

Х. ФОЗИЛОВ

БОШЛАНГИЧ
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА



ЎЗДАВНАШР
1949

Х. Ф. ФОЗИЛОВ
Техника филология кандидати

БОШЛАНҒИЧ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ЎЗБЕКИСТОН ДАВЛАТ НАШРИЁТИ
ТОШКЕНТ — 1949

ИСТАКОВ . 91. 160

СУЗБОШИ

Қўлингиздаги асар шу исмда илгари босилиб чиққан китобимни қисқартиб, қайтадан ишлаш натижасида вужудга келди. Китобда электротехникадан асосий тушунчалар берилиб, ундан ёш ишчи кадрлар тайёрлашда дарслик ўрнида фойдаланиш мумкин.

Китобни нашрга тайёрлашда инженер Н. Ганихўжаев ва инж. А. Иноғамов ўртоқлар катта ёрдам бердилар. Пайтдан фойдаланиб бу ўртоқларга ташаккур билдираман.

Китобнинг камчиликлари ҳақидаги мулоҳаза ва истакларни ўқучилардан кутиб қоламан.

Х. Фозилов

КИРИШ

Электр энергиясини ишлабчиқариш ва ундан фойдаланиш йўлларини ўргануви фаанга — *электротехника* деб оталади.

Техника фанлари орасида электротехника анча ёш фан бўлиб, унинг тараққиёт тарихи XIX аср охиридан бошланади. XIX асрнинг иккинчи ярмида олимлардан Фарадей ва Максвеллнинг назарий ишлари туфайли электротехника соҳасида бирқанча амалий кашфиётлар қилинди. Электротехниканинг тараққиётида рус олимларининг роли айниқса катта бўлди. Бунинг учун ҳозирги замон радиотехникасини А. С. Попов ва Доливо — Добровольский кашф этганини кўрсатиш етарлик.

Электротехника ҳозир жуда кенг тараққий қилди. Электр энергияси турмушимизда ва халқ хўжалигимизда қандай катта ўрин тутишини яққол кўрсатиш учун қуйидаги рақамга бир назар солиб ўтайлик. Халқ хўжалигини тиклаш ва янада ривожлантириш янги бешйиллик планга мувофиқ 1950 йилда мамлакатимизда ишлаб чиқариладиган электр энергиясининг миқдори 82 миллиард киловатт-соатга етиши керак. Бу электр энергиясининг бажарадиган иши қарийб 400 миллион ишчининг кунига 8 соатдан ишлаганда бир йилда бажарадиган ишига барабар келади.

Электр энергиясининг қимматли хусусиятларидан бири шундаки, уни осонлик билан бошқа энергия турларига айлантириш мумкин. Жумладан, электр энергиясининг иссиқлик ёки ёруғлик энергиясига ўтишини, ёхуд моторларни ҳаракатга келтириб туришини биз ҳар соат, ҳар минутда учратамиз.

Электр энергиясини сим орқали истаган масофага юбориш мумкинлиги унинг қимматини янада оширади. Электр энергиясининг бу хусусияти — электростанцияларни истеъмолчилардан унлаб ва ҳатто юзлаб километр узоқ жойларда, тескин энергия манбаълари — сув шалолаларида ва паст сифатли кўмир конларида қуришга имкон беради.

Одатда саноат қанча электрлашган бўлса, у шунча илғор ва автоматлашган бўлади.

Электр энергиясининг саюват, қишлоқ хўжалиғи, транспорт ва турмушда кенг миқ'ёсда қўлланишига *электрлаш* дейилади. Улуғ Ленин мамлакатимизни электрлашга жуда катта аҳамият бериб, *„коммунизм — совет ҳокимияти ва бунинг устига бутун мамлакатни электрлаш демакдир“*, деган эди. Лениннинг бу доно сўзлари электрлашнинг катта сиёсий ва иқтисодий аҳамиятга эга эканлиғини кўрсатади. Доҳимиз ўртоқ Сталин раҳбарлиғида Лениннинг бу кўрсатмалари амалга оширилди. Ҳозир бизнинг мамлакатимиз 1913 йилда, бутун чор Русиясида ишлаб чиқарилган электр энергиясидан 41 марта ортиқ электр энергия ишлабчиқариб, дун'ёда илғор ўринлардан бирига чиқди.

Сталинча бешйиллик планларнинг амалга оширилиши натижасида Ўзбекистон қадимги қолақ, маданиятсиз улкадан кенг ма'нода электрлашган социалистик республикага айланди. Бўз-сув, Салор, Чирчиқ, Фарҳод ва бошқа ўнларча электростанциялар бунинг жонли шоҳидларидир. Шунингдек колхозлар ҳам кенг миқ'ёсда электрлашмоқда. *Фақат урушдан кейинги йилларда Ўзбекистон колхозларида юзлаб колхоз гидроэлектростанциялари қурилди.* Келажагимиз бундан ҳам порлоқдир.

Республикамизнинг бундай тез ривожланиши шубҳасиз кўп ихтисосли кадрларни талаб этади. Шунингдек бу соҳа блан қизиқучи ёшлар ҳам кун сайин кўпаймоқда. Бу китоб ёшларимизнинг шу соҳадаги талабларини қисман бўлса ҳам қондирур, деб умид қиламан.

I. МЕХАНИКАДАН БОШЛАНҒИЧ МА'ЛУМОТ

Куч

Олдимизда турган биронта жисмни кўтариш ёки пружинани чўзиш албатта куч талаб этади. Куч туфайли ҳаракат вужудга келади. Лекин ҳаракат ёлғиз одам ёки ҳайвон кучигагина боғлиқ эмас. Кишини ҳайратда қолдирадиган мураккаб машиналар ва моторлар сув, буг ва электр кучлари блан ҳаракат қилишлари бизга ма'лум. Иккинчи томондан, ҳаракатдаги бирон жисмни, масалан, думалаб кетаётган шарни тўхтатиш учун ҳам куч талаб қилади.

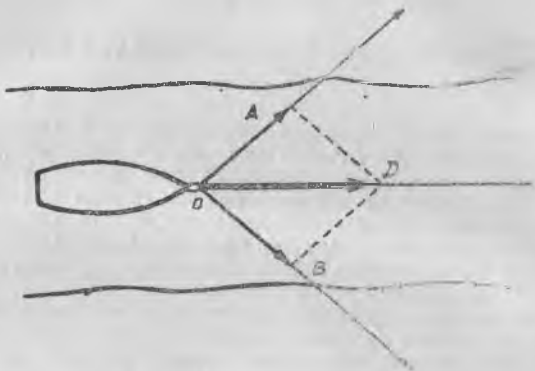
Шундай қилиб, *ҳаракатга келтиручи ва ҳаракатдан тўхтатуви сабабга куч* деб оталади.

Ер ҳарбир жисмни ўзига тортиб туради. Масалан, юқорига отилган тош Ернинг тортиш қуввати туфайли қайтиб яна Ерга тушади. Бу тортилиш натижасида жисмларда *оғирлик* пайдо бўлади. Шунинг учун *оғирликни куч* деб билиб, *ҳарқандай кучни оғирлик ўлчови килограмм блан ўлчаш мумкин.* Ҳақиқатан ҳам шундай.

Агар жисмга бирқанча куч бирданига та'сир этса, *умумий та'сир этуви куч* ҳамавақт ҳам уларнинг оддий йиғиндисига баравар бўлабермайди. Масалан: биронта жисмни иккита тенг куч блан қарама-қарши томонга тортабошласак, у ўз жойидан қўзғалмайди. Агар шу жисмни иккита куч блан бир томонга қараб тортсак, у вақтда, та'сир этуви кучлар икки марта ортиқ бўлиб, жисм дарҳол ўз ўрнидан қўзғалиб кетади. Демак, бирқанча кучларнинг битта жисмга бўлган умумий та'сирини билиш учун уларнинг миқдоридан ташқари, яна, қайси томонга йўналганлиқларини ҳам билиш шарт.

Масалан, қайиқни, стрелка блан кўрсатилганидай, турли томонга йўналган иккита куч блан тортабошласак, қайиқ дар'ё ўртасидан бемалол кетаберди (1-нчи расм). Демак, бу кучлар қандайдир қўшилиб, ўртада стрелка блан кўрсатилган тенг та'сир этуви кучни ташкил этадилар. Бу куч албатта ҳалиги икки кучнинг оддий йиғиндисига баравар эмас. Унинг қимма-

тини қўйилганга тошни мумкин. Ҳарбир кучни шу куч йўналиган томонига қаратиб ўтказилган ма'лум узунликдаги чизиқ билан кўрсатиш мумкин. Масалан, юқоридаги мисолда тўртучи OA ва OB кучларнинг ҳарбири 50 килограммдан бўлса, шу кучлар та'сир қилиб турган томонга қараб, A ва B нуқталарига икки сантиметрдан чизиқ оламиз. Шу масштабда, олинган бу чизиқлардан параллелограмм тузамиз. Шундай қилганимизда OD диагональ тенг та'сир этучи кучнинг йўналиши ва қимматини кўрсатади. OD чизиғи 3 сантиметрга тенг. Демак, унинг қиммати 75 кг га барабар.



1-нчи расм.

Шундай қилиб, бирқанча кучларнинг мураккаб йиғиндисидан ҳосил бўлган битта кучга тенг та'сир этучи куч дейилади. Тенг та'сир этучи кучни топиш учун масштаб билан олинган кучлардан параллелограм ясаш керак.

Иш

Жисмни кўтарганда ёки пружинани чўзганда куч та'сири билан қандайдир иш бажарилганини биз исқоридида кўрдик. Лекин бу иш бажарилган пайтда жисмнинг оғирлиги, пружинанинг эластик кучи енгилaboraди.

Шунинг учун қаршиликларни енгилга иш дейилади.

Агар қаршилик кўп бўлиб ва уни қанча узоқ жойга енга борсак, биз шунча кўп иш сарф қилган бўламиз. Мисол учун, биз бир килограмм тошни аввал бир метр баландликка кўтариб иккинчи марта уч метрга кўтарсак, кейинги ҳолда уч марта кўп иш сарф қилган бўламиз. Худди шунинг сингари, агар икки килограмм тошни уч метр баландликка кўтарсак, олти марта кўп иш бажарилиши равшан.

Шундай қилиб, ҳарбир бажарилган иш ўтилган йўл билан кучнинг кўпайтмасига тенг, я'ни:

$$\text{Иш} = \text{йўл} \times \text{куч}.$$

Йўл метр билан, куч килограмм билан ўлчанади. Шунинг учун ишни килограммометр билан ўлчайдилар. Бир килограммометр иш бир килограмм юкни бир метрга ёки икки килограмм юкни ярим метрга кўтарилганда сарф буладиган ишга барабар.

Масалан, 10 литр (10 килограмм) сувни чуқурлиги 15 метр қудуқдан тортиш учун, формулага мувофиқ:

$$\text{Иш} = 10 \times 15 = 150$$

килограммометр иш бажариш зарур.

Қувват

Иккита машинанинг қувватини таққослаш учун уларнинг барабар вақтда қилган ишларини солиштириб кўриш керак. Шундагина машиналарнинг қайсибири қувватли эканлигини аниқлаш мумкин бўлади. Агар икки машинадан бири бир соат ичида 18 000 000 килограммометр, иккинчиси эса 20 минутда 9 000 000 килограммометр иш бажарса, буларнинг қайси бири қувватли эканини аниқлаш учун ҳарбирининг бир секундда бажарган ишини топиш керак.

Биринчи машина бир секундда:

$$\frac{18\,000\,000}{1 \times 60 \times 60} = 5\,000 \text{ килограммометр иш бажаради.}$$

Иккинчи машина бир секундда:

$$\frac{9\,000\,000}{20 \times 60} = 7\,500 \text{ килограммометр иш бажаради.}$$

Демак, иккинчи машина биринчи машинадан қувватлидир. Шундай қилиб, бир секундда бажарилган ишга қувват деб айтилади.

Қисқача айтганда:

$$\text{Қувват} = \frac{\text{иш}}{\text{вақт}};$$

Ба'зибир тарихий сабабларга кўра 75 килограммометр қувватни бир от кучи деб юритилади. Демак, 10 от кучига тенг бўлган машина 750 килограмм юкни бир секундда бир метр баландликка кўтаришга қодир.

Энергия ва энергиянинг сақланиш қонуни

Жисмнинг иш бажаролиш қобилиятига энергия дейилади. Масалан, автомобиль бензиннинг ёниши натижасида ҳосил буладиган иссиқлик ёрдами билан ҳаракатга келади. Демак, бензин ёнганда ма'лум миқдорда иш бажаради.

Табиатда энергия турлари кўп, лекин биз даставвал *потенциал ва кинетик* энергиялар билан танишиб чиқамиз.

Ҳарбир жисм ҳаракат вақтида маълум энергияга эга бўлади. Масалан, юқоридан ташланган тош ёки кўтариб урилган болганинг иш бажариши, яъни энергия сарфлаши бизга маълум. Бундай энергияга *ҳаракат — кинетик энергия* дейилади. Энди кўтарилган тошни юқорида ушлаб турсак ёки пружинани қисиб, уни шу ҳолда тутсак, булар ҳам маълум энергияга эга бўлади; бундай энергияга *потенциал энергия* дейилади.

Агар қисилган пружинани бўшатиб юборсак, ёки болгани пастга ташласак, улар ҳаракатга келиб, кинетик энергия ҳосил қиладилар. Потенциал энергия қанча кўп бўлса, ҳаракат ҳам шунча кучли ва бунинг натижасида вужудга келадиган кинетик энергия ҳам шу қадар катта бўлади. Бу мисол, потенциал энергиянинг кинетик энергияга айланишини равшан кўрсатади.

Шунинг сингари кинетик энергиянинг потенциал энергияга айланишини кўрсатадиган мисолларни ҳам келтириш мумкин.

Табиатда иссиқлик, электр, ким'ё, механик ва бошқа энергия турлари жуда кўп учрайди. Бу энергия турлари бир шаклдан иккинчи шаклга ўтиб турадилар. Масалан, электр токи сим орқали келиб моторларни ҳаракатга келтиради. Моторлар, ўз навбатида, машина ва станокларни юргизабошлайди. Электр токининг таъсири билан лампалар ёниб, ёруғлик ва иссиқлик чиқарадилар. Шундай қилиб электр энергияси механик, иссиқлик ва ёруғлик энергияларига айланади. Бундан ташқари электр энергиясини ким'ёвий энергияга айлантириш мумкин. Аксинча механик, иссиқлик ва ким'ёвий энергияларни электр энергиясига айлантириш ҳам мумкин. Ҳозирги замон техникаси кўпроқ иссиқлик ва баландликдан тушучи сув энергиясидан фойдаланади. Сув энергияси бевосита сувнинг оқишидан ҳосил бўлади. Иссиқлик энергияси эса ўтин, кўмир ёки нефтьнинг мураккаб иссиқлик машиналарида ёнишидан ҳосил бўлади. Машиналар ёрдами билан олинган иссиқлик энергиялари, баъзан, тўғридан-тўғри механик ишга айлантирилади; масалан, автомобиль, паровоз, пароходлардаги каби. Баъзан иссиқлик машиналарида ҳосил бўлган ҳаракат электрстанцияларда электр энергиясига айлантирилиб, сим орқали бирнеча километр масофаларга, — истеъмолчиларга юборилади.

Табиатда энергия бир турдан иккинчи турга ўтиши мумкин. Лекин бу ўзгариш пайтида ҳечқандай энергия ўз-ўзидан йўқолиб кетмайди ва шунингдек йўқдан пайдо ҳам бўлмайди. Ҳарқандай шароитда ҳам энергиянинг умумий миқдори ўзгармайди, фақат унинг кўриниши (шакли) ўзгаради, холос. Бундан аниқроқ тушуниш учун табиатга бир назар ташлаб кўрайлик.

Ёр юзидаги ҳамма энергиянинг манбаи қуёшдир. Қуёшдан келган ёруғлик энергияси еримизни иситиш билан бирга, турли физикавий ва ким'ёвий ўзгаришларни ҳам вужудга келтириб туради. Ердаги ёқилғи ашёлари ким'ёвий ўзгаришлар нати-

жасида ҳосил бўлган. Қуёш иссиқлиги денгизлардаги сувни парга айлантиради. Бу сув буғларидан қор, ёмғир ва бошқалар ҳосил бўлади. Ёгингарчилик натижасида тез оқар дарёлар вужудга келади. Биз, электр станцияларда ёқилғи ёки сув кучидан фойдаланиб олинган электр энергиясини истеъмолчиларга юборамиз. Электр энергиясининг бир қисми симда ва моторларда тўғридан-тўғри иссиқлик энергиясига айланиб фазога (ҳавога) тарқалади. Қолган қисми моторларни ҳаракатга келтириб, механик энергияга айланади. Моторнинг ҳаракати натижасида унинг алоҳида деталлари бир-бирига ишқаланади. Ишқаланиш натижасида яна иссиқлик пайдо бўлиб, у ҳам фазога тарқалади.

