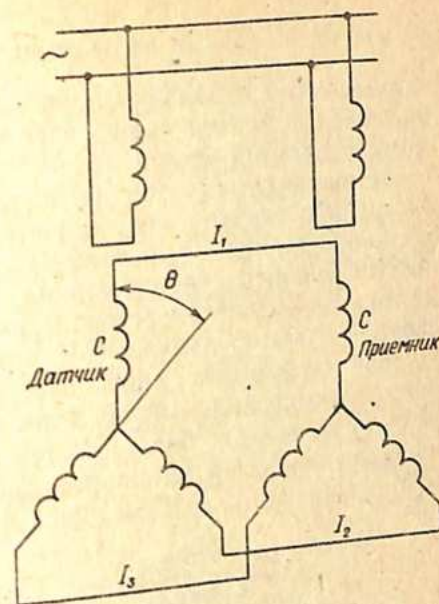


150, p a c m

293. Сельсин — С
валдаги механик харакат

158

маълум масофадаги
бир валга электр усулда,
механик боғланишсиз
синхрон равишда, ўзгармас
қийматда шу ондаёқ узатадиган
эки уни қабул қилиб, қайта
трансформациялайдиган индукцион
электр машинаси С. дейилади.
Слар тузилишига кўра кон-
тактли ва контакtsiz турларга
болинади. Контактли С. стато-
рига бир фазали электр тармо-
қига уланадиган чулғам ўрнати-
лади. С. роторига юлдуз схема-
да уланган уч фазали чулғам
қўйилади, унинг учлари кон-
такт халқаларига бириктирила-
ди. Контактsiz С. статорига эса
чулғам ўрнатилади.
Унинг бирламчи кўзғатиш чул-
ғами бир фазали электр тармо-
қига уланади. Бу чулғам ўқиға



151-расм

...фазази электр тармо-
...уланади. Бу чулғам ўқиға
...равишда иккиламчи уч фазази чулғам жойланади. С. ротори
...ялаб кетган номагнит катлам билан икки бўлакка бўлинган пўлат
...индранд иборат. Номагнит катлам воситасида ротордаги магнит
...ининг йўналиши 90° га бурилади. Умуман С. ли узатма
...С. дан иборат бўлади. Бу С. лар ўз вазифаларига кўра сельсин
...рик ва сельсин приёмник деб юритилади. С. лардан таклидчи
...ритма ва ...

294. Сельсин датчик — Сельсин датчик. С. д. роторининг ва
астаки усулда ёки бирор механизмнинг буйрук берувчи органи
кали автоматик равишда ҳаракатга келтирилади. С.д. нинг статори
кали бу ҳаракатни электромагнитнинг бошка валга механик
лиани асосидан фойдаланилади.

Сельсин приёмник — Сельсин, приёмник. Сельсин датчик синхрон рэвншда (яъни электр усулда) синхрон рэвншда узатманинг маълум масофадаги узатманинг айлантирилиб, синхрон рэвншда қайта такрорланади. 151-расмда С.п. дан иборат сельсинли узатманинг схемаси кўрсатирилган.

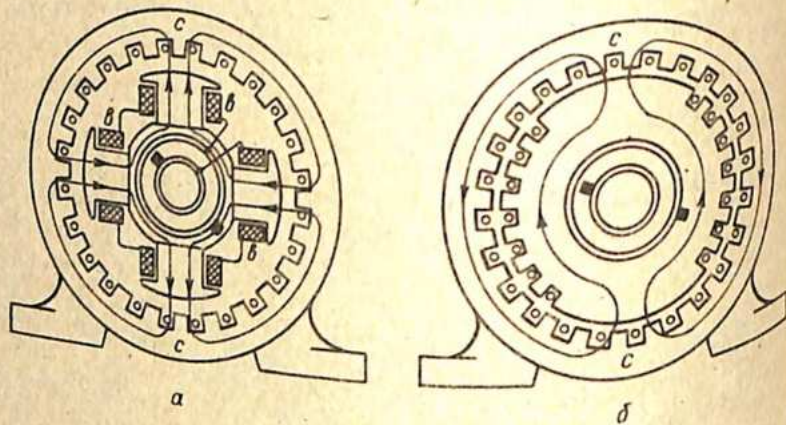
XII БУЛИМ
ВА МОТОРЛАР

296. Синхронные машины — Синхрон машиналар. Ротори айланиш частотаси ва статордаги токдан ҳосил бўлган айланма магнит майдоннинг айланиш частотаси бир хил, яъни

159

$n_p = n_{ст} = \frac{60f}{p}$ бўлган уч фазали ўзгарувчан ток машиналари

дейлади. Бунда айланувчи магнит майдони ротор билан бир томонга айланади. С.м. ҳам бошқа 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 айландиган 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 ноаён кутбلى тузилишда тайёрланади. Гидротурбиналар билан аёл частоталарда айлантириладиган синхрон гидрогенераторларга аёл буг турбиналари билан юқори частоталарда айлантириладиган синхрон турбогенераторларга эса, ноаён кутбلى роторлар қўйилад



152-расм

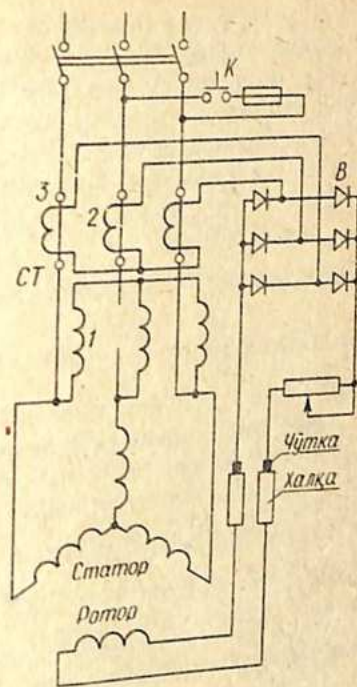
роторлари кўрсатилган. Ротор кутбларига ўзгармас ток билан таъминладиган кўзгатиш чулғами ўрнатилади. Бу чулғам ток билан С.м.нинг асосий магнит майдони ҳосил бўлади.

297. Синхронный генератор — Синхрон генератор. Механик энергияни уч фазали ўзгарувчан токка айлантирадиган синхрон электр машинаси С.г. дейлади. С.г. нинг ишлаш принципи Э.м. индукция конунига асосланган. Агар магнит майдонда Э.м. ҳосил қилинган ротор номинал частотада айлантирилса, статорга юлдуз ёки учбурчак схемасида уланган уч фазали чулғамда Э.м. юзага келади ва бу чулғам уч фазали симметрик юкларга уланади. Генераторда уч фазали ток ҳосил бўлади. Бу ток: фазалари ҳам Э.м. фазалари сингари ўзаро 120° бурчакка силжиган бўлади. Роторнинг айланишлар частотаси n_p жуфт кублар сони p ва статор чулғамидан ўтадиган уч фазали токнинг частотаси f бўлади. Бу боғланишдан фойдаланиб, $n_p = \frac{60}{p} f$ ифода билан боғланади. Бу боғланишдан фойдаланиб, частотаси $f = 50$ Гц бўлган ток ҳосил қилиш учун жуфт кутблар

$p = \text{const}$ бўлганда n_p қийматини, $f = \text{const}$ бўлганида эса p қиймати тасолаб топилади. Генераторнинг уч фазали токидан роторнинг айлануш частотасига тенг частотада ва 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 ёзаро қўшиш ёки айириш мумкин.

298. Возбуждения синхронного генератора — Синхрон генераторни кўзгатиш. Синхрон генераторнинг асосий магнит майдонини ҳосил қилиш учун ўзгармас ток манбаи сифатида кўзгатиш (параллел кўзгатишли ўзгармас ток генератори) ёки бирор қандайдиган статик тўғрилагичдан фойдаланилади. Кўзгатишлар асосан 100 КВА дан юқори 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 улануш схемаси кўрсатилган. Бунда 1-стабиллаштирувчи трансформатор СТ нинг статор чулғамига параллел уланган бирламчи чулғами, 3 эса нинг кетма-кет уланган бирламчи чулғами, 2-стабиллаштирувчи трансформаторнинг иккиламчи (генератордаги кучланишни статик тўғрилагич (В) га пасайтириб мослаб берувчи) чулғами. Ўз-ўзини кўзгатиш жараёнини тезлаштириш учун синхрон генераторни ишга қўлиришда унинг икки фазасини кнопка К билан қиска туташтириб, колдик магнетизмдан ҳосил қилинган ЭЮК ($E_{кол}$) дан 3 чулғамда кетма-кет ҳосил қилинади ва демак, 2 чулғамдаги ЭЮК тез қайтарилади. Бунда статик тўғрилагичдан чўтка ва халқалар билан ротор чулғамига бериладиган кўзгатиш токи ҳам тез бўлиб, генератор жадаллик билан ўз-ўзини кўзгатиш принциpidа ишлай олади. Ҳозирги пайтда механик тўғрилагичлар ўзлаштирилган. Роторда 30...50 кВт қувватли синхрон генераторлар қўйилади. Статорга қўйиладиган синхрон генераторнинг ротори валидаги халқалар ва чулғамас чўткалар ўрнига механик тўғрилагич қўйилади. Айланивчи ротор чулғамларидаги уч фазали чулғам ўрнатилади. Статорга қўйиладиган ўзгарувчан ЭЮК механик тўғрилагичга берилди ва ундай қилиб, генератор ўз-ўзини кўзгатиш принциpidа ишлай олади.



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 қадамли схемаларда тайёрланади ва куйидаги 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 қадами (секция кенглиги), $Y_\phi = \frac{2}{3}\tau$ — фазавий қадам, $\alpha = \frac{\pi}{Q}$ — ариқчалар орасидаги бурчак, Q — статор

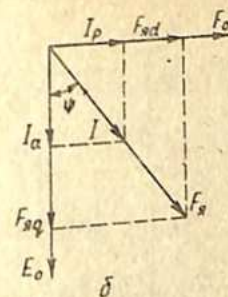
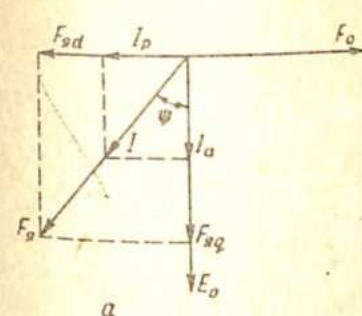
ўзагининг кутб кенглиги орасидаги ариқчалар сони.

300. ЭДС обмотки статора — Статор чулғамидаги ЭЮК. Статор чулғамининг ҳар бир ўтказгичида ҳосил бўладиган ЭЮК нинг ўртача e_s киймати электромагнит индукция қонунига мувофиқ $e_s = B_s \frac{d\Phi}{dt}$ бўлади. Бундан $\pi D = 2\pi\tau$, $v = \frac{\pi D n}{60} = \frac{2\pi\tau n}{60}$ ва $f = \frac{pn}{60}$ бўлганлиги сабабли, $v = 2f\tau$ ва $e_s = B_s 12f\tau = 2f\Phi$ келиб чиқади. Ҳар бир ўртача икки ўтказгичдан иборат ва ЭЮК нинг эффектив киймати ва ўртача кийматлари нисбати $\frac{E}{E_s} = 1,11$ бўлганлиги сабабли бир ўрамдаги

ЭЮК $E = 2,11e_s = 4,44f\Phi$ бўлади. Статорда кўпинча икки қатламли қадами кискартирилган, сочилган схемали уч фазали чулғамининг қўлланилади. Шунга биноан, ω ўрамдан иборат статор чулғамининг ҳар бир фазасидаги ЭЮК нинг эффектив киймати $E = 4,44\omega K_\phi K_p$ тенгдир. Бунда $K_r = K_{\text{соч}} \cdot K_\phi = 0,9 \dots 0,95$ — чулғам коэффициентини, $K_{\text{соч}} = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\alpha \sin \frac{\alpha}{2}}$

$= \sin \frac{\gamma}{\tau} 90^\circ$ — қадамнинг кискариш коэффициенти, $K_\phi = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\alpha \sin \frac{\alpha}{2}}$ — чулғамнинг сочилиш коэффициенти.

301. Реакция якоря синхронного генератора — Синхрон генераторнинг якорь реакцияси. ЭЮК ҳосил қилинадиган чулғамнинг статор чулғами деб олингани сабабли, синхрон генераторнинг ротор 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. ҳисобланади. Ўзгарувчан ток машиналарида якорь реакцияси юқламоқчи токининг кийматидан ташқари, унинг характерига ҳам боғлиқ бўлади. Амалий ҳисоблашларда синхрон генератор қувват этувчисидан ҳосил бўлган бўйлама магнит оқими камайтиради. Юклама токининг асосий магнит оқимига таъсир қилгани, шу сабабли уни қўйиб, иккинчи томонда сустлаштириб, кутбнинг бир томонида зўрайган, иккинчи томонда сустлаштирилган магнит оқими юзага келтиради. 154-расм, а да синхрон генераторнинг



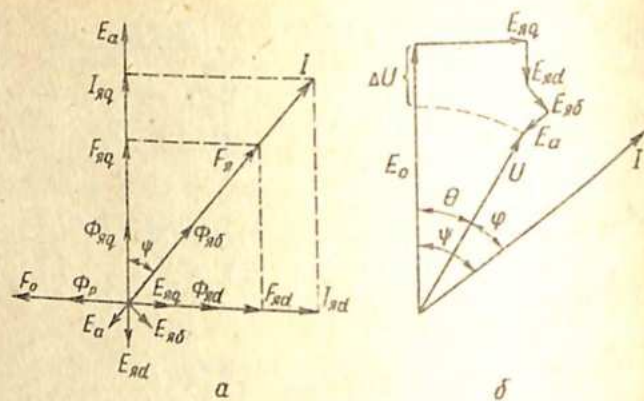
154-расм

ЭЮК ларининг актив-индуктив юкламадаги, 154-расм, б да актив-индуктив юкламадаги вектор диаграммалари кўрсатилган. С.г.я.р. магнитсизлантириш таъсирини йўқотиш учун унинг кўзгатиш токини кўпайтириш кифоя. Аммо бу кўзгатиш токининг номиналдан кўзгатиш чулғамини хавфли даражада киздириб юбориши мумкин.

302. Векторные диаграммы синхронного генератора — Синхрон генераторнинг вектор диаграммалари. Синхрон генераторнинг юклама режимидagi номинал (U_n) кучланиши, якорь реакцияси таъсири юклама якорь чулғамидаги кучланишининг тушуви ҳисобига, унинг салт шаклидаги ЭЮК E_o дан $30 \div 50\%$ паст бўлади. Демак, бунда кучланишни пасайиши $\Delta U_n \% = \frac{E_o - U_n}{U_n} 100 \leq 30 \dots 50\%$ ни ташкил

қилади. ЭЮКлар тенгламасини тузиб, унга асосан С.г.в.д. ни тузишда ундан ΔU кийматини топишда ҳар бир МЮК тегишли ЭЮК ни ҳосил қилади, деб ҳисобланади. Ҳақиқатда эса турли МЮК лардан умумий магнит оқими Φ ҳосил бўлади. Демак, С.г.в.д. ни тузишда сунъий тегишда куйидаги ЭЮК лардан: $E_{aq} = I_a X_{aq}$ — якорининг кўндаланг реактив индуктив каршилиги; $I_a = I \cos \psi$ — якорь токининг актив қисмидан, $E_{ad} = I_a X_{ad}$ — якорининг тегишлича бўйлама магнит индуктив каршилиги; $I_a = I \sin \psi$ — эса унинг реактив ташкил этувчиси, $I_a = I \sin \psi$ — якорининг сочилган магнит оқимидан ҳосил бўлган ЭЮК, $E_{as} = I X_{as}$ — якорь чулғамининг индуктив каршилиги, $E_s = I R_s$ — якорь чулғамининг актив каршилиги R_s да кучланишининг тушувиға эквивалент ЭЮК.

303. Диаграмма Blondеля — Блондель диаграммаси. Магнит кутблари аён бўлган синхрон генератор учун ЭЮК ларнинг куйидаги тенгламасини тузиш мумкин: $\vec{U} = \vec{E}_o + \vec{E}_{aq} + \vec{E}_{ad} + \vec{E}_{as}$. 155-расм, а да кутблар, актив-индуктив нагрузкали генераторнинг МЮК лари тасвири, 155-расм, б да эса шу генератор ЭЮК ларининг вектор тасвири кўрсатилган. Ана шу ЭЮК лар тасвири Б.д. дейилади. Магнит кутблардан кучланишининг пасайиши ΔU киймати топилади. Симметрик



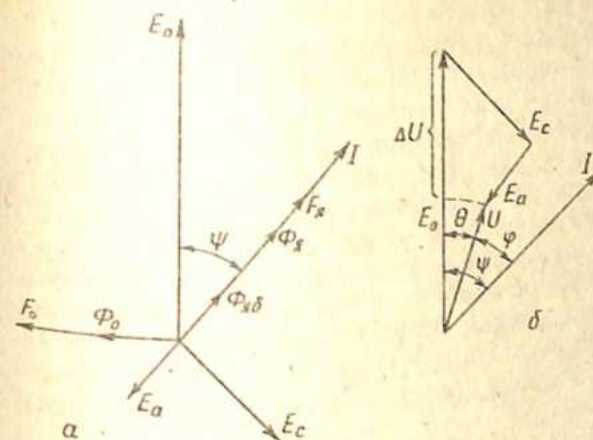
155-р асм

юкламада вектор тасвири бир фаза учун ясалади. Бунда юклама ток I билан E_0 орасидаги ψ бурчаги маълум деб ҳисобланади.

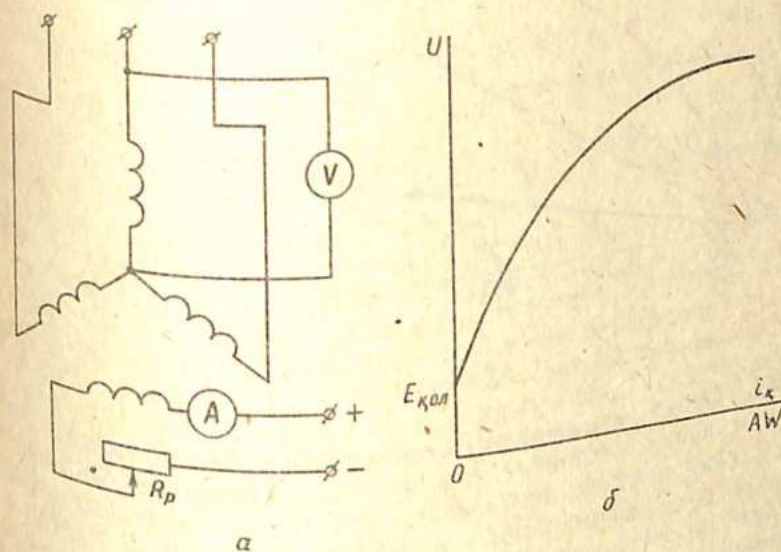
304. Векторные диаграммы неявнополусного синхронного генератора — Ноаён кутбли синхрон генераторнинг вектор тасвирлари. Ноаён кутбли синхрон генератордаги хаво оралиги кўндаланг ва бўйлама ўқлар бўйича бир хил бўлади. Шу сабабли $X_{\text{як}} = X_{\text{яд}}$. Бунда якорнинг МЮК ($F_{\text{я}}$) дан $\Phi_{\text{я}}$ магнит оқими, $\Phi_{\text{я}}$ дан эса, $E_{\text{як}} = I X_{\text{як}}$ ЭЮК ҳосил бўлади, деб қабул қилинади ($E_{\text{як}}$ — якорь магнит оқимининг асосий қисмидан ҳосил бўлган ЭЮК, $X_{\text{як}}$ — якорь реакциясининг индуктив қаршилиги). $\Phi_{\text{я}}$ ва $\Phi_{\text{як}}$ магнит оқимлари умумий токдан ҳосил бўлади. Шу сабабли $X_{\text{як}}$ ва $X_{\text{яд}}$ ларни қўшиб синхрон $X_{\text{як}} + X_{\text{яд}} = X_{\text{с}}$ — магнит кутблари ноаён генераторнинг тенгламасини қаршилиги. Демак, ЭЮК лар учун $\vec{U} = \vec{E}_0 + \vec{E}_{\text{як}} + \vec{E}_{\text{яд}}$ тенгламасини тузиш мумкин. Бунда $\vec{E}_{\text{с}} = I X_{\text{с}}$ — якорнинг умумий магнит оқимидан ҳосил бўлган ЭЮК. 156-рasm, а да кутблари ноаён синхрон генераторнинг МЮК (F) ларининг вектор диаграммаси, б да ЭЮК (E) ларининг вектор диаграммаси кўрсатилган. Синхрон генераторларнинг бу диаграммаларини ясада кутб ўзакларининг тўйиниши ҳисобга олинмайди. У амалий диаграммаларни тузишдаги на ҳисобга олинади.

305. Характеристика холостого хода синхронного генератора — Синхрон генераторнинг салт ишлаш характеристикаси. Синхрон генератордаги ЭЮК E_0 нинг кўзғатиш ток i_k га боғланиш ифодаси $E_0 = f(i_k)$ — С.г.с.и.х. дейлади. 157-рasmда синхрон генераторнинг салт ишлашдаги уланиш схемаси ва С.г.с.и.х. кўрсатилган. С.г.с.и.х. юклама уланмаган генератор роторининг номинал частотада айланишида, яъни $n = n_{\text{н}} = \text{const}$, $f = f_{\text{н}} = \text{const}$ бўлган шароитда олинади. Бунда кўзғатиш токи $i_k = 0$ бўлади, генератор қолдик магнетизмдан ҳосил бўлган ЭЮК $E_{\text{кол}}$ дан фойдаланиб ишга туширилади. Сўнгра кўшира борилади. Бунда ЭЮК аввал i_k га пропорционал равишда кутб ўзакларини тўйингандан кейин эса эгри чизик бўйича кўпайиб боради.

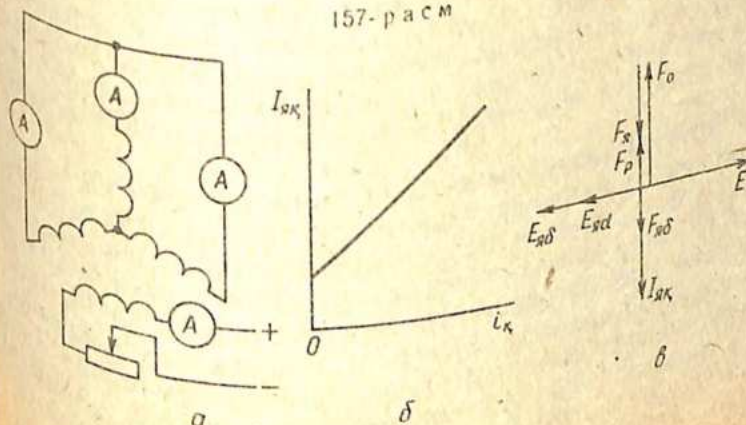
306. Характеристика короткого замыкания синхронного генератора — Синхрон генераторнинг қиска туташув характеристикаси. 158-рasmда синхрон генераторнинг қиска туташув тажрибон



156-р асм



157-р асм



158-р асм

159-р а с м

308. Внешняя характеристика синхронного генератора — это зависимость напряжения на клеммах генератора от тока нагрузки при заданном возбуждении и частоте вращения ротора. Синхронный генератор работает в режиме активной мощности, когда угол между напряжением и током равен нулю ($\cos \varphi = 1$). В режиме реактивной мощности он может работать как индуктивный генератор ($\cos \varphi < 1$) или как конденсаторный генератор ($\cos \varphi > 1$). При этом напряжение на клеммах уменьшается с увеличением тока нагрузки.

309. Внутреннее сопротивление генератора — это сумма активного сопротивления обмотки статора и реактивного сопротивления, обусловленного магнитным рассеянием. Оно влияет на падение напряжения при нагрузке. Чем меньше внутреннее сопротивление, тем выше напряжение на клеммах при заданной нагрузке.

310. Критический ток возбуждения — это такой ток, при котором генератор переходит из режима активной мощности в режим реактивной мощности. При этом напряжение на клеммах достигает своего максимального значения. Если ток возбуждения будет больше критического, генератор начнет выдавать реактивную мощность.

311. Коэффициент полезного действия генератора — это отношение механической мощности на валу к электрической мощности на клеммах. Он зависит от потерь в меди, железе и механических потерь. Обычно коэффициент полезного действия синхронных генераторов составляет 0,8–0,95.

312. Регулирование напряжения — это процесс поддержания постоянного напряжения на клеммах генератора при изменении нагрузки. Для этого используются регуляторы напряжения, которые автоматически изменяют ток возбуждения в зависимости от нагрузки.

313. Режим короткого замыкания — это режим работы генератора, когда его terminals замкнуты накоротко. В этом режиме ток в обмотках статора увеличивается до предельно допустимых значений, а напряжение падает до нуля. Это состояние опасно для изоляции и требует немедленного прекращения работы.

314. Предельная нагрузка — это наибольшая нагрузка, которую генератор может выдать без повреждения. Она определяется пограничными условиями нагрева обмоток и механической прочностью конструкции. Превышение этой нагрузки приведет к выходу генератора из строя.

315. Влияние температуры на характеристики генератора — это изменение параметров (сопротивления, коэффициента теплового расширения) в зависимости от температуры окружающей среды и самого генератора. Повышение температуры приводит к увеличению сопротивления обмоток и снижению эффективности охлаждения.

316. Проверка качества изготовления генератора — это комплекс мероприятий, включающий визуальный осмотр, измерение геометрических размеров, проверку электрических параметров (сопротивлений, индуктивностей) и испытание на холостом ходу и под нагрузкой.

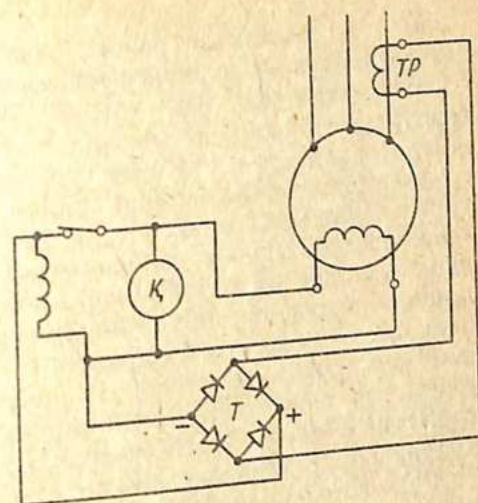
317. Эксплуатация генератора — это процесс его использования в соответствии с техническими требованиями. Сюда входит контроль за показаниями приборов, поддержание чистоты и сухости, своевременное обслуживание и ремонт. Правильная эксплуатация обеспечивает долгий срок службы и высокую надежность работы.

318. Ремонт генератора — это восстановление его работоспособности после поломки. Может включать замену изношенных деталей (щеток, коллектора), перемотку обмоток, регулировку подшипников и т.д. Ремонт должен выполняться квалифицированными специалистами.

319. Техническое обслуживание генератора — это регулярные мероприятия по проверке состояния оборудования. Включает в себя проверку уровня масла, натяжения ремней, чистоты контактов и т.д. Это помогает предотвратить возможные аварии и простои.

320. Безопасность при работе с генератором — это соблюдение правил техники безопасности. Важно помнить, что генератор производит высокое напряжение и ток. Необходимо использовать защитную одежду, избегать контакта с движущимися частями и не прикасаться к оголенным проводам.

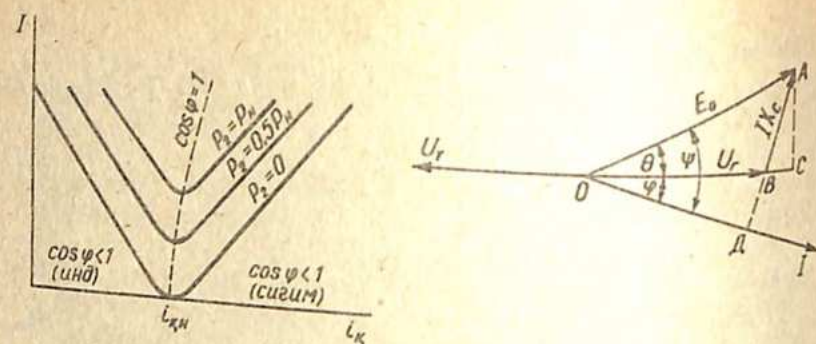
160-расм



161- p'a c m

309. Регулировочная характеристика синхронного генератора — график зависимости напряжения U от тока нагрузки I_n при постоянных частоте f и возбуждении E_n . Векторная диаграмма генератора при этом имеет вид, показанный на рис. 309. Регулировочная характеристика генератора строится по формуле $U = U_n + I_n R_a + I_n X_s \sin \alpha$, где U_n — напряжение холостого хода, R_a — активное сопротивление якоря, X_s — синхронное реактивное сопротивление, α — угол нагрузки. Характеристика строится для различных значений угла нагрузки α и частоты f . Векторная диаграмма генератора при этом имеет вид, показанный на рис. 309. Регулировочная характеристика генератора строится по формуле $U = U_n + I_n R_a + I_n X_s \sin \alpha$, где U_n — напряжение холостого хода, R_a — активное сопротивление якоря, X_s — синхронное реактивное сопротивление, α — угол нагрузки. Характеристика строится для различных значений угла нагрузки α и частоты f .

310. **Компаундирование синхронного генератора** — Синхрон генераторини компаундлаш. Юкламанинг ўзгаришида синхрон генератордан юкламага бериладиган кучланиш маълум сабабларга кўра гоҳ кўпайиб, гоҳ кўпайиб туради. Юкламанинг ўзгаришида кучланиш ўзгармаслиги учун генераторнинг кўзгатиш токини реостат орқали кўзгатиш чулғамидаги i_k токни ростлаш тежамлирок бўлади. Кучланишни автоматик равишда ўзгартирмай сақлаш учун махсус кучланиш ростлагичлари ёки махсус схемалардан фойдаланилади. Бундай махсус схемадан фойдаланиш С.г.к. дейилади. Масалан, компаундланган синхрон генераторнинг принципл раёсиде кўрсатилган. Унда юклама токнинг ортиши билан ток трансформатори (ТР) нинг иккиламчи чулғамидаги ЭЮК кўпайиб кўзгатиш T дан кўзгатиш K нинг кўзгатиш чулғамига бериладиган кучаяди ва натижада генераторнинг кўзгатиш токи кўпайиб, кучланиши автоматик равишда ўзгартирмай сақланади. Кўзгатиш ва кичик кувватли синхрон генераторларнинг кучланишини ўзгартирмай сақлаш учун махсус ростлагичлардан ҳам кенг фойдаланилади.

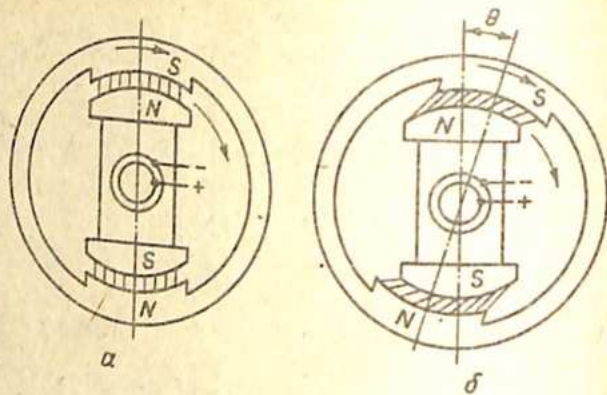


ноаён кутбли синхрон генераторининг электромагнит куввати $P_{\text{э}}$ ифодасини аниқлашга доир диаграмма кўрсатилган. Маълумки уч фазали токдаги актив кувват $P_2 = 3U_{\text{ф}} I_{\text{ф}} \cos \varphi$. Шу сабабли $P_{\text{э}} = 3E_0 I_{\text{ф}} \cos \varphi$ деб олиш мумкин. Бунда $U_{\text{Г}} \cos \varphi = E_0 \cos \varphi$, $AC = AB \cos \varphi = IX_c \cos \varphi = E_0 \sin \theta$; $\cos \varphi = \frac{AC}{AB} = \frac{E_0 \sin \theta}{IX}$ бўлади. Демак,

164-р а с м

315. Угловая характеристика синхронного генератора — Синхрон генераторнинг бурчак харак-теристикаси. Синхрон генератор-нинг электромагнит $P_{эм}$ ёки актив P_2 кувватини θ бурчагига боғлани-шини ифодаловчи $P_{эм} = f(\theta)$ гра-фиги С.г.б.х. дейилади. 165- расм-да С.г.б.х. кўрсатилган. Электро-магнит кувват ифодасига мувофиқ генераторнинг электр тармоғига берадиган актив куввати θ бурчак 90° га етгунча кўпайиб боради, 9 боради. Шунингдек, θ бурчак 90° параллел ишлашдаги тургунлиги хронлигини йўқотади. Шу сабабли θ бурчак 90° 255

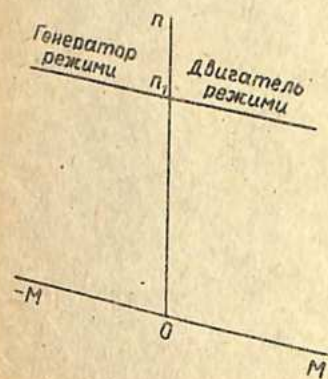
316. Синхронные двигатели — Синхрон моторлар. Айлануш частотаси ва йўналиши статордаги токдан ҳосил бўлган айланувчи магнит майдонининг айлануш частотаси ва йўналиши билан бир хил (синхрон) бўлган электр моторлар С.м. дейилади. С.м. нинг тузилиши синхрон генераторларнинг тузилишидан деярли фарк қилмайди. Бундай мотор статорига ҳам уч фазали чулғам ўрнатилади, роторига эса ўзгармас ток билан таъминланадиган кўзгатиш чулғамидан ташқари, уни асинхрон усулда ишга туширилади. Бу мулжалланган қисқа туташтирилган чулғам жойлаштирилади. С.м. асосан аён чулғамдан С.м. ни ишга туширишда фойдаланилади. С.м. асосан аён кутбди тузилишда чиқарилади. Унда қисқа туташтирилган ишга тушириш чулғами кутб бошмоқларига ўрнатилади. Аён кутбди С.м. куввати 40—12000 кВт, айлануш частотаси 125—1000 $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ га ҳисоблаб чиқарилади. Коэффициенти $\cos \varphi = 1$ ва ўзувчи $\cos \varphi = 0.8$ га хисоблаб чиқарилади. Юқори айлануш частотасида ишлайдиган синхрон моторлар ноаён кутбди тузилишда, 1300, 2000, 3000 кВт кувватларга хисобланиб чиқарилади. Бунда роторнинг яхлит пўлат ўзакли кутблари қисқа туташтирилган ишга тушириш чулғами ўртасидаги ҳаво оралиғи Синхрон моторлар статор ва ротори бўлади. С.м. нинг ишлаш генератордагига нисбатан кичикрок бўладиган уч фазали токдан ҳосил принципи ҳам статор чулғамига бериладиган ҳамда электромагнит кучлар бўладиган айланувчи магнит майдонига ҳамда С.м. нинг ишлаш принципига доир қонунига асосланган. 166-расмда С.м. нинг ток берилса, ротордаги модель кўрсатилган. Статорга уч фазали С.м. асинхрон мотор частота қисқа туташтирилган чулғам туфайли С.м. асинхрон частотаси асинхрон частота ишга туширилади. Сўнгра унинг айлануш частотаси асинхрон частотага $n_2 = n_1(1 - S)$ га тенглашганда роторнинг кўзгатиш чулғамига ўзгармас ток берилади. Бунда ротор ва статордаги кўзгатиш чулғами майдонларининг қарама-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 режимида ротор ва статор магнит кутбларининг ўқлари орасидаги θ бурчак нолга тенг, юклама режимида 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 кучланиш орасидаги θ бурчак ҳамда генератор токи кичиклашиб боради, салт ишлаш режимида эса, $\theta = 0$; $\Delta E = E_0 - U = 0$ 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 орасидаги θ бурчак манфий томонга катталашади ва $\Delta E = U - E_0$ ҳосил бўлади. Бу ΔE таъсирида электр тармоғидан статорга ток берила бошлайди ва натижада синхрон генератор мотор режимида ишлашга ўтади.



167-расм

318. Механическая характеристика синхронного двигателя — Синхрон моторнинг механик тавсифи. 167-расмда С.м.м.т. кўрсатилган. Бунда $n_2 = n_1 = \frac{60}{p} f = \text{const}$ бўлгани сабаб-ли С.м.м.т. абсцисса ўкига параллел чизикдан иборат бўлади ва у синхрон моторнинг механик хусусиятларини тўла-тўқис ифода қила олмайди. Дарҳақиқат, А.м.м.т. дан унинг айланиш частотаси юкламага мутлақо боғлиқ эмаслигини кўрамыз. Аммо юклама маълум кийматдан ошганда синхрон мотор

синхронлик хусусиятини йўқотиши 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 $M = f(\theta)$ тавсири С.м.б.т. дейилади. Бу тавсифнинг математик ифодасини топиш учун синхрон машинадаги электромагнит қувват ифодасини бурчак частота ω га бў-

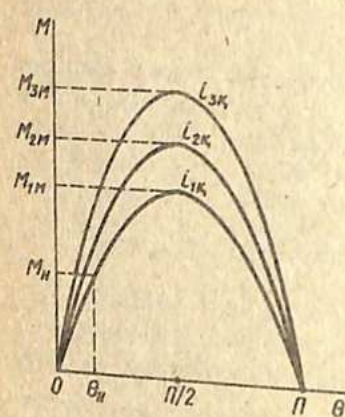
лиш кифоя: $M_{\text{эл}} = \frac{P_{\text{эл}}}{\omega} = \frac{3VE \sin \theta}{\omega X_c} = M_{\text{эл макс}} \sin \theta$. Бунда $M_{\text{эл макс}} = \frac{3VE}{\omega X_c}$ —

айлантирувчи электромагнит моментининг максимал киймати, V — электр тармоғидан статор чулғамига берилган фаза кучланиши, E — статор чулғамига умумий магнит окимидан ҳосил бўлган ЭЮК (бу ЭЮК киймати $E = -U$ бўлади); $\omega = \frac{2\pi}{30}$ роторнинг бурчак частота-

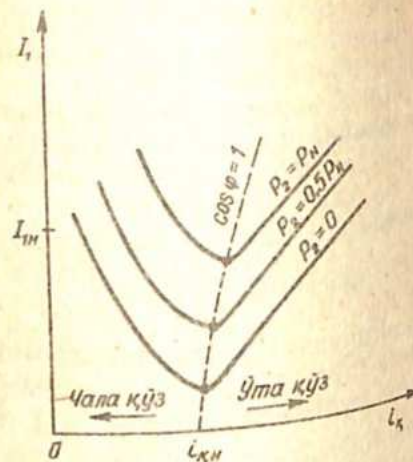
таси. 168-расмда синхрон моторнинг турли кўзгатиш тоқлари i_{1k}, i_{2k}, i_{3k} даги ва демак, E_1, E_2, E_3 лардаги бурчак тавсифлари кўрсатилган. Агар $i_{1k} < i_{2k} < i_{3k}$ бўлса, статор тоқининг индуктив кучланиш тушуви камайиб натижада статор чулғамига индуктив кучланиш тушуви камайди, ЭЮК E эса шунча кўпайиб V га яқинлашади. Бунда $M_{\text{эл макс}}$ ҳам бир оз кўпаяди. Юкламанинг ортиб бориши билан θ бурчагининг катталашishi сабабли моторнинг айлантирувчи моменти қаршилиқ моментига тенглашгунча қадар ўз-ўзидан кўпайиб боради. Демак, θ бурчаги нолдан 90° гача катталашishiда 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 $\lambda = \frac{M_{\text{эл макс}}}{M_n} = 2 \div 2,5$ бўлади. Синхрон моторларнинг яна бир

афзаллиги шундаки, унинг айлантирувчи моменти тармоқдаги кучланишнинг биринчи даражасига пропорционалдир (асинхрон моторларда эса $M \propto V^2$).

320. U-образная характеристика синхронного двигателя — Синхрон моторнинг U-симон тавсифи. Электр тармоғидаги $U = \text{const}$ кучланиш ва актив $P_2 = \text{const}$ қувватда ишлаётган синхрон мотори статори тоқининг кўзгатиш тоқига боғланиш $I = f(i_k)$ тавсири С.м. с.т. дейилади. 169-расмда С.м. U-с.т. кўрсатилган. Тармоқдаги кучланиш ўзгармас бўлса, умумий магнит окимидан статор чулғамига ҳосил бўладиган ЭЮК ҳам ўзгармас, яъни $U = -E = \text{const}$ бўлади. Демак, мотордаги умумий магнит окими ўзгармас шунча уни ҳосил қиладиган ЭЮК ларнинг бири кўпайса, иккинчиси кўпайи-камайди. Шунга кўра, $P_2 = \text{const}$ бўлганда кўзгатиш реактив ташкил-рилса, статор тоқининг факат магнитлантирувчи реактив ташкил



168-расм



169-расм

этувчиси камаяди. Демак, қўзгатиш токни бирор $i_{\text{кн}}$ кийматгача кўпайтириш билан статор токи I нинг магнитловчи қисмини нолга тенглаштириш мумкин ва бунда I токи ўзининг минимума ($I_{\text{мин}}$) 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 $i_{\text{кн}}$ кийматидан 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 қўзгатиш чулғамига ўзгармас ток берилади, бунда ротор синхронизмга тортилади, яъни у синхрон частотада айлана бошлайди. Кайта-кайта 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 қўзгатиш чулғамини ўзгармас ток манбаига олдиндан улаб қўйиб ишга тушириш усулининг яратилиши синхрон моторлардан кенг фойдаланишга йўл очди. Дарҳақиқат, бунда С.м.и.т. учун синхрон статор чулғамини электр тармоғига улаш кифоя. Бу ихтиро синхрон моторлардан кенг фойдаланиб, электр тармоғининг кувват коэффициентини ошириш имконини яратди. Синхрон моторларни бу усулда ишга туширишда уларнинг ишга тушириш токи $I_{\text{шт}} = (3 \div 8) I_n$ моменти эса, $M_{\text{шт}} = (0.5 \div 2) M_n$ ни ташкил қилади. Бунда айланиш частотаси юқори бўлган синхрон моторнинг $I_{\text{шт}}$ киймати паст частотали моторларникига нисбатан катта бўлади. Катта кувватли

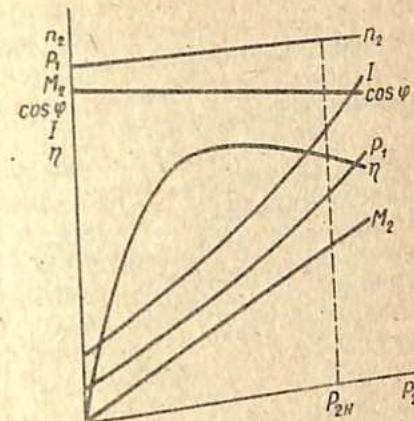
синхрон моторларни ишга туширишда электр тармоғидаги кучланишни кескин камайтирмаслик мақсадида улар реактор ёки автотрансформатор восита-сида ишга туширилади.

322. Рабочие характеристики синхронного двигателя — Синхрон моторнинг иш тавсифлари. Айланиш частотаси n , электр тармоғидан оладиган актив P_1 кувват, статор токи I , кувват коэффициенти $\cos \varphi$ ва M_2 айлантирувчи моментларнинг мотор валидаги фойдали механик кувватга боғланишларини ифодаловчи графиклар С.м.и.т. дейилади. 170-расмда С.м.и.т. кўрсатилган. Унда $n = \text{const}$, $P_1 = P_2 + \Delta P$ бўлгани сабабли (ΔP — чулғамнинг кизиши учун сарфланадиган ва демак, юклама токининг квадратига пропорционал бўлган кувват исрофи) $P_1 = f(P_2)$ боғланиши эгри чизик равишида ифодаланади. Кувват коэффициенти юклама ортиб бориши билан якорь реакцияси туфайли бир оз камаяди. Фойдали иш коэффициенти юкламанинг $(0.5 \div 0.75) P_n$ бўлганида энг юқори $\eta_{\text{макс}}$ киймат олади.

$M_2 = \frac{P_2}{\omega}$, $\omega = \frac{2\pi n}{30} = \text{const}$ 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 ишлайдиган синхрон машиналарда кувват исрофининг бир қисми юкламага боғлиқ, бошқа бир қисми вентилляция, роторнинг хавога ишқаланиши, чулғамнинг контакт токлар туфайли юзага келадиган ҳамда қўзгатиш токига сарфлан-диган кувват исрофлари юкламага боғлиқ бўлмай P_0 билан белгиланади ва ўзгармас кийматга эга бўлади. Статор чулғамининг кизишига сарфланган кувват исрофи $P_{\text{мс}}$ эса юклама токига боғлиқ ва унинг квадратига пропорционал равишда ўзгаради. Кувват исрофининг тўла киймати $\Delta P = P_0 + P_{\text{мс}}$ бўлади. Бундан С.м.ф.и.к. генера-торда $\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P}$ моторда эса $\eta_m = \frac{P_1}{P_1 - \Delta P}$ бўлади. Бу формулалар-да $P = \sqrt{3} U_n I_n \cos \varphi$ — электр тармоғига бериладиган актив кувват, $P_1 = \sqrt{3} U_n I_n \cos \varphi$ — электр тармоғидан олинadиган актив кувват, С.м.ф.и.к. $\eta = 0.85 \div 0.99$ чегарасида бўлади ва унинг юқори киймати катта кувватли машиналарга тааллуқлидир.

324. Бесконтактные синхронные двигатели — Контактсиз синхрон моторлар. Энг кўп тарқалган ва технологик талабларга кўра турли



170-расм

юкламаларда ишлатиладиган кичик ва ўрта қувватли электр юритмаларда асосан қувват коэффициентини пастроқ 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 унни мураккаблаштирувчи контакт халка ва чўткалардан холидир. Шу сабабли улар К.с.м. дейилади. К.с.м. да кўзгалмас подшипникнинг калконларига ўрнатилган кўзгатиш 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 жихатидан оддий, ишга тушириш усули жихатидан асинхрон моторларидан деярли фаркланмайди. Аммо асинхрон моторларнинг номинал юкламадаги қувват коэффициентини юклама камайиши билан камайса, К.с.м. нинг номинал юкламадаги $\cos \varphi = 1$ га ҳисобланган қувват коэффициентини 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 тарикасида чиқарилган СО серияли К.с.м. нинг асосий кўрсаткичлари келтирилган.

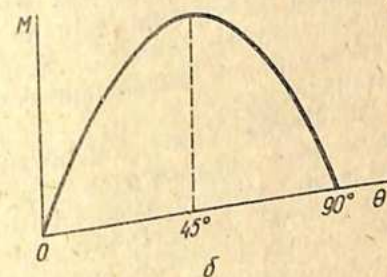
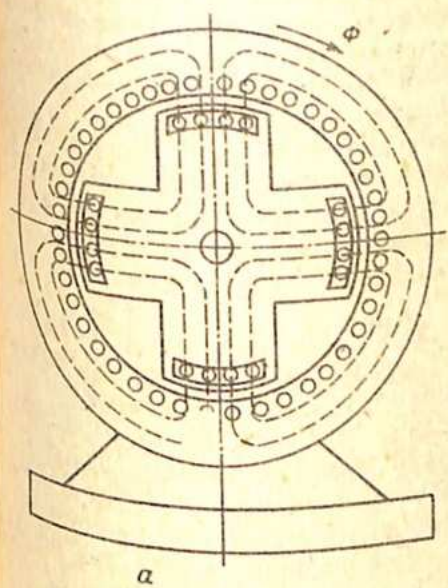
Мотор тили	Номинал қувват, кВт	Номинал юкламада		$\cos \varphi$	$M_{\max}$ M_n	$I_{\max}$ I_n	$M_{\text{шгт}}$ M_n	$M_{\text{сн}}$ M_n	$G_{\text{сн}}$	$G_{\text{сн}}$ кг. м
		статор токи, А								
		220 В	380 В							
Фик. ц. %										
Айланиш тезлиги = 1500 $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$										
CO41-4	2,2	7,05	4,05	0,82	1,0	1,4	2,5	0,7	0,12	55
CO51-4	4	12,20	7,05	0,86						90
CO61-4	7,5	22,40	12,90	0,89						130
Айланиш тезлиги = 1000 $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$										
CO41-6	1,5	4,85	2,8	0,81	1,0	1,4	2	0,8	0,25	55
CO51-6	3	9,25	5,35	0,85						90
CO61-6	5,5	16,75	9,7	0,86						130

325. Синхронный электротармогид

325. Синхронный компенсатор — Синхрон компенсатор. Электр тармоғидаги қувват коэффициентини оширишга ҳисобланган синхрон мотор С.к. дейилади. Синхрон моторнинг U -симон характеристикасига кўра унинг кўзгатиш i_k токи номинал $i_{\text{кн}}$ токдан кичик бўлса, мотор электр тармоғидан оладиган ток тармок кучланишига нисбатан орқада қолувчи бўлади. Бунда у электр тармоғидан реактив ток олиб ишлайди, яъни $\cos \varphi < 1$ бўлади. Агар кўзгатиш токи чулғам номиналидан оширилса, мотор электр тармоғига статор ток олиб орқали реактив ток беради, ундан эса фақат актив ток кучланиши ишлайди. Бунда синхрон моторнинг статор токи тармок кучланишига нисбатан ўзувчи бўлади ва натижада электр тармоғининг қувват

коэффициенти ошади. Синхрон моторнинг фақат электр тармоғидаги қувват коэффициентини ошириш хусусиятидан фойдаланилганидаги у С.к. бўлади. Бу ҳолда у оддий моторга нисбатан каттарок кўзгатиш токига ҳисобланади ва юкламасиз ишлатилади. Шу сабабли у енгил 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 кўзгатиш чулғами бўлмайди). 171- расмда Р.с. мнинг тузилиши ва бурчак характеристикаси кўрсатилган. Роторнинг кутб бошмоларига 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 қувват коэффициентини $\cos \varphi \leq 0,5$ бўлади. Р.с.м. лар бир неча 10 Вт қувватларда ишлаб чиқарилади ва улардан автоматика, синхрон буғаланиш 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 яримутказгичли асбобларнинг тузилиши, ишлаш принциплари ҳамда уларнинг фан, саноат ва техниканинг турли йўналишларида қўлланиши билан шуғулланадиган мустақил соҳаси Э. дейилади. Э. асбоб-ускуналарида технологик жараёнларни комплекс автоматлаштириш, ишлаб чиқариш жараёнларини назорат қилиш, ростилаш ва бошқаришда кенг ва самарали фойдаланилмоқда. Чунончи, ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантиришда асосан яримутказгичли тўғрилагичлар ишлатилмоқда. Электрон, ҳисоблаш техникасининг турлилаб ўсиши, автоматик бошқариш системалари (АСУ) нинг яратилиши, яримутказгичлар технологияси ва техникасининг ривожланиши, плёнкали интеграл микросхемаларнинг яратилиши ва қўлланиши билан узвий боғланган. Яримутказгичли асбоблар электрон ва ион асбобларга нисбатан қувват исрофи камлиги, габарит ўлчамлари ва массасининг кичик (ихчам) лиги, арзонлиги, механик жихатдан пишиқлиги, хизмат даврининг катталиги ва ишга тушишининг оддийлиги ва қулайлиги каби афзалликларига туфайли кейинги йилларда радиотехника, энергетика, автоматика, телемеханика ва ҳисоблаш техникасининг қатор соҳаларида кенг қўлланилмоқда.

328. **Микросхемы** — Микросхемалар. Диод, транзистор, резистор, индуктивлик, конденсатор каби жажжи асбобларнинг махсус технология асосида плёнкага 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 ихчам ва пишиқ, ишлатишга қулай бўлиши жуда катта аҳамиятга эгадир.

329. **Интегральная схема** — Интеграл схема. Хар 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 токи факат 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 токи электрон ва ионларнинг ҳаракати билан боғлиқ бўлган инерт газ ёки симо

буғлар билан тўлдирилган асбоблар И.а. дейилади. И.а. да электронларнинг газ ёки буғ молекулалари билан тўқнашувчи натижасида улар ионлашиб ток ўтказувчанлик касб этади. И.а. дан частотаси бир неча килогерцдан юқори бўлмаган ўрта ва катта қувватли тўғрилагич ва шу каби қурилмаларда фойдаланилади.

332. **Полупроводниковые приборы** — Яримутказгичли асбоблар. Электр токи эркин электрон ва «тешик» ларнинг ҳаракати билан боғлиқ бўлган асбоблар (транзистор, тиристор ва шу кабилар) Я.ў.а. дейилади. Я.ў.а. ни ишлатишда электрон ва ион асбобларидаги сингари термоэлектрон эмиссияси яратишнинг ҳолати йўқ. Бу эса уларнинг яна бир афзаллигидир.

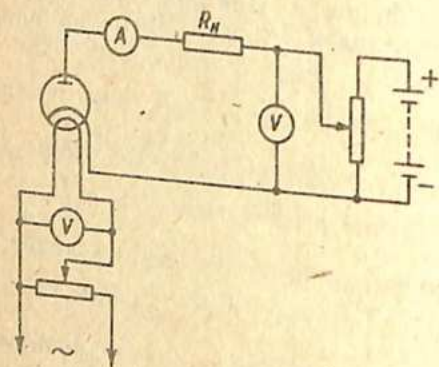
333. **Скорость движения электронов в электрическом поле** — Электр майдонида электронлар ҳаракати тезлиги. Катод ва анод оралиғи d бўлган асбобга U кучланиши берилса, бошланғич тезлиги $v=0$ бўлган e электронга электр майдони $F=eE=e\frac{U}{d}$ куч билан таъсир кўрсатади. Бу куч таъсирида электрон ҳаракатга келиб, ўз кинетик энергияси $\frac{mv^2}{2}$ га тенг, яъни $A=Fd=eEd=eU=m\frac{v^2}{2}$ иш бажаради. Бундан F кучи таъсирида ҳаракатга келган электронларнинг v тезлигининг ифодаси $v=\sqrt{2\frac{e}{m}U}\approx 600\sqrt{U}\frac{\text{км}}{\text{с}}$ келиб чиқади. Бунда $e=1,6\cdot 10^{-19}$ кулон — электрон заряди микдори; $m=9,1\cdot 10^{-31}$ кг — электрон массаси; $\frac{e}{m}\approx 1,76\cdot 10^{11}\frac{\text{кл}}{\text{кг}}$. Демак, анод билан катод оралиғига, масалан 100 В кучланиш берилса, электроннинг ҳаракат тезлиги $v\approx 6000\frac{\text{км}}{\text{с}}$ бўлади. Агар бу оралик $d=2$ см бўлса, электроннинг анодга бориб келиш вақти

$$t=\frac{2d}{v}=\frac{2\cdot 2\cdot 10^{-2}}{6\cdot 10^3}\approx 0,7\cdot 10^{-8}\text{ сек бўлади.}$$

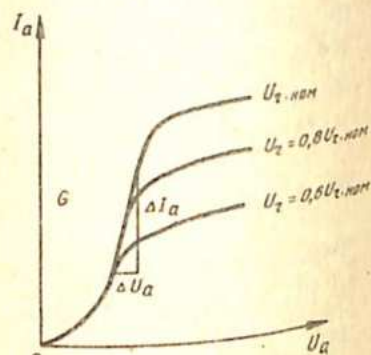
334. **Термоэлектронная эмиссия** — Термоэлектрон эмиссия. Катодга берилган иссиқлик энергия таъсирида унинг сиртидан эркин электронларнинг ажралиб чиқиши Э.э. дейилади. Электрон ва ион асбобларда бевосита катодга ёки уни чўғлантирувчи спиралга ток бериб, уни катта температурагача қиздириш йўли билан 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 ураниш 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 киймати анод кучланиши U_a ва катоднинг чўғланиш кучланиши U_k га боғлиқ. $U_a=\text{const}$ ва анодга берилган кучланишининг қандайдир кийматида катоддан ажралиб чиққан

электронларнинг ҳаммаси анодга 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 факат аноддан катодга йўналган ток ўтади. Икки электродли лампалар кенотрон ва юкори частотали диодларга бўлинади.