Шундай қилиб *табиатда энергия бутунлай йўқолиб кетмайди, балки, фақат бир ҳолдан иккинчи ҳолга ўтиб, ўзгариб туради. Бу табиий бир қонундир. Бунга энергиянинг сақланиш қонуни дейилади.*

Юқорида биз иссиқлик энергиясининг механик ёки аксинча механик энергиянинг, ишқаланиш туфайли, иссиқлик энергиясига ўтишини тушунтириб ўтдик. Демак, *энергия ҳам яширин ҳолда сақланган бир ишдир*. Шунинг учун у ҳам килограммометр билан ўлчаниши лозим.

Лекин, юзани қараганда иссиқлик энергиясини килограммометр билан ўлчаш кишига ғалати туйилади. Масалани тўғри англаш учун аввал биз иссиқлик ўлчови — *калория* билан танишиб олайик. *Калория* деб, *бир килограмм сувни бир градус иситиш учун сарф булган иссиқлик миқдорига айтилади*.

Масалан, 10 килограмм сувни 85 градус иситиш учун сарф бўлган иссиқлик миқдорини топайлик. Агар сув бир килограмм бўлиб 85 градус иситилса, у вақтда 85 калория иссиқлик керак бўларди. Лекин сув 10 килограмм бўлганлигидан уни иситиш учун ўн марта кўп иссиқлик керак. Натижада сарф этилган ҳамма иссиқлик: $85 \times 10 = 850$ калорияга барабар. Жоуль ва Ленц деган олимлар ўз тажрибалари билан *426 килограммометр механик ишнинг бир калория иссиқлик бераолишини аниқладилар*. Бундан қуйидагича тушуниш лозим: агар бир килограмм тош 426 метр баландликдан ташланганда унинг ҳамма кинетик энергияси иссиқлик энергиясига айланса, у бир килограмм сувни атиги бир градус иситади, холос.

Аксинча энергиянинг сақланиш қонунига биноан *бир калория иссиқлик 426 килограммометр иш бажариши мумкин*.

Шундай қилиб, бир килограмм ёқилғидан қанча калория иссиқлик чиқшини билсак, биз ундаги яширин ҳолда сақланган энергия миқдорини ҳам билаоламиз. Масалан, 1 килограмм бензин 8000 калория иссиқлик беради, дейлик. Демак, шу бензин

$$8000 \times 426 = 3408000 \text{ килограммометр}$$

ниш қобилиятига эга. Амалда бу сақланган энергиянинг ҳаммасидан тўлиқ фойдаланиш мумкин эмас. Буни би қуйида кўрамиз.

Энергиядан фойдаланиш шарти

Табиатда энергиядан фойдаланиш учун бирхил энергиянинг икки ҳолати ўртасида қандай бўлмасин фарқ бўлиши лозим. Бу фарқ қанча катта бўлса, энергиядан фойдаланиш шунча осон ва арзон тушади. Ҳақиқатан ҳам жим турган ёки секин оқаётган сувнинг кучидан фойдаланиш мумкин эмас. Чунки сувнинг сатҳи ҳамма ерда *бирхил потенциалга* эга.

Агар тўғон қуриб сувни димласак, тўғоннинг олдидаги сув блан орқасидаги сувнинг сатҳи турли баландликда бўлиб, турли потенциал энергияга эга бўлади. Демак, бу ерда потенциал энергиялар ўртасида фарқ ҳосил бўлади. Сув парраклари (турбиналари) ана шу фарқдан фойдаланиб ишлайдилар. Шунинг сингари ички ёниш (автомобиль) двигателлари ва буғ машиналарида ҳам машинанинг ичидаги босими ташқаридаги босимга қараганда ортиқ бўлганлигидан бу машиналар ҳаракатга келади.

Фойдали иш коэффиценти

Энергиядан фойдаланишда восита бўлчи машиналарнинг вазифаси яширин энергияни кинетик энергияга айлантириб беришдир. Лекин машиналар потенциал энергияни бутунлай кинетик энергияга айлантириб бераолмайдилар. Буни иссиқлик машиналарида очиқ кўриш мумкин. Масалан, 10 от кучига эга бўлган ва яхши тузилган буғ машинасини бир соат ишлатиш учун 8,5 килограмм тош кўмир керак. Лекин тажрибаларга қараганда, ҳарбир килограмм кўмир ёнганда 5000 калория иссиқлик беради. Шундай экан, 8,5 килограмм кўмир $5000 \times 8,5 = 42500$ калория иссиқлик бериши керак. Маълумки, бир калория 426 килограммометрга барабар. Агар бутун иссиқлик ишга айланса, $426 \times 42500 = 18000000$ килограммометр иш олинар эди. Бир соат 3600 секунд бўлганлигидан, машинанинг қуввати $\frac{18000000}{3600} = 5000$ килограммометр секундга

барабар ёки тахминан $\frac{5000}{75} = 66,7$ от кучига тўғри келади. Демак, ҳисобга кўра машина 66,7 от кучига эга бўлиши лозим бўлса ҳам, лекин амалда машинанинг ҳақиқий қуввати 10 от кучидан ҳам кам бўлади. Иссиқликнинг фақат озгина қисми фойдали ишга айланади. Қолган қисми иссиқ тутун блан ҳавога учиб кетади ва қозонни қизитиш учун сарфланиб, фойдасиз равишда фазога тарқалади.

Энергиянинг умумий миқдоридан қанча қисмининг фойдали ишга айланганлигини кўрсатучи сонга фойдали иш коэффиценти дейилади.

Фойдали иш коэффиценти кўпинча процент блан кўрсатилади. Буғ машиналарнинг фойдали иш коэффиценти 5—15% чамасида бўлиб, ички ёниш машиналарида (корбюраторли ва дизельмоторларда) 30—35 процентга етади.

Назарий текширишлар иссиқлик энергиясидан тўла фойдаланиш мумкин эмаслигини кўрсатади. Лекин сув парракларида (гидротурбинларда) аҳвол бошқача бўлиб, гидростанцияларда парраклар орқали сув энергиясидан 90 процентгача фойдаланиш мумкин.

II. ЭЛЕКТР ТОКИНИНГ АСОСИЙ ҚОНУНЛАРИ

Электр токи ва электр юритучи куч

Электр ҳам энергиянинг бир кўринишидир. У ёруғлик, иссиқлик беради ва моторларни ҳаракатга келтиради. Ҳақиқатан ҳам, очғич (выключатель) ни бир бураш блан лампалар ёниб кетади, моторлар ҳаракатга келади, бутун бир корхона ишга тушади.

Электр станцияларда электр энергияси берадиган машиналар бор. Бу машиналарни *генератор* деб айтилади. Генераторларни айлантиручи двигателларни (сув, буғ, ички ёниш машиналарини) *бошланғич двигатель* дейилади.

Бу китоб электр токининг асосий қонунлари, уни ишлаб чиқариш ва қўлланиши ҳақида асосий тушунчалар беради. Шу сабабдан сўзни электр токи нима деган, саволга жавоб беришдан бошлаймиз.

Табиатдаги жисмлар ичи бўш бўлмаган, тўлиқ бир моддага ўхшаб кўринса ҳам, лекин физика ва ким'ё фанлари бу фикрнинг нотўғри эканлигини исбот этади. Аксинча жисмлар жуда майда бўлаклардан — *атомлардан* иборат бўлиб, уларнинг ичида (атомнинг ўзига нисбатан) катта-катта бўшлиқлар бор. Бу бўшлиқлар атомларга қараганда бирқанча марта катта. Илгари олимлар атомларни бўлинмайдиган энг кичик зарра деб ўйлаган эдилар. Ҳозирги фан атомларнинг ҳам ўз навбатида, янада майда бўлаклардан тузилган, мураккаб жисмлигини исбот қилди.

Ҳарбир атом ядродан ва унинг атрофида айланиб юручи энг майда бўлакчалардан иборат. Ядро атрофида айлануши бу энг майда бўлакларни *электрон* деб оталади.

Бамисоли сайёралар Қуёш атрофида айланиб юргани каби, электронлар ҳам ядро атрофида узлуксиз айланиб юрадилар. Шундай қилиб, ҳарқандай модданинг атоми ядро ва электронлардан тузилган. Ба'зи жисмларда ядро атрофидаги электронлардан бошқа ядрога боғланмаган эркин электронлар ҳам бор. Улар ма'лум шароитда атомлар оралиғидан бир томонга юриш-

лари мумкин. Бундай электронларнинг бир томонга юришидан *ток ҳосил булади*. Электронларнинг симдан бир томонга юриши сувнинг трубадан оқишига ўхшайди. Сувнинг трубадан оқиши учун унинг сатҳи бир томонда баланд, иккинчи томонда паст, я'ни босим бўлиши шарт (2-нчи расм). Худди шунингдек электронларнинг симдан юриши учун ҳам ма'лум босим, я'ни ма'лум куч керак. Бу *кучни электр юритучи куч* дейилади.

Электр токини ҳосил қилиш учун электр юритучи куч бўлиши лозим. Бунинг учун, энг оддий электр юритучи куч манба'ларидан бири — галвани элементларидан фойдаланиш мумкин. Илгари галвани элементлари бирдан-бир электр манбаи бўлиб келган эди. Ҳозирги вақтда бунга ўхшаган элементлар фақат телеграф, телефон ва чўнтак фонарларидагина ишлатилади.

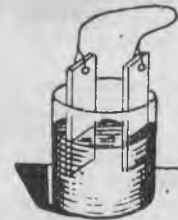
Энг оддий элементлардан бирини қуйидагича яшаш мумкин. Стакан ичига сув аралаштирилган сульфат кислотаси солинади. Агар шу кислотага бири рух ва иккинчиси мис пластинкаларни ботириб, буларнинг учини сим блан қўшсак (3-нчи расм), симдан электр токи ўтабошлайди. Бу ҳодисанинг сабабларини қуйидагича тушуниш керак. Кислотанинг металл пластинкаларга ким'ёвий та'сир этиши натижасида электронлар мис пластинкадан рух пластинкага ўтабошлайди. Мис пластинка ўз электронларини йўқотади, рух пластинкада электрон кўпаябошлайди. Шу вақтда рух пластинка манфий электрланади. Натижада мис — мусбат (+), рух манфий (—) қутб бўлади.

Энди икки қутбни сим блан туташтирсак рухдан мисга қараб сим орқали электронлар юрабошлайди, я'ни ток ҳосил бўлади. Демак, электронлар манфий (—) қутбдан мусбат (+) қутбга қараб юради. Электронларнинг бир томонга юришини ток деб аталганидан, уни манфий қутбдан мусбат қутбга юради дейилиши керак эди. Лекин ба'зибир тарихий сабабларга кўра, ток йўналишини тескаринча белгилаш шарт қилинган. Бу шартга мувофиқ, *ток мусбат (+) қутбдан манфий (—) қутбга қараб юради*. Бу шарт ҳақиқатга хилоф бўлса ҳам, лекин турмушга сингиб кетганлиги сабабли биз ҳам бундан кейин ҳамма ерда шу шартни қабул қиламиз.

Агар трубага насос қуриб, насосни ишлатабошласак трубадан сув тўхтамасдан ўтиб туради (4-нчи расм). Электронларнинг элемент ёрдами блан ҳаракатга келиши ҳам худди шунга ўхшайди. Бу ерда элемент насос вазифасини бажаради. *Бир-бирига уланган трубаблар блан насосга сув давраси дейилса, элемент ва унга уланган ташқи симлар йиғиндисига ток*



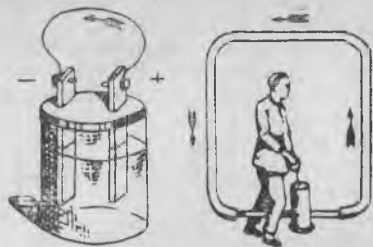
2-нчи расм.



3-нчи расм.

давраси деб айтылади. Демак, ток ҳосил бўлиши учун электронларнинг йўли ҳам сув йўли сингари узлуксиз бўлиши шарт.

Электр юритучи куч бирлигига вольт дейилади. Юқорида кўриб ўтилган элементнинг электр юритучи кучи тахминан бир вольтга барабар. Элементларнинг электр юритучи кучлари элементларнинг катта-кичиклигига боғлиқ бўлмай, фақат уларнинг таркибдаги моддаларнинг ким'ёвий хусусиятларига боғлиқ.



4-нчи расм.

Қаршилик ва ток кучи

Трубадан оқучи сув қаршиликка дуч келиб туради. Агар труба қанча узун ва ингичка бўлса, қаршилик

шунча кўп бўлиб, сув ҳам шунча кам ўтади. Труба қанча қалта ва йўғон бўлса, қаршилик кам бўлиб, ундан сув шунча кўп ўтади.

Электрнинг симдан юриши ҳам худди шунга ўхшайди. Агар сим қанча узун ва ингичка бўлса, ундан электронлар жуда кам ўтади, аксинча, сим йўғон ва қалта бўлса электронлар ҳам шунча кўп ўтади. Шунинг учун ҳам кўп ток ўтказиладиган симлар йўғон бўлиши керак.

Трубанинг кўндаланг кесимидан бир секундда ўтадиган сувни ҳаммавақт ўлчаш мумкин бўлгани каби, симдан бир секундда ўтадиган электр токини ҳам ўлчаш мумкин. Бунга ток кучи дейилади. Ток кучи бирлигига ампер дейилади. (Бундан сўнгра ток кучи дейиш ўрнига ёлғиз ток сўзини ишлатамиз).

Ба'зи жисмлар электрни жуда бемалоллик билан ўтказадилар. Бундай жисмларга ўтказгич дейилади. Ҳамма металллар, ер, киши бадани, ҳархил туз эритмалари ва шунга ўхшашлар ўтказгичлардан ҳисобланади. Электрни ўтказмайдиган жисмларни диэлектрик дейилади. Ёғ, шиша, чинни, резинка, илак, пахта, қоғоз, ва ҳаво диэлектриклардан ҳисобланади. Лекин табиатда электрни сра ўтказмайдиган жисм йўқ. Ҳарқандай жисм озгина бўлса ҳам узидан электрни ўтказди. Ўтказгичлар ҳам, диэлектриклар ҳам электротехникада катта аҳамиятга эга.

Ток юрадиган симлар диэлектрик билан ўралган бўлиши керак. Акс ҳолда электр токи кутылган ерга бориб етмайди, йўлда исроф бўлади. Шунинг учун ҳам симлар ип ёки резинка каби электр ўтказмайдиган изоляторлар (диэлектриклар) билан ўралган бўлади. Ҳаво диэлектрик бўлганлигидан очиқ ҳавода тортилган симлар яланғоч бўлади.

Сув ўтказадиган трубалар сувнинг босимига қараб қалин ёки юпқа бўлишлари каби, симларнинг ҳам изоляцияси электр юритучи кучга боғлиқ. Электр юритучи куч қанча ортиқ бўлса, симлар шунча яхши изоляцияланган бўлиши керак.

Юқорида кўрилганча, электр ўтказуви жисмларнинг қаршилиги уларнинг узун ва ингичка бўлишларига боғлиқ. Бундан ташқари, турли ўтказгичлар токни бирхилда ўтказавермайдилар. Ҳархил жисмлар электр ўтказишга ҳархил қаршилик кўрсатади. Иккинчи сўз билан айтганда уларнинг қаршилиги ҳархил бўлади. Амалий масалаларни ҳал қилиш учун турли жисмларнинг қаршилигини ўлчашга тўғри келади. Шу мақсад билан аввал, қаршилик бирлигини белгилаш керак, я'ни қандайдир бирхил материалдан ясалган ва узунлиги ҳам йўғонлиги ма'лум бўлган жисмнинг электр ўтказишга кўрсатган қаршилигини бирлик қилиб олиш керак. Бунинг учун узунлиги 106,3 сантиметр ва кўндаланг кесими 1 мм² найчага тўлдирилган симобнинг электр ўтказишга кўрсатган қаршилиги, қаршилик бирлиги қилиб олинган. Қаршилик бирлигига ом деб аталади.

Кўндаланг кесими 1 мм² ва узунлиги бир метр бўлган ҳарқандай жисмнинг қаршилигини ом билан ўлчаш, уларнинг қаршиликларини солиштириш мумкин. Шундай қилиб йўғонлиги 1 мм² ва узунлиги бир метр бўлган жисмларнинг қаршилигига солиштирма қаршилик дейилади. Қуйидаги жадвалда электротехникада кўп учрайдиган турли материалларнинг солиштирма қаршиликлари келтирилган.

1-нчи жадвал

Металларнинг солиштирма қаршиликлари $t = 15^{\circ}\text{C}$.
(ом билан)

Металлар	Солиштирма қаршилик
Кумуш	0,016
Мис	0,0175
Алюмин	0,03
Темир	0,135
Симоб	0,95
Кўмир	100—1000
Никилин	0,4
Константан	0,48
Нихром	1,1
Манганин	0,42

Жадвалга кўра кумуш токнинг ўтишига энг кам қаршилик кўрсатади. Лекин мис ҳам ундан қолишмайди ва кумушга қараганда арзон туради. Шу сабабли электр симлари кўпинча мисдан ясалади.