172-расм

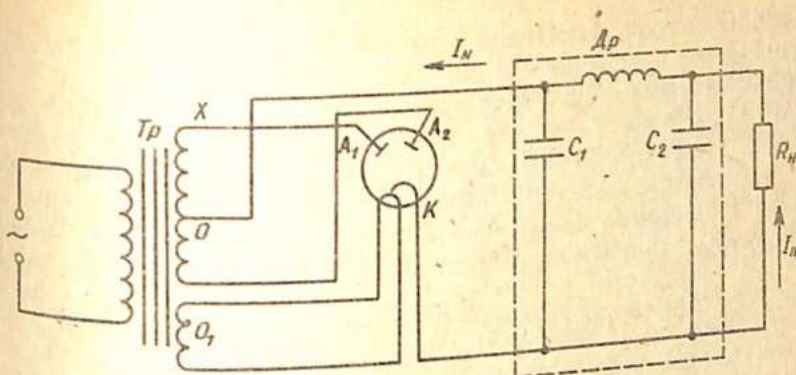


173-расм

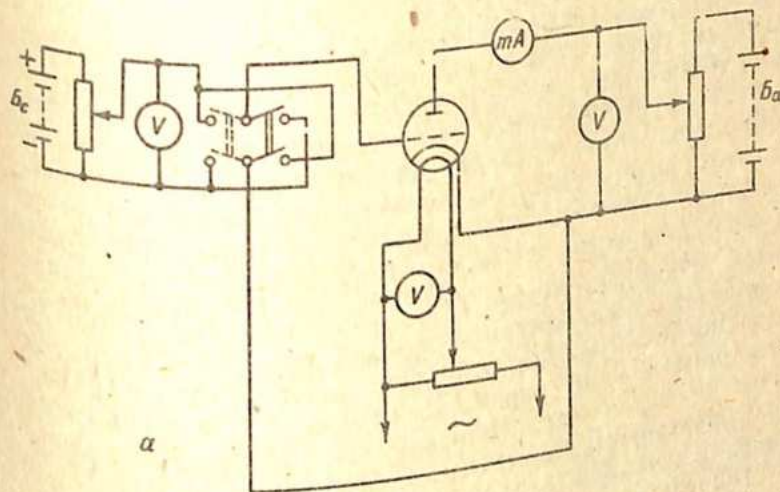
336. Кенотрон-Кенотрон. Частотаси 50 гц ёки ундан юкори бўлган ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантирувчи икки электродли лампа К. дейилади. К. лар кўпинча икки анодли тузилишда тайёрланади. 174-расмда К. нинг уланиш схемаси кўрсатилган.

337. Высокочастотные диоды — Юкори частотали диодлар. Юкори частотали электромагнит тебранияларни паст частотали тебранияларга айлантириб — детектирлаб, уларни амплитуда ва фаза бўйича ўзгартирувчи (модуляцияловчи) икки электродли лампалар Ю. ч. д. дейилади.

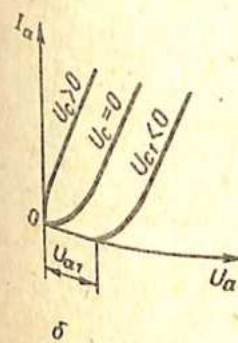
338. Трехэлектродная электронная лампа (триод) — Уч электродли электрон лампа (триод). Анод ва катоддан ташқари бошқарувчи тўр деб аталадиган учинчи электродли электрон лампа т. дейилади. Т. нинг тўри анод билан катод ўртасида жойланади. Унга берилган кучланишнинг қиймати ва кутбланишини ўзгартириш йўли билан анод токининг қиймати бошқарилади. 175-расмда Т. нинг уланиш схемаси, анод ва анод-тўр характеристикалари кўрсатилган. Бу характеристикалар анод токининг ўзгаришига анод кучланишидан кўра тўр кучланиши анча катта таъсир этишини кўрсатади. Т. тўри занжирдаги ҳар қандай кучсиз сигнал шу ондаёқ анод кучайтиргич кучлироқ кўринишда қайтарилади. Бу ҳодиса ундан кучайтиргич ҳамда электр тебраниялар ҳосил қиладиган генератор сифатида фойдаланиш имконини беради. Т. ларнинг ички қаршилиги нисбатан катта бўлгани сабабли уларнинг кучланиш ва қувват бўйича



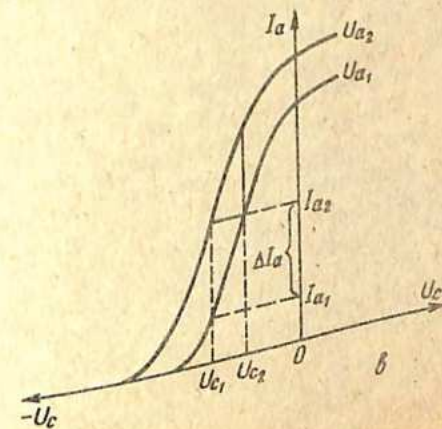
174-расм



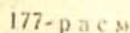
а



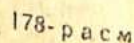
б



175-расм



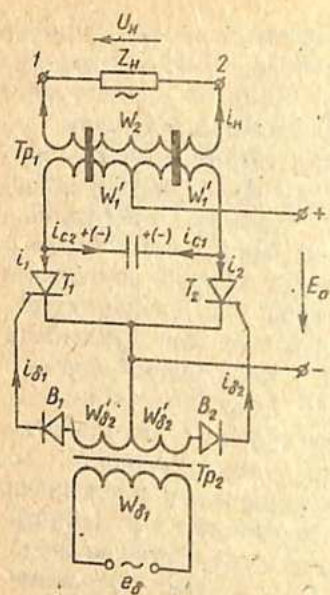
343. Транзистор — Транзистор. Электр сигналларини ўзгартириш ва кучайтириш учун хизмат қиладиган иккита $p - n$ қатламли ярим-ўтказгичли диодлардан иборат асбоб Т. дейлади. Т. асосан германий ва унинг карама-қарши томонларига пайвандланган индий элементларидан ҳосил қилинади. 177-расм, *a* да $p - n - p$ типли Т. нинг тузилиши, *b* да унинг улаиш схемаси ва *c* да шартли белгиси кўрсатилган. Т. нинг эмиттер ва база деб аталадиган электродлари, яъни $p - n$ қатламдан иборат бўлган манбага тўғри қоллектор ва таркиби мос равишда мос манбага тўғри мосқори.



344. Тиристор — Тиристор. $p-n$ катлами иборат бошқарилади-
ган вентиль хусусиятли асбоб Т. дейилади. 178-расмда Т. нинг уланниш
схемаси, Вольт-Ампер характеристикаси ва бошқарилиш графиги
кўрсатилган. Агар Т. анодига мусбат, катодига манфий потенциал
берилса, четки I_1 ва I_3 ўтишлардаги заряд ташувчилар тескари йўналишда
марказий I_2 ўтишдаги заряд ташувчилар тескари йўналишда
силжийди. Анод занжиридаги кучланиш U_m гача ошириб борилса
(178-расм), ток қиймати жуда кичик бўлади. Агар бу кучланиш U_m
дан бир оз оширилса, I_2 ўтиш тешилади. Шу сабабли Т. дан ўтадиган
ток ўз-ўзидан кўпаяди ва Вольт-Ампер характеристикаси жуда кичик
2-қисмлари ҳосил бўлади. Бунда Т. нинг ички қаршилиги жуда кичик
бўлиб қолиши (очирилиши) сабабли ундан ўтувчи токнинг қиймати
текин ошади. Лекин шунга қарамай кучланишнинг тушуви жуда
кичик, яъни $\Delta U = 1 \div 2$ В бўлади, холос. Агар Т. нинг бошқариш
электродига катодидагига нисбатан мусбат потенциал берилса, I_1
ўтиш U_m га нисбатан камроқ кучланишларда тешилади. Демак
бошқариш электродига бериладиган I_0 токнинг қиймати ва фазасини
ўзгартириш йўли билан Т. нинг очирилиши роллаш мумкин. Бунда I_0
ток фазасини юклама I токи фазасига нисбатан 180° гача ўз-
гартириш имкони яратилса, I ток қийматини катта диапазонд
роллаш мумкин (178-расм, штрихланган қисмлар). Т. нинг қувват
кучайтириш коэффициентини жуда катта, яъни $K_p = \frac{P_p}{P} \approx 10^4 \dots 10^5$ бў
ладиган инвертор, частота ўзгартг
ида электротехник

Т. дан бошқариловчи тўғридагич, инверторлар ва контактсиз коммутацион аппарат сифатида электроника ва автоматикада кенг фойдаланилади.

345. Инвертор — Инвертор. Ўзгармас токни исталган частотали ўзгарувчан токка айлантирувчи ўзгарткич И. дейилади. 179-расмда бир фазага мустақил кўзгатишли И. схемаси кўрсатилган. Бунда, T_1 ва T_2 тиристорларнинг бошқариш электродлари D_1 ва D_2 диодлар воситасида таъминланади; E_0 — ўзгармас конденсатор. C_k воситасида инвертор ва юклама Z_n реактив ток билан таъминланади ва И. чиқишидан олинadиган ўзгарувчан ток занжирларнинг ёқори гармоникалардан тозаланади ва шу билан синусоидалга яқинлаштирилади; T_r — ўзгармас ва ўзгарувчан ток тиристорларнинг ўзаро боғловчи трансформатор. Ўзгармас сигналлар частотасидаги ўзгарувчан токка қуйидагича айлантирилади: $t=0$ да E_0 ва i_{61} сигнал таъсирларида биринчи T_1 тиристор очилади, дейлик. Бунда, T_1 нинг i_1 анод токи T_r нинг ω' чулғамидан ўтиб, унинг ω_2 чулғамида маълум йўналишдаги i_n юклама токини ҳосил қилади.



179-расм

Бошқариш токининг иккинчи ярим даврида, яъни $t = \frac{T}{2}$ да $i_{c1} = 0$ бўлиб, T_1

беркилиши билан, мусбат i_{c2} сигнал туфайли T_2 очилади ва z_n юкламадан тескари йўналишли ток ўта бошлайди. Шундай қилиб, ўзгармас ток И. воситасида i_{c1} ва i_{c2} 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 моторларнинг айланиш частотаси уларга бериладиган ток частотасига тўғри пропорционал бўлади. Демак, асинхрон ва синхрон моторларнинг айланиш частотасини ўзгармас ток моторлариники

сингари кенг диапазонда силлиқ ростлаш учун уларга ростланувчи частотали ток бериш керак. Бунда мотор валидаги механик юкламанинг ўзгариш қонунига мос равишда, ростланувчи частотали ток қучланишини ҳам ростлашга тўғри келади. 179-расмда бундай частота ўзгарткичининг схемаси кўрсатилган. Бунда T_1 ва T_2 тиристорларга бериладиган ўзгармас ток қучланиши бошқариладиган 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 борилмоқда ва улар катта истикболга эгадир.

347. Электроавтоматика — Электроавтоматика. Одамнинг бевосита иштирокисиз электротехник қурилмаларнинг тўхтовсиз авариясиз ишлашини таъминлаш ҳамда ишлаб чиқариш жараёнларининг 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 кизиқарли 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 авто-

матика. Электр машинали 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. Вольтампер характеристикаси икки тургун ҳолатга эга бўлган контактсиз яримўтказгичли ва электрон асбоблар ҳамда мантикий 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 иншоотлари, темир йўл ва ш. к. ларнинг ишини масофадан бошқаришдаги диспетчерлик хизматида фойдаланилади.

352. Релейная защита — Релели химоя. Электроэнергетик қурилмаларнинг тўхтовсиз ишлашини автоматик равишда назорат қилинадиган ва авариялардан химоялайдиган релелар группасидан иборат тузилма Р. х. дейилади. Р. х. киска туташув ва бошқа аномал ҳодисалар 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 улашини, 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 асарида таърифлаб берилган. К. информацияларни қабул қилиш, сақлаш, қайта ишлаш ва улардан фойдаланиш ҳақидаги фандир.

354. Кибернетические машины — Кибернетик машиналар. Мантик иштирокисиз бажариладиган бошқариш ишларини одамнинг бевосита иштирокисиз бажарувчи машиналар К. м. дейилади. К. м. таркибига, электрон ҳисоблаш машиналар ташқари, турли-туман информацияларни қабул қилиш, сақлаш ва қайта ишлаш учун белгиланган жуда кўп аппарат ва уларнинг комплекслари кирди. К. м. дан, масалан, энергетик системалар таркибидagi электр станцияларни ишга тушириш, тўхтатиш ёки улардаги қўшимча агрегатларни ишга солиш, улар режимини ўзгартариш, ёки об-ҳавони прогнозаши каби муҳим ва мураккаб масалаларни бошқариш, атом реакторларини ишга тушириш, об-ҳавони прогнозаши каби мураккаб масалаларни ҳисоблаб ёчадиган ва асосан электрон асбобларнинг блокларидан

355. Электронно-вычислительная машина — Электрон-ҳисоблаш машинаси. Космик кемаларни бошқариш, атом реакторларини ишга тушириш, об-ҳавони прогнозаши каби мураккаб масалаларни ҳисоблаб ёчадиган ва асосан электрон асбобларнинг блокларидан

тузилган мураккаб ҳисоблаш қурилмалари ЭХМ дейилади. ЭХМ орқали мутахассислар томонидан тайёрланган ва перфолента ёки магнит лентасига программа тарзида ёзиб олинган буйруқлар бажарилади. ЭХМдаги хотира ва арифметик қурилмаларнинг тузилишини мумкин қадар соддалаштириш мақсадида 1 ва 0 рақамлардан тузилган иккилик санок системасидан фойдаланилади.

XIV БУЛИМ

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 қувватнинг 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, яъни моторли ва кўп моторли турларга бўлинади. Трансмиссияли Э. ю. лар ўз навбатида, умумий трансмиссияли ва гуруҳли турларга, кўп 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 аркон 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 яъна моторли электр юритма. Ҳар бир иш машинаси ундан алоҳида ўрнатилган 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 тежамларнинг қулайлиги, самардорлиги жихатидан электр юритмаларнинг такомилланишида муҳим ўрин тутган.

360. Простой индивидуальный электропривод — Оддий индивидуал электр юритма. Электр мотор иш машинасининг ўзига

ўрнатиладиган 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 билан бир бутун агрегат ташкил қиладиган юритма М.и.э.ю. дейилади. Бундай агрегатлар шовкинсиз, енгил, оддий, ишлаш учун қулайдир. Уларнинг фойдали иш коэффициенти юқори ва автоматлаштириш имкони катта бўлади. Бундай юритмаларда электр моторнинг аҳамияти иш машинаси номида ҳам ўз ифодасини топади, яъни уларга электр сўзи қўшиб ёзилади, масалан, электр шпиндель, электр урчук, электр сепаратор ва ҳоказо.

362. Многодвигательный электропривод — Кўп моторли электр юритма. Ҳар бир иш органи мустақил электр мотордан ҳаракатланадиган иш машина юритмаси К.м.э.ю. дейилади.

Агар бундай машинанинг айрим иш органларига механик энергия бир марказдан тақсимланса, машинанинг кинематикаси ҳаддан тақриб мураккаблашиб, ундаги қувват исрофи кўпаяди, машина сининг автоматлаштириш қийинлашади.

363. Простой многодвигательный электропривод — Оддий кўп моторли электр юритма. Ҳар бир иш органи ундан алоҳида ўрнатилган электр мотордан ҳаракат олиб ишлайдиган мураккаб иш машина юритмаси О.к.м.э.ю. дейилади. Бунда иш органлари кинематикаси ва машина тузилишига ҳеч қандай ўзгартиш киритилмайди.

364. Индивидуальный многодвигательный электропривод — Индивидуал кўп моторли электр юритма. Мураккаб машинанинг ҳар бир иш органи унга махсус ўрнатилган электр мотордан кинематикаси ва қулайлиги юритма И.к.м.э.ю. дейилади. Бунда иш органи бошқариш ва тузилиши анча такомиллаштирилади ва унинг ишини камаяди.

365. Переходные процессы в электроприводах — Электр юритмалардаги ўткинчи жараёнлар. Электр юритмани ишга тушириш, унинг қулайлиги ёки ҳаракат йўналишини ўзгартиш (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 туширилгач, узок вақт давомида ўзгармас юклама билан ишлайдиган насос, вентилятор, компрессор каби қурилмаларнинг юритмаларидаги ўткинчи жараёнлар унчалик аҳамиятга эга эмас. Лекин технология самардорлигини кўтариш, маҳсулот сифатини яхшилаш Э.ю.ў.ж. билан боғлиқ бўлган ҳолларда улар катта аҳамият касб этади. Э.ю.ў.ж. электромеханик ва электромагнит жараёнлар билан факат электромагнит жараёнлар рўй беради. Мотор айлана бошлагандан сўнг эса у ҳали ҳаракатда бўлмаганлиги сабабли моторда биргаликда қўрилади. 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 ифодаalar билан берилган бўлиб, мотор чулгамининг индуктивлиги $L = \text{const}$ ва электр юритма системасининг инерция моменти $J = \text{const}$ бўлса, Э.ю.ў.ж. ни аниклаш 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 хакикий электр юритмага келтирилиб ҳисобланади. Ф. м. да модель параметрларининг ўзаро нисбати хакикий юритмадагидек бўлиши керак. Бу ҳолда моделдаги барча жараёнларнинг физик хусусиятлари хакикийдаги сингари бўлади. Ф. м. электр юритманинг аналитик йўл билан ҳисобга олиб бўлмайдиган баъзи параметрлар таъсирини ҳам аниклашга имкон беради. Ф. м. нинг энг муҳим томонлари шундаки, бу усул билан хакикий қурилманинг тургун ва ўткинчи режимларидати жараёнлар аниқланиши, амалда уни ҳар томонлама текшириш, созлаш, камчиликларини тузатиш, нозик жойларини белгилаш ва бошқариш машини яхшилаб ўрганиш мумкин. Бундай тадқиқотларнинг моделда ўтказилиши ва бу тадқиқотлар асосида аниқланган камчиликларнинг бартараф қилиниши жуда катта техник ва иқтисодий аҳамиятга эгадир. Ф. м. анча қийинчиликлар билан боғланган. Масалан, катта кувватли ўзгармас ток моторининг кичик моделида якорь қаршилиги хакикий 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 моменти ни 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 хакикий жараённинг математик ифодасига асосланиши керак. Бунда электр юритмадаги якорь реакцияси, тўйиниш каби ходисаларнинг 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 мас ток моторида қаршилик моменти $M_c = 0$ бўлганда, ишга тушириш токи ва айланиш частотасининг ўзгариш қонунлари (агар электромагнит ва электромагнит инерциялари ҳисобга олинса) R , L ва C занжирдаги ўтиш жараёнларига ўхшаш бўлади ва уларни бир хил типдаги математик тенгламалар билан ифодалаш мумкин:

$$\frac{d^2 i_a}{dt^2} + \frac{di_a}{T_3 dt} + \frac{i_a}{T_3 T_M} = 0; \quad \frac{d^2 \omega}{dt^2} + \frac{d\omega}{T_3 dt} + \frac{\omega}{T_3 T_M} = 0.$$

Бунда $T_3 = \frac{L_a}{R_a}$ — электромагнит вақт доимийси; $T_M = \frac{J R}{C_E \cdot C_M}$

электромагнитик 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 моментиға эквивалент катталик қилиб C_3 сиғим қабул қилинади ($C_3 = \frac{J}{C_E \cdot C_M}$). Ҳозирги пайтда электр юрит-

малардаги ходисаларни М. м. асосида ўрганишда кўпинча аналог деб аталувчи электрон ҳисоблаш машиналари (ЭХМ) дан фойдаланилади. Бунда хакикий электр юритмадаги баъзи занжирларни аналог ЭХМ даги тегишли блокларга улаб, турли ўтиш жараёнларини бевосита ўрганиш ва шу асосда корректирловчи элементларнинг уланш жойларини аниклаш 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

харакат тенгламаси $M \pm M_c = J \frac{d\omega}{dt}$ дан $dt = J \frac{d\omega}{M \pm M_c}$ аниқланади, 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

ўтгунча 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 моменти, n_1 ва n_2 — ўткинчи жараённинг бошланиши ва охиридаги айланиш частоталари. Электр моторларини реостат орқали 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. $t_{шт}$ ни топишда

ундаги M , M_c ва J ўзгармас деб ҳисобланади:

$$t_{шт} = \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{J d\omega}{M - M_c} = \int_0^{n_{CH}} \frac{J d\omega}{M - M_c} = \frac{GD^2 n_{CH}}{375(M_s - M_c)}. \quad \text{Бунда } \omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = 0; n_{CH} =$$

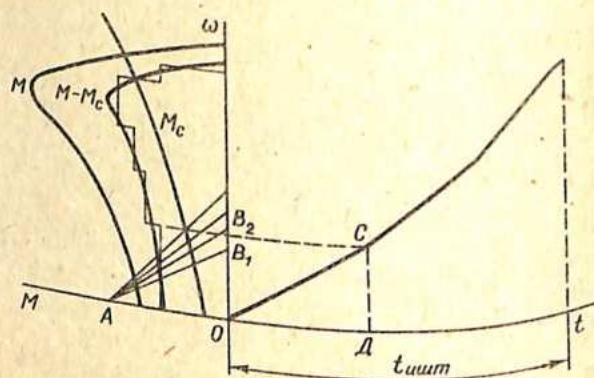
— каршилиқ momenti M_c бўлган моторнинг тургун айланиш частотаси, M_c — берилган каршилиқ momenti; M_y — Моторни ишга тушириш моментининг ўртача қиймати. Ўзгармас ток мотори ва фазавий роторли асинхрон мотор учун ишга тушириш моментининг қиймати $M_y = \frac{M_{\max} + M_{\min}}{2} \approx 1,7 M_n$; қиска туташтирилган роторли

асинхрон мотор учун эса $M_y = \frac{M_{\text{шт}} + M_{\max}}{2} \approx 1,5 M_n$ бўлади. Э. ю. н. т. д. $M = M_c$, $n = n_c$ да тугайди деб қабул қилинса, идеал ҳолатда $M_{co} = 0$ да $t_{\text{шт}} = \infty$ бўлади. Амалда эса, салт ишлашдаги момент $M_{co} > 0$ бўлгани сабабли ўткинчи жараён $n \approx 0,95 n_c$ да тугайди, деб қабул қилинади ва шу асосда Э. ю. н. т. д. $t_{\text{шт}}$ нинг чекли қиймати топилади.

370. Продолжительность остановки электроприводов — Электр юритмаларнинг тўхташ давомийлиги. Электр тармоғидан ажратилган моторнинг ўз-ўзидан тўхташ давомийлиги $t_T = \frac{GD^2 n_{\text{сн}}}{375 M_c}$ бўлади. Бунда $n_1 = n_{\text{сн}}$; $n_2 = 0$ ва $M_y = 0$. Агар мотор электр тормозлаш усулидан фойдаланиб тўхтатилса, Э. ю. т. д. $t_T = \frac{GD^2 n_{\text{сн}}}{375 (M_y + M_c)}$ бўлади. Бунда

моторнинг тормозловчи momenti M_y каршилиқ momenti M_c томон йўналади, демак, улар қўшилади ва натижада электр юритма тез тўхтади.

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 айырмаси



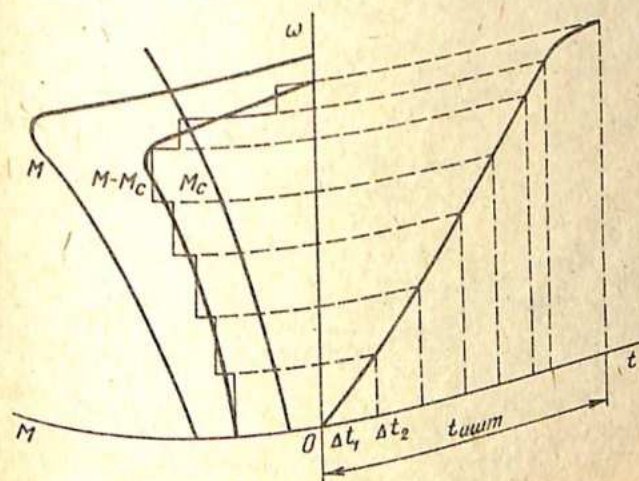
180-расм

$M - M_c = \text{const}$ 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

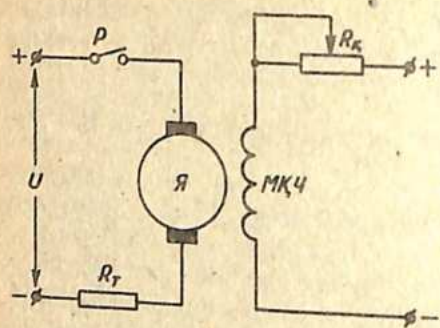
$$\frac{M - M_c}{J} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

нисбатидан фойдаланиб, динамик момент $M_{\text{дин}} = M - M_c$ нинг ўзгариш графиги ясалади. 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 хоказо кесмалар олинади. Абсцисса ўқида инерция momenti J га пропорционал ва инерция momenti нисбатида олинган OA кесманинг A нуктаси билан $M_{\text{дин}} = \text{const}$ лар учун топилган B_1, B_2 ва бошқа нукталар бирлаштирилади. Сўнгра ординат ўқларининг бошидан AB_1 га параллел бўлган OC чизик тасвирланади. Ана шу OC чизик электр юритмани биринчи поғонадаги ишга тушириш давомийлигининг $\omega = f(t)$ қийматини ифодалайди. Парабол, AOB_1 учбурчаклининг ODC учбурчаклигига ўхшашли-дан $\frac{OB_1}{OA} = \frac{CD}{OD}$ бўлади. Бунда $OB_1 = M_1 - M_c$, $OA = J$ ва $CD = \Delta \omega$. Агарани учун OD кесма Δt_1 ни ифодалайди. Шу тарика график усул билан Э. ю. д. г. х. у. билан 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 $\Delta \omega$ оралиқларида $M_{\text{дин}}$ 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 $\Delta \omega$ нинг бўлаклари сони.

373. Переходные процессы пуска двигателя независимого возбуждения — Мустақил қўзғатишли моторни ишга туғатишли моторни ишга туғатишлидаги 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 $R_{\text{я}} + R_r = \text{const}$, $U = \text{const}$, $\Phi = \text{const}$, $M_c = \text{const}$ 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 $\frac{U}{C_E} = \omega + \frac{IRd\omega}{C_E C_M dt} + \frac{M_c R}{C_E C_M}$ келиб чиқади. Бу тенгламадаги $\frac{U}{C_E} = \omega_0$; $\frac{IR}{C_E C_M} = T_M$ ва $\frac{M_c R}{C_E C_M} = \Delta \omega_c$ билан белгиланса, $\omega_0 =$

$= \omega_0 + T_M \frac{d\omega}{dt} + \Delta \omega_c$ 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 нинг ўлчов бирлиги

$$|T_M| = \left| \frac{IR}{C_E C_M} \right| = \frac{K_T M_c^2 \text{Ом}}{\frac{B}{I} \cdot \frac{K_T M}{A}} = c$$

Агар моторнинг айлантурувчи моменти M билан ток I орасидаги мутаносиблик доим сакланиб 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 — қиска туташувдаги момент ва ток. Демак, вақт доимийси T_M деб инерция моменти J бўлган юкламасиз юритмани қўзғалмас $\omega = 0$ ҳолатдан $M = M_1 = \text{const}$ айлантурувчи момент билан идеал ω_0 частотагача

айлантуриш 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.

Юкоридаги 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, $\omega = \omega_0 - \Delta \omega_c + A e^{-\frac{t}{T_M}}$ келиб чиқади. Бунда A — интеграллаш доимийси. $t = 0$ бўлганда, $\omega = \omega_0$ 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 моменти M_c бўлган мотор қўзғалмас (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 айлантурувчи 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 тушириш давомийлиги $t_{\text{шт}} = (3 \div 5) T_M$ қабул қилинади. Мустақил қўзғатишли моторни ишга туширишдаги токнинг ўзгариш конунини топиш учун унинг моментлар, тенгламасидан якорь токининг

$i_{\text{я}} = J \frac{d\omega}{dt C_M} + I_c$ ифодаси,

$$\omega = \omega_0 - \Delta \omega_c + A e^{-\frac{t}{T_M}}$$

тенгламасидан эса, $\frac{d\omega}{dt} = -\frac{A}{T_M} e^{-\frac{t}{T_M}}$ ҳосиласи топилади. Бу ҳосил ток тенгламасидаги $\frac{d\omega}{dt}$ ўрнига қўйилса, моторни ишга туширишдаги токининг ўзгариш конуни $i_{\text{я}} = -\frac{IA}{C_M T_M} e^{-\frac{t}{T_M}} + I_c$ келиб чиқади (бунда $I_c = \frac{M_c}{C_M}$).

Агар $t = 0$ да бошланғич ток $i_{\text{я}} = I_0$ бўлса, $A = -\frac{C_M T_M}{J} (I_0 - I_c)$ ва демак, $i_{\text{я}} = (I_c + (I_0 - I_c) e^{-\frac{t}{T_M}})$ бўлади. Бунда $I_0 = \frac{U - E}{R}$ ва ишга туширишдаги ЭЮК $E = 0$ бўлгани учун

$$I_0 = I_k = \frac{U}{R}$$

$i_n = (I_k - I_c)e^{-\frac{t}{T_M}} + I_c$ 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 ифодаланади.

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, $\frac{2M_{\text{макс}}}{S_{\text{кр}} + S} = J \frac{d\omega}{dt}$ бўлади. Бунда $\omega = \omega_0(1-S)$ ва

$$\frac{d\omega}{dt} = -\omega_0 \frac{dS}{dt} \text{ бўлгани сабабли } \frac{2M_{\text{макс}}}{S_{\text{кр}} + S} = -J\omega_0 \frac{dS}{dt} \text{ бўлади. Бундан}$$

$dt = -\frac{J\omega_0}{2M_{\text{макс}}} \left(\frac{S_{\text{кр}}}{S} + \frac{S}{S_{\text{кр}}} \right) dS$ 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

$$t_{\text{шт}} = \frac{T_M}{2} \int_{S_{\text{охл}}}^{S_0} \left(\frac{S_{\text{кр}}}{S} + \frac{S}{S_{\text{кр}}} \right) dS \text{ топилади. Бунда}$$

$T_M = \frac{J\omega_0}{M_{\text{макс}}}$ — электромеханик вақт доимийси. Моторни ишга туширишда $S_0 = 1$ бўлгани сабабли ишга тушириш давомийлиги

$$t_{\text{шт}} = \frac{T_M}{2} \left(\frac{1-S^2}{2S_{\text{кр}}} + S_{\text{кр}} \ln \frac{1}{S} \right) \text{ бўлади. Ишга тушириш жараёни } S=0 \text{ да}$$

туғайди деб ҳисобланса, $t = \infty$ бўлади. Саят ишлашдаги момент $M_0 > 0$ бўлгани сабабли $S \approx 0,05$ да ишга тушириш жараёни туғайди деб ҳисоблаб, $M_c = 0$ бўлгандаги ишга тушириш вақти

$$t_{\text{шт}} = \frac{T_M}{2} \left(\frac{1-0,05^2}{2S_{\text{кр}}} + S_{\text{кр}} \ln \frac{1}{0,05} \right) \text{ топилади. Агар } S=0,05 \text{ ни кичик деб}$$

ҳисобга олинмаса, $\frac{t_{\text{шт}}}{T_M} = \frac{1}{4S_{\text{кр}}} + 1,5S_{\text{кр}}$ 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. н.

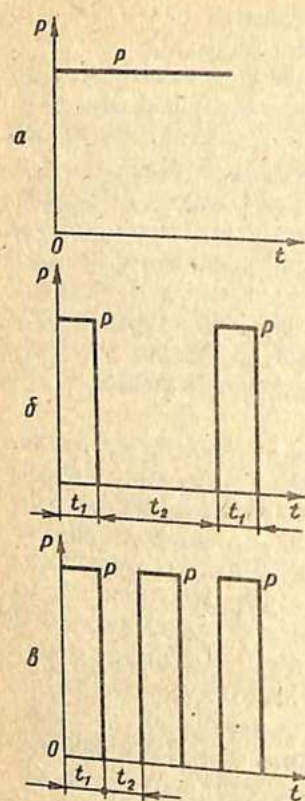
$J \frac{\omega_0}{2}$ бўлгани сабабли уни камайтириш учун инерция моменти J ни камайтириш кифоя. Бунинг учун кўпинча битта мотор ўрнига унинг ярим қувватига тенг қувватли иккита мотордан фойдаланилади. Бунда ротор ёки якорь диаметрининг кичрайиши ҳисобига J ва демак, GD^2 қиймати камаёди. Шунингдек, ротори узунроқ, диаметри эса

қисқароқ махсус моторлардан фойдаланиш билан ҳам И.т.э.н. 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 тиқини аниқлаш ҳамда технология талабларига мувофиқ бу моторнинг бошқариш системаси 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, тезлигининг ростилаш кенглиги, ростилаш силлиқлиги, берилган тезлиқнинг ўзгартирмай сакланиши, 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 моторнинг 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 ортиқча 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 чулғамдан ўтадиган юклама токи ҳам турлича бўлади. Бунда Жоуль — Ленц қонунига мувофиқ мотордаги чулғамнинг қизишига сарфланган қувват $Q = \Delta Pt = I^2 Rt$ бўлади. Агар технологик талабга мувофиқ моторда қайта-қайта ишга туширилиб ва тўхтатилиб турилса, моторда ажралувчи ва уни киздирувчи қувват исрофи ишга туширишдаги токнинг номинал токдан катталиги ҳисобига яна ҳам кўпаяди. Моторнинг қизишига сарфланган 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 ортиқча юкланиб қизиб, асосан мотор чулғамларининг изоляцияси билан аниқланади. Шу сабабли каталогдан танланган моторнинг қуввати ҳисоблаб топиладиган қувватга тенг ёки ундан бир оз каттароқ бўлиши керак. Каталогдан танланган мотор кўрсаткичлари юклама тасвиридаги максимал ва минимал қувватлар билан солиштирилади. Бунда танланган моторнинг максимал ($M_{\text{макс}}$) ва ишга тушириш ($M_{\text{шт}}$) моментлари



183-расм

талаб этилганидан кичикроқ бўлса, ката-
логдан бир шкала юкори кувватли мотор
танланади ва унинг $M_{\max}$ ва $M_{\text{ншт}}$ мо-
ментлари қайта солиштирилади. Мотор-
нинг кизишига ва унинг ишлаш пайтидаги
ишқаланиш ва бошқаларга сарфланади-
ган кувват исрофи

$\Delta P = P_1 - P_2 = P_1(1 - \eta) = \Delta P_{\text{н}} +$
 $+ \Delta P_{\text{н}} X^2 = \Delta P_{\text{н}} + \Delta P_{\text{н}}$ бўлади. Бунда,
 $P_1, P_2, P_{\text{н}}$ — моторга берилган, ундан
олинган ва номинал кувватлар, $\Delta P_{\text{н}}$ —
кувват исрофининг юкламага боғлиқ бўл-
маган ўзгармас қисми; $\Delta P_{\text{н}}$ — мотор
чулғамидаги номинал токдан ҳосил бўлган
ва унинг кизишига сарфланадиган кувват
исрофи; $X = \frac{P_2}{P_1}$ — юкланиш коэффи-
циенти; η — моторнинг фойдали иш коэффи-
циенти; $\Delta P_{\text{н}}$ — кувват исрофининг юкла-
мага боғлиқ бўлган ўзгарувчан қисми.
Моторнинг кизиш ва совиш жараёнлари
асосан электр юритманинг иш режимига
боғлиқ.

**379. Режимы работы электроприво-
да — Электр юритманинг иш режимлари.**
Электр юритмаларнинг давомли ўзгармас,
ўзгарувчан юкламаларда ёки қисқа ва
такрорланувчи қисқа муддатли юклама-
ларда ишлаш режимлари Э.ю.и.р. дейилади. 183-расм, а давомли,
б да қисқа ва в да такрорланувчи қисқа муддатли иш режимлари-
даги юклама тасвирлари кўрсатилган.

380. Продолжительный режим работы — Давомли иш режими.
Ўзгармас ёки ўзгарувчан юклама билан ишлаш давомида электр
мотори турғун нормал ҳароратгача кизий 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 К.м.и.р. дейилади.
Бунда t_1 иш вақти давомида P кувватли мотор ўзининг нормал
ҳароратгача кизий олмайди, электр тармоғидан ажратилган t_2
вақт (пауза) давомида эса ташки мухит ҳароратгача совиб
улгуради. Ташки мухит ҳарорати одатда — 35°C олинади. Бунда
иш режими кўпинча станокларнинг суппортлари, сув тўғонларининг
эшикларини очиб-ёпувчи механизми ва ш. к. ларнинг юритма-
ларида учрайди.

**382. Повторно-кратковременный режим работы — Такрорланувчи
қисқа муддатли иш режими.** Бирор юклама билан ишлаш давомида

электр мотори ўзининг турғун нормал ҳароратгача кизий ол-
майдиган, электр тармоғидан узилган пауза даврида эса мухит
ҳароратгача совиб улгурмайдиган иш режим Т. к. м. и. р. дейи-
лади. Бундай иш режими станок, кўтаргич кран ва ш. к. ларнинг
юритмаларида учрайди.

**383. Расчет мощности двигателя при продолжительной нагруз-
ке — Давомли юкламада мотор кувватини ҳисоблаш.** Мотор куввати
иш машинасининг давомли иш режимида юклама тасвирдан
фойдаланиб, ёки ҳисоблаш йўли билан ёхуд ишлаётган машинада
ўлчаб топилган кувватни механик узатма фойдали иш коэффиценти-
га бўлиб аниқланади. Мотор валидаги бу кувватга қараб каталогдан
мотор танланади ва у фақат ишга тушириш моментига кўра
текширилади.

**384. Мощность двигателя вентилятора — Вентилятор м. торининг
куватини.** Парракли ёки марказдан қочирма вентиляторнинг куввати
унинг иш унуми $Q(\frac{\text{м}^3}{\text{с}})$ ва босими H (мм сув устуни) билан
аниқланади. Агар солиштира оғирлиги $\gamma(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3})$ бўлган хавони кўн-

даланг кесими $F(\text{м}^2)$ ли кувурдан $v(\frac{\text{м}}{\text{с}})$ тезликда ўтказиш керак
бўлса, бир секундда ўтказилган хаво оғирлиги $q = Fv\gamma$ бўлади.
Хавонинг массаси $m = \frac{q}{g} = \frac{F \cdot v \cdot \gamma}{g}$ 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 коэффицентларига
бўлинса, талаб этиладиган мотор валидаги кувват топилади:
 $P_{\text{н}} = \frac{QH}{10^3 \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{у}}}$ кВт. Бунда $Q = Fv(\frac{\text{м}^3}{\text{с}})$; $H = \gamma \frac{v^2}{2g} (\frac{\text{Ньютон}}{\text{м}^2})$. Агар бо-
сим H ни $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ ёки мм сув устуни ($1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 1 \text{ мм сув устуни}$) билан

ўлчанса, $P_{\text{н}} = \frac{QH}{102 \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{у}}}$ бўлади. Катта кувватли марказдан қочирма
вентиляторларда $\eta_{\text{в}} = 0,4 \div 0,75$; ўрта кувватлиларда $\eta_{\text{в}} = 0,2 \div 0,35$.
Мотор валидаги талаб этиладиган кувватга қараб каталогдан мотор
танланади.

385. Мощность двигателя насоса — Насос моторининг куввати.
Қишлоқ хўжалигида фойдаланилаётган электр юритмалари ярми-
дан кўпроқ қисмини насосларнинг электр юритмалари юкори бўлганлиги
Техника-иқтисодий кўрсаткичлари нисбатан фойдаланилади.
Сабабли кўпинча марказдан қочирма насослардан фойдаланилади. Бунда
насос мотори валидаги кувват $P_{\text{н}} = \frac{QH}{10^3 \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{у}}}$ кВт бўлади.

$Q(\frac{\text{м}^3}{\text{с}})$ — насоснинг иш унуми, $H(\text{м})$ — 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 $\gamma \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$

$\gamma \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$ 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 $1000 \div 3000$
айл/мин да ишлайди. Шу сабабли улар мотордан узатмасиз бевосита
харакат олиб айланади ва демак, ихчам бўлади ва шовкинсиз
ишлайди. Насосларни ишга туширишда суюклик ўтадиган кувурдаги
вентиль берк бўлиши керак. Мотор салт режимда ишга туширилгач,
вентиль очилади. Демак, вентилятор ва насосларнинг моторларини
ишга тушириш шаронти енгил бўлади.

386. Мощность двигателя при продолжительной переменной нагрузке — Давомли ўзгарувчан юкламада мотор куввати. Давомли
ўзгарувчан юкламада ишловчи моторнинг кувватини юклама
тасвиридан фойдаланиб топишган ўртача арифметик кийматга қараб
аниклаб бўлмайди, чунки ундаги кувват исрофи ва ажраладиган
иссиқлик микдори, асосан, юклама токининг квадратига мутаносиб-
дир. Шунинг учун бундай юкламада мотор куввати ўртача
исроф ва эквивалент микдорлар услуги асосида ҳисобланади.

387. Метод средних потерь — Ўртача исроф усули. Бу усул
ўзгарувчан юкламада ишловчи моторда ажраладиган кувват исроф-
ларининг ўртача кийматини аниқлашга асосланган. 184-расмда
давомли ўзгарувчан юкламани иш режимининг тасвири кўрсатилган.
Ў.и.у. да аввало юклама тасвиридан фойдаланиб, кувватнинг ўртача
арифметик киймати топилади, сўнгра уни $1,1 \div 1,3$ га тенг коэффициент
циентга 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 $\Delta P_1, \Delta P_2, \Delta P_3$ ва ΔP_4 кувват
исрофлари куйидагича топилади:

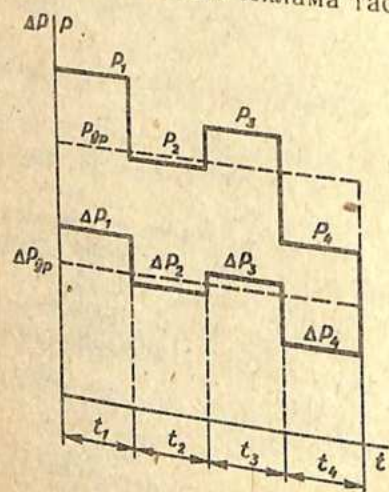
$$\Delta P_1 = \frac{P_1(1-\eta_1)}{\eta_1} \quad \Delta P_2 = \frac{P_2(1-\eta_2)}{\eta_2}$$

ва ҳоказо. Бу кувват исрофлари
графикдан уларнинг ўртача кий-
мати 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 топишган
ўртача исроф $\Delta P_y \leq \Delta P_n$ бўлиб
чиқса, тахминий мотор тўғри тан-
ланган бўлади ($\Delta P_n = \frac{P_n}{\eta_n}$)

— тахминий танланган моторнинг
номинал режимдаги номинал кув-



184-расм

ват исрофи). Агар $\Delta P_y > \Delta P_n$ бўлса, тахминий мотордан бир шкала
катта кувватли бошқа мотор танланиб, у қайта текширилади. Ки-
зишга кўра тўғри танланган, яъни $\Delta P_y > \Delta P_n$ бўлган мотор ўта
кискинчи моментли ($M_{\text{мин}}$) ва ишга тушириш momenti ($M_{\text{макс}}$) бўйича
та текширилади. Мотор каталогларида одатда $\eta = f(P)$ боғланиш
берилмайди. Шу сабабли унинг кизишини ҳисобга олув-
чи Ў.и.у. амалда кам қўлланилади.

388. Метод эквивалентных величин — Эквивалент катталиклар
услуги. 184-расмдаги юклама тасвирига асосан ясалган кувват
исрофи $\Delta P = f(t)$ графикни юкламанинг хар бир поғонаси учун
куйидагича ифодалаш мумкин: $\Delta P_x = \Delta P_y + \Delta P_z = \Delta P_y + \delta_x^2$ (δ —
моторнинг бош занжири қаршилигини ҳисобга олувчи коэффициент).
Агар моторнинг турли юкламаларида ΔP_y ва δ ўзгармайди деб фарз
қилинса, поғонасимон ўзгарувчан юкламадаги кувват исрофининг
ўртача киймати:

$$\Delta P_y + \delta^2 = \frac{(\Delta P_y + \delta^2) t_1 + (\Delta P_y + \delta^2) t_2 + (\Delta P_y + \delta^2) t_3 + (\Delta P_y + \delta^2) t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}$$

бўлади. Э.к.у. да давомли ўзгарувчан юкламани иш режими унга
эквивалент бўлган ўзгармас I_y юклама билан алмаштирилади.
Бунда эквивалент I_y юкламадаги кувват исрофи ҳақиқий режимдаги
куват исрофининг ўртача кийматига тенг бўлиши керак. Демак,
эквивалент юкламадаги эквивалент ток:

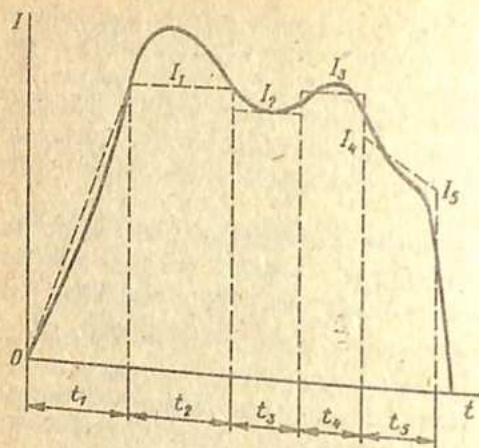
$$I_y = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + I_3^2 t_3 + I_4^2 t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}} \text{ бўлади.}$$

389. Метод эквивалентного тока — Эквивалент ток услуги.
185-расмда давомли ўзгарувчан юкламани иш режимидаги ток
диаграммаси кўрсатилган. Э. т. у. да мотор куйидаги тар-
тибда танланади: 1) ўзгарувчан юклама унга эквивалент бўл-
ган поғонали юклама билан алмаштирилади (185-расм, пункт
изиклар); 2) бу поғонали юкламанинг учбурчакли биринчи қисми
учун эквивалент ток $I_{y1} = \frac{I_1}{\sqrt{3}}$; трапеция шаклли бешикчи қисм учун эса

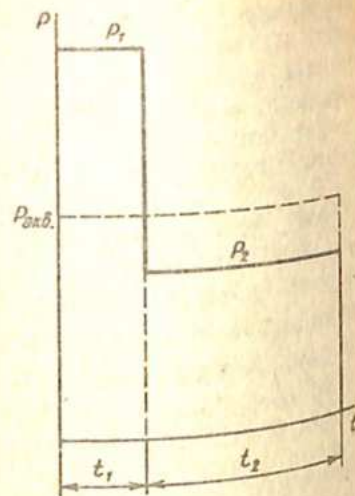
$$I_{y2} = \sqrt{\frac{I_4^2 + I_5^2 + I_6^2}{3}}; \text{ поғонали юкламанинг барча қисмлари учун эса}$$

$I_y = I_{y1} + I_{y2} + \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + I_3^2 t_3}{t_2 + t_3 + t_4}}$ бўлади. Ана шу эквивалент I_y токка
қараб каталогдан тахминий электр мотор танланади. Танланган
моторнинг номинал I_n токи эквивалент токка тенг ёки ундан катта
($I_y \geq I_n$) бўлиши керак. Бу мотор максимал ($M_{\text{макс}}$) ва ишга
туширишдаги ($M_{\text{мин}}$) моментлар бўйича қайта текширилади.

390. Метод эквивалентного момента — Эквивалент момент услуги.
Моторнинг кувватини унинг кизишга кўра танлашда қўлланилади.
Катта кувватли моторнинг момент ёки кувват диаграммаларида фойдаланилади.
Мотордаги асосий магнит оқими $\Phi = \text{const}$ бўлса, айлантувчи



185-расм



186-расм

М моментнинг токка мутаносиб бўлганлиги сабабли эквивалент момент ифодаси эквивалент ток сингари ифодаланади:

$$M_e = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + \dots + M_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$$

Ана шу эквивалент моментга каталог-

дан тахминий мотор танланади. Бу моторнинг номинал momenti эквивалент моментга тенг ёки ундан катта ($M_n \geq M_e$) бўлиши керак. Тахминий танланган мотор максимал ($M_{\max}$) ва ишга тушириш ($M_{\text{шт}}$) 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 кувват услуби. Агар мотор валидаги юкламанинг ўзгаришида $\Phi = \text{const}$ ва айланиш частотаси ҳам деярли ўзгармас бўлса, кувват токка мутаносиб бўлганлиги сабабли кувват диаграммасидан аникланадиган эквивалент кувватнинг ифодаси эквивалент ток ифодасига ўхшаш бўлади, яъни:

$$P_e = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$$

Бу услубдан фойдаланишда каталогдан тахминий танланган моторнинг номинал куввати $P_n \geq P_e$ бўлиши керак. Бунда ҳам танланган мотор $M_{\max}$ ва $M_{\text{шт}}$ лар бўйича қайта текширилади. Э. к. 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 куввати. Киска муддатли юклама режимда ишлайдиган кўпгина механизмларнинг ишга тушириш momenti номинал моментга нисбатан каттароқ бўлади. Шу сабабли 15, 30, 60 ва 90 минутли киска муддатли иш давларига хисобланган максус моторлар механик жихатдан пишиқроқ қилиб чиқарилади. 186-расмда ишга тушириш

частотасида киска муддатли ишлаш даври t_2 бўлган механизмнинг юклама диаграммаси кўрсатилган. Бу диаграммага мувофиқ аввало эквивалент кувват $P_e = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2}{t_1 + t_2}}$ аникланади. Сўнгра P_e ва t_2 га

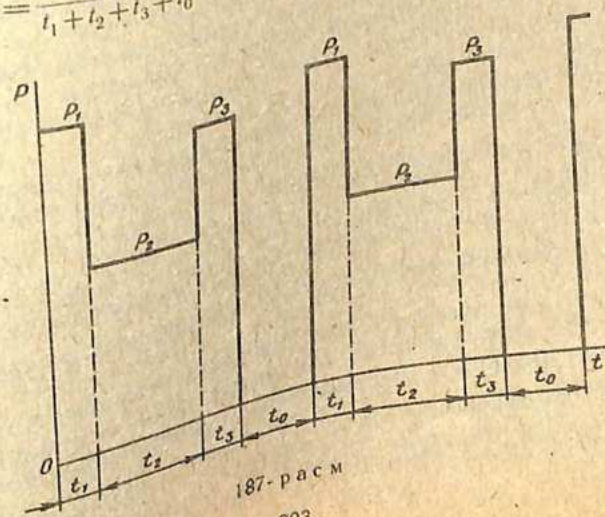
қараб, каталогдан киска муддатли иш режимига хисобланган тахминий мотор танланади. Бунда ҳам $P_n \geq P_e$ бўлиши керак. Нихоят, танланган мотор $M_{\max}$ ва $M_{\text{шт}}$ бўйича қайта текширилади. Киска муддатли юклама режимда узок муддатли ишга хисобланган оддий мотордан фойдаланиш ҳам мумкин. Аммо бундай мотор ортикча юк билан ишлатилган такдирда ҳам ундан кизиш бўйича тўла фойдаланилмайди.

393. Мощность двигателя при повторно-кратковременной нагрузке — Такоррланувчи киска муддатли юклама диаграммаси 187-расмда такоррланувчи киска муддатли юклама диаграммаси кўрсатилган. Бундай режим иш даврининг нисбий давомийлиги ПВ% (продолжительность включения) ёки ε билан характерланади:

$$\text{ПВ}\% = \frac{t_{\text{шт}}}{t_{\text{шт}} + t_0} \cdot 100 = \frac{t_{\text{шт}}}{t_{\text{цикл}}} \cdot 100 = \varepsilon \cdot 100.$$

Бунда $t_{\text{шт}} = t_1 + t_2 + t_3$ — моторнинг P_1 , P_2 ва P_3 юкламаларда ишлаш даври: t_0 — моторнинг электр тармоғидан ажратилган ёки салт ишлаш даври; $t_{\text{цикл}} = t_{\text{шт}} + t_0$ — такоррланувчи цикл даври ($t_{\text{цикл}} \geq 10$ минут бўлиши керак). Бундай режимда мотор такорр-такорр ишга тушириб ва тормозлаб тўхтатиб турилиши сабабли механик жихатдан пишиқ ҳамда катта қийматли $M_{\text{шт}}$ ва $M_{\max}$ га мўлжалланган бўлиши керак. Агар юклама диаграммасидаги иш даври бир неча поғонадан иборат бўлса (187-расм), мотор куввати стандартга яқин ва катта ПВ га келтирилиб, эквивалент катталиклар усулида хисобланади, яъни:

$$\varepsilon = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_0} \quad \text{ва} \quad P_e = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}}$$



187-расм

бўлса, стандарт, масалан, $PB\% = 25$ га келтириш учун қуйи-
даги формулалардан фойдаланилади: $P_{215} = P_{2x} \sqrt{\frac{B_x}{0,15}}$ ёки

$$P_{325} = P_{5\%} \sqrt{\frac{e_x}{0.25}}. \text{ Ана шу } P_{31\%} \text{ ва ПВ } \% = 15 \text{ ёки } P_{325} \text{ ва ПВ } \% = 25 \text{ асо}$$

куйдагича бўлади: $P_{\text{эк}} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_0}}$; $P_{\text{э100}} = P_{\text{эк}} \sqrt{\frac{\varepsilon_x}{1,0}}$

Энди ана шу эквивалент P_{100} кувватга қараб каталогдан оддий мотор таъналади. Агар $\varepsilon < 0,1$ бўлса, бундай механизмлар учун қисқ муддатли иш режимида мўлжалланган махсус мотордан фойдаланиш тавсия қилинади.

394. Выбор двигателя по роду тока — Ток турига қараб мототанлаш. Электр тармоқлари асосан уч фазали ток билан таъминланади, уч фазали асинхрон ва синхрон моторлар эса техника-иқтисодий кўрсаткичлари жиҳатидан ўзгармас ток моторларига нисбатан кўрашароитлироқдир. Шу сабабли уч фазали ўзгарувчан ток моторларидан кенг фойдаланилади. Шу билан бирга электр юритиш частотасини кенг диапазон ва бир текисда ростлаш талаб қилинадиган ҳолларда кўпинча ўзгармас ток моторларидан фойдаланилади.

395. **Выбор двигателя по напряжению** — Кучланишга қараб моторлар эса 380/220 В кучланишга ҳисоблаб чиқарилади. Ўзгармас ток тармоқларидаги кучланиш одатда 220 В бўлади, катта қувват электр юритмаларда эса 440 В кучланишдан ҳам фойдаланилади. Синхрон моторлар кўпинча 6 кВ га ҳисобланади. Ҳозирги пайт фаза кучланиши 380 В га ҳисобланган асинхрон моторлардан кенг фойдаланилмоқда.

396. Выбор двигателя по частоте вращения — Айланиш частотасига қараб мотор танлаш. Асинхрон моторлар асосан 3000, 1500, 750 ва айрим ҳолларда 600, 500 $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ га тенг синхрон айланмачилик частоталарида ишлаб чиқарилади. Паст айланиш частоталарида ишлайдиган моторларнинг кувват коэффициенти $\cos\phi$ ва η паст, лекин айлантирувчи $M = \frac{9550 P_n}{n_n}$ моменти нисбатан катта бўлади. Шу сабабли паст частоталар билан ишловда ўзи оғир ва кўпол бўлади. Шу сабабли паст частоталар билан ишловда айланадиган механизмларда ҳам редуктор орқали юқори айланмачилик частотали моторлардан фойдаланилади. Факат айрим ҳоллардаги масалан, экскаваторнинг 16...25 $\frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ билан ишлайдиган баъзи органларида кўп кутбли (айланиш частотаси паст) асинхрон

...лардан фойдаланиш тавсия қилинади. Кўпчилик асбобларнинг, ...дан, дурадгорлик механизмлари, электр шпиндель ва шу ...ларнинг юритмаларида асосан, айланиш частотаси бир неча ўн ...атто юз мингга тенг, енгил, энергетик кўрсаткичлари яхши ...ган, юқори частотали асинхрон моторлари қўлланилади. Ўзгар- ... ток моторлари кўпинча $200...1200 \frac{\text{айл}}{\text{мин}}$ айланиш частоталарида ...илиди. — Тузилишига қараб мотор ...моянган ва

307. Выбор двигателя по конструкции — Тузилишиги кўра, очик, химояланган ва шалаш. Электр моторлар, тузилишига кўра, очик, химояланган учун мотор тури иш турларга бўлинади. Электр юритмалар учун мотор танланади. Масалан, шинасининг ишлаш жойи шароитига қараб танланади. Масалан, яъни токли ва айланувчи қисмлари ташки мухит таъсиридан химояланмаган моторлар чангсиз, курук ва ёнғин хавфи бўлмаган шолардаги юритмаларга қўйилади. Токли ва айланувчи қисмлари мотрдан тикка ёки 45° бурчак остида тушадиган сув, ёмғир қисмлари ва бошқа қаттиқ жисмлардан сакланган мотор химояланган мотор дейилади. Бундай моторлар одатда усти ёпик, баъзан усти очик жойларда ҳам қўлланилиши мумкин. Корпуси жипс беркитилган мотор берк мотор дейилади. Бундай чикиши мумкин бўлган шиналардан ҳоли, мухит эса мотордан қўлланилади. Моторларни химояланган бўлади. Очик ва химояланган моторлар ўз ишига ўрнатилган вентилятор билан совитилади, берк моторларни таъсирдан ҳоли, мухит эса мотордан қўлланилади. Моторларни типига қараб таъсирдан ҳоли, мухит эса мотордан қўлланилади. Моторларни типига қараб таъсирдан ҳоли, мухит эса мотордан қўлланилади.