Деярлик ҳамма материалларнинг қаршиликлари температурага қараб ўзгаради. Температура кўтарилса, қаршилик ҳам ошади ва аксинча, температура пасайса, қаршилик ҳам камайди.

Агар материалларнинг солиштирма қаршилигини билар эканмиз ҳарқанқай симнинг ва умуман ўтказгичларнинг қаршиликларини ҳисоблайоламиз. Мисол учун, кўндаланг кесими 4 мм^2 ва узунлиги 20 метр бўлган мис симнинг қаршилигини ҳисоблаб курайлик. Агар симнинг йўғонлиги 1 мм^2 бўлсайди, 20 метр симнинг қаршилиги $20 \times 0,0175 = 0,35$ омга тенг бўларди. Лекин сим тўрт марта йўғон бўлганидан, унинг қаршилиги тўрт марта кам бўлиши лозим. Демак

$$\frac{0,0175 \times 20}{4} = 0,0875 \text{ ом}$$

Шундай қилиб ўтказгичларнинг қаршилиги уларнинг узунлигига тўғри ва кўндаланг кесимига тескари мутаносиб бўлиб, материалларнинг солиштирма қаршилигига ҳам боғлиқ. Агар қаршиликни R , узунликни l ва кўндаланг кесимни q , солиштирма қаршиликни ρ билан белгиласак, қаршилик:

$$R = \rho \frac{l}{q}$$

формуласи билан ҳисобланади.

Формуладан фойдаланишда узунликни метр билан, йўғонликни мм^2 билан ҳисоблаш керак. Масалан, кесими 16 мм^2 ва узунлиги 300 метр бўлган алюмин симнинг қаршилиги топилсин. Формула бўйича

$$R = \frac{0,03 \times 300}{16} = 0,56 \text{ омга барабар.}$$

Қаршиликнинг тескари миқдорига, я'ни $\frac{1}{R}$ га ўтказучанлик дейилади. Ҳақиқатан ҳам қаршилик қанча кичкина бўлса, ўтказучанлик шунча катта бўлади. Демак ўтказучанлик симларнинг электр токнини ўтказишга қай даражада қобилиятли эканликларини кўрсатади.

Масалалар:

1. Кесими 1 мм^2 ва узунлиги 1 метр бўлган миснинг ўтказучанлигини топинг.

Жавоб: 57

2. Узунлиги 50 метр ва кесими 10 мм^2 бўлган алюмин симнинг қаршиликни ва ўтказучанлигини топинг.

Жавоб: 0,0935 ом, 10,7.

3. Миснинг қаршилигига қараганда темирнинг қаршилиги неча марта катта? (Жадвалга қараш.)

Жавоб: 7,8 марта.

Ом қонуни

Агар насос сувни трубадан юритабошласа (4-нчи расм), трубадан бир секундда ўтадиган сувнинг миқдори трубаданг қар-

шилигига ва насоснинг босимига боғлиқ бўлади. Босим қанча катта бўлиб қаршилик оз бўлса, (демак труба калта ва йўғон бўлса), сув тез оқади ва трубадан кўп сув ўтади. Аксинча, труба ингичка ва узун бўлса, трубаданг қаршилиги катта бўлиб, насоснинг босими паст бўлса, у вақтда трубадан сув кам ўтади. Худди шунинг каби, ток ҳам электр юритучи куч билан давра қаршилигига боғлиқ. Электр юритучи куч қанча катта бўлса, ёки қаршилик қанча оз бўлса, симнинг кўндаланг кесимидан ўтадиган токнинг миқдори ҳам шунча катта бўлади. Аксинча, электр юритучи кучнинг камайиши ёки қаршиликнинг ортиши билан ток камаяди. Агар токни — I , электр юритучи кучни — E ва қаршиликни R ҳарфлари билан белгиласак, токни қуйидаги формула билан топиш мумкин:

$$I = \frac{E}{R}$$

Демак, ток электр юритучи кучга тўғри ва қаршиликка тескари мутаносибдир, я'ни электр юритучи куч қанча ортиқ бўлиб, қаршилик қанча оз бўлса, ток шунча кўп бўлади. Бу қонунни Ом деган олим топгани учун уни **Ом қонуни** деб айтилади. Ом қонуни электротехниканинг энг асосий ва муҳим қонунаридан ҳисобланиб, амалда жуда кўп қўлланилади.

Ом қонуни билан танишгач биз ундан фойдаланиб, ток бирлиги амперни қуйидагича та'рифлайоламиз: **қаршилиги бир ом булган узлуксиз даврада бир вольт электр юритучи куч та'сирида ҳосил булган токка бир ампер дейилади.** Ток ўлчайдиган асбобни **амперметр** дейилади.

Мисол учун, қуйидаги масалани ечиб курайлик. Ёритиш учун тортилган симда электр юритучи куч 220 вольтга тенг, электр лампасининг қаршилиги 50 ом ва лампага тортилган симнинг қаршилиги 50 ом бўлса, симдан оқаётган ток қанча бўлади?

Бунинг учун Ом қонунини қўлланиш керак. Ом қонунидаги (формуладаги) R даврадаги умумий қаршиликни билдиради.

Демак, $R = 500 + 50 = 550$ ом га тенг.

Ток кучи:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{220}{550} = 0,4 \text{ амперга тенг.}$$

Масалалар:

1. Элементнинг электр юритучи кучи 1,4 вольтга тенг. Агар ток даврасининг умумий қаршилиги 27 ом бўлса, шу даврадаги токни топинг.

Жавоб: 0,052 ампер.

2. Давранинг қаршилиги 12 ом, генератор бераётган ток 10 амперга тенг. Генераторнинг электр юритучи кучини топинг.

Курсатма: қаршилик ва ток ма'лум булганлигидан, Ом қонуни бўйича E — ни топиш қийин эмас.

Жавоб: 120 вольт.

3. Элементнинг электр юритучи кучи 1,2 вольт бўлиб, у 0,4 ампер ток беради. Давранинг қаршилигини топинг.

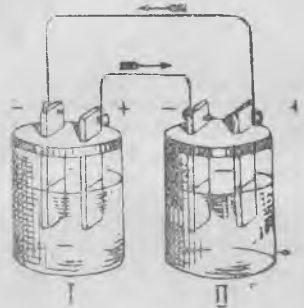
Жавоб: 3 ом.

4. 110 вольтли электр лампасининг ёниши учун 0,18 ампер ток керак. Лампа қаршилигини топинг.

Жавоб: 611 ом.

Улаш турлари

Даврага киручи элементлар орқали бирхил ток ўтса, элементлар кетма-кет уланган дейилади. Агар элементлардан бирининг манфий (-) қутбини иккинчисининг мусбат (+) қутбига уланса, иккинчисининг манфий қутби биринчисининг мусбат қутбига уланиши керак (5-нчи расм). Бундай улаганда би-



5-нчи расм.



6-нчи расм.

ринчи элементнинг электр юритучи кучи иккинчи элементнинг электр юритучи кучига қўшилади. Масалан, агар ҳарбир элемент 1,5 вольтдан электр юритучи кучга эга бўлса, у вақтда иккита элементнинг умумий электр юритучи кучи 3 вольт бўлади. Улануви элементлар фақат иккитагина бўлмасдан, балки бирқанча бўлиши мумкин. Бунда ҳам умумий электр юритучи куч айрим элементларнинг электр юритучи кучларининг йиғиндисига тенг бўлади.

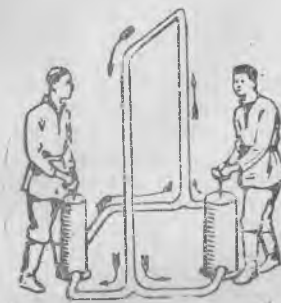
Шундай қилиб, ток манба'лари кетма-кет уланганда умумий электр юритучи куч ҳамма уланган ток манба'лари (элементлар) нинг электр юритучи кучларининг йиғиндисига тенг бўлади.

Икки элементни кетма-кет улаш, икки сув насосини кетма-кет қўйиб ишлатишга ўхшайди (6-нчи расм). Ҳақиқатан ҳам бу ерда биринчи насос ҳосил қилган босим иккинчи насос бланяна ҳам кучайтирилади.

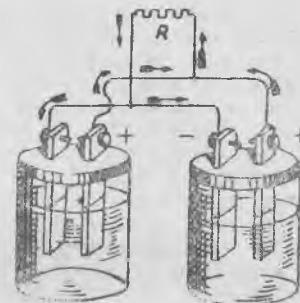
Энди иккита насосни 7-нчи расмда кўрсатилганча, параллель қўйиб сув ўтказуви трубага уланса, тамоман бошқача ҳолни кўриш мумкин. Бу ерда насосларнинг босими бир-бирини кучайтирмайди. Трубанинг ҳарбир нуқтасида, я'ни истаган ерида

босим бирхил қимматга эга бўлиб, у ҳарбир айрим насоснинг босимига барабар (бу ерда насосларнинг босими барабар деб фарз қилинади). Шунингдек, агар элементларнинг бирхил қутблари бир-бирига уланса, электр юритучи куч ҳарбир айрим элементнинг электр юритучи кучига барабар бўлади. Бундай улашга *параллель улаш* дейилади (8-нчи расм).

Елғиз ток манба'ларинигина эмас, балки қаршиликларни ҳам ҳартурли улаш мумкин. Бу ерда ҳам сув трубаларини



7-нчи расм.



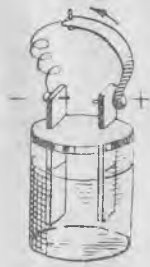
8-нчи расм.

мисолга келтириш катта ўнғайлик туғдиради. Бунинг учун (9-нчи расм) насосга кетма-кет уланган иккита сув трубасини оламиз. Сувнинг ўтишига ҳар икки трубанинг қаршилик кўрсатиши турган гап. Шунинг сингари қаршилиги ҳархил бўлган

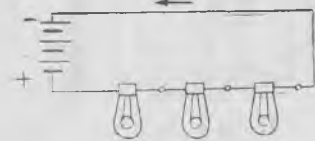
симларни кетма-кет уланса, (10-нчи расм) бу ерда ҳам давранинг умумий қаршилиги айрим қаршиликларнинг йиғиндисига барабар бўлади.



9-нчи расм.



10-нчи расм.



11-нчи расм.

Шунинг каби 11-нчи расмда кетма-кет уланган учта лампа кўрсатилган.

Ҳарбир ток манбаининг (элементнинг) умумий қаршилиги икки хил қаршиликдан иборат. Чунки ток, аввал бир электроддан иккинчи электродга элемент ичидаги кислота орқали ўтиб,

сўнгра ташқи сим орқали қайтиб келади. Демак, ток ўз йўлида ички ва ташқи қаршиликка дуч келади. Агар ички қаршиликни r_1 ва ташқи қаршиликни r_2 блан кўрсатилса, у вақтда даврадаги ток Ом қонунига биноан қуйидагича ифодаланади:

$$I = \frac{E}{r_1 + r_2}$$

ёки

$$E = I(r_1 + r_2) = Ir_1 + Ir_2$$

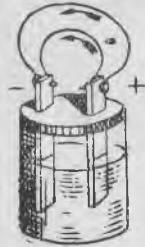
Бу кейинги формуланинг ўнг томонида турган ҳадлари *электр юритучи кучнинг таркиблари деб аталади*. Чунки ҳарбир қаршилик орқали I токни ўтказиш учун ма'лум электр юритучи куч сарф бўлиши керак. Электр юритучи кучнинг Ir_1 ва Ir_2 қисмлари ички ва ташқи қаршиликлардан ток ўтказишга сарф бўлади. Бу ёлғиз элементларгагина хос бўлмай, умуман электр манба'ларига хосдир. *Давранинг ташқи қисмидан ток ўтказиш учун сарф бўладиган электр юритучи кучни кучланиш деб аталади*. Шунга кўра умумий электр юритучи кучнинг Ir ҳадларига кучланишнинг пасайиши дейилади. Масалан, электр юритучи кучи 1,75 вольт ва ички қаршилиги 2 ом бўлган элемент, қаршилиги 0,5 ва 1 ом бўлган (кетма-кет уланган) иккита қаршиликка уланган бўлсин. У вақтда даврадаги ток:

$$I = \frac{1,75}{2 + 0,5 + 1} = 0,5 \text{ ампер}$$

бўлади. 1,75 вольт электр юритучи кучнинг $0,5 \times 2 = 1$ вольти ички қаршиликдан ток ўтказишга сарф бўлиб, элементнинг қисқичидаги кучланиши 0,75 вольтга тенг. Одатда ички қаршиликда электр юритучи куч бундай кўп сарф бўлмасин учун электр манба'ларининг ички қаршиликларини мумкин қадар оз қилишига ҳаракат қилинади.



12-нчи расм.



13-нчи расм.

Қаршиликларни параллел улаш ҳам мумкин. Бунинг учун сув трубаларининг параллел уланишини текшириб кўрайлик (12-нчи расм). Иккала трубадан ўтучи сувнинг

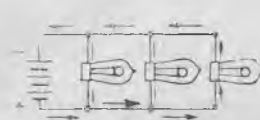
умумий миқдори (агар трубаларнинг йўғонлиги бирхил бўлса), ҳарбир айрим трубадан ўтадиган сув миқдорига қараганда икки марта ортиқ бўлади. Худди шунинг каби, 13-нчи расмда кўрсатилгандек, элементга параллел қилиб иккита қаршилик уласак, ток иккала симдан ҳам ўтабoshлайди. Бу ерда ҳам симларнинг электр ўтказолиш қобилиятлари, ёки иккинчи сўз блан айт-

ганда, ўтказучанликлари икки марта ортади. Айрим симларнинг ўтказучанлигини $\frac{1}{R_1}$ ва $\frac{1}{R_2}$ блан кўрсатсак, умумий ўтказучанлик $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ га барабар бўлади.

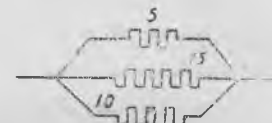
Масалан, 14-нчи расмда параллел уланган учта лампа схемаси кўрсатилган. Бинобарин, параллел уланган учта қаршиликнинг умумий ўтказучанлиги:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ га барабар.}$$

Мисол. 15-нчи расмда параллел уланган учта қаршилик кўрсатилган. Буларнинг умумий қаршилигини топинг.



14-нчи расм.



15-нчи расм.

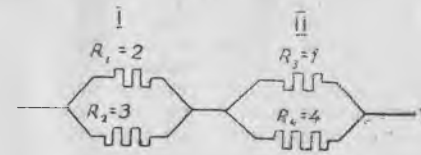
Бунинг учун даставвал умумий ўтказучанликни топамиз:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{6 + 3 + 2}{30} = \frac{11}{30}$$

Умумий қаршилик:

$$R = \frac{30}{11} = 2,7 \text{ ом.}$$

Юқорида кўрилган икки хил улашдан фойдаланиб, қаршиликларни аралаш улаш ҳам мумкин. 16-нчи расмда аралаш



16-нчи расм.

уланган тўртта қаршилик схемаси кўрсатилган. Бу схеманинг умумий қаршилигини қуйидагича ҳисоблаб топамиз. Аввал параллел уланган R_1 ва R_2 қаршиликларнинг умумий ўтказучанлигини топамиз:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3 + 2}{6} = \frac{5}{6}$$

демак

$$R_1 = \frac{6}{5} \text{ ом га тенг.}$$

Шунинг каби:

$$\frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{1} + \frac{1}{4} = \frac{5}{4};$$

Демак: $R_{II} = \frac{4}{5}$ омга тенг.

Умумий қаршиликни топиш учун R_I ва R_{II} ни қўшиш керак.

$$Я'ни, R = R_I + R_{II} = \frac{16}{5} + \frac{4}{5} = \frac{20}{5} = 2 \text{ ом га баравар.}$$

Масалалар:

1. Қаршиликлари 800 ва 700 ом бўлган иккита электр лампаси кетма-кет уланган бўлиб, 220 вольтли кучланишга уланган. Умумий токни ва ҳарбир лампадаги кучланишнинг пасайишини топинг.

Жавоб: 0,147 ампер, 117 вольт; 103 вольт.

2. Юқоридаги лампалар параллел уланганда, умумий қаршилик ва токнинг нимага тенг бўлишини топинг.

Жавоб: 350 ом; 0,63 ампер.

3. Батарейанинг электр юритучи кучи 12 вольт ва унинг ички қаршилиги 3 ом. Унга қаршиликлари 100 омдан бўлган иккита электр лампаси параллел уланган. Умумий қаршилик ва токни топинг.

Изоҳ: Бир-бирига бириктирилган элементлар йиғиндисига батарея дейилади.

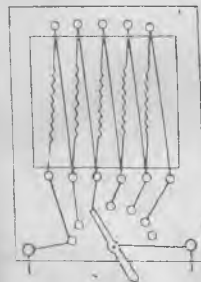
Жавоб: 53 ом 0,226 ампер.