398. Выбор двигателя по типу — Моторлар.
Электр юритмаларда асосан киска туташтирилган А ва АО синхрон моторлари қўлланилади. Бундай моторлар дастлаб А ва АО серияларда чиқарилган. Кейинроқ А ва АО серияли типлари ўзлаштирилган. Кейинроқ А₂ ва АО2 серияли янада такомиллашган 4А серияли асинхрон моторларнинг пайтда асинхрон моторларнинг янада асинхрон моторлар типлари ишлатилмокда. 4А серияли кичрайтирилган, айланма ҳаракатига нисбатан қуйдаги афзалликларга эга: массаси 18 % кичикроқ, габарит (ҳажм) ўлчамлари кичрайтирилган, айланиш ўқи пастроқ ўрнашилган, ишга тушириш моменти қулайлашган, ва тебраниш даражаси пасайтирилган, кувватлар шкаласи ўлчамлари ҳалқаро стандартларга яқинлаштирилган. Бу типдаги моторлар мухит ҳароратнинг +20° дан —40° чегарасидаги ўзлаштирилган. Уларда ишга тушириш моменти, кишлоқ қулайлигидаги оғир шароитларни ҳисобга олиб, янада оширилган. 4А серияли моторларнинг изоляцияси эса турли емирувчи моддаларга ва намга қилиб чиқарилган. 1-жадвалда эса кишлоқ хўжалик модификациясининг кўрсаткичлари берилган. Жадвалларга эга бўлган мотор частотасида энг кичик ва энг катта кувватли моторлар кўрсатилган. $P = 0,12 \div 0,37$ кВт кувватли моторлар 220/380 В ва 380/660 В кучланишга; $P = 0,55 \div 100$ кВт кувватли моторлар 220/380 В ва 380/660 В кучланишга ҳисоблаб чиқарилади.

399. 4 А сериядаги киска туташтирилган роторли асинхрон моторлар

Мотор тип	Қувват P_n , кВт	η %	$\cos\phi_1$	$M_{\max}$	$M_{\text{ншт}}$	$I_{\text{ншт}}$
				M_n	M_n	I
4А50А2У3	0,9	3000 айл/мин	0,7	2,2	2	5
4А355М2У3	315	60	0,91	1,9	1	7
4А50А4У3	0,06	1500 айл/мин	0,6	2,2	2	5
4А355А4У3	315	50	0,92	1,9	1	7
4АА63А6У3	0,18	1000 айл/мин	0,62	2,2	2	4
4А355ВУ3	200	94,5	0,9	1,9	1	7
4А71В8У3	0,25	750 айл/мин	0,65	1,7	1,6	3,5
4А355М8У3	160	56	0,85	1,9	1	6,5
4А28S10У3	37	93,5	0,78	1,8	1	6
4А355М10У3	110	91	0,83	1,8	1	6
4А315S12У3	45	93	0,75	1,8	1	6
4А355S12У3	90	90,5	0,76	1,8	1	6
		92				

2-жадвал

400. 4 А серияли двигателларнинг кишлок хўжалик модификацияси

Мотор тип	Қувват P_n , кВт	$\cos\phi_1$	η %	$M_{\max}$	$M_{\text{ншт}}$	$I_{\text{ншт}}$	Синхрон айл/мин
4А160S2CB	15	0,9	87,5	2,2	1,2	7,5	3000
4АР160М2CB	18,5	0,92	88,5	2,2	1,2	7,5	
4АР160М2CB	22	0,9	89	2,2	1,2	7,5	
40180S2CB	30	0,92	90	2,2	1,2	7,5	
4А160S2CX	15	0,9	87	2,2	1,2	7,5	
4АР160М2CX	18,5	0,92	88	2,2	1,2	7,5	
4А180S2CX	22	0,9	88,5	2,2	1,2	7,5	
40180М2CX	30	0,92	89,5	2,2	1,2	7,5	
4АР160S2CB	15	0,9	89,2	2,2	2	7,5	1500
4АР160М4CB	18,5	0,91	89,5	2,2	2	7,5	
4А180S4CB	22	0,91	89,7	2,2	2	7,5	
4АР180М4CB	30	0,91	90,5	2,2	2	7,5	
4АР160S4CX	15	0,91	88,7	2,2	2	7,5	
4АР160М4CX	18,5	0,91	89	2,2	2	7,5	
4А180S4CX	22	0,91	89,2	2,2	2	7,5	
4АР180М4CX	30	0,91	90	2,2	2	7,5	
4АП160S6CB	11	0,86	86	2,2	725		1000
4АП180М6CB	18,5	0,89	87,5	2,2	725		
4АП160М6CB	15	0,87	87,5	2,2	725		
4АП160М6CX	11	0,86	85,6	2,2	725		
4АП160М6CX	15	0,87	87	2,2	725		
4АП180S6CX	18,5	0,89	88	2,2	725		

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 имоялаш аппаратлари, технологик датчиклар, электромагнит муфта, кучайтиргичлар, яримўтказгичли контактсиз асбоблар ва кўзгалмас схемасидан ишлатилади.

402. Аппараты ручного управления — Дастаки бошқариш аппаратлари. Қўл кучи билан ёки механик узатма ва рычаглар ёрдамида аракатга келтириладиган, 500 В гача кучлинишли ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларини узиб-улаб турувчи рубильник, пакетли муфта, контроллер каби бошқариш аппаратлари Д.б.а. дейилади. Д.б.а. нинг габарит ўлчамлари нисбатан катта, бошқариш қуввати 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, киска туташтирилган роторли асинхрон моторларни ишга тушириш, тўхтатиш, юлдуз схемасидан ишлатиб чиқарилади. Контактлари каби амалларни бошқарадиган ҳамда кўзгалмас схемасидан ишлатиб-улашда қўлланилади. Агар кучлинишли 400 А гача токни ўзгармас ток занжирларини соатига 120 мартагача ишга тушириш, реверслаш, айланиш частотасини ростлаш каби амалларни бошқарадиган аппарат контроллер дейилади. Реле-контакторли бошқариш аппаратлари. Реле ва контакторлардан иборат бўлган электромагнит бошқариш аппаратлари дастаки аппаратларга нисбатан ҳар томонлама такомиллашган ва уларнинг ўртача хизмат даври бир неча миллион марта узиб-улаш билан характерланади. Дастаки аппаратларнинг хизмат даври эса 2500—5000 улаишлар билан чекланади).

403. Релейно-контакторные аппараты управления — Реле-контактор. Контакттор — Контакттор. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларини соатига 1500 мартагача масофадан туриб узиб-улашга қўзғалмас ва кўзгалмас схемасидан ишлатиб чиқарилади. К. нинг чулгамига ток берилмаган ҳолати уларнинг нормал ҳолати дейилади.

404. Контактторы постоянного тока — Ўзгармас ток контакторлари. Контакттор — Контакттор. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларини соатига 1500 мартагача масофадан туриб узиб-улашга қўзғалмас ва кўзгалмас схемасидан ишлатиб чиқарилади. К. нинг чулгамига ток берилмаган ҳолати уларнинг нормал ҳолати дейилади.

405. Контактторы постоянного тока — Ўзгармас ток контакторлари. Контакттор — Контакттор. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларини соатига 1500 мартагача масофадан туриб узиб-улашга қўзғалмас ва кўзгалмас схемасидан ишлатиб чиқарилади. К. нинг чулгамига ток берилмаган ҳолати уларнинг нормал ҳолати дейилади.

кўзғалмас қисмидаги пўлат ўзакка ўзгармас ток чулғами ва кўзғалмас контактлар системаси ўрнатилади. Кўзғалувчи қисм якордан ва унга ўрнатишган кўзғалувчи контактлар системасидан иборат. Ўзак билан якор ўртасидаги ҳаво оралиғи 10 мм дан ошмайди. Ў. т. к. да бош занжирларни, яъни электр машиналарнинг юклама токи ўтадиган (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 саклайди 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. Ҳ. т. к. нинг кўзгалмас қисмидаги пўлат ўзақ чулғамига ўзгарувчан ток берилганда якорь ва унга ўрнатилган кўзгалдувчи контактлар системаши ҳаракатга келиб, ўзақка тортилади. Ўзақка мис ҳалкача ўрнатилган. У ўзгарувчан токнинг ноль қийматларида якорьнинг ўзақка урилиб-тебранишидан ҳосил бўладиган товушнинг кескин камайтиради. Ҳ.т.к. чулғамига ток берилиши моментларида катта ҳаво оралиғи туфайли индуктивлик кичик бўлиб, чулғамдан ўтувчи ток нормал (якорь тортилган пайтдаги) қийматига яқинлашади. 10...15 марта катта бўлади. Шу сабабли якорь зарб билан ўзақка урилади. Натижада контактлар емирилади, уларнинг хизмат даври қисқарок, яъни $1 \div 7$ млн узиб-улиниши ташкил қилади, холос. Контактторлар чулғамига ток берилгандан кейин, 0,05...0,1 секунда ўтиши билан якорь ўзақка тортилиб, уларнинг контактлари туташади. Бундай контактторлар 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 ортикча юкламадан химоялайдиган 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. ўнгга ва чапга айлантирувчи иккита контактордан ҳамда ўнг, чап ва тўхтатиш сигналлари бериш учун иккита лардан иборат бўлади.

408. Кнопочная станция — Кнопкалар станцияси. Босилганда контактларни очиб ёпадиган бир неча кнопкалардан тузилмалар группаси К. с. дейилади.

409. Реле — Реле. Ташиқ қилиш алати. Автоматик равишда сигналлари берувчи кнопкалардан иборат. Ҳар бир реле ўзига хос қирларини эгаллашди.

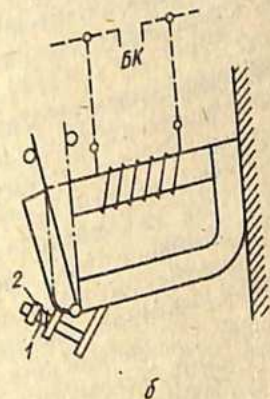
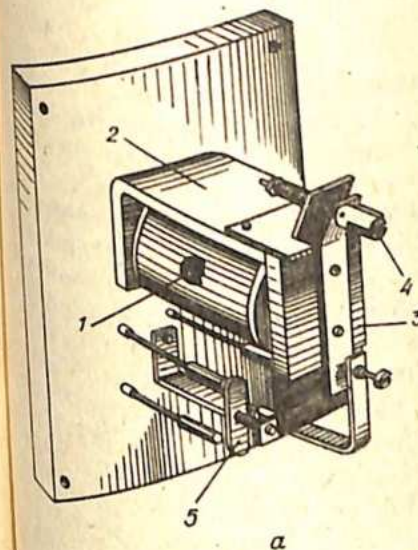
409. Реле — Реле. Ташқи сигнал воситасида электр занжирларини автоматик равишда узиб-улаб турадиган тузилма. Р. дейилади. Р. йкки турғун ҳолатга эга бўлган коммутация элементидан ва унинг

турғун ҳолатлари ўзгарганда узилиб-уланадиган контактлар системасидан иборат. Р. лардан автоматик бошқариш, назорат, сигнали-
зация ва ҳисобларда фойдаланилади. Электр моторларни

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 контакторлар сингари, электромагнит ва бошқариш-жанжирларидаги кичик тоқларга ҳисобланган контактлар системаси-дан иборат. Чулғамига тоқ (сигнал) берилиши биланок (0,1—0,15 се-кунд 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.

411. Выдержка времени — Ҳаяллаш вақти
Берилгандан кейин контактларни ту
диратишгача ўтадиган вақт X . в. дейилади.

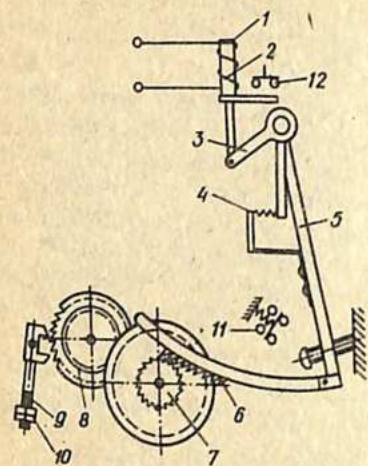


188- p a c m

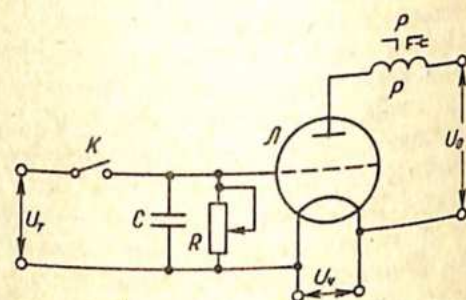
412. **Электромагнитное реле времени** — Электромагнит-вак-
релеси. Бундай реле ўзгармас токли электромагнит ва унинг якорига
припитилган контактлар системасидан иборат бўлади. Қолдик
магнетизм таъсирида реле якори пўлат ўзакка кистирмалар
қолмаслиги учун якорга номагнит материалдан юпка кистирмалар
припитилади. Бу кистирмалар сонини ўзгартириш ва якорь пружина-
магнитини таранглигини ростлаш мумкин. Ўзгармас ток
магнитини 0,1..16 секунд чегарасида ўзгармас ток тўғрилағич орқали
манбаи бўлмаса бундай релеларга ўзгармас ток тўғрилағич орқали
серилади. 188-расмда Э. в. р. нинг тузилиши ва схемаси кўрсатилган.

413. **Маятниковое реле времени** — Маятникли вак-
т 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 токда ҳам ўзгарувчан токда

Маятниковое реле времени — М. в. р. нинг узлук ва унинг якори
реле электромагнит иборат. 189-расмда М. в. р. нинг узгарувчан токда
кўрсатилган. М. в. р. ўзгармас токда хам



189-расм



190-расм

хам ишлай олади. Бундай реленинг маятникли системасидаги рейка узунлигини ўзгартириш ёки маятник елкасидаги юкни силжитиш йўли билан унинг хаяллаш 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 хаяллаш вақти R ва C кийматларини 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 хаяллаш 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 амалларида 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 хисобланган РЭ-2100 типли электромагнит релелар ишлатилади.

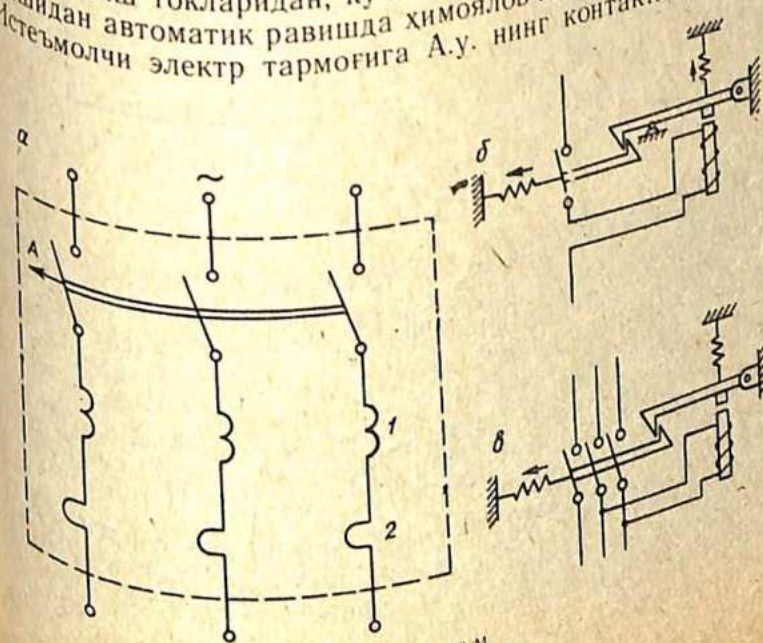
418. Аппараты защиты — Химоя аппаратлари. Электр моторлари-

га бошқа электр истеъмолчиларни қиска туташув, ўтаюкланиш ва ноль кучланиш хавфларидан сақланиш учун хизмат қиладиган аппаратлар Х. а. дейилади.

419. Предохранители — Сақлагичлар. Мотор, узатиш ва бошқа занжирларини қиска туташув токидан химояловчи эрувчан энг оддий тузилмалар С. дейилади. Бош ёки бошқариш занжирларида қиска туташув рўй бериши биланок С. нинг занжирларидан ажратади. С. даги симнинг эриб кетиш, занжирни электр тармоғидан ажратади. С. диаметри, узунлиги, уланиш контакти, мухит ҳарорати ва занжирларига боғлиқ. Шу сабабли С. нинг химоялаш шароитларига боғлиқ. Шу сабабли С. нинг химоялаш шароитларида С. нинг моторнинг номинал токига, қиска туташтирилган роторли асинхрон моторларда эса номиналга нисбатан 3 марта катта токка ҳисобланади.

420. Нулевая защита — Ноль кучланиш химояси. Рубильник тари дастаки бошқариш аппарати билан ишга туширилган моторда бирор-сабаб билан кучланиш нолга тушиб, яна тикланса, мотор тўхтаб қолиши, сўнггра яна ўз-ўзидан айланиб кетиш хавфи бўлади. Магнитли ишга туширгич билан бошқариладиган моторда занжир ноль ёки нормалдан анча паст бўлса, мотор автоматик равишда тўхтайди. Лекин кучланиш тиклангандан сўнг моторнинг занжир магнитли ишга туширгичнинг бош контактлари орқали қалганлиги сабабли ўз-ўзидан ишга туша олмайди. Демак, магнитли ишга туширгич билан хам ноль кучланиш хавфидан қалганлиги эришиш мумкин.

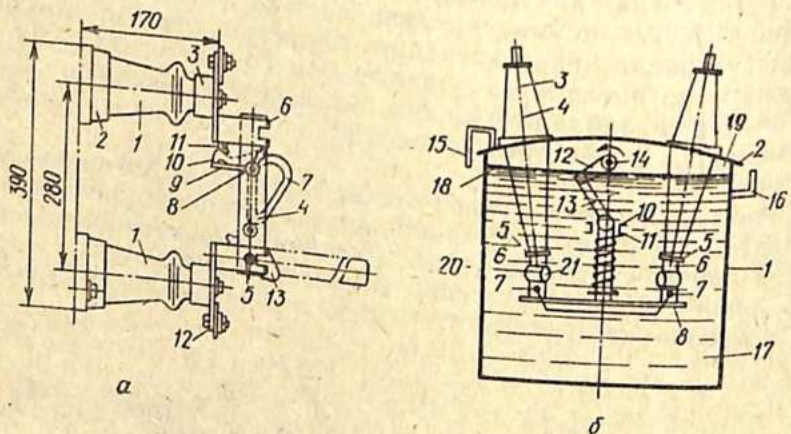
421. Автоматический выключатель (Автомат) — Автоматик узгич (Автомат). Электр мотор ва бошқа истеъмолчиларни қиска туташув ва юкланиш токларидан, кучланишнинг йўл қўйилганидан хам қайишидан автоматик равишда химояловчи аппарат А. у. дейилади. Истеъмолчи электр тармоғига А.у. нинг контактлар системаси



191-расм

дастаки усулида туташтириб уланади. Агар истеъмолчида киска туташув, ўтаюкланиш каби ҳодисалар юз берса, ёки кучланиш йўл кўйилганидан пасайиб кетса, электромагнит 1 ёки иссиқлик элементи 2 дан ўтадиган 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 хавфи 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 режимида юкори 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 илгакли штангалар ёрдамида бириктириб ёки ажратиб турилади. 192-расм, а да А. нинг схемаси кўрсатилган.



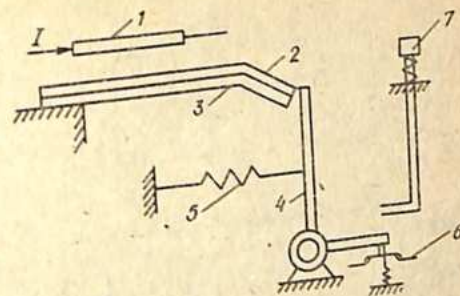
192-расм

423. Масленный выключатель — Мойли узгич. Юклама режимида юкори 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 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 киска туташув токидан ҳимояладиган электромагнит релелар М. т. р. дейилади. Бундай реленинг ишга тушиш токи моторни ишга тушириш ва тормозлаб тўхтатиш тоқларидан 30...50 % юкори бўлиши, ўзгармас

ток мотори учун эса коммутация шартига кўра белгиланганидан ортиқ бўлмаслиги керак.

425. Тепловое реле — Иссиқлик релеси. Электр моторларни ва бошқа истеъмолчиларни ўтаюкланишдан ҳимояладиган аппарат И. р. дейилади. 193-расмда И. р. нинг тузилиши кўрсатилган. И. р. нинг кизиш элементи (1) моторнинг иккита фазасига кетма-кет уланади.



193-расм

ўтаюкланиш юз берса, мотор фазаси ва И. р. нинг кизиш элементидан ўтган катта ток таъсирида унинг биметалл пластинкаси (2—3) эгилиб ричаг 4 воситасида контакт 6 ни очик ҳолатга келтиради ва натижада моторни электр тармоғидан автоматик равишда ажратиш сигнали берилади.

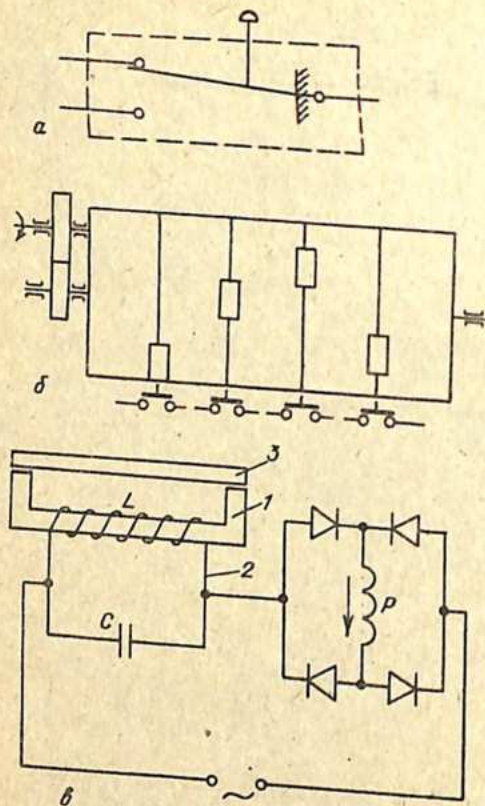
426. Технологический датчик — Техноложик датчик. Турли техноложик параметрлар: масофа, айланиш частотаси, тезлик, юклама, босим ва шу кабилар таъсирида электр юритманинг автоматик бошқариш системасига сигнал берувчи аппарат Т. д. дейилади.

427. Путьевые датчики — Йўл датчиклари. Иш машинасининг тўғри чизикли ёки буриладиган йўлига ўрнатилган ва унинг берилган техноложик талабига мувофиқ ҳаракатланишини автоматик равишда бошқарадиган контактли ёки контактсиз аппарат Й. д. дейилади.

428. Путьевой переключатель — Йўл алмашлаб-улагичи. 380 В кучланишда 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 чизикли ҳаракати давомида бирор қисми билан Й. а. у. нинг контактлар системасига таъсир этиб, унинг берк контактини очад, очик контактини беркитади. Натижада электр юритманинг бошқариш занжирига тегишли сигналлар берилади, шу тариқа электр юритмани техноложик талабга мувофиқ автоматик равишда бошқаради. Й. а. у. нинг хизмат даври контактларининг $5-10 \cdot 10^6$ марта узиб-улалиши билан ўлчанади.

429. Барабанный переключатель — Барабанили алмашлаб-улагич. Айланма ҳаракатли иш машинасининг техноложик 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 натижада 1 кулачоклар 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 3 пўлат ўзак индуктив ғалтакнинг пўлат ўзагига яқинлашиб, резонанс ҳолисаси юз беради ва натижада реле Р 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) — Индукционный датчик (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 — Қалқовичли реле. Бундай реледан кўпинча насос станциялари ишини электр юритма орқали автоматлаштиришда фойдаланилади. Насос станцияси минорасидаги сув сатҳи Х. р. нинг қалқовичи билан назорат қилинади. Сув сатҳи ўзгарганда қалқович кўтарилиб-тушиб, контактлар системасининг ҳолатини ўзгартиради, шу билан насос моторини автоматик равишда электр тармоғига улаб-узиб туради.

433. Электромагнитные устройства — Электромагнит курилмалар. Электромагнит чулғамига ток берилиши билан унинг кўзғалувчан якорининг ўзакка тортилишига асосланган курилмалар Э. к. дейилади. Бундай курилмалардан, масалан, ишлов бериладиган деталларни 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 силлиқ тўхтатиш имконини беради. Шу билан бирга, номинал айланиш частотасида ишлаётган мотор валини Э. м. воситасида иш айланиш частотасида ишлаётган мотор юритманинг ишга тушириш механизми валига улашда электр юритманинг ишга тушириш давомийлиги анча қисқаради. Кичик габаритли, кўп дискли Э. м. нинг яратилиши, уларни станокларнинг тезликлар қутисига ўрнатиб, тезликни механик усулда ростлаш ва айланиш йўналишини ўзгартиришни автоматлаштиришга катта имкон тугдирди.

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-улашдан иборат реле минутага бир марта уланса, 20 йил, секундига бир марта уланганда эса 4 ой ишлай олади ҳолос. 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. қаторига вольт-ампер характеристикаси кескин ўзгарувчи, яъни икки тургун ҳолатга эга бўлган электрон асбоблар, яримўтказгичлар, ферромагнетик ва ферроэлектриклар қиради. Бу элементларнинг бир тургун ҳолатдан иккинчи тургун ҳолатга осонгина ўтиши автоматик бошқариш учун зарур сигналларни контактларнинг иштирокисиз ҳосил қилишга имкон беради. К. б. а. кичик габаритли, паст кучланишларда ҳам ишлай оладиган, механик зарбларга чидамли ва юқори фойдали иш коэффициентига эга бўлади. Уларнинг асосий камчилиги — айрим нусхаларининг турли характеристикага эгаллиги ва параметрларининг ҳароратга боғлиқлигидир.

хвй булим

ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИ АВТОМАТИК БОШҚАРИШ СХЕМАЛАРИ

436. Схемы управления — Бошқариш схемалари. Электр юритма ва иш машинадан самарали фойдаланиш, меҳнат унумдорлигини ошириш, маҳсулот таннархисини пасайтириш учун электр юритмалардаги ўтиш ва тургун иш режимларини технология талабларига мос равишда оптимал кўрсаткичлар билан жадал ўтишига эришиш зарур. Бу максадларга 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 принципнол 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 параметрларининг ўзгармас ҳолатда сақланиши 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 схемалари таркибида жуда кўп асбоб ва аппаратлар бўлади. Шу сабабли схема ишини тез ва осон тушуниб, уни тўғри талқин қилиш учун схема элементларига ГОСТ бўйича шартли белгилар қўйилади. Бу белгилар элементларнинг нормал ҳолатларига тааллуқли бўлади. Контактторнинг кўзғатиш чулғамига ток берилмагандаги ва демак, бош контактлар очик бўлган ҳолати, унинг нормал ҳолати дейилади. Бир типдаги аппаратларни бир-биридан ажратиш учун улар бир неча бош харфлар билан белгиланади. Бунда биринчи харф аппаратнинг номига тааллуқли бўлса, қолганлари унинг схемадаги вазифасини характерлайди. Агар схемада бир хил элементлар олдида сонлар вазифаларни бажарса, уларнинг харфий белгилари аппаратларга 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 занжирига нисбатан йўғонроқ чирик 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.

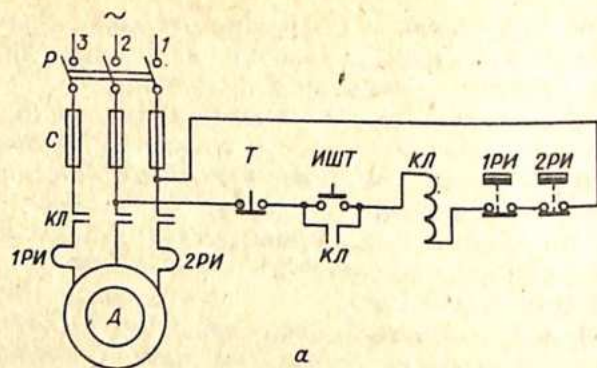
448. Блок контакты — Блок контактлар. Бошқариш аппаратларидаги бошқариш занжирларининг кичик тоқларига мўлжалланган контактлар Б. к. дейилади.

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 электр блокировка бошқариш аппаратларидаги блок контактлар электр блокировка вазифасини ўтайди. Магнитли реверсив ишга туширгичларда механик блокировка ҳам қўлланилади.

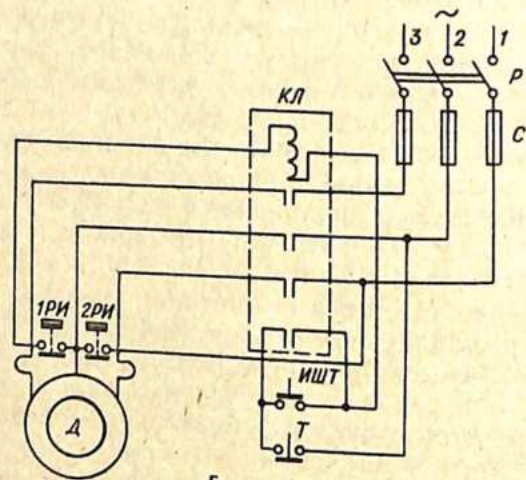
450. Принципиальная схема — Принципиал схема. Схема аппаратларининг қандай тартибда уланганлигини ва схемада тасвирланган тузилманинг ишлаш принципини яққол кўрсатувчи схема П. с. дейилади. П. с. да ундаги элементларнинг ҳақиқатда қандай жойлашганлиги ҳисобга олинмайди.

451. Монтажная схема — Монтаж схемаси. Бирор тузилма, аппарат ва шу кабиларнинг 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 улашиб, асинхрон мотор ишга тушади. Кадама бўшатиш учун контактлари пружина таъсирида яна очик ҳолатга тўғри келади. Аммо бу контактлар блок контакт КЛ билан туташтирилган уланганича линия контакторининг КЛ чулғами электр тармоғига улаштириш учун қолади, мотор ишлашда давом этади. Моторни тўхтатиш учун Т кадамани босиб кифоя. Бунда контакторнинг КЛ чулғами контактлар қолиб, унинг якори ўзакдан ажралади. Натижада контактлар воситасида дастлабки очик ҳолатига келиб, мотор электр тармоғидан узилади. Бу схемада қўлланилган 1 РИ, 2 РИ иссиқлик релелари 196-расм, а, б, в да мотор ўтаюкланиш хавфидан ҳам сақланади. Автоматик бошқариш реверсив асинхрон моторнинг очик системали автоматик бошқариш схемаси кўрсатилган. Унда ўнг (кў) ва чап (кч) контакторларидан иборат реверсив магнитли ишга туширгичдан фойдаланилади. Бундай магнитли ишга туширгичларда электр ва механик блокировка калар туфайли ўнг ва чап контакторларнинг бир вақтда улаштириш хавфи йўл қўйилмайди. Шу билан бош занжирда киска туташув

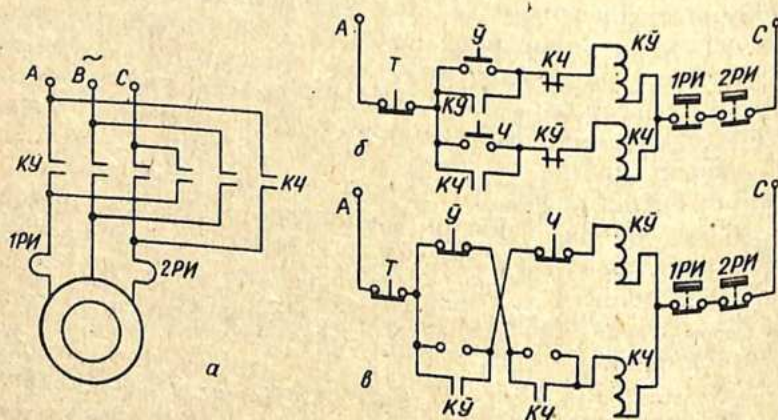


а

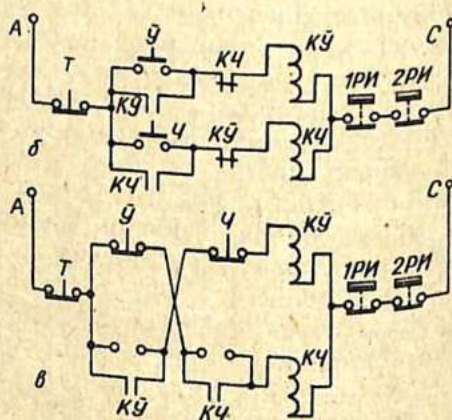


б

195-р ас м



а



б

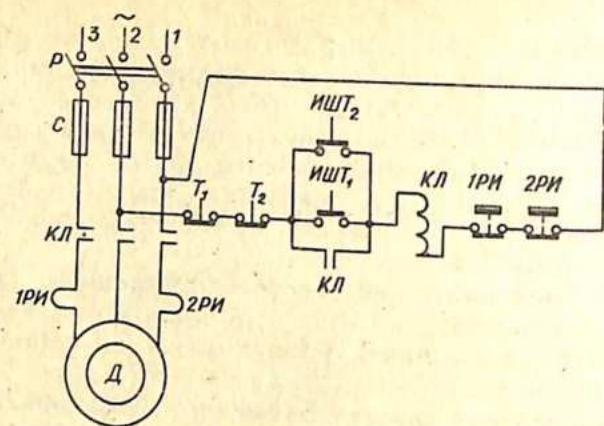
196-р ас м

бартараф қилинади. 196-р ас м, б даги бошқариш схемасида бирор томонга айланаётган моторни тескари томонга айлантириш учун уни аввал тўхтатиш, сўнгра тескари томон кадамасини босиш керак бўлади. 196-р ас м, в да эса моторни тўхтатмай ишга туширишда схемаси кўрсатилган. Агар реверсив магнитли ишга туширишда фақат механик блокировка қўлланилган бўлса, бу ҳолда ҳам ишлаб турган моторни тескари томонга айлантириш учун уни аввал тўхтатиш керак бўлади.

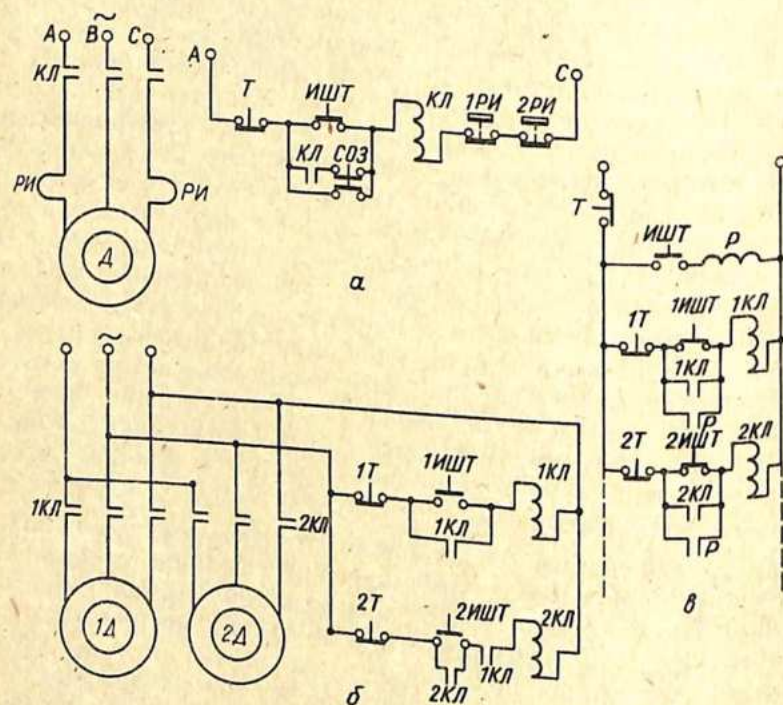
453. Дистанционное управление — Дистанцион (масофадан) бошқариш. Электр юритмани Д. б. учун турли жойларга ўрнатилган ишга тушириш кадамаларини ўзаро параллел улаш, тўхтатиш кадамаларини эса кетма-кет улаш кифоя (197-р ас м).

454. Блокировочные связи — Блокировка боғланишлари. Электр юритмаларнинг автоматик бошқариш схемаларида қўлланиладиган Б. б. дан иш машиналарини турли режимларда ишлатиш ҳамда станокларнинг поток линияларида уларнинг турли механизмлари ҳаракатини ўзаро мослаш учун фойдаланилади. 198-р ас м, а да кўрсатилган бошқариш занжиридаги ИШТ кадамасидан давомли иш режимида, созлаш («соз») кадамасидан эса қиска муддатли иш режимида фойдаланилади. 198-р ас м, б да моторларнинг блокировка боғланишли бошқариш схемаси кўрсатилган. Унда иккинчи 2Д моторни ишга тушириш учун биринчи 1Д моторнинг ишга туширилган бўлиши кераклиги кўрсатилган. 198-р ас м, в да бир неча моторни биргаликда ва алоҳида-алоҳида бошқариш схемасида Б. б. нинг Бундай схемада контакторлар билан биргаликда электромагнит реле хам ишлатилади. Автоматик бошқа турлари хам учрайди. Юқорида келтирилган турларидан бошқа турлари хам учрайди.

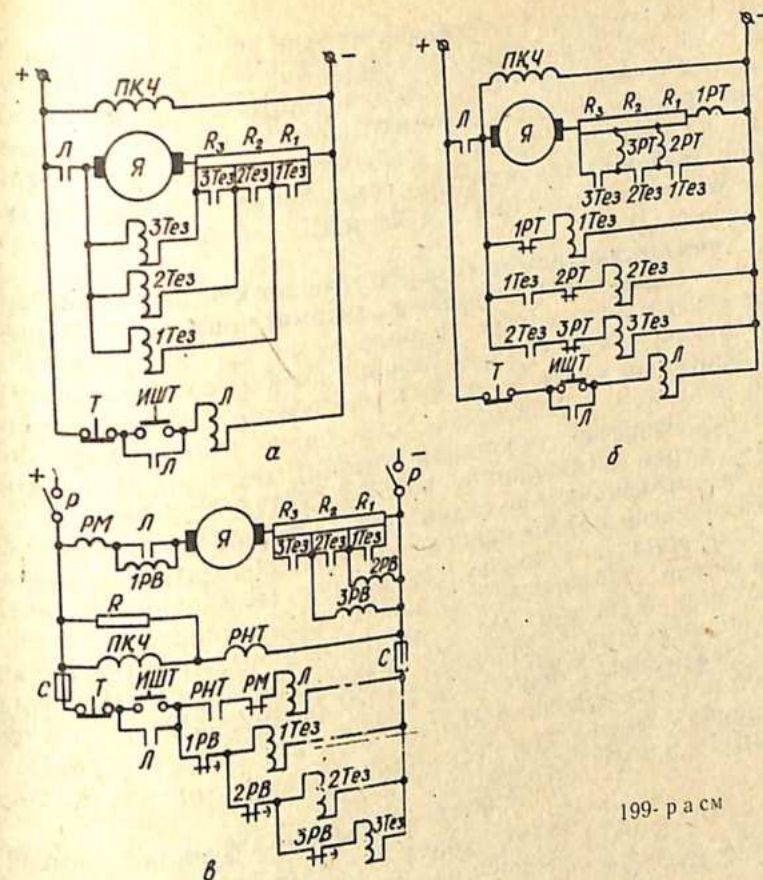
455. Автоматическое управление пуском электродвигателя — Электр моторни ишга туширишнинг автоматик бошқариш. Электр моторларни реостат орқали ишга туширишда унинг давомийлиги $t_{шт}$ занжиридаги ток $I_{шт}$ ва айланиш частотаси n нинг ўзгариши сабабли бу жараёни $t_{шт}$, $I_{шт}$ ва n бўйича автоматлаштириш мумкин. Бунда айланиш частотаси ўрнига кўпинча унга мутаносиб бўлган ЭЮК дан фойдаланилади. Хусусан, параллел кўзгатишли моторни уч поғонали реостат орқали ишга тушириш ЭЮК кадамасини босиб мотор автоматлаштирилади (200-р ас м, а): якори занжирига реостатнинг тўла қаршилиги киритилган ҳолда ИШТ кадамаси билан ток айлантирилади. Айланиш частотаси n_1 гача ортиб бориши минимуми ва айлантирувчи момент камайиб бориб, ток ўзининг минимуми $I_{мин} = 1,1 I_n$ 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 (якори занжиридан чиқарилади). Бунда ток ва айлантирувчи момент яна ўзининг дастлабки $M_{макс} = 2 M_n$ кийматигача 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 хоказо. Шунинг сингари, ишга туширишнинг ток бўйича автоматлаштиришда ток релесидан, вақт бўйича автоматлаштиришда вақт релесидан фойдаланилади.



197-рasm



198-рasm

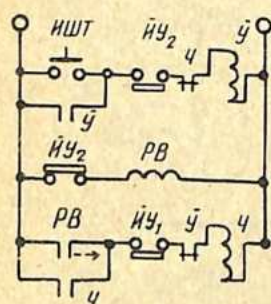


199-рasm

200-рasm, а да параллел кўзғатишли моторни ишга туширишни ЭЮК бўйича, б да ток бўйича ва в да вақт бўйича автоматлаштириш схемалари кўрсатилган. Вақт бўйича автоматлаштириш катор афзалликларга эга. Унда электр тармоғидаги кучланиш реле чулғами ҳарорати ва юклама токининг ўзгаришлари схема ишига таъсир қилмайди. Бундан ташқари, турли қувватдаги 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 ЙУ₁ ва ЙУ₂ 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 ЙУ₁ датчикни туташтирувчи контакти билан ИШТ кадамасини шунтлаш керак.

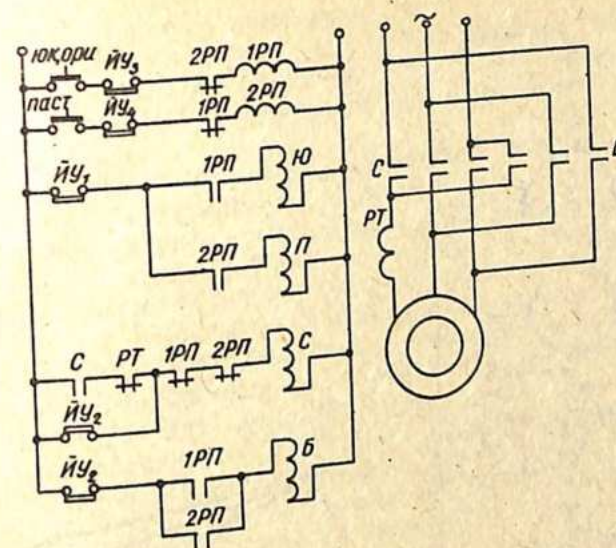


201-рasm

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-рasm) қайтиб келишини автоматлаштириш схемаси кўрсатилган.

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.

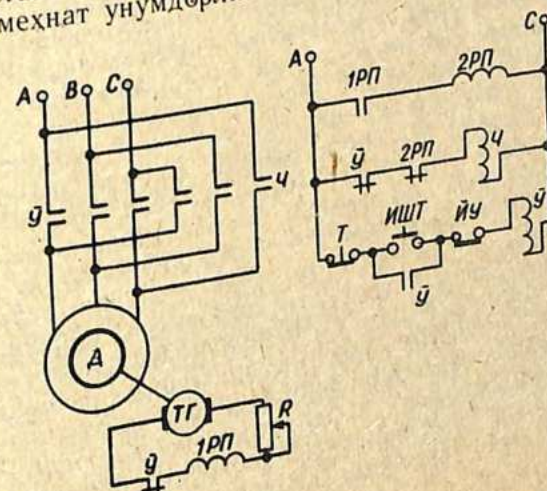
460. Автоматизация в функции частоты вращения — Айланиш частотаси бўйича автоматлаштириш. Иш машинасининг ҳаракатланувчи органларини аниқ тўхтатишда уларнинг дастлабки айланиш частотаси пасайтирилади. 203-расмда технологик жараён тугаши



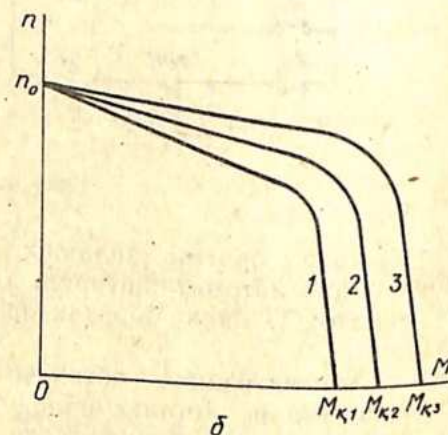
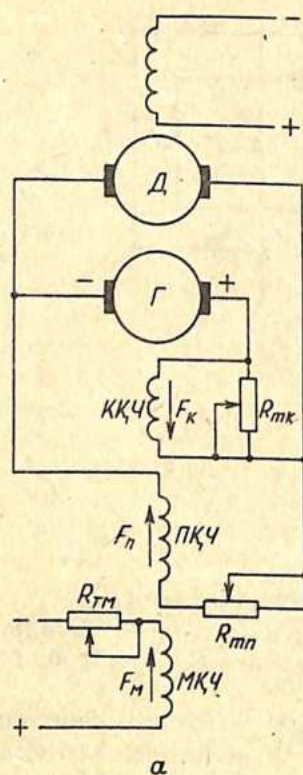
202-рasm

билан электр юритма айланиш частотасини импульс усулида пасайтиришни автоматлаштириш схемаси кўрсатилган. Бунда ҳам тахогенератор ТГ билан биргаликда йўл датчиги ИД дан фойдаланилади.

461. Автоматизация поточных линий — Поток линияларини автоматлаштириш. Деталга ишлов бериш технологияси асосида бир неча агрегат станок бир каторга (поток линиясига) ўрнатилиб, детални станокларга ўрнатиш ва маҳкамлаш, станокларни ишга тушириш ва тўхтатиш, ишлов бериш тугагач, детални бўшатиш ва уни бошқа станокка ўрнатиш каби ёрдамчи амаллар автоматлаштирилса, меҳнат унумдорлиги анча кўтарилади. П. л. а. турли



203-рasm



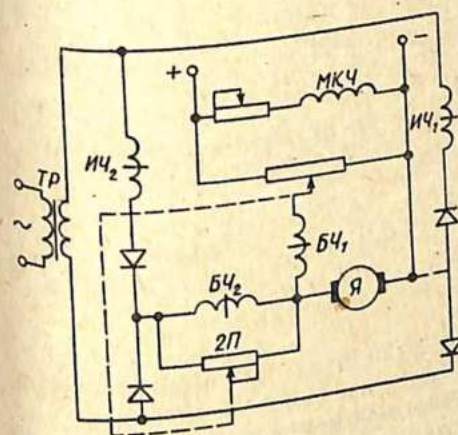
204-расм

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 қўярли даражада кўпайиб кетиши (яъни қиска туташув рўй бериши) ҳам мумкин. Қиска туташув токи I_k ва қиска 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) қўринишли юритмадан фойдаланилади (204-расм). Моторнинг бундай механик характеристикага эга бўлиши учун уни таъминловчи ток манбаининг ташқи тавсифи ҳам кескин буриладиган бўлиши керак. Бунинг учун тесқари боғланиш занжирига эга уч чулғамли генератордан фойдаланиш мумкин. Бунда агар уч чулғамли генераторнинг параллел кўзғатишли чулғамли МЮК ларидан унинг кучланиши бўйича мусбат тесқари боғланиш, кетма-кет кўзғатишли чулғамли МЮК ларидан эса генератор токи бўйича манфий тесқари боғланиш занжирлари

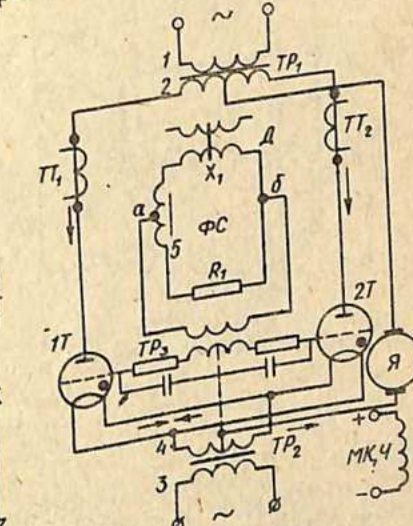
тузилса, МЮКларнинг умумий F_Σ киймати $F_\Sigma = F_n + F_m - F_k$ га тенг бўлиб, генератор кескин бурилувчи ташқи тавсифга эга бўлади. Бу ерда F_n , F_m , F_k — генераторнинг параллел (ПКЧ), мустақил (МКЧ) ва кетма-кет (ККЧ) кўзғатиш чулғамлари (КЧ) токидан ҳосил бўлган МЮК лар.

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 чулғамли қисмлари (бу схемада БЧ₁ — кучланиш бўйича тесқари боғланиш ва бошқариш занжир, БЧ₂ эса мотор токи бўйича тесқари боғланиш занжирини таъминлайди). Бундай система билан ростлаш ва берилган айланиш частотасини 10—12 диапазонда ростлаш ва берилган айланиш частотасини ўзгартирмай сақлаш мумкин. Магнит кучайтиргичнинг бошқариш чулғамига айланиш частотаси бўйича тесқари боғланиш занжирини мотор валига ўрнатилган тахогенератор орқали берилса, айланиш частотасини ростлаш диапазони 100 гача ошириш мумкин.



205-расм

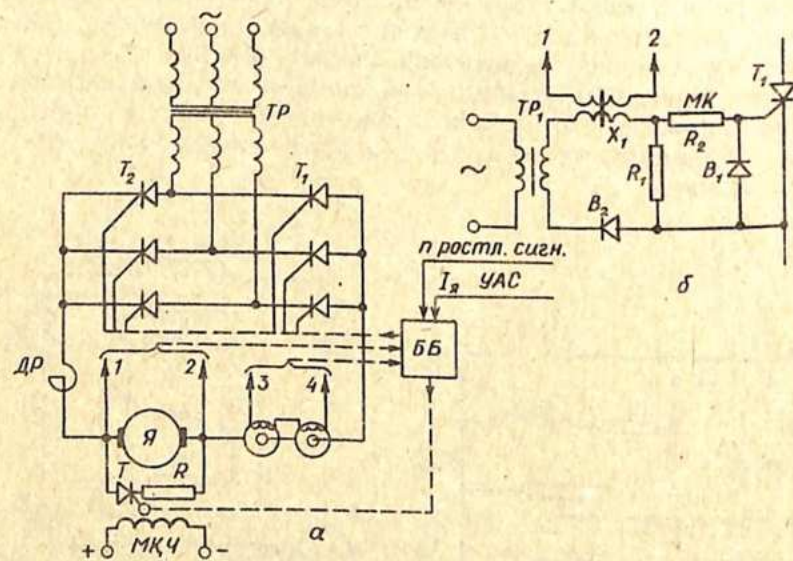
464. Система элир — Элир системаси. 206-расмда айланиш частотаси электрон ва ион асбоблар воситасида ростланган электрон юритма берк автоматик бошқариш системасининг схемаси кўрсатилган. Унда моторга бериладиган ростланувчан кучланиш 1Т ва 2Т тиратронли схеманинг диагоналидан олинади. Бу кучланиш тиратронлар тўрига индуктив қаршилиги ўзгарадиган статик фаза силжитгич ФС орқали бериланади. Фаза силжитгичдаги индуктив ўзгартириш йўли билан ростланади. Дроссель Д нинг иш чулғамидан қаршилиқни ўзгартириш учун



206-расм

фойдаланилади. Бундай системанинг техника-иктисодий кўрсаткичлари анча паст. Шу сабабли ундан кам фойдаланилади.

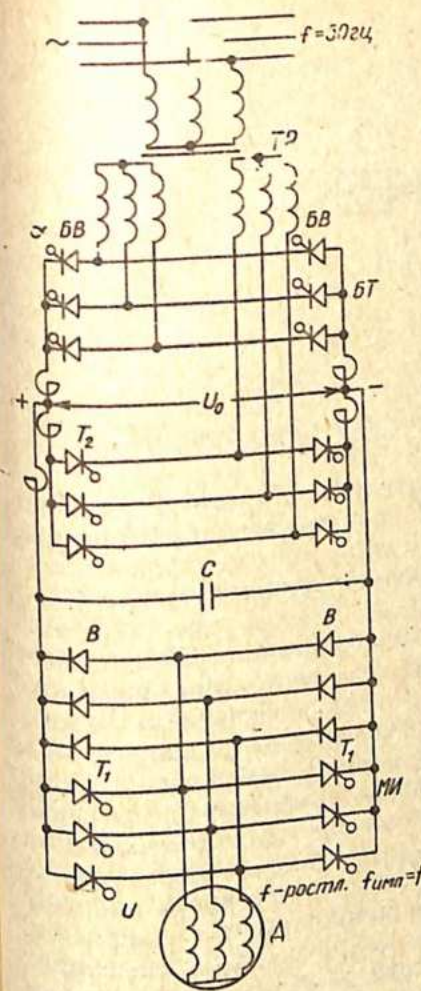
465. Система тиристор-двигатель — Тиристор-мотор системаси. 207-расмда Т-м.с. нинг берк автоматик бошқариш схемаси кўрсатилган. Бунда якорь токи бўйича олинган манфий ва кечиктирилган тескари боғланиш занжири бўлгани сабабли ишга тушириш токи берилган қийматда сақланади, ишга тушириш жараёни тез ўтади. 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

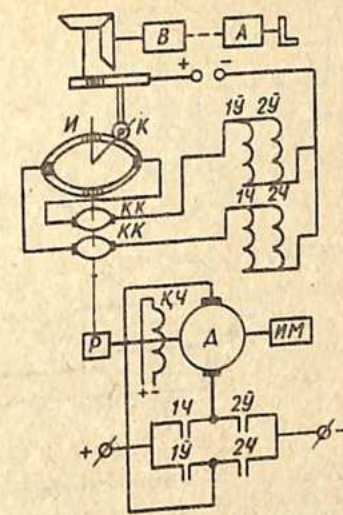
бошқарилади. 207-расм, б да бирор фазадаги тиристорнинг очилиш бурчагини бошқарувчи фаза силжитгич схемаси кўрсатилган.

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 режимда тормозлаб секинлаштириш (энергияни рекуперациялаш) жараёнлари контактсиз усулда бошқарилади. Бунинг учун электр тармоғидаги $f=50$ Гц ли кучланиш аввало бошқарилувчи тўғрилагич ТБ орқали тўғриланган ва ростланадиган V_0 кучланишга айлантирилади. Бу V_0 кучланиши мушакил инвертор (МИ) воситасида ростланувчи частотали уч фазали кучланишга айлантирилиб, асинхрон моторга берилади. Ростланувчи частотанинг қиймати МИ даги тиристорларнинг



208-расм

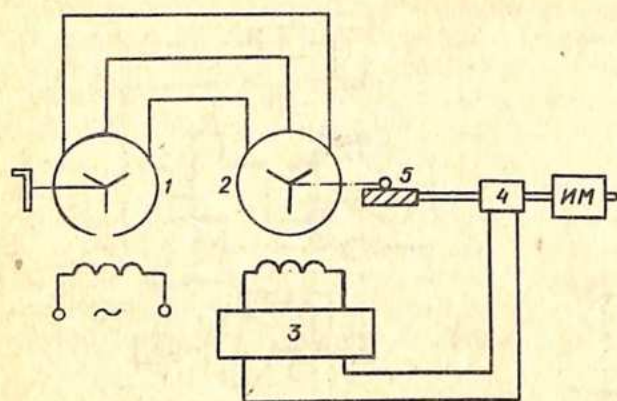
кациядаги антеннани ёки астрономик курилмалардаги телескопни осмондаги объектларга қараб ҳаракатлантиришда Т.э.ю. системасидан кенг фойдаланилади. Т.э.ю. ларни ўз-ўзидан ва ташқи тескари боғланишлар асосида синхронланувчи юритмаларга бўлиш мумкин. Ўз-ўзидан синхронланувчи Т.э.ю. дан механик боғланмаган бир неча валли синхрон равишда айлантириш ёки буришда фойдаланилади. Бундай юритмалар асосан селсин датчик ва селсин приёмниклардан иборат бўлади. Ташқи тескари 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 буйрук сигнали канча тез берилмасин, у бир хил (ўзгармас) тезликда такрорланади. 209-расм-



209-расм

бошқариш электродларига берилган 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 буйрук берадиган датчик ва уни қабул қилиб, такрорлайдиган приёмник элементларидан иборат бўлади. Копирлаш станокларидаги кескични модель профилига ёки чизмадаги чизикларга қараб, радиоло-

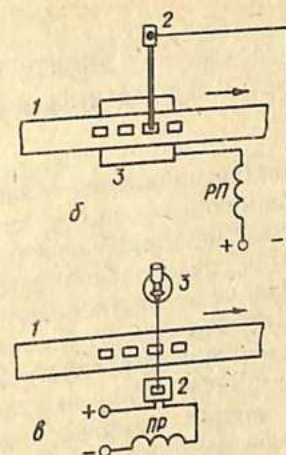
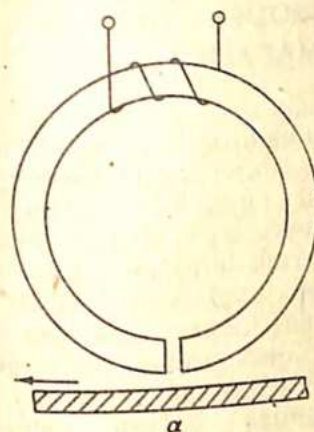


210-расм

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 буйруқ аниқроқ ва турли синхрон тезликлар билан такрорланади.