Қачон ва қандай улаш керак. Реостатлар

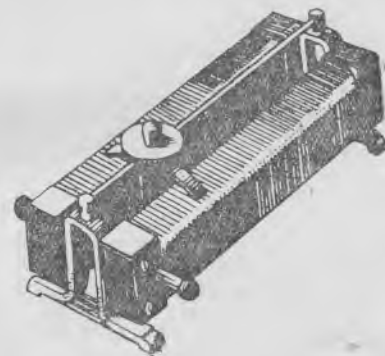
Исте'молчиларга берилган кучланиш керагидан ошқича бўлса, қаршиликлар кетма-кет уланиши лозим. Масалан, ба'зи электростанцияларда генераторларнинг кучланиши 220 вольтга тенг. Агар қўлимизда фақат 110 вольтли лампалар бўлса, уларнинг ҳар иккитасини биттадан қилиб, кетма-кет улаш керак. Бундай уланган лампаларни кўп учратиш мумкин.

Лекин кетма-кет улашнинг катта бир камчилиги бор. У ҳам бўлса исте'молчиларнинг мустақил бўлаолмасликларидир. Агар исте'молчилардан бири бирон сабаб блан бузилиб қолса, кетма-кет уланган бошқа исте'молчилар тоқдан маҳрум бўлиб қолади. Масалан, иккита лампа кетма-кет уланган дейлик. Агар бу лампанинг биттаси қуйиб кетса, иккинчи лампа бутун бўлишига қарамай, ёнмайди, чунки ток қуйган лампадан ўтмайди. Шунинг учун электр энергиясидан фойдаланишда исте'молчиларнинг мустақилликларини сақлаш ниятида уларни параллел улаш мақсадга мувофиқдир. Параллел уланганда ҳарбир исте'молчи ўз қаршилигига қараб ток олади. Исте'молчиларнинг мустақил бўлиши параллел улашнинг энг муҳим хусусиятидир.

Токни камайтиш ёки кўпайтиш учун қўлланиладиган асбобларга реостат дейилади. Ҳарбир исте'молчи ишлатаётган токнинг миқдорини ўзгартиш учун, я'ни озайтириш ёки кўпайтириш учун шу тормақнинг қаршилигини ўзгартиши керак. Бунинг учун реостат ишлатилади. Демак, реостатлар қўшимча қаршиликдан иборат. Масалан, электр печкасининг қаршилиги 12 ом бўлиб кучланиш 110 вольт бўлса, бу печь $\frac{110}{10} = 11$ ампер ток талаб этади. Агар печка иссиқлигини пасайтириш мақсадида токни камайтirmoқчи бўлсак, печькага кетма-кет реостат улаш лозим. Агар реостат қаршилигини 5 ом деб фараз қилсак, печькани қизитучи ток $\frac{110}{10+5} = 7,3$ ампер бўлади. Бу ерда реостат ёрдами блан ток 11 ампердан 7,3 ампергача камайганлиги равшан. Реостатлар тузилишларига



17-нчи расм.



18-нчи расм.

кўра турли бўлиб, улардан ба'зилари 17 ва 18-нчи расмларда кўрсатилган. 17-нчи расмда кўрсатилган спираль реостатлар амалда энг кўп қўлланилади. Улар ҳам тузилишларига кўра турли бўлади. Ба'зан реостатлар кучли ток та'сирида жуда қизиб кетиб, ҳатто қуйиш даражасига етади. Шунинг учун реостатлар махсус минераль мой ичига солиб қўйилади. Мой реостатнинг иссиқлигини атрофга тарқатиб туришга ёрдам қилиб, унинг ма'лум чегарадан ортиқ қизиб кетишига йўл қўймайди.

Токнинг тормақланиш қонунлари

Юқорида биз, турли равишда уланган қаршиликлардан ўтучи умумий токни топиш усуллари блан танишдик. Амалда, умумий тоқдан бошқа айрим тормақлардаги токни топиш масаласи ҳам жуда кўп учрайди. Биз юқорида трубалардан оқучи

сувнинг бир ерда тўпланиб қолиши мумкин эмаслигини кўрган эдик. Худди шу сингари электр токи ҳам симда бир ерда тўпланиб қолиши мумкин эмас. Шу сабабдан *симларнинг уланган нуқтасига келучи ток шу нуқтадан кетучи тоқларга албатта барабар бўлиши керак*. Бинобарин, 19-нчи расмда 0 нуқтасидан кетучи I_2 , I_3 ва I_4 тоқларининг йиғиндиси шу нуқтага келучи I_1 га тенгдир, я'ни

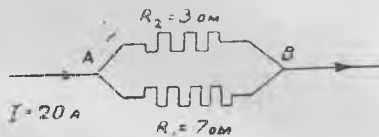
$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4$$

Буни *Кирхгоф қонуни* дейилади.

Ток кетучи тормақларнинг қаршилиги бирхил бўлса, тормақлар орқали ўтадиган ток ҳам бирхил, я'ни бир-бирига барабар бўлади. Тормақларнинг қаршилиги турли (ҳархил) бўлса, улар орқали ўтадиган тоқлар ҳам ҳарбир тормақнинг қаршилигига қараб ҳар-



19-нчи расм.



20-нчи расм.

хил бўлади. Бунинг ма'носи, *қаршилиги катта бўлган тормақдан кам ток ва қаршилиги кам булган тормақдан кўп ток ўтади*, демакдир.

Қўйидаги мисолда буни очиқ кўриш мумкин. 20 ампер ток қаршиликлари 7 ва 3 ом бўлган икки тормаққа бўлинган (20-нчи расм). Алоҳида тормақлардаги токни топиш учун аввал иккала тормақнинг умумий қаршилигини топамиз.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

ёки

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2};$$

демак умумий қаршилик

$$R = \frac{7 \times 3}{7 + 3} = 2,1 \text{ ом га барабар.}$$

Шу блан бирга A ва B нуқталари ўртасида кучланишнинг пасайиши

$$IR = 20 \times 2,1 = 42 \text{ вольтга тенг.}$$

Айрим қаршиликлардаги кучланишнинг пасайиши ҳам 42 вольтга барабар бўлиши керак. Топилиши лозим бўлган ва айрим

қаршиликлар орқали ўтуши тоқларни I_1 ва I_2 блан ифодаласак, қўйидаги икки тенгламани ёзаоламиз:

$$I_1 R_1 = 42$$

$$I_2 R_2 = 42$$

R_1 ва R_2 нинг қимматини қаршиликлар ўрнига қўйиб, тормақлардаги тоқларни топамиз. Демак:

$$I_1 = 42 : 7 = 6 \text{ ампер}$$

$$I_2 = 42 : 3 = 14 \text{ ампер}$$

Ҳақиқатан ҳам иккала тормақдаги тоқларнинг йиғиндиси 20 амперга тенг.

Агар ток бирқанча тормақларга бўлинар экан, унда ҳам худди шу усул блан алоҳида тормақлардаги тоқларни топиш мумкин.

Мисол: 30 ампер ток, қаршиликлари 10, 15 ва 5 омдан булган уч тормаққа бўлинган. Алоҳида тормақлардаги тоқларни тошинг.

Дастлаб умумий ўтказучанликни топамиз:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{15} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5} = \frac{11}{30}$$

Бундан:

$$R = \frac{30}{11} = 2,73 \text{ ом га тенг.}$$

Демак умумий нуқталар ўртасидаги кучланишнинг пасайиши

$$IR = 30 \times 2,73 = 81,9 \text{ вольт.}$$

Алоҳида тормақларда ҳам кучланишнинг пасайиши 81,9 вольтдан бўлиши туфайли:

$$I_1 R_1 = I_1 \times 15 = 81,9$$

$$I_2 R_2 = I_2 \times 10 = 81,9$$

$$I_3 R_3 = I_3 \times 5 = 81,9$$

Шу тенгламалардан қўйидагиларни топамиз:

$$I_1 = 5,45 \text{ ампер}$$

$$I_2 = 8,19 \text{ ампер}$$

$$I_3 = 16,36 \text{ ампер.}$$

Масалалар:

1. 5 ампер ток икки тормаққа бўлинган. Тормақларнинг биридан 3,5 ампер ток ўтса, иккинчисидан қанча ток ўтишини топинг.

2. 30 ампер токни қаршиликлари 1 ва 2 омдан бўлган иккита тормаққа бўлинг.

Жавоб: 10 ампер, 20 ампер.

3. Электр юритучи кучи 1,5 вольтдан, ички қаршиликлари 2 ва 4 омадан бўлган иккита элемент параллел улашиб қаршилиги 3 ом бўлган симга уланган. Умумий ва алоҳида элементлардан ўтучи тоқларни топинг.

Жавоб: 0,346 ампер, 0,23 ампер, 0,116 ампер.

Электр тоқининг иши ва қуввати

10 килограмм сув 5 метр баландликка кўтарилса, унинг потенциал энергияси 50 килограммометр бўлади. Агар шу сувни паррақлар орқали оқизсак, яна 50 килограммометр иш ҳосил қилиш мумкин. (Тушинарли бўлсин учун фойдали иш коэффициентини бирга тенг деб ҳисоблаймиз.) Сув қанча кўп бўлса ва қанча баланддан тушса, у шунча кўп иш бажараолиши аниқ. Лекин юқорида кўрилган 50 килограммометр ишни сувдан ҳархил вақт ичида олиш мумкин бўлганидан, ҳақиқий қувватни англаш учун ўша баландликдан бир секундда тушаётган сувнинг миқдорини билиш зарур. Сув оқимининг қуввати — бир секундда баландликдан тушган сув миқдорининг шу баландликка бўлган кўпайтмасига тенг. Демак 10 килограмм сув бир секундда 5 м баландликдан тушса, унинг қуввати ёки бир секунддаги иши 50 килограммометрга тенг.

Худди шунинг сингари электр тоқининг қуввати ҳам сим орқали бир секундда ўтган электр миқдори блан кучланишнинг кўпайтмасига тенг. Лекин симнинг қўндаланг кесимидан бир секундда ўтучи электр миқдорига ток кучи дейилиб, ампер блан ўлчаниши туфайли, электр тоқининг қуввати ҳам кучланиш блан ток кучининг кўпайтмасига тенг. Қисқача ёзганда

$$P = E I;$$

Бу ерда P ҳарфи блан қувват белгиланган. Демак ҳарбир даврадаги ток қувватини топиш учун амперметр ва вольтметрларнинг кўрсатган сонларини бир-бирига кўпайтириш лозим. Кучланиш вольт блан, ток кучи ампер блан ўлчаниши сабабди қувватни вольтампер блан ўлчайдилар. Бир вольтамперни ватт деб оталади. Амалий ҳисобларда ватт жуда кичик ўлчов бўлганидан гектоватт ва киловатт ишлатилади.

1 гектоватт — 100 ватт

1 киловатт — 1000 ватт.

Киловатт ҳам от кучи каби қувват ўлчов бирлиги бўлганидан кўп вақт уларни солиштириб кўриш зарурияти тугилади. Ҳисобларга қараганда бир киловатт 1,36 от кучига ёки бир от кучи 0,736 киловаттга барабар. Масалан, 110 вольт кучланишли электр симларига 35 ампер ток оллучи мотор уланган бўлсин. Шу моторнинг қувватини топайлик. Формулага мувофиқ унинг қувати:

$P = 110 \times 35 = 3805$ ватт = 3,85 киловаттга тенг. Бундан сўнг киловаттни қисқача *квт* деб ёзамиз.

Энди электр тоқининг бажарган ишини (энергиясини) топиш учун унинг қувватини вақтга кўпайтириш зарур. Формулага биноан энергия:

$$W = Pt = EIt$$

шаклида ёзилади.

Иш ватт секунд блан ўлчанади. 30 ваттли лампа 20 минут ёнган бўлса, қанча электр энергияси сарф бўлганини топайлик. Бир минутда 60 секунд бўлганидан, энергия:

$W = 30 \times 20 \times 60 = 36000$ ватт секундга барабар. Ватт-секунд ҳам амалий ҳисобларда ўнғайсиз, я'ни жуда кичик миқдор бўлганидан кўпинча гектоватт-соат ёки киловатт-соат бирликлари қулланилади. 1 киловатт-соат = $1000 \times 3600 = 3600000$ ватт секунд. Масалан, 3 киловатт қувватли мотор 2 соат тўхтовсиз ишласа, унинг олган энергияси $W = 3 \times 2 = 6$ киловатт-соат бўлади.

Одатда электр тоқининг қуввати ваттметр ва иши саноқчи (счётчик) деб оталучи асбоблар блан ўлчанади.

Масалалар:

1. Электр машина (генератор)нинг кучланиши 220 вольт бўлиб, 100 ампер ток беради: унинг қуввати неча киловатт бўлишини топинг.

Жавоб: 22 квт.

2. Биринчи масаладаги машинанинг қувватини от кучи ҳисоби блан топинг.

Жавоб: 30 от кучи.

3. Қувватлари 25 ваттдан бўлган 6 та электр лампаси тўхтовсиз 5 соат ёнган. Сарфланган энергияни топинг.

Жавоб: 7,5 гектоватт-соат.

4. Қуввати 6 киловаттли исте'молчи 120 вольтли кучланишга уланса, унинг қанча ток олишини топинг.

Жавоб: 50 ампер.

5. Корхонанинг 8 ва 12 от кучига эга бўлган иккита электр мотори бўлиб, улар бир ойда 200 соатдан ишлайди. Агар ҳар киловатт-соат энергия 20 тийин турса, корхона бир ойда қанча пул тўлаши керак?

Жавоб: 588 сўм 80 тийин.

Жоуль-Ленц қонуни

Ток ўтказучи сим тоқнинг та'сири остида қизийди. Олимлардан Жоуль ва Ленц тажриба блан ток та'сири остида ҳосил бўлган иссиқлик миқдорини:

$$C = 0,24 I^2 R t$$

формула блан топиш мумкинлигини аниқлаганлар. Бу формулада I, R ва t ток, қаршилик ва вақтни кўрсатиб, C — ҳосил бўлган иссиқлик миқдорини кўрсатади. Ток ампер, қаршилик ом, вақт секунд блан олинса, иссиқлик миқдори кичик кало-

рия¹⁾ блан чиқади. Бу формулани қуйидагича та'рифлаш мумкин: *токнинг та'сири блан ҳосил булган иссиқлик миқдори токнинг квадратини қаршилик блан вақтга бўлган кўпайтмасига тенг*. Бу қонунни *Жоуль-Ленц қонуни* дейилади.

Формулага кўра R ва t ўзгармайдиган миқдор булгани учун, ток икки марта кўпайганда иссиқлик миқдори тўрт марта кўпаяди. Ом қонунига мувофиқ $R = \frac{E}{I}$ булганлигидан юқоридаги формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$C = 0,24 I^2 R t = 0,24 I^2 \frac{E}{I} t = 0,24 I E t$$

Бу ерда тенгламанинг ўнг томони $I E t$ *ваттсекунд*ни курсатиши бизга ма'лум. 0,24 сони эса, *ваттсекунд блан кичик калория ўртасидаги муносабатни билдирадиган коэффициент*, я'ни *бир ваттсекунд иш бажарилганда 0,24 кичик калория иссиқлик ҳосил бўлишини билдиради*.

Симдан ток ўтганда иссиқликнинг ҳосил бўлишини қуйидагича тушуниш мумкин. Ма'лум тезлик блан оқучи электронлар йўлда учровчи атомларга уриладилар. Бунинг натижасида электронларнинг кинетик энергияси иссиқлик энергиясига айланади. (Энергия бир шаклдан иккинчи шаклга ўтади.)

Масалан, электр чойнагининг қаршилиги 24 ом бўлиб, унда бир литр сув бўлсин. Чойнақдан 5 ампер ток ўтиб, сув 10 минутда қайнаса, сувдаги иссиқлик миқдори қанча бўлади? Юқоридаги формулага биноан

$$C = 0,24 \times 25 \times 24 \times 60 \times 10 = 86\,400 \text{ кичик калория} = 86,4 \text{ катта калорияга тенг.}$$

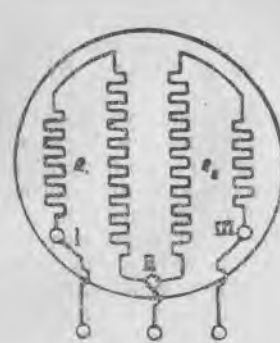
Турмушда, Жоуль-Ленц қонунига асосланиб қурилган иситиш асбобларини кўп учратиш мумкин. Бу асбобларнинг тузилиши содда бўлиб, солиштирма қаршилиги катта бўлган турли метал қотишмалардан қилинган симлардан спирал шаклида ясалади.

Кучланиш ма'лум бўлса, ток қаршиликка боғлиқ бўлганидан, асбобларнинг қаршиликлари тегишли температура ёки иссиқлик миқдorigа қараб белгиланади. Мисол учун, иситиш асбобларидан бирининг қизитиш хонасини текшириб кўрайлик (21-нчи расм). Бунда иссиқлик миқдорини эҳтиёжга қараб тартибга солиб туриш учун 3 та қисма (зажим) бор. Ҳақиқатан ҳам кучланиш I ва III қисмларга уланса, ток R_1 ва R_2 қаршиликларидан ўтиб умумий қаршилик $R_1 + R_2$ га тенг бўлади. Кучланиш I ва II қисмларга уланса, ток фақат R_1 орқали ўтади. Агар I ва III қисмларни ўзаро боғлаб, кучланишни II ва I (ёки III) қисмларга уласак, умумий ток ўзаро параллел уланган R_1 ва R_2 қар-

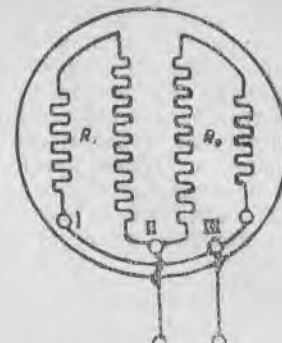
¹ Кичик калория деб катта калориянинг мингдан бирига айтилади.

шиликлар орқали 2 тормоққа бўлинади (22-нчи расм). Бу ҳолда умумий қаршилик камайиб, ток кўпаяди.

Электр иситиш асбоблари тузилиши жиҳатидан содда ва озода бўлади. Уларнинг фойдали иш коэффициенти 90 процентга



21-нчи расм.



22-нчи расм.

етади. Лекин шундай бўлишига қарамай, электр энергиясининг қиммат бўлиши туфайли ҳамма ерда ҳам электр энергиясидан фойдаланабериш хатодир.

Масалалар.

1. Электр чойнагининг қаршилиги 22 ом, у ўзидан 5 ампер ток ўтказиб турса, сувни 12 минутда қайнатади. Сарфланган иссиқлик миқдорини топинг. *Жавоб:* 95 040 кич. калория.

2. Қаршилиги 30 ом бўлган чойнак 120 вольт кучланишга уланган. Агар сувнинг қайнаши учун 50 000 кичик калория талаб этилса, у қанча вақтда қайнаши?

Жавоб: 7 минут 13,5 секунд.

3. Электр иситиш асбоби 120 вольтлик кучланишга уланган. Агар у ярим литр сувни 5 минутда қайнатса, унинг қаршилиги қандай?

Ечиш йўли.

Агар сувнинг дастлабки температураси 20 градус бўлса, уни қайнатиш учун яна 80 градус иситиш лозим. У вақтда талаб этилган иссиқлик миқдори:

$C = 80 \times 0,5 = 40$ катта калория = 40 000 кичик калорияга тенг. Лекин токнинг чиқарган иссиқлик миқдори бунга қараганда кўпроқ бўлиши керак, чунки асбоб қизиган вақтда иссиқликнинг бир қисми атрофга (хавога) тарқалиши турган гап. Шунинг учун умумий иссиқлик миқдорини 50 000 кичик калория деб оламиз. Энди асосий формула $C = 0,24 E I t$ га биноан, ток кучи.

$$I = \frac{50\,000}{0,24 \times 120 \times 300} = 5,79 \text{ ампер}$$

бўлади. Кучланиш ва ток ма'лум бўлгани учун Ом қонунидан фойдаланиб, қаршиликни топиш мумкин. У,

$$R = \frac{120}{5,79} = 20,72 \text{ омга баравар.}$$

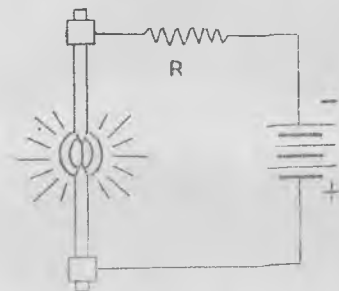
Электр ёйи ва унинг амалда қўлланиши

Агар иккита кўмир таёқчанинг учларини бир-бирига тегишиб, уларнинг иккинчи учини, 23-нчи расмда кўрсатилганидек, бирорта қаршилик орқали 40—50 вольтли кучланишга уласак, таёқчалар орқали ток ўта бошлайди. Энди бу таёқчаларнинг тегиб турган учларини бир-бирдан узоқлаштира бошласак, уларнинг ўртасида кучли ёлқин (ёй) ҳосил бўлади. Бу ҳолига *электр ёйи* дейилади.

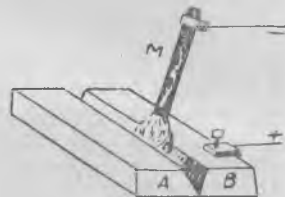
Электр ёйини ҳосил қилишда таёқчаларнинг учларини бир-бирига тегишиб туришдан мақсад уларни маълум даражагача қиздиришдир. Чунки кўмир таёқчаларнинг бир-бирига тегиб турган ерининг қаршилиги катта бўлганидан кўпроқ қизийди.

Электр ёйида ёлқин ҳосил бўлганидан ток давраси узилмайди. Электр ёйининг температураси 3000—4000 градусгача етиб,

унинг ёлқинига қараб бўлмайди. Кучли ёруғлик талаб этиладиган жойларда электр ёйдан ёруғлик манбаи сифатида фой-



23-нчи расм.



24-нчи расм.

даланилади (прожекторлар). Бундан ташқари, электр ёйи техникада бошқа мақсадлар учун ҳам қўлланилади. Масалан, металлларни эритиб улаш (сварка) учун электр ёйи ишлатилади. 24-нчи расмда кўрсатилган *A* ва *B* металл бўлақларини бир-бирига улаш учун электр манбаининг бир учи уланадиган металллардан бирига ва иккинчи учи худди шу металлдан қилинган таёқчага (электродга) уланади. Таёқча блан уланучи бўлақлар ўртасида ҳосил бўлган электр ёйининг таъсири остида таёқчанинг учи ва уланучи бўлақларнинг четлари эриб бир бутун бўлақ ҳосил қиладилар.

Қалин металлларни улашда кўпинча бошқа усул қўлланилади. Бунда электродларнинг иккаласи ҳам металл таёқчадан ясалмай, балки биттаси кўмирдан ясалади. Уланучи металлларнинг оралиги шу металл қириндилари ёки қипиқлари блан тўлдирилади.

Электр ёйдан чиққан ёруғлик кўзга ва киши баданига зарарли бўлганлиги учун ишловчининг кўли, юзи ва умуман бадани ҳимоя қилинган бўлиши лозим. Иш вақтида кўзга қо-

ра кўкимтир кўзойнак тақиб олинади. Электр ёйи блан эритиб улаш учун 40—50 вольтли кучланиш қўлланиб, электр ёй аппаратлари айрим электр манбаи блан таъминланади. Электр ёйи блан эритиб улаш авваллари майда ишлардагина қўлланилган бўлса ҳам ҳозирги вақтда йирик иншоотлар (кўприklar, кемалар) эритиб улаш блан бажарилади.

Бундан ташқари, техниканинг янги тормоқларидан бўлмиш электро-металлургия ва қисман электрохимия электр ёйи ва жоуль иссиқлигидан фойдаланишга асослангандирлар. Буларнинг ҳаммаси электр ёйининг техникада қанчалик муҳим ўрин тутганлигини кўрсатади.

Симларни танлаш. Қисқа уланиш ва сақлагичлар

Биз ток ўтганда симларнинг қизиши блан танишдик. Симнинг кўндаланг кесими қанчалик йўғон бўлса (қаршилиги қанча оз бўлса), унинг шунчалик кам қизиши бизга маълум. Симларнинг ҳаддан ташқари қизиб кетиши эса, сим изоляциясини ишдан чиқаради. Демак маълум ток учун маълум кўндаланг кесимли сим олиш керак. Симнинг температураси маълум даражадан ошмаслиги керак.

Қуйидаги жадвалда мис симларнинг кўндаланг кесимига қараб ҳавфсиз бўлган ток (ампер блан) келтирилган:

2-нчи жадвал

Кўндаланг кесим ($мм^2$)	4	6	10	16	25	35	50	70	95
Ток (ампер)	58	76	108	150	205	270	335	425	510

Юқорида айтилганларни мисол блан тушунтирамиз. Масалан, $P = 300$ киловатт, $E = 900$ вольт бўлган исти'молчига тортиладаган симнинг кўндаланг кесимини толайлик. Симдаги ток:

$$I = \frac{P}{E} = \frac{300 \times 1000}{900} = 333 \text{ ампер.}$$

Жадвалга биноан 333 ампер ток 50 $мм^2$ лик мис симдан ўтса, сим хатарли даражада қизимайди. Шунинг учун бу ерда 50 $мм^2$ лик мис сим олиш керак.

Исте'молчига ток сим орқали келиб, маълум қаршиликдан ўтади. Демак давранинг умумий қаршилиги ток келучи симларнинг қаршилиги блан исте'молчининг қаршилигидан иборат. Исте'молчининг қаршилиги ток келучи симнинг қаршилигига нисбатан бирнеча марта куп бўлади. Мисол учун, 150 ваттли электр лампа узунлиги 100 метр сим орқали 220 вольтли электр тормоғига уланган бўлсин. Кўндаланг кесими 4 $мм^2$,

узунлиги 200 м (токнинг бориши ва қайтиши йўллари ҳисобга олинади), мис симнинг қаршилиги, формула бўйича:

$$R_1 = \rho \frac{l}{A} = 0,0175 \frac{200}{4} = 0,89 \text{ ом.}$$

Исте'молчининг, я'ни лампанинг қаршилиги эса, 323 омга баравар. У вақтда умумий қаршилик

$$R_2 = 0,89 + 323 = 323,89 \text{ ом}$$

Исте'молчига келучи ток, Ом қонунига мувофиқ:

$$I = \frac{E}{R_2} = \frac{220}{323,89} = 0,68 \text{ ампер}$$

Агар қандайдир тасодифий сабаб блан исте'молчи (электр лампа) га тортилган симлар бир-бирга бевоҳита тегиб қолса, (25-нчи расм, пунктир чизиқ) бундай ҳодисага қисқа уланиш дейилади. Қисқа уланиш натижасида янги ток давраси вужудга келади. Бу давранинг қаршилиги энди фақат лампага тортилган симларнинг қаршилигидангина иборат бўлади. Янги даврадаги ток:

25-нчи расм.

$$I = \frac{E}{R} = \frac{220}{0,89} = 247 \text{ ампер}$$

Бу токка қисқа уланиш токи дейилади.

Қисқа уланиш токи 4 мм² кесимли симлар учун зарарсиз булган токдан (жадвалга кўра, бу ток 58 амперга тенг) анча кўп. Бу ток, албатта, шу сим учун ҳавфлидир.

Юқори кучланишли ускуналарда қисқа уланиш токи минг амперлаб бўлади.

Қисқа уланишдан ҳосил бўлган ток давраси тездан узилмаса, бу давранинг симлари ҳаддан ташқари қизиб кетади. Қизиш натижасида симлар ба'зан эриб кетади ёки уларнинг изоляцияси ёнабошлайди. Натижада бахтсиз ҳодисалар — ёнгин юз бериши турган гап. Шундай қилиб, қисқа уланиш ҳодисаси турмуш учун ҳам, саноат ва корхоналар учун ҳам хавфли ва зарарлидир. Шунинг учун қисқа уланиш юз берган тормоқни асосий тормоқдан дарҳол ажратиши (узиш) керак. Қисқа уланишнинг олдини олиш блан бир қаторда, ундан сақлаш чораларини ҳам кўриш керак. Бундай вазифани эручи сақлагичлар бажаради.

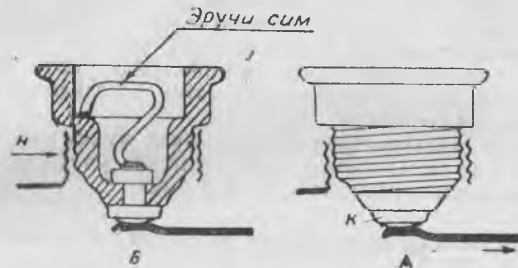
Эручи сақлагич битта ёки бирнечта параллел уланган ингичка ва тез эрийдиган металлдан ёки мис симлардан

иборат бўлади. Буларнинг ба'зи турлари 26 ва 27-нчи расмларда келтирилган, 27-нчи расмда кўрсатилган сақлагич халқ тилида пробка деб юритилади. 28-нчи расмда пробка ўрнатилган коробка кўрсатилган. 27-нчи расмда эса, шу коробканинг ичидиги эручи сақлагичнинг қандай ўрнатилганлиги кўрсатилган. Ток К қутбидан кириб, эручи сақлагичдан ўтади ва Н қутбидан чиқиб кетади. Сақлагичлар асосий симларга кетмакет уланади (29-нчи расм).



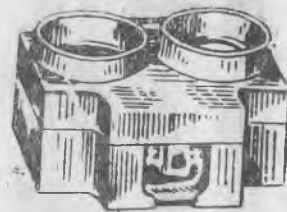
26-нчи расм.

Электр тормоқларидан ҳаддан ташқари катта ток ўтганда эручи сақлагичлар ортиқча қизиб кетади (чунки улар асосий симлардан анча ингичка бўлади); натижада улар эриб кетиб, ток даврасини узиб қўядилар. Эру-

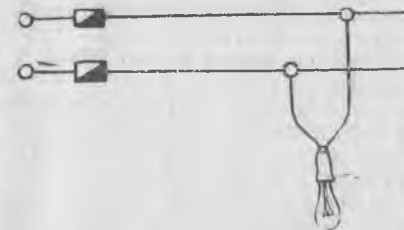


27-нчи расм.

чи сақлагичлар ҳимоя қилинадиган симларнинг кўндаланг кесимларига қараб олинади. Эручи сақлагичлар ўз вазифаларини яхши бажаришлари учун улар тўғри танланган бўлишлари ке-



28-нчи расм.



29-нчи расм.

рак. Паст кучланиш тормоқларида қўлланиш лозим бўлган сақлагичлар 4, 6, 10, 15, 20, 25, 35, 60, 100, 200, 300 амперларгача бўлади.

Масалан, уйларнинг ичидан тортилган ва кўндаланг кесими 4 мм² бўлган изоляцияли симларни сақлаш учун 20

амиерли сақлагич ўрнатилиши керак. Бу сақлагич ўрнига тасодифан 35 амперли сақлагич олинса, у ток ҳаддан ташқари кўпийиб кетганда симни қизиби кетишдан сақлаблмайди.

Симлардан ҳаддан ташқари ток ўтиши фақат қисқа уланиш натижасидагина келиб чиқмай, исте'молчилар талабини (қувватни) ҳаддан ташқари ошириб юборишларидан ҳам келиб чиқади. Масалан, ёлғиз битта лампа блан электр плитаси учун ҳисобланган эручи сақлагич қўйилган симга, булардан ташқари, яна кучли электр печи уланса, сақлагич эриб кетади. Ба'зан исте'молчилар сақлагичнинг вазифасини тушунмай, унинг ўрнига оддий йўғон симларни ишлатадилар. Бу нотўғри ва қутилмаган фалокатга сабаб бўлади. Ҳарбир тормоқнинг ўз сақлагичи бўлиши шарт; сақлагич тўғри танланиб қўйилган бўлса, фақат қисқа уланиш юз берган шохобчанигина узиб ташлайди. Агар у нотўғри танланган бўлса, юқоридаги асосий шохобчаларга қўйилган сақлагичларнинг узилиши натижа-сида соғ шохобчалар ҳам токсиз қолиши мумкин.

Юқори кучланишли электр тормоқларида катта тоқларни узиш учун алоҳида ускуналар, автоматик ишлайдиган ҳимоя-чилар (реле) қўлланилади.

Симлар ва сақлагичларни танлаш жуда муҳим ва амалда кўп учрайдиган масалалардан бири бўлгани учун бу ҳақда тегишли бобларда мукамал тўхтаб ўтамай.

Токнинг ким'ёвий та'сири ва аккумуляторлар

Суюқликдан (ҳархил эритмалардан ва ишқорлардан) ток ўтганда, у ўз таркибий қисмларига ажралади. Бундай ҳо-дисага электролиз ва таркибларига ажралуши суюқликка электролит дейилади.

Суюқликдан ток ўтказиш учун электродни, я'ни иккита металл пластинкани суюқлик (электролит) га ботириб, ток манбаига уланади. Агар суюқлик кучсиз сульфат кислота блан сув аралашмасидан иборат бўлса, у вақтда мусбат (+) қутбга уланган электродда оксиген ва манфий (-) қутбга уланган электродда водород газлари тулланабошлайди. Сув таркиби-га киручи водород ҳажм жиҳатидан оксигенга қараганда кўп бўлганлигидан манфий электродда айрилучи газнинг ҳажми ортиқроқ бўлади (30-нчи расм).

Бундан фойдаланиб электр манбаининг қутбларини топиш ҳам мумкин. Бунинг учун электр манбаига уланган электрод-лар сувга ботирилади. Электролиз натижасида суюқлик тар-кибига қараб манфий қутбда ҳамавақт металллар ёки гидро-ген тўпланади.

Электролиз натижасида ажралган металллар фақат электрод-ларнинг устида тўпланади.