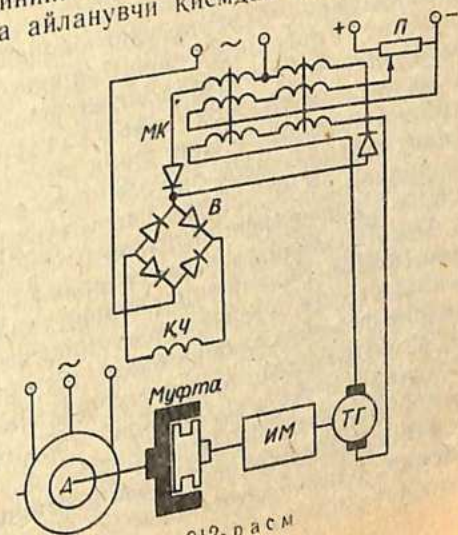
468. Электропривод с программным управлением — Дастур билан бошқариладиган электр юритма. Д.б.б.э.ю. да ростланувчи параметрнинг ўзгариш конуни дастур тарикасида берилади. Бундай юритмаларда бир технологиядан бошқа технологияга ўтиш учун янги дастур киритиш кифоя. Дастур тузишда иккилик санок системасидagi 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 1 рақами-тешик билан, 0 рақам-тешик йўқ бўлақчалар билан, перфолентада эса улар магнит изи бор ва йўқ бўлақчалар 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 чулғамдан 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 тешикларидан ўтадиган нур фотокаршилиқнинг қийматини кескин камайтиради, натижада $P_{\text{релесидан}}$ унинг ишга тушиши учун етарли электр токи ўтади.



211-расм

470. Электропривод с муфтой скольжения — Сирпаниш муфтали электр юритма. Мотор валидаги ҳаракатни иш машинаси валига ўтказувчи тузилма муфта дейилади. Муфталар 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 қийматини чеклаш, мотор валининг айланиш частотасини ўзгармас бўлгани ҳолда, иш машинаси валининг айланиш частотасини талаб этилганича ростлаш каби мураккаб вазифаларни бажаради. Бу вазифаларни хатто электромагнит муфталари ҳам тўла бажара олмайд. Бунда индукторли сирпаниш муфтасидан фойдаланилади. Муфта 212-расмда С.м.э.ю. системасининг схемаси кўрсатилган. Муфта концентрик жойлашган иккита айланувчи қисмдан иборат бўлиб, ташки якорь қисми пўлат цилиндрдан иборат, ички қисмига эса индуктор ўрнатилади. Индукторнинг кўзғатиш чулғамига ўзгармас ток берилади. Одатда муфта якорь ростланмайдиган частотали асинхрон ёки синхрон мотор билан айлантирилади, индуктор эса иш машинаси валига ўрнатилади ва якорьдан 1 мм ҳаво оралиғида жойланади. Индукторга ток бериш ва унинг қийматини 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 сохаларини — саноат, кишлок 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 таксимлаш линиялари, электр тармоқлари ва бошқа ёрдамчи қурилмалар киради.

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, суяқ ёки газ ҳолатдаги органик ёқилғиларнинг иссиқлик энергиясини электр энергиясига айлантириб берадиган станция И.э.с. (ТЭС) дейилади. Электр энергиясининг кўпчилиги кисти ТЭСларда ишлаб чиқарилади. Генераторларни айлантирувчи бирламчи моторлар турига кўра, ТЭС лар буг турбинали, газ турбинали ва дизель электр станцияларига бўлинади.

474. Паротурбинная конденсационная электростанция (КЭС) — Буг турбинали конденсацион электр станция (КЭС). КЭС нинг асосий энергетик агрегатлари каторига сув ёки буг оқими ҳосил қиладиган трубалар батареясида иборат қозон қурилмаси, буг турбиналар ва турбогенераторлар киради. КЭС ларда ёқилғининг иссиқлик энергияси қозон системасида сувни юқори босимли бугга айлантиради. Бу буг босими таъсирида турбина парраклари генераторларни ҳаракатга келтиради, ва натижада иссиқлик энергияси турбинада механик энергияга, генераторда эса электр энергиясига айлантирилади. Турбина парракларидан ўтган буг совиткичлар воситасида сувга айлантирилиб, насос орқали яна иситкичга (қозон системасига) юборилади. КЭС ларни ишга тушириш давомийлиги 3—6 соат, фойдали иш коэффициенти $\eta = 32...40\%$ бўлади.

475. Тепловая электроцентраль (ТЭЦ) — Иссиқлик электр центри (ТЭЦ). Бундай станциянинг турбиналарини ҳаракатлантиришда ишлатилган бугнинг бир қисми совитилиб, яна қозон агрегатининг иситиш системасига юборилади, қолган қисми эса, саноат қорхоналари эҳтиёжларига ҳамда тураржойларни иситишга сарфланади. Натижада, ТЭЦ нинг фойдали иш коэффициенти 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 ҳолатларида 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 киради. Сувдан фойдаланиш схемаси ва сув босимини ҳосил қилиш усулига кўра ГЭС лар ўзанли, тўғонли, деривацион ва гидроаккумуляцияловчи станцияларга бўлинади. ГЭС ларнинг ишга тушириш давомийлиги 1—5 минут, фойдали иш коэффициенти $\eta = 85—87\%$ 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 кўтарилди. 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 вақтларда, ишлайди: 1. Электр энергиясига эҳтиёж кам бўлган агрегатлар режимда, тунги пайтда, унинг насос энергия олиб, пастки омбордаги масалан, тунги пайтда, унинг насос 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 режимда ишлайди ва унда ишлаб чиқарилган электр энергия энергосистемага узатилади (генерациялаш режими). Бундай электр станцияларининг фойдали иш коэффициенти $\eta = 70—75\%$ бўлади.

482. Атомная электростанция (АЭС) — Атом электр станцияси (АЭС). Атом энергиясини электр энергиясига айлантирадиган электр станция АЭС дейилади. АЭС ларда радиоактив элементлар ядросининг атом реакториди парчаланиши натижасида ҳосил бўлган

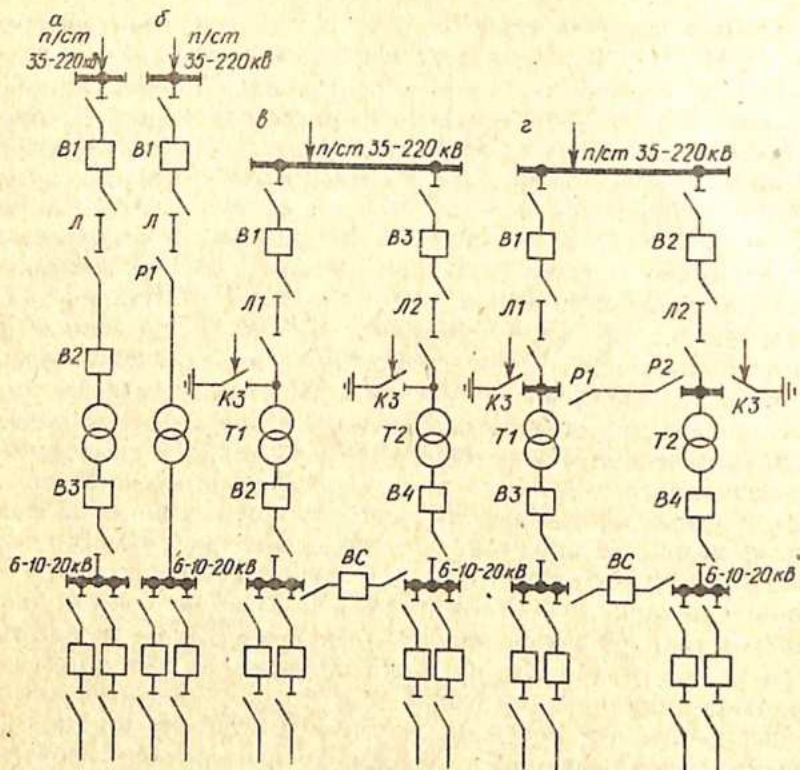
483. Государственная районная электростанция (ГРЭС) — Давлат район электр станцияси (ГРЭС). Энергия манбалари яқинида қурилган катта қувватли КЭС ва ГЭС лар ГРЭС дейилади. ГРЭС лар мамдакатнинг кўпгина районларидаги электр истеъмолчиларининг энергия билан таъминлайди. Шу сабабли улар давлат район электр станцияси деб юритилади. ТЭЦлар эса нисбатан кичик қувватли бўлади ва электр истеъмолчиларига нисбатан ўрта жойга қурилади. Шу сабабли улар маҳаллий станциялар каторига киради.

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 энергияси 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.

490. Распределительные устройства — Подстанцияларнинг ула-
Берилган электр энергияни кабул қилиш ва тарқатиш
истеъмолчиларга тақсимлайдиган подстанция қурул-
лади.

491. Схемы соединения подстанций — Подстанцияларнинг ула-
ниш схемалари. 214- расмда кучланишни 6—10—20 кВ гача пасайти-
риш

233



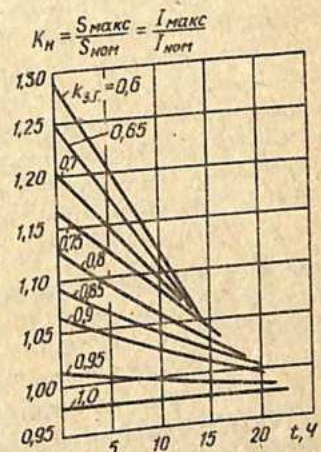
214-расм

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 туғилса, аввал юклама нолга тенгланади, сўнгра у П ажраткич ёки Л айиргич оркали системадан ажратилади. 214-расм, в ва г да подстанцияларнинг анча ишончли ҳисобланган қиска туташтиргич КЗ ли ва айиргич L_1 , L_2 ли уланиш схемалари кўрсатилган. Бунда трансформаторда бирор шикастланиш рўй берса, релели химоя сигнали оркали қиска туташтиргич КЗ ишга тушиб, линияда сунъий қиска туташув содир қилинади. Натижада B_1 , B_2 ёки B_3 мойли узгичлар трансформаторни энергетик системадан автоматик равишда ажратади. Бунда КЗ қиска 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.

492. Комплектные трансформаторные подстанции (КТП) — Комплект трансформатор подстанциялари (КТП). 1 мВА гача қувватли, 6—10, 0,4...0,23 кВ кучланишли, берк корпусларга ўрнатилган битта ёки иккита трансформатор ва коммутацион ҳамда

химоя аппаратлари билан жихозланган (завод шаронтида комплектланган) подстанция КТП дейлади. 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 оркали вақтинча резерв линиядан фойдаланилади. Бунинг учун талаб этилган қувватнинг 25—30 % ига мўлжалланган кўпчилик қисми ўтказилиши мумкин. Агар истеъмолчиларнинг кўпчилик 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 чикса, электр таъминот тўхтатилмай, иккинчисини вақтинчалик 140 % юклама билан ишлаши кўзда тутилади. Подстанциядаги трансформаторлар сони ва қувватини танлашда 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 $K_n = \frac{S_{\text{макс}}}{S_n}$ топилади. Бу ерда: K_n — графикни тўлғазиш коэффициенти; S_n , $S_{\text{макс}}$ — юкламанинг (қувват S нинг) ўртача (S_n) ва максимал ($S_{\text{макс}}$) қийматлари. Суткадаги максимум юклама давомийлиги t ва асосан 215-расмдаги диаграммадан K_n коэффициенти топилади. Бу ерда: K_n — трансформаторнинг ўта юкланиш коэффициенти. Трансформаторнинг номинал қуввати $S_n = \frac{S_{\text{макс}}}{K_n}$ бўлади. Очик хавода ўрнатилган трансформаторларнинг ўта юкланиши 30 %, берк жойдагиларники эса, 20 % дан ошмаслиги керак. Авария ҳолларида трансформаторни 5 сутка давомидан 6 соатдан 140 фоз ортиқ юклантириб ишлашига рухсат этилади. Агар юклама графиги берилмаган бўлса, трансформатор қуввати ҳисоблаб топиладиган максимал юклама $P_{\text{макс}} = K_n P_n$ га асосан аниқла-

нади. Бу ерда P_n — электр истеъмолчиларининг умумий номинал куввати; $K_z = K_{\Sigma} \cdot K_y$ — эхтиёж коэффициенти; $K_{\Sigma} = \frac{P}{P_n}$ — юкланиш коэффициенти; K_y — 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 қўндаланг кесимини аниқлашдан иборат. Тармоқ симлари қўндаланг кесимини тўғри ҳисоблаш катта техника-иктисодий аҳамиятга эгадир. Дарҳақиқат, симнинг кесими талабдигига нисбатан каттарок олинса, қимматбаҳо рангли металл тежамсиз сарфланиб, тармоқ қурилмаси оғирлашади ва қимматлашади, кичикрок олинганда эса тармоқдаги қучланишнинг тушуви нормадан ошиб кетади. Натижада ёруғлик лампаларининг равшанлиги ва асинхрон моторларнинг айлантирувчи моменти пасаяди ва демак, ишлаб чиқариш унумдорлиги камаяди. Сим кесимини тўғри танлаш учун аввало ундан ўтадиган токни, симнинг турини ва муҳитни ҳисобга олиб, жадвалдан симнинг қизишига кўра ҳисобланган унинг тахминий қўндаланг 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 қўндаланг 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 кувват коэффициенти (ўртача қиймати). Агар ҳисоблаб топилган ΔU қиймати ГОСТ бўйича белгиланган 5 фойздан кам, яъни номинал қучланиш U_n нинг 5 % дан кўп бўлиб чиқмаса, симнинг қизишига кўра жадвалдан топилган қўндаланг 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

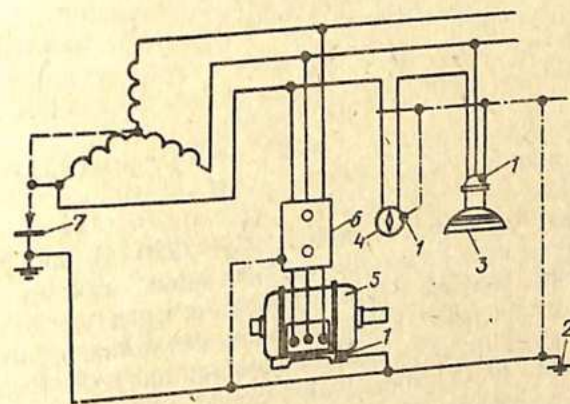
$S = \frac{\sqrt{3}}{\gamma \Delta U_n} I \cos \varphi_2 l$ ифодаалардан фойдаланилади. Бу ифодааларда $\Delta U_n = \Delta V_n \cdot \Delta U_n$; $\Delta U_n = \sqrt{3} I x_0 \sin \varphi_2 l$.

495. Заземление — Ерга улаш. Электр машинаси, трансформатор ва шу каби электротехник қурилмаларнинг бирор қисмини ер билан туташтириш ерга улаш (Е.у.) деб аталади.

496. Заземляющие устройства — Ерга улаш қурилмалари. Электротехник қурилмаларда ток ўтказувчи қисмларнинг изоляцияси шикастланиш натижасида ток қаршилиги турлича бўлган ўтказгичлар орқали ерга ўтади. Ток зичлиги унинг ерга ўтиш жойида анчагина катта бўлади, шу сабабли бу жой атрофдагилар учун хавфли бўлиши

мумкин. Бу хавфни бартараф қилиш мақсадида станция, подстанция, электр узатиш линиялари ва х.к. ларда Е.у.к. дан фойдаланилади. Улар ёрдамида ерга ўтувчи ток учун электр қаршилиги жуда кам бўлган қиска 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 кабилардан кенг фойдаланилади.

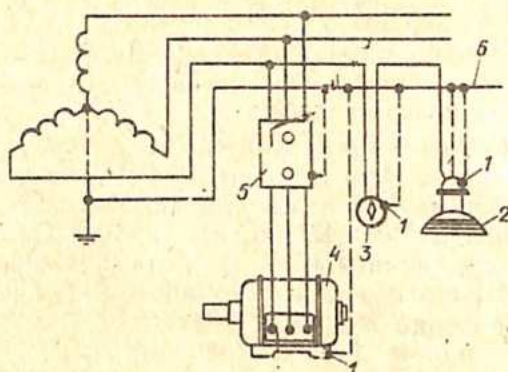


216-расм

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 кабиларнинг ишлашида ер иш схемаси таркибига қиради, 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 токларда эса, қўпинча, 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 нейтралли ерга улаш қурилмасига бевосита уланганлиги сабабли қиска туташиш содир бўлган тақдирда автоматик усулда дарҳол ток манбаидан ажратилади. Бу билан шикастланган участка ходимлари бахтсиз 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, нейтралери ерга улаш қурилмасига бевосита уланган электр қурилма элементларини ноль симга улаш схемаси кўрсатилган. 216-расмда кучланиши 1000 В гача бўлган, нейтралери 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 ман этилади.

501. Экономия электроэнергии. — Электр энергиясини тежаш. Э.э.т. — давлат аҳамиятига эга бўлган жуда муҳим масаладир. Дарҳақиқат, Ҳамдўстлик мамлакатлари микёсида бир фойз 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 ишлатиш 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 камайтириш 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.

XVIII БУЛИМ 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 электроходисасини 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 устуни номли гальваник элементлар батареясини яратган (кейинчалик, гальваник элементларини такомиллаштириш натижасида 1859 йили Г. Планте кўрғошинли аккумуляторни ихтиро қилди).

В. 24 ёшида «Электр оловининг тортувчи кучи ҳақида» деган китоб ёзди. Ўзи яратган электрофор деб номланган асбобдан фойдаланиб, шиша пластинкадаги зарядларнинг сакланиш сабаби зарядларнинг ўз-ўзидан узлуксиз тикланиши эмас, балки электромагнит индукция натижаси эканлигини кўрсатади. 1781 йили зарядларнинг ўлчаш асбоби — электроскопни яратди. Электр кучланиш бирлиги 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 ёғини ихтиро қилди ва ундан ёруғлик манбаи сифатида, металлларни пайвандлаш ва эритишда фойдаланиш мумкинлигини кўрсатди. У электр занжирларни параллел улашни кенг қўллаган. Электр токининг микдори ўтказкичнинг қўндаланг кесими юзасига боғлиқ эканлигини уқтирган ва ўтказкичларни 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 ҳодисаларининг ўзаро боғлиқлигини кашф этди. Бу кашфиёт устида олимлар

томонидан 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 конуни (Ампер конуни) яратди. Бу конунга асосан электр тоқларининг ўзаро таъсиридан ҳосил бўладиган электромагнит (механик) кучининг киймати аниқланади, унинг йўналиши эса, А. қондаси (чап қўл қондаси) деб номланган қонда 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 конунини 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 конунларини (Фарадей конунларини) 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 мухбир 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. Хьорт 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 университети ректори. 1833 йилда индукцион ток йўналишини аниқлашга доир қонда (Л. қондаси) ни яратди. Электр машиналарининг алмашилиш принципини асослаб берди. 1842 йили (Жоулдан бир йил кейин ва ундан мустақил равишда) электр тоқининг иссиқлик таъсири конунини (Жоуль — Ленц конунини) тажрибада аниқлади. Шунингдек, у металлларнинг электр қаршилиги ҳароратга боғлиқлигини, турли усулда ҳосил қилинган электр тоқларининг Ом конунига бўйсунлигини, яъни бу конунни универсаллигини кўрсатди.

Жоуль Жеймс Прескотт (1818—1889) — инглиз физиги, 1841 йили Жоуль — Ленц конуни деб аталган конунни аниқлаган. Шунингдек, иссиқликнинг механик эквивалентини топган. Электромагнетизм ва иссиқлик ҳодисаларини текширишга ҳамда энергиянинг сақланиш конунини 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 катталиқни аниқлайдиган ва электродинамиканинг муҳим конунларидан бири Био — Савар конунини яратди. Бу конунни магнит майдоннинг индукциясини аниқлайдиган конун деб ҳам қараш мумкин. Био-Савар конунини умумий ҳолда Лаплас таърифлаб берган.

Вебер Вильгельм Эдуард (1804—1891) — немис физиги. Петербург ФА нинг чет эллик мухбир 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 муҳим конунларини яратган ва оптик соҳаларида ишлаган. 1820 йили у Био билан биргаликда электродинамиканинг муҳим конунларидан бири Био-Савар конунини яратди.

Ом (Ohm) Георг Симон (1787—1854) — немис физиги, профессор. Электр занжирларини ҳисоблаш, оптика ва акустика соҳаларида ишлаган, 1826 йили электр занжирининг асосий конунини — Ом конунини яратган ва 1827 йили бу конунни 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 мухбир 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. Еруғлики сувда ва ҳавода таркалиш 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 юртилиди (электр машина ва трансформаторларнинг массив пўлат ўзакларида Ф. тоқларидан ҳосил бўладиган энергия исрофини камайтириш мақсадида бу ўзаклар бир-биридан изоляцияланган юпка пластинкалардан йиғилади).

Максвелл Жеймс Клерк (1831—1879) — инглиз физиги, профессор. Классик электродинамиканинг асосчиси, статистик физиканинг асосчиларидан бири. У Фарадей ғояларини кенгайтира бориб, электромагнит майдоннинг классик назариясини (М. тенгламаларни) яратди ва бу тенгламаларга асосан электромагнит тўлқинларнинг мавжудлигини, улар ҳам ёруғлик сингари, қайтиш, синиш, кутбланиш, дисперсия, дифракция ва интерференция қонунарига бўйсунганини исботлади. Еруғлиkning электромагнит табиатли эканлиги ҳақидаги фикрини олдинга сурди. Статистик физика соҳасида зарралар (молекулалар, атомлар, электронлар)нинг тезлиги, энергияси ёки импульси бўйича таксимланиш 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 кўзгатишли ўзгармас ток машинасининг саноат типини яратди. Электр машиналарининг алмашилиш 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 чизиғида максимум мавжудлигини исботлади ва шу билан магнит занжирларини ҳисоблашга асос солди. 1876 йили электромагнит ва электростатик бирликлар нисбатини ўлчаб, ёруғлик тезлигига яқин қийматни аниқлади. Г. Герц тажрибасига ҳақ ўтказилган бу тадқиқотлар ёруғлиkning электромагнит назариясининг яратилишига туртки бўлди. У фотоэлементи яратди ва фотоэффектнинг асосий қонуналарини очди. Фотоэффект ходисаси устида олиб борган тадқиқотлари уни жаҳонга танитди.

Лодыгин Александр Николаевич (1847—1923) — рус электротехниги. 1872 йили кўмир стерженли чўғланма лампа ихтиро қилиб, 1874 йили унга патент олган. 1890 йили металл (вольфрам) толали чўғланма лампаларини яратган. Электротермия асосчиларидан бири. 1874 йили унга Петербург ФАнинг Ломоносов мукофоти берилган.

Яблочков Павел Николаевич (1847—1894) — рус электротехниги. 1875 йили ёй лампасини («Яблочков шами») 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 тадқиқотчи-лар ака-ка Гопкинсонлар 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 уланишини асослаб берди).

Я. турли динамомашиналар ва гальваник элементларни яратиш устида ҳам ишлаган. 1947 йили СССР да электротехника соҳасидаги энг яхши ишлар учун Я. номидаги мукофот таъсис этилди.

Бенардос Николай Николаевич (1842—1905) — рус ихтирочиси, металлларни ёй билан электр пайвандлаш асосчиларидан бири. 1882 йилда металлларни кўмир электрод воситасида электр пайвандлашни ихтиро қилди ва 1885 йили унга патент олди. Турли соҳалардаги юздан ортиқ ихтиролар муаллифи.

Эдисон Томас Алва (1847—1931) — Америка ихтирочиси ва саноатчиси, йирик электротехник компаниялар асосчиси. 1930 йилдан бошлаб собик СССР ФАнинг чет эллик фахрий аъзоси. Бир мингдан ортиқ турли соҳалардаги ихтиролар автори. 1879 йили тақомиллашган чўғланиш 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 таъминлашни марказлаштириш устида ишлаган. У телефон ва телеграфни тақомиллаштирган. 1883 йили термонон эмиссияси ходисасини пайкаган.

Депре Марсель (1843—1918) — француз физиги ва электротехниги. 1881 йили биринчи бўлиб электр энергиясини узок масофага узатишни амалда қўллаган. 1882 йили Мюнхен кўрғазмасида 2000 В кучланишли ўзгармас ток энергиясини 57 км га узатиш тажрибасини намоиш қилган. Бу энергия телефон линияси орқали узатилиб, насос электр моторига берилган.

Лачинов Дмитрий Александрович (1842—1902) — рус физиги ва электротехниги. 1880 йили «Электричество» журналинда 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.

Пироцкий Федор Аполлонович (1845—1898) — рус ихтирочиси. 1880 йили Россияда биринчи бўлиб электр трамвайини ишга туширди. Унда, электр маторларига 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 хисса қўшган. Электр хисоблагичи, частотамер ва турли радиоаппаратлар яратган. Магнит индукциясининг ўлчов бирлиги унинг шарафига Тл (Тесла) деб номланган.

Феррари́с Галилео (1847—1897) — итальян физиги ва электротехниги, профессор. Ўзгарувчан ток назарияси соҳасида ишлаган. 1884—85 йилларда биринчи бўлиб трансформаторнинг ишлашига онд 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 кафасли) 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 кўргазмасида 170 км масофага 15 КВ кучланишли 200 КВТ кувватни 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 кўргазмасида 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) — собик совет физиги. 1897 йилдан бошлаб электр сигналлар воситасида тасвирларни масофага узатиш соҳасида ишлаган. 1907 йили бу макссадда электрон-нур трубкасида фойдаланиш ғоясини таклиф этган ва унга

патент олган. 1911 йили лаборатория шаронтида тасвирни масофага узатиб, уни электрон нур трубкаси экранида намойиш қилган.

Шенфер Клавдий Ипполитович (1885—1946) — совет электротехниги. Собик СССР ФА академиги. Электр машиналар, коллекторли машиналар коммутацияси, каскад схемалар соҳасида ишлаган. Электр машиналар соҳасида дарсликлар яратган. 1943 йили СССР Давлат мукофотини олган.

Чернышев Александр Алексеевич (1882—1940) — Совет энергетиги. Собик СССР ФА нинг академиги. Электр энергиясини юқори 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. Собик СССР ФА нинг академиги. ГОЭЛРО комиссиясининг аъзоси. Электротехника назарияси ва унинг физик асослари, электр энергиясини узатиш соҳаларида ишлаган. СССР Давлат мукофотининг лауреати.

Штейнмец Чарлз Поттеус (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 фойдаланишни таклиф қилган.

Кржижановский Глеб Максимилианович (1872—1959) — партия ва давлат арбоби. Собик 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 катнашган ва шу комиссиянинг аъзоси. Электротехника, светотехника ва техника тарихи соҳаларида ишлаган. СССР Давлат мукофотининг лауреати.

Круг Карл Адольфович (1872—1952) — совет электротехниги. Собик СССР ФА нинг мухбир аъзоси. ГОЭЛРО планини тузишда катнашган ва шу комиссиянинг аъзоси. Назарий электротехника соҳасида ишлаган. «Электротехника асослари» номли икки жилдли дарслик (1946 й.) муаллифи.

Иоффе Абрам Федорович (1880—1960) — совет физиги, Собик 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. Собик СССР ФА нинг академиги. ГОЭЛРО планини тузишда катнашган 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 қурилишларининг бошлиғи, Собиқ СССР нинг энергетик системалари структураси, энергетик ресурслари соҳасида ишлаган.

Костенко Михаил Полневкович (1889—1976) — совет электротехниги. Собиқ СССР ФА нинг академиги. Электр машиналар ва энергетик системаларни моделлаш соҳасида ишлаган. «Электр машиналари» номли дарсликнинг муаллифи, СССР Давлат мукофоти ва Ленин мукофоти лауреати.

Кулебакин Виктор Сергеевич (1891—1970) — совет электротехниги. Собиқ СССР ФА нинг академиги. ГОЭЛРО планини тузишда қатнашган ва шу комиссиянинг аъзоси. Электр машина ва аппаратлар, автоматик ростлаш назарияси, самолётларни 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 текшириш соҳаларида ишлаган.