Агар мис купароси (тўтнё) электролиз қилинса, манфий қутб электродининг сиртига тоза мис ўтиради. Агар электрод-

ни тажрибадан аввал ва кейин тортиб кўрилса, электродга қанча мис ўтиганини ҳисоблаш мумкин. Масалан, 16 минут ичида шу суюқликдан 2 ампердан ток ўтиб, манфий электрод-да 630 миллиграмм мис ўтирган бўлсин. Демак, электролит-дан $16 \times 60 \times 2 = 1920$ ампер-секунд (кулон) электр миқдори ўтган. *Электролит орқали бир кулон электр миқдори ўтган-да ажралган (миллиграмм блан олинган) металлнинг миқ-дорига электрохимик эквивалент деб оталади.* Юқоридаги

мисолда кўрилган миснинг электрохимик эквиваленти $\frac{630}{1920} = 0,328$ га тенг. Таркибида мис бўлган ҳарқандай эритмадан бир кулон электр миқдори ўтказилса, 0,328 миллиграмм мис ажралади.

Қуйидаги жадвалда турли элементларнинг электрохимик эквивалентлари берилган.

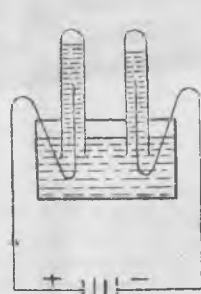
Водород	0,0104
Мис	0,328
Рух	0,338
Кумуш	1,118
Алюмин	0,094

Масалан, ляпис (кумиш нитрати) эритмасидан 20 минут да-вомида 0,8 ампердан ток ўтган бўлса, электродда қанча ку-муш тўпланганлигини топайлик. Бунинг учун, аввал ундан ўтган электр миқдорини топамиз.

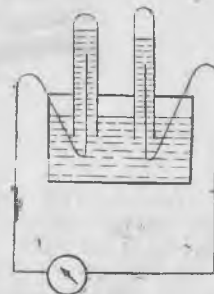
$$Q = 0,8 \times 20 \times 60 = 960 \text{ кулон.}$$

Жадвалга кўра, ҳарбир кулон электр миқдори 1,118 милли-грамм кумуш ажратади. Демак 960 кулон бунга қараганда 960 марта ортиқ кумуш ажратиши керак, я'ни $1,118 \times 960 = 1073,28$ миллиграм ёки 1,07328 грамм.

Электролиз ким'ё ва металлургия саноатла-рида катта ўрин тутади. Турмушда кўп ишлати-ладиган алюмин метали фақат электролиз йўли блан олинади. Бундан ташқари, бир металл иккинчи металл блан қоплаш учун ҳам эле-ктролиздан фойдалани-лади. Бунинг учун, сирти босқа бир металл блан қопланиши лозим бўлган металлни ма'лум вақт давомида манфий электрод сифатида электролитга солиб қўйилади. Буни *галваностегия* деб оталади. 30-нчи расмда келтирилган схемадан электр ман-



30-нчи расм.

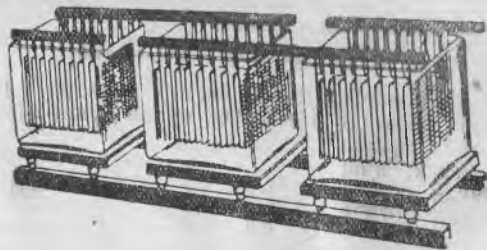


31-нчи расм.

банин чиқариб ташлаб сымларининг учи бир-бирига улапса, дав-
рада электр токи ҳосил бўлади (31-нчи расм). Бу ток, ажрал-
ган моддаларининг бир-бирига ким'ёвий қўшилиб тамом бўли-
шига қадар давом этади. Токнинг йўналиши илгариги токнинг
йўналишига тескари бўлади.

*Электролиз учун кетган токни электрлаш (зарядний)
ток (30-нчи расм) ва ундан олинучи (31-нчи расм) токни
электрсизланиш (разрядний) ток деб оталади. Электролиз
натijasида сарфланган энергияни яна қайтариб олиш
мумкин бўлганлигидан бундай элементларни аккумулятор
деб оталади. Амалда қўрғошиндан ясалган аккумуляторлар
кўпроқ ишлатилади.*

Агар сульфат кислотаси эритмасига иккита қўрғошинли
пластинкани ботириб ток ўтказабошласак (электрласак), кис-
лотадан чиққан оксиген мусбат электродга йиғилиб, уни занг-
латабошлайди. Провардида қўрғошин етарли даражада занг-
лагандан кейин ортиб қолган оксиген, пишнлаб ҳавога чиқа-
бошлайди. Шу вақтда аккумулятор электрланди дейилади ва
токини тўхтатиш лозим. Электрлаш токини ким'ёвий энергия
шаклида ўзида тўплаган аккумулятор — ток манбаи бўлиб хиз-
мат қилади; унинг ўртача кучланиши 2 вольтга етади ва ма'-
лум вақт ичида ундан ток олиш мумкин.



32-нчи расм.

Аккумулятор ток берабошлагандан кейин унинг кучлани-
ши камаяборади ва кучланиши 1,8 вольтга етганда уни яна
қайтадан электрлаш зарур. Электрлаш вақтида электрлаш қои-
даларига қаттиқ риоя қилиш керак. Аккумуляторлардан кўп-
роқ кучланиш олиш учун бирқанча аккумуляторларни кетма-
кет улаш лозим. Аксинча, кўпроқ ток олиш учун уларни па-
раллел улаш керак.

Аккумуляторлар сизимларига қараб характерланади. *Акку-
муляторнинг ма'лум вақт давомида қанча электр миқдо-
ри бераолиш қобилиятига унинг сизими дейилади.* Иккинчи
сўз блан айтганда аккумуляторнинг сизими электрсизланиш
токини электрсизланиш вақтига бўлган кўпайтмасига тенг.

Масалан, бир аккумуляторнинг сизими 36 амперсоат бўлса, бу
аккумулятор 9 соат давомида 4 ампердан, ёки 6 соат давомида
6 ампердан ток бераолади демакдир. *Аккумуляторлардан
олинган энергиянинг уни электрлаш учун кетган энергия-
га булган nisбатига, аккумуляторнинг фойдали иш коэффи-
циенти дейилади.* Яхши аккумуляторларнинг фойдали иш
коэффициенти 70—80 процентга етади.

32-нчи расмда кетма-кет уланган учта аккумулятор банка-
си келтирилган; ҳарбир банка 8 тадан параллел уланган эле-
ментлардан иборат.

Аккумуляторларни ишлатиш қулай бўлганлигидан улар
жуда кўп тарқалган. Аммо уларни ўз вақтида электрлаб туриш
учун қулай электр манбаи бўлиши шарт.

III. МАГНИТИЗМ ВА ЭЛЕКТРОМАГНИТИЗМ

Магнит ва электромагнит

Шу вақтгача элемент ва аккумуляторларгина биз учун ток манбаи бўлиб келди. Шунингдек биз электр токининг асосий қонунлари билан ҳам танишдик. Электротехникани тўлароқ тушуниш учун яна бир қанча муҳим ҳодисалар билан, яъни магнитизм ва электромагнитизм ҳодисалари билан танишмоқ зарур.

Магнитизм, аynиқса, электромагнитизм ҳозирги замон электротехникасининг энг муҳим масалаларидан бири бўлиб, электр машинасозлик саноатида муҳим ўрни тутади.

Энг оддий магнит ҳодисалари кўпчиликка маълум. *Узига майда темир парчаларини тортувчи жисмларга магнит дейилади.* Шу тортиш кучига *магнит кучи* дейилади. Магнитнинг тортиш қуввати унинг икки учига кучли бўлиб, бу учларга *магнит қутблари* дейилади.

Магнит табиатда ҳам учрайди. Буларга — *табиий магнит* деб аталади. Масалан, Уралда *Магнитогорск* деб аталувчи тоғ магнитли темир рудасидан иборатдир. Агар, бирорта магнит таёқчасини ўртасидан ип билан боғлаб, уни осиб қўйсак (33-нчи расм), унинг бир учи шимол томонга ва иккинчиси — жануб томонга қараб бурилганини кўрамиз.



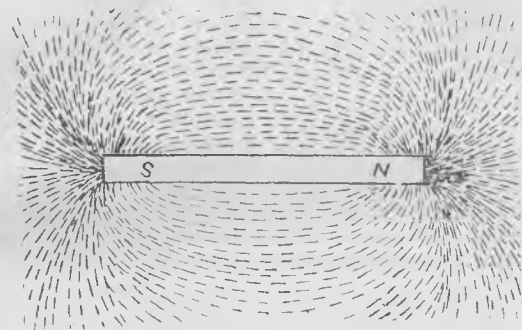
33-нчи расм.

Бу ҳодиса қадим замонларда ҳам одамларга маълум эди. Шу сабабдан ҳам магнитнинг шимолини кўрсатиб турган учини *шимолий қутб* ва жанубни кўрсатиб турган учини *жанубий қутб* дейилади ва шимолий қутбни *N* ва жанубий қутбни *S* ҳарфлари билан кўрсатилади. Иккита магнитнинг шимолий ва жанубий қутблари шундай қилиб аниқлангандан кейин, улар билан қуйидаги тажрибаларни қилиб кўриш мумкин.

Агар бир магнитнинг шимолий қутбини, иккинчисининг жанубий қутбига яқин келтирсак, буларнинг бир-бирига тортилганликларини кўрамиз; аксинча, агар бирининг шимолий қут-

бини иккинчисининг шимолий қутбига ёки жанубий қутбини жанубий қутбига яқинлаштирсак, магнит қутбларининг бир-биридан қочганликларини (узоқлашганликларини) кўрамиз. Демак, бундан қуйидаги хулосани чиқариш мумкин: *ҳархил исмли магнит қутблари бир-бирларини тортадилар, бирхил исмли магнит қутблари бир-бирларидан қочадилар.*

Ер ҳам катта бир магнитдир. Унинг жанубий қутби шимолда ва шимолий қутби жанубда жойлашган. Шунинг учун Ер ҳам магнитларни ўз қутбларига тортади. Илмий ва амалий ишларда қўлланиладиган бирқанча асбоблар Ернинг ана шу магнит хусусиятларига асосланиб тузилган. Ер юзининг томонларини кўрсатувчи *компас* шундай асбобларнинг бири ҳисобланади.



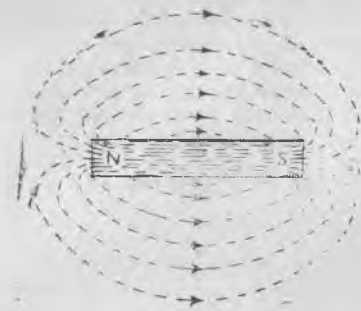
34-нчи расм.

Яна битта тажриба: магнитнинг устига қоғоз ёпиб, қоғознинг устига майда темир қипиқларини сепамиз. Бу қипиқлар 34-нчи расмда кўрсатилганидек, маълум бир тартиб билан бир қутбдан иккинчи қутбга қараб чизиқлар бўйлаб жойлашганликларини кўрамиз. *Бу чизиқларга — магнит куч чизиқлари ва шу магнит куч чизиқлари таъсирида турган фазони магнит майдони деб аталади.* 34-нчи расмда, магнит кучли бўлган ерда магнит куч чизиқларининг қалин жойлашганликлари кўрсатилган. Демак ҳарбир нуқтада магнит куч чизиқларининг зичлигига қараб, шу нуқтада қанча магнит кучи борлигини билиш мумкин.

Магнит куч чизиқлари бир қутбдан иккинчи қутбга ҳаво орқали ўтиб, яна магнит ичидан ўз жойларига қайтиб келадилар. Шундай қилиб, магнит куч чизиқлари узлуксиздир (35-нчи расм).

Баъзибир масалалар тўғрисида муҳокама юритганда ўнғай бўлсин учун *куч чизиқлари шимолий қутбдан чиқиб жанубий қутбга киради*, деб шарт қилинган. 35-нчи расмда магнит куч чизиқларининг йўналиши стрелка билан кўрсатилган.

Энди ҳархил қутбли магнит ўртасидаги магнит майдонларини текшириб кўрамиз. Бундай магнит куч чизиқларининг тарқалиши ва йўналиши, 36-нчи расмда кўрсатилган. Агар магнит майдонига биронта темир киритилса (37-нчи расм), темир ҳам магнитланиб, расмда кўрсатилганидек куч чизиқларини ўзига тортганлигини кўрамиз.

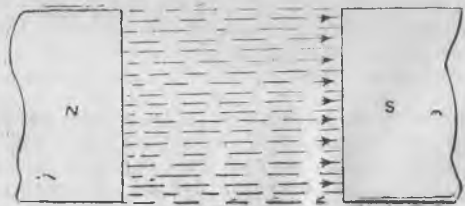


35-нчи расм.

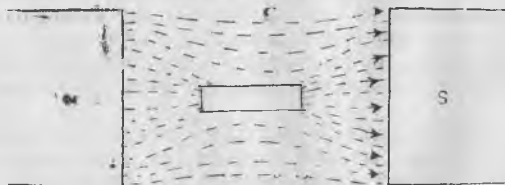
Бу ҳодиса темирнинг ҳавога ва бошқа жисмларга қараганда магнит куч чизиқларини узидан осонлик билан ўтказолишини кўрсатади.

Шунинг учун ҳам, агар қандайдир бирорта нарсани бошқа магнит та'сирдан ҳимоя қилмоқчи бўлсак, уни темир жилд ичига қўйишимиз лозим. Чунки магнит куч чизиқлари жилднинг ичига ўтаолмайди. Бунинг экранлаш дейилади. (38-нчи расм).

Энди электр токининг магнит хусусиятлари билан танишамиз. Бунинг учун жуда юлқа ва енгил магнит парчасини — стрелкасини ипга боғлаб, ток ўтиб турган симга яқинлаштирамиз. Шу вақтда магнитнинг учлари



36-нчи расм.

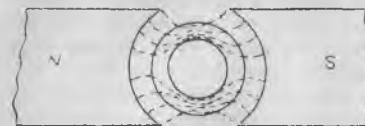


37-нчи расм.

шимол ва жанубга йўналган бўлиши лозим бўлса ҳам, лекин ток та'сири остида у, сим атрофида ўз ваз'иятини ўзгарта бошлайди (39-нчи расм). Бунинг боиси, унга қандайдир бошқа маг-

нит кучининг та'сир қилаётганидир. Бу куч, албатта, ток атрофида ҳосил бўлган магнит майдонидан бошқа нарса эмас.

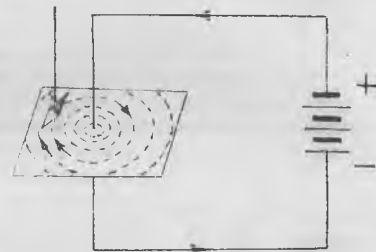
Ток ўтиб турган сим атрофидаги магнит майдонини текшириш учун қуйидаги тажрибани қилиб кўрамиз. Картон қоғоз олиб ўртасидан сим ўтказамиз. Симни ток манбаига улаб, кар-



38-нчи расм.

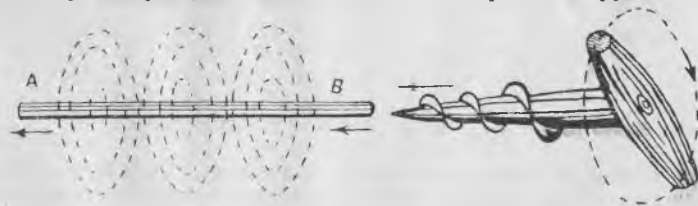
тонга майда темир қилиқлари сепилса, 39-нчи расмда кўрсатилганича, темир қилиқлари сим атрофида доиравий чизиқлар бўйича жойлашганликларини кўриш мумкин.

39-нчи расмдаги магнит стрелкаси осилган тажрибада, агар симдан ўтиб турган токнинг йўналиши ўзгартирилса, магнит стрелкаси ҳам ўз йўналишини ўзгартади. Бу, ток магнит майдонининг маълум бир томонга йўналганлигини кўрсатади. Бу магнит майдонининг қайси томонга йўналганлиги *парма қондаси* билан аниқланади. Бу қонда шундай та'рифланади: *ток йўналган томонига қараб пармани олдинга бурасак, парма дастасининг айланган томони ток ҳосил қилган магнит куч чизиқларининг йўналишини кўрсатади.* (40-нчи расм).



39-нчи расм.

Техниканинг турли соҳаларида кўп қўлланиладиган электромагнит токнинг ана шу магнит хусусиятларига асослангандир. *Электромагнит изоляцияли сим ўралган темирдан иборат.* Бу темирни ўзак деб оталади. Электромагнит ўрамидан



40-нчи расм.

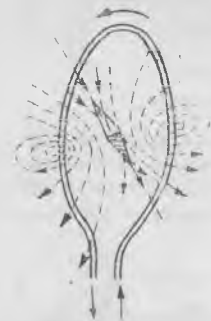
ток ўтиб турган вақтда ўзак магнитланиб, темир нарсаларни, худди магнит сингари, ўзига тортади. Ток тўхташи билан темир ўзак магнит хусусиятини йўқотади. Броқ, ўзак пўлатдан қилинган бўлса, у ўз магнит хусусиятини бирқанча вақтгача сақ-

лаб қолади. Электромагнит ҳам табиий магнитнинг ҳамма хусусиятларига эга. Унинг қутбларини топиш учун юқорида айтиб утилган парма қондаси қўлланилади. Бундан ташқари, парма қондасидан ҳўра осонроқ ўнг қўл қондаси ҳам бор. Бу қонда қўйидагича та'бир қилинади: *агар ўнг қўл бармоқларини ток йўналган томонга қаратиб электромагнитни ушласак, орқага керилган бош бармоқ шимолий қутбни кўрсатади* (41-нчи расм). Электромагнит ўрамидаги токнинг кучи ўзгартилса, ўзакнинг магнит кучи ҳам ўзгаради.

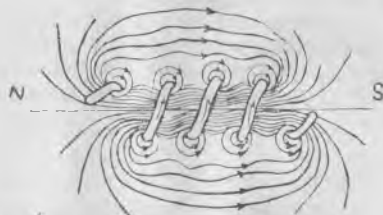
Электромагнит техникада жуда катта аҳамиятга эга. Электромагнит ҳарбир электр машинанинг ажралмас таркибий қисмидир. Бирқанча аппарат ва асбоблар шунга асосланиб қурилади. Телеграф, телефон ва электр қўнгиروғи каби аппаратлар электромагнит асосида ишлайди. Бундан ташқари, оғир юкларни кўтарадиган машиналар, сигнал берадиган ва автоматик ишлайдиган турли машиналар электромагнит асосида ишлайди.

Агар ҳалқа шаклли симдан ток ўтказсак (42-нчи расм), куч чизиқлари ҳалқанинг бир томонидан чиқиб, иккинчи томонига қиради. Бу ерда куч чизиқларининг йўналиши худди магнит чизиқларининг йўналишларига ўхшайди. Ҳақиқатан ҳам бу ҳалқани жуда юққа бир магнит деб фараз этиш мумкин.

Энди спирал қилиб ўралган симни олиб, унинг магнит майдонини текширайлик. Бун-



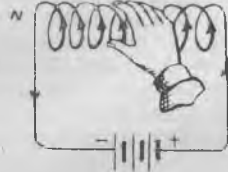
42-нчи расм.



43-нчи расм.

Пружинага боғланган бир темир таёқчани соленоиднинг тўғрисига осиб қўйилса, темир магнитланиб соленоидга тортилади (45-нчи расм) ва унинг тортилиш кучи ток кучига боғлиқ. Соленоиднинг бу хусусиятидан фойдаланиб турли ўлчов асбоблари (вольтметр, амперметр) қуриш мумкин. Бунга асосланиб қурилган ўлчов асбобларини *электромагнит асбоблар* деб аталади.

Соленоид ёки электромагнитнинг бир қутбидан чиқувчи ҳамма куч чизиқларининг жам'исига *магнит оқими* (магнитний поток) дейилади. Магнит оқими ток кучига ва соленоидда қанча ўрам борлигига, ёки қисқача айтганда *ампер-ўрамга боғлиқ*. Масалан, бир соленоидда 60 ўрам бўлиб 3 ампер ток ўтса, унинг ампер-ўрами $60 \times 3 = 180$ га барабар. Соленоиднинг ампер-ўрами қанча кўп бўлса, магнит оқими ҳам шунча кучли бўлади.



44-нчи расм.



45-нчи расм

соленоид ёки электромагнит ичидан ўтиб яна шимолий қутбга қайтиб келишларини юқорида кўриб ўтган эдик. Бу куч чизиқларининг йўлини электр давраси каби *магнит давраси* деб оташ мумкин. Бинобарин, бу ерда ҳам магнит давраси учун Ом қонунини қўйидагича та'рифлаш мумкин:

$$\text{Магнит оқими} = \frac{\text{магнит юритувчи куч}}{\text{магнит қаршилиги}}$$

Демак, магнит оқими магнит қаршилигига қараб ўзгаради. Юқорида биз магнит юритувчи кучнинг ампер-ўрамга барабар эканлигини кўрдик. Лекин магнит даврасининг қаршилиги унинг узунлиги, кундаланг кесими ва материалларнинг ҳилига боғлиқ. Ҳаво ва кўпчилик металллар темирга қараганда магнит оқимига бирнеча юз марта кўпроқ қаршилик кўрсатадилар. Шунинг учун ҳам магнит ёки электромагнитнинг ўзагини тўғри ғўла шаклида қилиш ярамайди. Магнит кучли бўлсин учун куч чизиқлари ҳаво орқали мумкин қадар камроқ ўтишлари керак. Шу сабабли магнитлар тақа шаклида ясалади.

Соленоидлар ҳам магнит сингари та'сир этганликларидан жисмларнинг умуман магнит хусусиятларини қўйидагича тушуниш керак. Ҳарбир жисм атоми ядро атрофида ҳаракат қилувчи электронлардан иборат. Электр токи электронлар ҳаракатидан иборат бўлганлигидан, бу ток уз атрофида магнит майдони ҳо-

сил қилади. Шундай қилиб, ҳарбир атом, демак ҳарбир жисм шундай ток системасидан иборат. Магнитланмаган темирда бу ток ва унинг магнит майдони тартибсиз ҳолда бўлганлигидан унинг магнит хусусияти ҳам йўқ. Чунки бирқанча кичкина соленоидларни олиб, уларни тартибсиз равишда тўдаланса, ҳарбир алоҳида соленоид магнит хусусиятига эга бўлса ҳам, лекин умумий соленоидлар йиғиндиси (системаси) бу хусусиятларга эга бўлмаслиги мумкин.

Ташқи токнинг магнит майдони бу тартибсизликни йўқотишга интилади. Бу тартибсизлик *темир, кобалт ва никель* каби металлларда ток сал та'сир этиши баноқ йўқолади ва натижада улар тез ва яхши магнитланадилар. Бу тартибни сақлаб туриш учун ташқи электр кучи унга доимо та'сир қилиб туриши керак. Акс ҳолда жисм тартибсиз тўпланган магнитчалар йиғиндисидан иборат бўлганидан у, магнит хусусиятини яна тез йўқотади. Тажрибалар ба'зи материалларда ташқи ток та'сири тўхтагандан кейин ҳам магнитизмнинг анча вақтгача сақланиб қолишини кўрсатади. *Бунга қолдиқ магнитизм деб аталади.* Қолдиқ магнитизм айниқса пўлатда кучли бўлади. Кўпчилик жисмларнинг магнитланмасликларининг сабаби шуки, улардаги магнитчалар системасининг тартибсиз ҳолатларини ўзгартиш жуда қийиндир.

Ток ва магнит майдонларининг бир-бирига та'сири

Юқорида биз токнинг магнитга та'сир қилишини тажриба қилиб кўрганимизда ток ўтиб турган сим қўзғалмасдан, магнит эса қўзғалиб турган эди. Энди уларнинг рольларини ўзгартирайлик. Бунинг учун ток ўтаётган ингичка симга магнитни яқинлаштирамиз (46-нчи расм). Шу вақтда, расмда кўрсатилганидек, ток ўтаётган сим магнитнинг шимолий қутбидан бир томонга қочади. Агар магнит қутби ёки токнинг йўналиши ўзгартирилса, симнинг бошқа томонга қочганлигини кўрамиз.

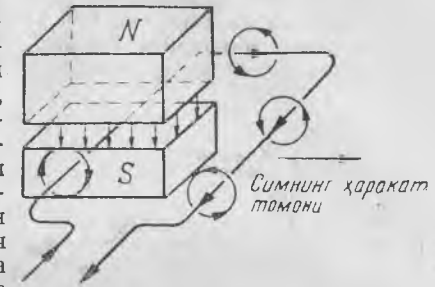


46-нчи расм.

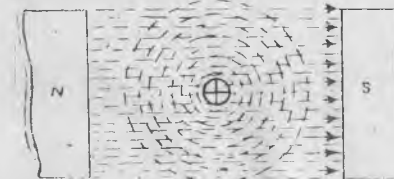
Бу ҳодисани яхшироқ тушуниш учун ток туғдирган магнит майдонини назарда тутиш лозим. Бунинг учун (47-нчи расм), магнит майдони билан шу магнит майдонидан ўтган токли симни олайлик. 48-нчи расмдан шу магнит майдони куч чизиқлари билан бир қаторда (горизонталь куч чизиқлари) токли симнинг доиравий куч чизиқлари кўрсатилган. Бу ерда + ишораси билан ўқучидан қоғоз томонга кетаётган ток йўналиши кўрсатилган.

Магнит куч чизиқлари қутбларни бир-бирига тортиб турган кучларнинг қайси томонга йўналганини кўрсатади. Лекин бир-вақтнинг ўзида ҳам магнит куч чизиқлари, ҳам ток утказучи сим атрофидаги магнит майдони мавжуд бўлса, ҳақиқий

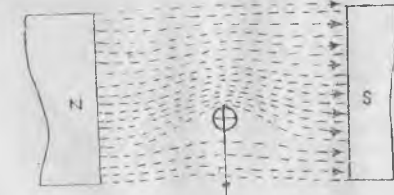
магнит майдони бу майдонларнинг бир-бирига қўшилишлардан ҳосил бўлади. Бунинг учун ҳарбир нуқтадан ўтучи ва турли томонга йўналган куч чизиқларини параллелограмм қондаси асосида қўшиш керак. 48-нчи расмда икки хил магнит майдони кўрсатилиб, 49-нчи расмда уларни қўшиш натижасида келиб чиққан ҳақиқий магнит майдон кўрсатилган. Ҳақиқатан ҳам симнинг устки қисмидаги магнит майдонида (48-нчи расм) куч чизиқларининг йўналишлари бир томонга бўлганлиги учун улар зич ва остки қисмида турли томонга йўналганлиги учун сийрак бўлиши керак. Иккинчидан куч чизиқлари, ҳаммавақт, мумкин қадар қисқа, қаршилиги кам йўлдан ўтишга интилади. Шунинг учун ҳам 49-нчи расмнинг юқори қисмида кўрсатилган ва эгри йўлдан ўтучи куч чизиқлари тўғриланишга интиладилар. Натижада куч чизиқлари майдон ичидаги симни пастга қараб итаради. Сим эса, стрелка билан кўрсатилган томонга юра-бошлайди. Агар симдаги токнинг йўналишини ёки магнит қутбларининг жойларини олмоштирсак, сим тескари томонга ҳаракат қилади.



47-нчи расм.



48-нчи расм.



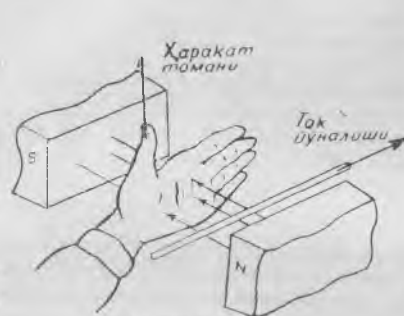
49-нчи расм.

Магнит майдонидаги токли симнинг қайси томонга ҳаракат қилишини чап қўл қондаси билан топиш мумкин. Чап қўл қондасининг та'рифи шундай: *агар чап қўлни куч чизиқлари кафтга санчилиши шарти билан магнит майдонида тутиб, бармоқларни симдаги ток йўналган томонга ёзиб юборсак, орқага керилган бош бармоқ симнинг ҳаракат томонини кўрсатади* (50-нчи расм).

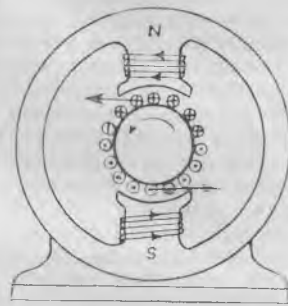
Бу ҳодиса техникада жуда катта аҳамиятга эга, чунки электр энергиясини механик энергияга айлантиручи электромоторлар худди шу асосда ишлайдилар. Бунинг учун икки қутбли электромагнит олиниб, улар орасига ўз ўқи атрофида

айланувучи цилиндр ўрнатилди. Цилиндр сиртига изоляцияли симлар уришгилиб, ҳарбир қутб тўғрисидаги симлардан фақат бир томонга йўналган ток ўтказилади. Масалан, 51-нчи расмда кўрсатилганидек, шимолий қутб тўғрисидаги симлардан биздан кетучи ток, жанубий қутб тўғрисидаги симлардан эса, биз томонга келучи ток ўтмоқда. Чап қўл қондасига мувофиқ цилиндр стрелка блан кўрсатилган томонга ҳаракат қилиши (айланиши) керак. Сим ўралган бундай цилиндрни *якорь* дейилади.

Агар магнит майдонининг кучи ўзгармай доимо бирхил турса, якорьни айлантуручи куч унга ўралган симлардан ўтаётган токнинг миқдорига боғлиқ, я'ни ток кўпайса якорьга кўпроқ куч та'сир этади ва аксинча. Ток озайса якорьга та'сир



50-нчи расм.



51-нчи расм.

этучи куч ҳам озаяди. Ба'зи ўлчов асбобларининг қурилиши шу хусусиятга асосланган. Бундай асбобларни *электромагнит принципида* ишловчи асбоблар-деб юритилади.

Токли сим блан магнит қутблари бир-бирига та'сир этганлари каби, ўзларидан ток ўтказиб турган иккита сим ҳам бир-бирларига та'сир қилади: бир-бирини ёки тортади, ёки бир-биридан қочади. Симларнинг тортилишларини ёки бир-биридан қочишларини билиш учун қуйидаги қоидадан фойдаланиш керак: *тоқлари бир томонга йўналган симлар бир-бирига тортилади, тоқлари турли томонга йўналган симлар бир-биридан қочади*. Бу ҳодисадан фойдаланиб ясалган ўлчов асбоблари ҳам бор. Токли симларнинг бу хусусиятига асосланиб ясалган ўлчов асбобларини *электродинамик асбоблар* деб юритилади.

Индукция ҳодисаси

Магнит майдони тоқли симни ҳаракатга келтираолишини кўриб ўтдик. Энди, аксинча, магнит майдонидаги сим ҳаракатга келганда шу симда ток ҳосил бўлмасмикан, деган савол ту-

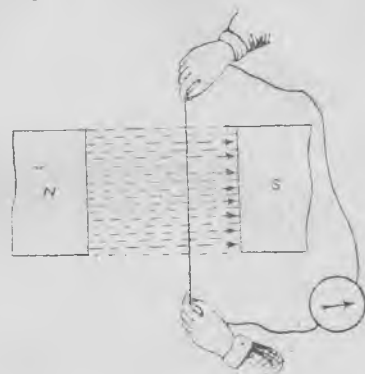
рилади. Тахминан бундан юз йил илгари машҳур олим Фарадей бирқанча тажрибалар қилиб кўргандан кейин бу масалани ижобий ҳал этди.

52-нчи расмда кўрсатилганидек, агар бирорта симни магнит майдонида ҳаракатга келтирилса, бу симда электр юритучи куч ҳосил бўлади. Тажрибаларга кўра, сим ҳаракати куч чизиқларига параллель бўлса, симда ҳечқандай электр юритучи куч ҳосил бўлмайди. Демак, электр юритучи куч ҳосил бўлсин учун сим магнит куч чизиқларини кесиб ўтиши, аниқроқ қилиб айтганда, сим давраси ичидан ўтучи (илашучи) куч чизиқларининг сони ўзгариб туриши керак. Агар сим, куч чизиқларига параллель ҳаракат этса, сим даврасига илашган куч чизиқларининг сони ўзгармайди. Сим даврасини кесиб ўтучи куч-чизиқларининг сони энг кўп миқдорда ўзгариши учун сим шу куч чизиқларига тик ҳаракат қилиши керак.

Шу усулда ҳосил қилинган электр юритучи кучга *индуктив электр юритучи куч*, токка эса, *индуктив ток*, дейилиб, умуман бу ҳодисага *электромагнит индукция ҳодисаси* дейилади.

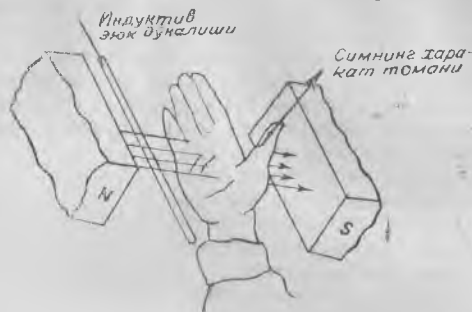
Тажрибаларга кўра, индуктив электр юритучи кучнинг миқдори даврдан ўтучи куч чизиқлари миқдорининг ўзгариш тезлигига боғлиқ. Я'ни юқоридаги мисолда: *ҳаракатдаги сим секундига қанча кўп куч чизиқларини кесиб ўтса, индуктив электр юритучи куч ҳам шунча кўп бўлади*. Магнит майдонидаги куч чизиқлари қанча зич бўлса, сим ҳаракат қилганда бир секундда кесилучи куч чизиқларининг миқдори ҳам шунча кўп бўлиши аниқ. Шунингдек, ҳаракат этучи симнинг магнит майдони ичидан ўтган қисми қанча узун бўлса, бир секундда кесиб ўтучи куч чизиқларининг сони ҳам шунча кўп бўлади.