Иосифьян Андроник Гевондрович (1905) — совет электротехниги. Арм. ФА нинг академиги, Социалистик Меҳнат Қаҳрамони. Электр машиналар ва аппаратлар, таклидий электр юритма ва сельсинлар яратиш соҳаларида ишлаган. «Таклидий электр юритма» номли дарслик муаллифи. СССР Давлат мукофоти ва Ленин мукофоти лауреати.

Шchedрин Николай Николаевич (1891—1974) — электротехника соҳасидаги олим, профессор, техника фанлари доктори, Ўзбекистон ФА нинг мухбир аъзоси, жумҳуриятда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби. Фарҳод ГЭС нинг параллел ишлаш турғунлигини 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. Юкори кучланишли системаларнинг қисқа туташув тоқлари, қисқа туташувларнинг ҳисоблаш масалалари, электр системаларнинг моделлашда соддалаштириш номли асарлар муаллифи.

Раҳимов Гофир Раҳимович (1905—1972) — электротехника соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор, Ўзбекистон ФА нинг мухбир аъзоси, Жумҳуриятда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби. Ночизикий занжир ва ўзгарткичлар назарияси ҳамда ҳисоблаш методикасини яратиш йўналишидаги илмий мактабнинг асосчиси ва раҳбари бўлган. «Электротехника» номли дарслик ва бир неча илмий оммабоп китоблар муаллифи. Тошкент Давлат техника

дорилфунунида 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 системаларни режимини ҳисоблаш учун алгоритм яратган. Электр системаларининг назарияси ва ҳисоблаш услубини яратиш йўналишидаги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари. «Бошлангич электротехника» (2-нашри, 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.); Хамидов А. Х. ва б. билан биргаликда «Перспективы развития энергетики Узбекской ССР» (1958 й.) ва бошқа асарларнинг муаллифи.

Ҳомидхонов Музаффар Зоҳидхонович (1916—1972) — электротехника соҳасидаги олим ва жамоат арбоби, техника фанлари доктори, профессор, Ўзбекистон ФА нинг академиги, Жумҳуриятда хизмат кўрсатган фан ва техника арбоби. Ростланадиган 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. бошлиқ бир группа 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., Хошимов А.А. ва бошқалар билан биргаликда «Частотное регулирование скорости электроприводов переменного тока с автоматическим управлением от вентилярных преобразователей» (1966 й.); Хошимов А.А. билан биргаликда «Теория и методы расчета частотно управляемых асинхронных электроприводов в асимметричных режимах» (1969 й.).

Хошимов 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, озарбайжонча-туркманча, қирғизча-ўзбекча терминологик луғат» (1977 й.) ва бошқа асарларнинг 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 қишлоқ хўжалиқ ишлаб чиқариш жараёнларини комплекс автоматлаштириш соҳасида

даги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари, «Пахта тозалаш заводларини 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 таксимланган информацион ва бошқарувчи системаларнинг 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 қурилмаларнинг ишончилиги 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.

Ҳасанов Пулат Фаттоҳович (1937,15,12) — электротехника соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор. «Электр ва электромагнит занжирлар ҳамда системалар схемаларининг структура режим моделлари ва алгебралари» мавзuida докторлик диссертацияси ёқлаган, жумҳуриятда хизмат кўрсатган фан арбоби. Электр занжир ва системаларнинг моделлари ва алгебраларини тузиш ва тадқиқ этиш йўналишидаги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари. «Фигурно-точные модели и диаопределители матриц» (1975 й.); Ирмагов С.Х., Рашидов Ю.Р., Кабиров А.А. билан биргаликда «Преобразование схем электрических и электронных цепей» (1978 й.); Курбонов И. А., Нормухамедов А. А., Рахимова 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, Жумҳуриятда хизмат кўрсатган фан арбоби. Электр энергиясининг нозизикий ўзгарткичларини синтезига ҳамда саноатда қўлланиладиган частота «Автопараметрические преобразование числа фаз и частоты переменного тока» номли монография; М.М. Мирхайдаров ва б. билан биргаликда. «Электротехникадан масалалар тўплами ва лаборатория ишлари» (1975 й.); М.М. Мирхайдаров ва б. билан биргаликда «Электротехника ва электроника асосларидан программалаштирилган саволлар ва масалалар тўплами» (1977 й.); М.М. Мирхайдаров билан биргаликда «Назарий электротехника» (1979 й.) ва бошқа асарлар муаллифи.

Умаров Бадриддин Умарович (1922) — электротехника соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор. 1980 йили «Анализ и синтез автономных инверторов тока» мавзuida докторлик диссертацияси ёқлаган. Илмий ишлари «Статик ва динамик

юктамаларга мўлжалланган вентилли ўзгарткичларни математик моделига оид ва шу йўналишдаги илмий мактаб асосчиси ва раҳбари.

Усмонов Солих Зоҳидович (1923) — электротехника соҳасидаги олим, техника фанлари кандидати, профессор. Усмоновга 1970 йили 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.

Усмонхўжаев Неймат Маҳмудович (1932) — электромеханика соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор.

1983 йили «Бир фазали конденсаторли асинхрон моторлар айланиш тезлигини ўзгартириш турлари ва назарияси» мавзuida докторлик диссертациясини ҳимоя қилган.

1970 йилда акад. М. З. Хомидхонов ва бошқалар қатори туркум илмий асарлари ҳамда «Яримўтказгичли ўзгарткичлар ёрдамида частотасига кўра бошқарилувчи 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 таракқиётини жадаллаштириш — давр тақозоси».

«Фан-техника таракқиётини жадаллаштириш».

«Социалистик мамлакатлар фан-техника таракқиётини 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 айланиш тезликларини бошқариш ва мувофиқлаштиришнинг назарий асослари» номли илмий мактаб асосчиси.

Мажидов Сапи Мажидович (1929) — электротехника соҳасидаги олим, техника фанлари номзоди, профессор.

Ўзбек тилида биринчилар қаторида электротехника ва автоматика соҳасидаги илмий атамалар ва дарсликларни яратган. Хусусан, «Электротехника атамаларининг русча-ўзбекча луғати», «Электр машиналари ва автоматлаштирилган электр юритма терминларининг русча-ўзбекча изоҳли луғати», «Автоматик бошқариш бўйича русча-ўзбекча қисми М. З. Хомидхонов билан биргаликда инглизча, озарбайжонча-туркманча-ўзбекча атамалар луғати» (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» (ўқув қўлланмаси), «Электротехника» (ўқув қўлланмаси) ва бошқа умумий сон 40 дан, ҳажми эса

100 дан ортик босма коғоздан иборат ўқув-услугий қўлланмалар ҳамда илмий мақолалар муаллифи.

Исмоилов Зокир Исмоилович (1931) — электротехника ва электромеханика соҳасидаги олим. 1982 йилда докторлик диссертациясини химоя қилган, профессор. «Метод фазовой аппроксимации» номи монография муаллифи. Ундан ортик муаллифлик гувоҳномаларига эга. Электр занжирлари ва системаларидаги, айниқса электромеханика қурилмаларидаги нозиклиқ тебранишлар, автотебранишлар билан шугулланади.

Кодиров 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» номи монографиялар муаллифи. «Топографические методы в теории управления» номи 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» номи монографиялар муаллифи. «Специальные сельхозэлектроприводы» номи илмий мактаб асосчиси.

Носиров 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» номи монографиялар муаллифи.

«Управление режимами электроэнергетических систем в нормальных и аварийных условиях» номи илмий мактаб асосчиси. Олтига фан номзодини тайёрлаган.

Хошимов Орифжон Одилович (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» номи монографиялар чоп этилган. Унга фан номзодига раҳбарлик қилган. Беруний номи Ўзбекистон давлат мукофотининг совриндори. «Частотасига кўра бошқарилувчи асинхрон электр юритмаларининг назарияси ва ҳисоблаш услублари» номи 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» номи монографиялар ва 5 та ихтиро муаллифи. «Автоматизированный виброэлектропривод» номи илмий мактаб асосчиси.

Оллаев Қахрамон Раҳимович (1945) — электроэнергетика ва электромеханика соҳасидаги олим. 1991 йилда «Повышение эффективности электроэнергетических систем введением асинхронных турбогенераторов» мавзuida докторлик диссертациясини химоя қилган. 8 та муаллифлик гувоҳномасига эга. Академик Х. Ф. Фозилов билан ҳамкорликда «Режимы и эффективность электроэнергетических систем, содержащих крупные асинхронные турбогенераторы» номи илмий мактаб асосчиси.

Ражабов Абдурахмон Ражабович (1946, 15.4) — электроэнергетика соҳасидаги олим, техника фанлари доктори, профессор. Кишлоқ 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 плодоовощеводческих хозяйствах» номи китобчалар муаллифи. Унинг раҳбарлигида унга техника фанлари номзоди тайёрлаган.

- Касаткин 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.
 Китунович 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.).
 Плотровский Л. М. Электрические машины. Госэнергоиздат, 1963 г.
 Кацман 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.
 Хомидхонов 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.
 Иброхимов У. И. Электр машиналари, «Ўқитувчи» нашриёти, 1972 й.
 Мажидов С. М. Электр машиналари ва электрик юритмадан практикум, «Ўқитувчи» нашриёти, 1975 й.
 Хомидхонов М. З., Мажидов С. М. ва бошқалар. Автоматик бошқариш бўйича русча-инглизча, озарбайжонча-туркманча, киргизча-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

Суз боши	3
Электр ва магнит катталар, уларнинг «СИ» системасидаги бирликлари ва харфий белгилари	5

I бўлим. ЭЛЕКТРОХИМИЯВИЙ ТОК МАНБАЛАРИ

1. Гальваник элементлар	7
2. Вольт элемент	7
3. Электр юритувчи куч (э. ю. к.)	7
4. Электрохимиявий ток манбалари	8
5. Аккумулятор	8
6. Кислотали аккумуляторлар	8
7. Ишқорли аккумуляторлар	9
8. Аккумуляторнинг зарядланиш ва зарядсизланиш	9
9. Аккумулятор сизими	
10. Аккумулятор батареяси	

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	14
21. Электр майдон кучланганлиги	15
22. Электр силжиши	16
23. Электр майдон кучлари иши	17
24. Потенциаллар айирмаси (кучланиш)	18
25. Эквипотенциал сиртлар	

III бўлим. ЎЗГАРМАС ТОК ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРИ

26. Ўзгармас ток	18
27. Электр ток	18
28. Ток 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 занжирларни 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 кетма-кет улаш	27
51. Ночизиқий элементларни параллел улаш	28
52. Ночизиқий занжирларни аналитик усулда ҳисоблаш	29
53. Ночизиқий элементнинг эквивалент схемаси	29
54. Ток стабилизатори	30
55. Кучланиш стабилизатори	31

IV бўлим. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

56. Магнит майдон	31
57. Магнит қутблари	31
58. Магнитланиш	32
59. Қолдик магнетизм	32
60. Гистерезис	32
61. Электр токи билан магнитлаш (магнитланиш)	32
62. Магнетикнинг тўйиниши	32
63. Магнит майдоннинг йўналиши	32
64. Магнит куч чизиқлари	33
65. Парма қондаси	33
66. Симметрик магнит майдон	33
67. Бир жинсли магнит майдон	34
68. Магнит индукцияси	34
69. Магнит сингдирувчанлик	35
70. Магнит оқим	35
71. Магнит майдон кучланганлиги	36
72. Магнит кучланиш	36
73. Магнит юритувчи куч (М. ю. к.)	36
74. Тўла ток қонуни	36
75. Магнитланиш эгри чизиғи	37
76. Гистерезис сиртмоғи	38
77. Гистерезис исрофи	39
78. Асосий магнитланиш эгри чизиғи	39
79. Магнит занжир	39
80. Магнит занжир учун Ом қонуни	39
81. Магнит занжирларни 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	43
90. Электромагнит индукция	43
91. Электромагнит индукция электр юритувчи кучи (ЭЮК)	43
92. Электромагнит индукция қонуни	43
93. Ўнг қўл қондаси	44
94. Ленц қонуни	44
95. Электр мотор	45
96. Электр генератор	46
97. Электр машиналарнинг алмашиниш принципи	47
98. Индуктивлик	47
99. Ўзиндукция	48
100. Ўзаро индукция	48

V бўлим. СИНУСОИДАЛ ТОК ЗАНЖИРЛАРИ

101. Ўзгарувчан ток	48
102. Синусоидал электр қатталиклар	49
103. Синусоидал ва бошқа кўрсаткичлари қатталикларнинг асосий кўрсаткичлари	50
104. Синусоидал қатталиклар даври	50
105. Синусоидал қатталиклар частотаси	51
106. Фаза	51
106 ¹ . Бошланғич фаза	51
107. Фазалар силжиши	51
108. Оний қиймат	52
108. Амплитудавий қиймат	52
109. Эффектив қиймат	52
110. Амплитуда коэффициенти	52
111. Ўртача қиймат	52
112. Эгри чизиқнинг шакл коэффициенти	52
113. Вектор диаграмма	53
114. Синусоидал ток электр занжирлари	53
115. Актив қаршилик	54
116. Юза эффектив	55
117. Актив қаршиликли занжир	56
118. Индуктив қаршилик	57
119. Сигимий қаршилик	57
120. Актив ва индуктив қаршиликли занжир	57
121. Кучланишлар учбурчаклиги	58
122. Қаршиликлар учбурчаклиги	59
123. Актив ва индуктив қаршиликли занжир қуввати	60
124. Актив, индуктив ва сигимий қаршиликли тармоқланган занжир	62
125. Актив, индуктив ва сигимий қаршиликларнинг аралаш уланган занжир	63
126. Актив, индуктив ва сигимий қаршиликларнинг аралаш уланган занжир	64
127. Қувват коэффициенти	65
128. Кучланишлар резонанси	65
129. Токлар резонанси	67
130. Тебраниш контури	68
131. Носинусоидал тоқлар	68
132. Электр филтрлар	70
133. Носинусоидал токнинг эффектив қиймати	70
134. Символик метод	70
135. Тўрт қутблик	72
136. Тўрт қутблик методи	72
137. Тўрт қутблик доимийлари	72
138. Тўрт қутблик эквивалент схемалари	72
139. Симметрик тўрт қутблик	72

VI бўлим. УЧ ФАЗАЛИ ТОК ЗАНЖИРИ

140. Уч фазали ток	73
141. Уч фазали ЭЮК	73
142. Уч фазали ЭЮК, кучланиш 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 ташкил этувчилари	80
151. Симметрик ташкил этувчилар комплекслари	80
152. Носимметрик системани симметрик ташкил этувчиларга ажратиш	81
153. Айланувчи магнит майдон	82
154. Ҳаётдаги токнинг нозиклиги занжирлари	84
155. Индуктивлик ғалтакнинг вектор диаграммаси	84
156. Ғалтакнинг тўла вектор диаграммаси	85
157. Феррорезонанс	85
158. Кучланишлар феррорезонанси	86
159. Тоқлар феррорезонанси	87
160. Тўйиниш дросселлари	88
161. Магнит кучайтиргич	89
162. Кучайтиргич	90

VII бўлим. ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРДАГИ УТКИНЧИ ЖАРАЁНЛАР

162. Ҳтиш жараёндари	90
163. Коммутация	90
164. Ҳтиш тоқи	90
165. Конденсаторнинг зарядланиши	93
166. Конденсаторнинг зарядсизланиши	93
167. Киска туташувдаги Ҳтиш жараён	93

VIII бўлим. ЭЛЕКТР ҲЛЧАШЛАР

168. Электр катталикларни Ҳлчаш	94
169. Электр Ҳлчаш асбоблари	94
170. Магнитозлектр Ҳлчаш системаси	95
171. Магнитозлектр осциллограф (Вибратор)	96
172. Электромагнит Ҳлчаш системаси	96
173. Электродинамик Ҳлчаш системаси	96
174. Ноэлектр катталикларни электр усулларда Ҳлчаш	96
175. Параметрик Ҳзгарткичлар	96
176. Реостатли Ҳзгарткичлар	97
177. Симли Ҳзгарткичлар	97
178. Терморезисторли Ҳзгарткичлар	97
179. Индуктив Ҳзгарткичлар	97
180. Сигимий Ҳзгарткичлар	97
181. Генератор Ҳзгарткичлар	97
182. Индукцион Ҳзгарткич	97
183. Термозлектр Ҳзгарткичлар	98
184. Пьезолектр Ҳзгарткичлар	98

IX бўлим. ТРАНСФОРМАТОРЛАР

185. Бир фазали трансформатор	98
186. Трансформациялаш коэффициенти	99
187. Трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти (ФИК)	99
188. Трансформаторнинг салт ишлаш режими	100

189. Салт ишлаш тажрибаси	101
190. Трансформаторнинг киска туташув режими	101
191. Киска туташув тажрибаси	102
192. Трансформаторнинг юкланиш режими	102
193. Келтирилган трансформатор	103
194. Трансформаторнинг эквивалент схемаси	104
195. Трансформаторнинг ташкии характеристикаси	104
196. Уч фазали трансформатор	106
197. Ҳланиш гуруҳи	107
198. Трансформатор чулғамларининг Ҳланиш схемалари	107
199. Уч фазали трансформаторнинг трансформациялаш коэффициенти	108
200. Трансформаторларнинг параллел ишлаши	108
201. Махсус трансформаторлар	108
202. Автотрансформатор	109
203. Пайвандлаш трансформатори	109
204. Ҳлчаш трансформаторлари	109

X бўлим. ҲЗГАРМАС ТОК ГЕНЕРАТОРИ ВА МОТОРЛАРИ

205. Ҳзгармас ток электр машиналари	110
206. Ҳзгармас ток генератори	111
207. Мустакил кўзгатишли Ҳзгармас ток генератори	111
208. Параллел кўзгатишли Ҳзгармас ток генератори	112
209. Кетма-кет кўзгатишли Ҳзгармас ток генератори	113
210. Аралаш кўзгатишли Ҳзгармас ток генератори	113
211. Якорь чулғами	114
212. Оддий сиртмоксимон чулғам	114
213. Параллел шохобча	114
214. Оддий тўлқинсимон чулғам	114
214. Икки катламли чулғам	115
215. Элементар арикча (паз)	115
216. Мураккаб чулғамлар	116
217. Чулғамдаги Э.Ю.К.	116
218. Якорь реакцияси	118
219. Ҳзгармас ток машиналаридаги коммутация	118
220. Генераторлардаги электромагнит жараёнлар	118
221. Генераторнинг номинал режими	119
222. Электр машиналарининг Ҳлчаш характеристикаси	119
223. Генераторнинг салт ишлаш характеристикаси	120
224. Генераторнинг юкланиш характеристикаси	120
225. Генераторнинг ташкии характеристикаси	121
226. Генераторнинг ростлаш характеристикаси	121
227. Параллел кўзгатишли генераторнинг ташкии характеристикаси	121
228. Аралаш кўзгатишли генераторнинг ташкии характеристикаси	123
229. Электр машина кучайтиргичлар	123
230. Автотрактор генераторлари	123
230. Реле-регулятор	124
230. Стартёр	125
231. Ҳзгармас ток моторлари	125
232. Иш машинасининг механик характеристикаси	125
233. Моментларни мотор валига келтириш	126
234. Ҳзгармас ток моторининг механик характеристикаси	126
235. Ҳзгармас ток моторини ишга тушириш	126
236. Моторнинг номинал каршилиги	127
237. Ҳзгармас ток моторининг тормоз режимлари	127
238. Рекуператив тормозлаш	127
239. Электродинамик тормозлаш	127
240. Тескари Ҳлчаш тормозлаш	128
241. Параллел кўзгатишли мотор	130
242. Параллел кўзгатишли моторни ишга тушириш	130
243. Параллел кўзгатишли моторнинг механик характеристикаси	130
244. Ҳланиш частотасини ростлаш	130
245. Ростлаш диапазоли	130

246. Ростлаш силликлдиги	130
247. Ростлаш тежамддиги	130
248. Ростлаш стабилдиги	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. Киска туташтирилган роторли асинхрон мотор	136
258. Фазавий роторли асинхрон мотор	136
259. Сирпаниш	137
260. Асинхрон моторнинг салт ишлаш режими	137
261. Асинхрон моторнинг киска 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 уланish 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 донавий диаграммаси	148
280. Асинхрон моторнинг айланиш частотасини ростлаш	150
281. Асинхрон — вентиль каскади	151
282. Кўп роторли асинхрон мотор	152
283. Бир фазали асинхрон мотор	152
284. Икки фазали асинхрон мотор	153
285. Бир фазали тармокдан ишлатиладиган 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 генераторини кўзгатиш	161
299. Синхрон генераторнинг статор чулғами	162
300. Статор чулғамидаги ЭЮК	162
301. Синхрон генераторнинг якорь реакцияси	162

302. Синхрон генераторнинг вектор диаграммалари	163
303. Блоидель диаграммаси	164
304. Ноаён кутбл синхрон генераторнинг вектор диаграммалари	164
305. Синхрон генераторнинг салт ишлаш характеристикаси	164
306. Синхрон генераторнинг киска туташув характеристикаси	166
307. ЭЮК ларнинг амалий диаграммаси	166
308. Синхрон генераторнинг ташки характеристикаси	167
309. Синхрон генераторнинг ростлаш характеристикаси	167
310. Синхрон генераторни компаудлаш	168
311. Синхрон генераторнинг параллел ишлаши	168
312. Параллел ишлашга улаш усуллари	169
313. Синхрон генераторнинг U-симон диаграммаси	169
314. Электромагнит кувват	171
315. Синхрон генераторнинг бурчак характеристикаси	171
316. Синхрон моторлар	172
317. Синхрон машиналарнинг алмашилиш принципи	172
318. Синхрон моторнинг механик характеристикаси	173
319. Синхрон моторнинг бурчак характеристикаси	173
320. Синхрон моторнинг U-симон характеристикаси	174
321. Синхрон моторни ишга тушириш	175
322. Синхрон моторнинг иш характеристикалари	175
323. Синхрон машинанинг ФИК	175
324. Контактсиз синхрон моторлари	176
325. Синхрон компенсатор	177
326. Реактив синхрон мотор	177

XIII бўлим. ЭЛЕКТРОН, ИОН ВА ЯРИМУТКАЗГИЧЛИ АСБОБЛАР

327. Электроника	178
328. Микросхемалар	178
329. Интеграл схема	178
330. Электрон асбоблар	179
331. Ион асбоблар	179
332. Яримўтказгичли асбоблар	179
333. Электр майдонида электронлар харакати тезлиги	179
334. Термoeлектрон эмиссия	180
335. Икки электродли электрон лампа (диод)	180
336. Кенотрон	180
337. Юкори частотали диодлар	182
338. Уч электродли электрон лампа (триод)	182
339. Газотрон	182
340. Тиратрон	183
341. Яримўтказгичлар	184
342. Яримўтказгичли диод	185
343. Транзистор	185
344. Тиристор	186
345. Инвертор	186
346. Яримўтказгичли частота ўзгарткичлари	186
347. Электроавтоматика	187
348. Реле-контакторли автоматика	187
349. Электр машинали автоматика	187
350. Контактсиз автоматика	187
351. Телемеханика	187
352. Релели химоя	187
353. Кибернетика	187
354. Кибернетик машиналар	187
355. Электрон ҳисоблаш машинаси	188

XIV бўлим. ЭЛЕКТР ЮРИТМА ВА УНИ АВТОМАТИК БОШҚАРИШ АСОСЛАРИ

356. Электр юритма	188
357. Умумий трансмиссияли электр юритма	188

358. Группавий 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. Мустанкил кўзғатишли 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 кизишига 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. Кучланишга қараб мотор танлаш	204
396. Айланиш частотасига қараб мотор танлаш	204
397. Тузилишига қараб мотор танлаш	205
398. Типига қараб моторларни танлаш	205
399. 4 А сериядаги қиска туташтирилган роторли асинхрон моторлар	206
400. 4 А серияли моторларни кишлоқ 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. Кнопкалар 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	211
419. Саклагичлар	211
420. Ноль кучланиш химояси	211
421. Автоматик узгич (Автомат)	212
422. Ажраткич	212
423. Мойлиг узгич	212
424. Максимал ток релеси	213
425. Исиклик релеси	213
426. Технологик датчик	213
427. Пўл датчиклари	213
428. Пўл алмашлаб-улагич	213
429. Барабанли алмашлаб-улагич	214
430. Индуктив датчик	214
431. Индукцион тезлик датчиги	214
432. Қалқовичли реле	214
433. Электромагнит тузилмалар	214
434. Электромагнит муфтала	215
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	217
445. Бош занжир	217
446. Бошқариш занжири	217
447. Бош контактлар	217
448. Блок контактлар	217
449. Блокировка (лаш)	217
450. Принципиал схема	219
451. Монтаж схема	219
452. Автоматик бошқариш схемалари	219
453. Дистайцион (масофадан) бошқариш	219
454. Блокировка боғланишлари	222
455. Электр моторни ишга туширишни автоматик бошқариш	222
456. Технологик жараёнларни комплекс автоматлаштириш	222
457. Пўл бўйича автоматлаштириш	222
458. Вақт бўйича автоматлаштириш	223
459. Юклама бўйича автоматлаштириш	224
460. Айланиш бўйича автоматлаштириш	225
461. Поток линияларини автоматлаштириш	225
462. Поток линияларини автоматлаштириш	226
463. Магнит кучайтиргичи-мотор	226
464. Элир системаси	227
465. Тиристор-мотор системаси	228
466. Частота ўзгарткич-мотор системаси	228
467. Таклидий электр юритма	228
468. Программа билан бошқариладиган электр юритма	229
469. Санаш тузилмалари	229
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 центри (ТЭЦ)	230
476. Газ турбинали электр станция	230
477. Дизель электр станция	231
478. Гидроэлектр станция (ГЭС)	231
479. Тўғонли ва ўзани 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 тармоклари	233
488. Таксимлаш қурилмалари (РУ)	233
489. Трансформатор подстанцияси	233
490. Таксимлаш пункти (РП)	233
491. Подстанцияларнинг улашиш 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 ХИССА ҚУШГАН ЖАҲОН ВА ЎЗБЕКИСТОН ОЛИМЛАРИ ҲАҚИДА ҚИСКАЧА МАЪЛУМОТ

Фойдаланилган адабиёт	252
-----------------------	-----

Сапи Мажинов

РУССКО-УЗБЕКСКИЙ СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Для студентов ВУЗов не электротехнической специальности в качестве
учебного пособия

Издательство "Ўзбекистон". 700129, Ташкент, Навои, 30.

Рисов С. Насеж
Видний муҳаррир А. Дескониш
Техник муҳаррир С. Собирова
Муеаххик У. Абдукодирова

Теришга берилди 03.04.93. Босишга рухсат этилди 10.12.93. Бичими 60X90¹/₁₆. «Литературная» гарнитурда
юкори босма усулда босилди. Шартли бос.т. 16,25. Нашр т. 19.17. 5000 нусхада чоп этилди. Буюртма № 459/111
Бахоси 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, Муҳимий кўчаси, 182.

- М 15 **Мажидов С.** Электротехникадан русча-ўзбекча лугат-маълумотнома:
Олий ўқув юртларининг ноэлектротехник мутахассислиги
бўйича ўқув қўлланма.— Т.: Ўзбекистон, 1994.— 262 б.
ISBN 5-640-01352-4

Электротехникадан ушбу русча-ўзбекча лугат-маълумотнома оқий техника ўқув юртларининг талабалари ва ўрта махсус ҳамда хунар-техника билимгоҳларининг ўқувчиларига ўқув қўлланмаси сифатида тавсия қилинади. Бу китоб 1985 й. шу номда чикарилган ўқув қўлланмасининг такомиллаштирилган ва тўлдирилган иккинчи нашридир. Маълумотномада электротехника фанининг дастури асосида унинг барча таъриф, тушуни ва қонунилари ҳамда терминларига физик, илмий-техник тафсилотлар қисқача ва лўнда берилган. Бу тафсилотлар тегишли формула, расм ҳамда тасвирлар ва техникавий нўрсаткичлар билан ойдинлаштирилган. Китобда электротехника, электромеханика, электрэнергетика ва электравтоматика фанларининг ривожига муҳим ҳисса қўшган жаҳон ҳамда Ўзбекистон олимлари ҳақида ҳам қисқача маълумот берилган.

Ўқув қўлланмаси электротехника домла ва ўқитувчилари, нашриёт ва терминология ходимлари ҳамда бу фанга қизиқувчи барча китобхоналар учун ҳам фойдали бўлади деган умиддормиз.

Мажидов С. Русско-узбекский словарь-справочник по электротехнике: Для студентов ВУЗов не электротехнической специальности в качестве учебного пособия.

31.2+81.2Р-4

№ 679—93

Алишер Навоий номидаги
Ўзбекистон Республикасининг
давлат кутубхонаси

2202000000—106
М 43—93
М 351(04)94

7c 567

„УЗБЕНИСТОН“