Индуктив токнинг йўналишини аниқлаш учун симнинг ҳаракат қилган томони блан куч чизиқларининг йўналишини билиш керак. Индуктив электр юритучи кучнинг йўналишини қуйидаги — *унг қўл қондаси* блан топиш анча қулай. Бу қоида қуйидагича та'рифланади: *агар унг қўлни орқага керилган бош бармоғи симнинг ҳаракат томонини кўрсатиб, кафт куч чизиқлари санчилиш шарти блан магнит майдонида ёзиб юборилса, қолган бармоқлар индуктив электр юритучи кучнинг йўналишини кўрсатади* (53-нчи расм).



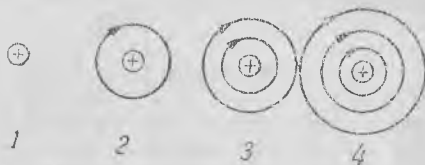
52-нчи расм.

Магнит майдони индуктив ток ўтаётган симнинг ҳаракат қилишига тўсқинлик кўрсатади, я'ни сим бир томонга ҳаракат қилса, магнит майдони симдан ўтабаган индуктив токка та'сир этиб, уни тескари томонга тортади. Демак, индуктив ток ҳосил қилиш учун шу қаршиликни енгиш, я'ни қандайдир иш бажариш зарур. Тажрибага кўра, индуктив э. ю. к. нинг миқдори магнит майдонидаги симнинг қандай усул ва нималар ёрдами билан ҳаракат этишига боғлиқ бўлмай, балки куч чизиқларининг ўзгариш тезлигига боғлиқ. Шунинг учун, *сим магнит майдонида ҳаракат этадими, ёки сим тек туриб, магнит майдони ҳаракатда бўладими, барибир, натижа бирхил чиқади.*



53-нчи расм.

Магнит майдони фақат табиий магнитларгагина хос бўлмай, ток ўтиб турган сим атрофида ҳам ҳосил бўлиши бизга ма'лум. Лекин симдан (даврандан) ток ўтабошлаши бланок, сим атрофидаги бутун фазода бирданига магнит майдони ҳосил бўлмай, у, сувга тош ташлаганда сув юзида тўлқин тарқалгани каби, сим атрофида ҳам ма'лум тезлик блан тарқалиб (кенгайиб) боради. Симда ток кўпаябошласа, сим атрофидаги куч чизиқлари ҳам зичлашаборади. 54-нчи расм-



54-нчи расм.

да ток ўтаётган сим атрофидаги магнит куч чизиқларининг тарқалиши кўрсатилиб, булардан 1-нчиси ҳали симда ток бўлмаган пайтни тасвирлайди; 2, 3, 4-нчи расмлар эса, токнинг аста-секин кўпаяборишидаги магнит майдонини тасвирлайди.

Агар ток ўтаётган сим атрофида ҳосил бўлган магнит майдонида электр манбаига уланмаган иккинчи бир сим турса, шу кучайиб ва кенгайиб бораётган куч чизиқлари уни кесиб ўтадилар, я'ни қўшни сим даврасидан ўтучи куч чизиқлари ма'лум тезлик блан узгарадилар. Натижада қўшни симда индуктив ток ҳосил бўлади. Ҳақиқатан ҳам, 55-нчи расмда кўрсатилганидек, ток оқиб туричи даврани айирғич ёрдами блан узиш бланок

қўшни симда қисқа муддатли ток ҳосил бўлганини кўра-миз.

Юқориди индуктив токнинг магнит майдони сим ёки магнит стрелкасининг ҳаракатига қаршилик кўрсатишини кўрган эдик. Шунга мувофиқ (55-нчи расм) иккита даврани олиб, иккинчи даврани биринчи даврага яқинлаштирсак, бу давралар бир-бирларидан қочиб интилишлари керак. Бу, симлардаги тоқларнинг бир томонга йўналганини билдиради, аксинча, агар иккинчи симни биринчи симдан узоқлаштирсак, улар бир-бирларига яқинлашишга интиладилар. Бу, узоқлашувчи симлардаги тоқларнинг йўналишлари ҳархил эканлигини кўрсатади.

Шундай қилиб биз индукция натижасида ҳосил бўлган ток ҳамавақт уни вужудга келтирган сабабга қаршилик кўрсатишини кўра-миз. Иккинчи сўз блан айтганда индуктив токнинг йўналиши уни вужудга келтиручи сабабга доимо қарши қаратилгандир.

Бу қонунни рус олимларидан *Ленц* топгани учун *Ленц қонуни* деб аталади.

Индукция ҳодисасининг кашф этилиши электротехниканинг ривожланишида катта аҳамиятга молик бўлди.

Ўз индукция

Ток ўтиб турган даврани узиш ва улаш вақтида, шу даврага илашган магнит куч чизиқлари ўзгариб, даврада индуктив электр юритувчи куч ҳосил бўлади. Бунга *ўз индукция* дейилади.

Ленц қонунига биноан ўз индукция токни ҳосил қилган магнит майдони симдан оқувчи асосий ток майдонининг ўзгаришига қаршилик кўрсатади. Я'ни даврани улаш пайтида индуктив ток асосий токка қарши, даврани узиш пайтида эса, асосий ток йўналган томонга йўналган бўлади.

Индуктив ва ўзиндуктив электр юритувчи кучларнинг миқдори магнит куч чизиқларининг ўзгариш тезлигига боғлиқ бўлиб, магнит куч чизиқларининг ўзгариш тезлиги эса, ўз навбатида, симдан оқувчи асосий токнинг ўзгариш тезлигига боғлиқ.

Ўз индукция ҳодисаси ҳарқандай симда ҳам ҳосил бўлиши мумкин; унинг миқдори симнинг шаклига ва узунлигига боғлиқ. Масалан, оддий тўғри тортилган симларда ўз индукция миқдори ниҳоятда оз бўлиб, ғалтакка ўралган сим — соленоид ва электромагнитларда у жуда кучли бўлади.

Симни электр манбаига улаш бляноқ ундаги ток дарҳол максималъ миқдорига етолмайди; балки ўз индукция натижасида, у маълум вақтгача секинлик блан кўпайиб бориб, сўнгра нормалъ миқдорига етади.

Электр даврасини ток манбаига улаш пайтида ҳосил бўладиган ўз индукция электр юритучи кучи манба'нинг электр юритучи кучидан ортиқ бўлмайди. Чунки, акс ҳолда симдан токнинг ўтмаслиги мумкин. Лекин даврани узиш пайтида ҳосил бўладиган ўз индукция электр юритучи куч манба'нинг электр юритучи кучидан бирнеча марта катта бўлиши мумкин ва унинг миқдори давранинг узилиш тезлигига боғлиқ. Шунинг учун ҳам электр даврасини узишда, ба'зан ҳаддан ташқари ўз индукция электр юритучи куч ҳосил бўлади. Натижада айирғичларни узиш пайтида уларнинг контактлари ораллиғида электр ёйи ҳосил бўлади.

Фуко токи

Индуктив ток, фақат симлардагина ҳосил бўлмасдан, яхлит ясалган металлларда ҳам ҳосил бўлиши мумкин. Бунинг учун металл жисмлар орқали ўтадиган магнит куч чизиқлар сонининг ўзгариб туриши кифоя қилади. Металларда ҳосил бўладиган бундай индуктив токка *Фуко токи* дейилади.

Маълумки электротехникада машина ва аппаратлар ҳамавақт темир ўзақлардан ясалади. Агар шу ўзақлар магнит майдонида ҳаракат этса, ёки уни кесиб ўтучи магнит майдони ўзгариб турса, уларда Фуко токи ҳосил бўлади. Ўзақ нақадар яхлит бўлақдан иборат бўлса, унинг токка бўлган қаршилиги шу қадар оз бўлади; демак, фуко токининг миқдори ҳам кўп бўлади. Натижада ўзақ қизиби кетади. Лекин бу қизиш машиналарга жуда ёмон та'сир қилади. Бундан ташқари, фуко токи натижасида манба'дан олинадиган электр энергия қисман бекорга нобуд бўлади. Фуко токининг зарарли бўлиши сабабли унга қарши чора кўриш зарур. Фуко токини камайтиришда энг яхши чора яхлит ясалган металл (темир) ўзақларнинг Фуко токига бўлган қаршилигини кўпайтиришдир. Бунинг учун темир ўзақлар бир-биридан юпқа қоғоз ёки лак блан ажралган (изоляцияланган) айрим пластинкалардан ясалади.

Ўзгаручи ток генератори

Индукция ҳодисасида механик энергиянинг электр энергиясига айланишини кўрдик. Лекин магнит майдонида фақат битта симни ҳаракатга келтириб ток олиш усули ўнғайсиз. Шунинг учун ҳозирги замон электротехникасида электр энергияси мукамаллаштирилган ва мураккаб тузилган генераторлар ёрдами блан олинади.

Ҳозирги замон генераторларининг ишлаш принципини яхши тушуниш учун даставвал энг содда тузилган генераторларни

текшириб кўрайлик. Бунинг учун икки магнит қутби ўртасида ёлғиз бир марта ўралган сим олиб (56-нчи расм), унинг бир учини K_1 ҳалқасига, иккинчи учини K_2 ҳалқасига улайлик. Бу икки мис ҳалқа — *контакт ҳалқа* (контактные кольца) деб оталиб, уларнинг сиртларига B_1 ва B_2 шчёткалари босилиб туради.

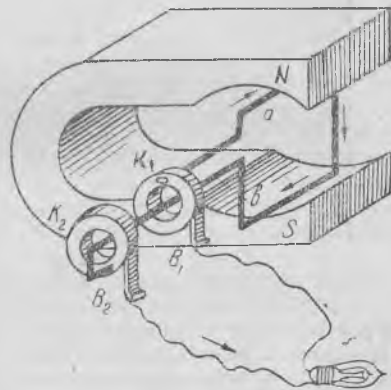
Энди ўрам сим ҳалқалар блан бирга ўнг томонга ҳаракат қилабошласа, ўнг қўл қондасига мувофиқ, унда стрелка блан кўрсатилган йўналишда индуктив электр юритучи куч ҳосил бўлади. Лампочканинг икки учини B_1 ва B_2 шчёткаларига уласак, узликсиз давра ҳосил бўлиб, лампадан ток ўтабошлайди (лампадан ўтучи токнинг йўналиши стрелка блан кўрсатилган).

Сим ўрам айланганда унинг текислиги магнит куч чизиқларига нисбатан тик ҳолатни олади. Агар шу ҳолатдан симни бирор томонга қараб айлантирсак, сим куч — чизиқларни ийиқалаб ўтади. Натижада индуктив электр юритучи куч ҳосил бўлмайди. Сим текислигининг куч чизиқларига тик — перпендикуляр бўлган ҳолатига *нейтралъ текислик* дейилади.

Сим ўрами айланишда давом этиб нейтралъ ҳолатдан ўтгандан кейин a ва b симлари бошқа қутбларга яқинлашадилар. a сими жанубий қутб томонга, b сими эса шимолий қутб томонга ўтади. Шунинг учун ҳам ташқи даврада (лампочкада) токнинг йўналиши ҳам ўзгаради. (Пунктирли стрелкага қаранг.) Ўнг қўл қондасини қўлланиб, бу текширишни давом этдирсак, сим бир марта айланиб чиққанда ток йўналишини икки марта ўзгаришини кўраимиз. *Вақт ўтиши блан ўз йўналишини ва қимматини ўзгартиб турадиган бундай токни ўзгаручи ток ва бир томонга йўналган токни ўзгармас ток дейилади.*

Ўзгаручи ток, сим ўрам айланганда фақат ўз йўналишининггина ўзгартмай, балки ўз қимматини ҳам ўзгартади. Дарҳақиқат, ўрам текислиги нейтралъ ҳолатга келганида, ўрамда индуктив электр юритучи куч ҳосил бўлмайди; лекин у, нейтралъ ҳолатдан узоқлашгани сари электр юритучи куч кўпаяборади. Ўрам текислиги куч чизиқларига параллел ҳолатга келганда индуктив электр юритучи куч энг катта қимматга эга бўлади.

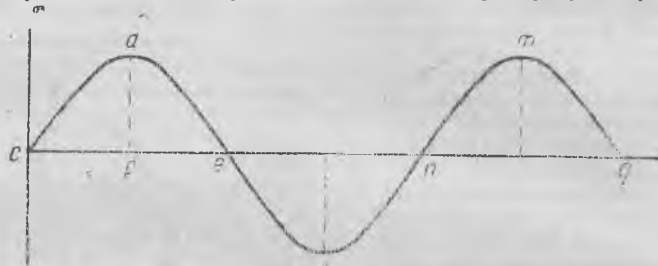
Ўзгаручи электр юритучи кучнинг ёки ўзгаручи токнинг энг катта қимматига унинг амплитуда қиммати дейилади.



56-нчи расм.

Демак урам текислиги нейтралъ ҳолатда турганда индуктив электр юритучи куч ва индуктив ток нульга тенг бўлиб, симлар қутбларга яқинлашиши блан улар ортаборади ва қутбларнинг тагидан ўтган пайтда эса, амплитуда (энг катта) қимматига етади. Симлар ҳаракатда давом этиб қутблар тагидан утгандан сунг, индуктив электр юритучи куч ҳам камаёборади ва сим нейтралъга етганда у яна нульга тенг бўлади.

Амалда, ўрам бир марта айланиш блан тўхтамай, балки узликсиз айланиб туради. Шунинг учун индуктив токнинг ўзгариши ҳам такрорланиб туради. Сим биртекис айлантирилганда унда ҳосил бўладиган индуктив электр юритучи кучнинг ўзгаришини эгри чизиқ блан кўрсатиш мумкин (57-нчи расм). Бу чизиқни синусоида деб аталади. c , e , n , q нуқталари сим нейтралъ текисликдан ўтган вақтидаги электр юритучи кучни



57-нчи расм.

кўрсатади (электр юритучи куч нульга барабар). d , f , n нуқталарнинг горизонталь чизигидан бўлган баландлиги симни магнит қутби остидан ўтган вақтидаги электр юритучи кучни кўрсатади (бу электр юритучи кучнинг амплитуда қиммати). Синусоидал чизиқнинг горизонталь cq чизигига нисбатан паст-баланд нуқталари токнинг қиммати блан йўналишини билдиради. Бундан ўзгаручи ток симда шундай эгри йўлдан юрар экан деган хулоса чиқарилмаслиги керак. Бундай деб уйлаш хато бўлади. Келтирилган диаграмма токнинг вақтга қараб қандай ўзгаришинигина кўрсатади.

Ток уз йўналишини ўзгартиб яна эски ҳолига қайтиб келгунча ўтган вақтни давр дейилади; бир секундадаги даврлар сонига такрорланиш (частота) дейилади. Масалан, ўрам икки қутбли магнит майдонида бир секундда 50 марта айланса, ток уз йўналишини 100 мартаба ўзгартади, демак, унинг даври $\frac{1}{50}$ секундга, такрорланиши эса 50 га барабар.

Токнинг такрорланишини ошириш учун ўрамни тезроқ айлантириш, ёки магнит қутбларини кўпайтириш лозим. Одатда электростанциялардан бериладиган тоқларнинг такрорланиши

50 га барабар. Электростанциялардаги генераторлар, 56-нчи расмдаги сингари жуда ҳам оддий эмас. Электротехника энди-гина тараққий қилиб келаётган даврда генераторларда доимий магнит қўлланар эди. Доимий магнитлар кучли магнит оқими бераолмайди. Шунинг учун улар ҳозирги вақтда ишлатилмайди. Ҳозирги замон электр машиналарида доимий магнитга қараганда бирнеча юз марта кучли магнит оқими берадиган электромангнитлар ишлатилади.

Юқорида индуктив ток олишда магнит майдонида сим ўрамларини айлантириш ҳам, ёки сим ўрамларини қўзгатмасдан, магнит майдонини айлантириш ҳам бирхил натижа беришини кўрган эдик. Шунинг учун ўзгаручи ток генераторларида, амалий жиҳатдан қулай бўлганлигидан, ток беручи ўрамлар қўзғалмас бўлиб, электромангнитлар айланади. Генераторнинг айланучи қисмига *ротор* ва тек турадиган, ҳаракатсиз қисмига, *статор* дейилади.

Ўзгаручи токнинг ўзгармас тоқдан қандай фарқи бор? Иссиқлик айриш жиҳатидан ўзгармас ток блан ўзгаручи ток ўртасида ҳечқандай фарқ йўқ. Ўзгаручи ток ҳам, ўзгармас ток каби симни қиздиради. Лекин ўзгаручи токнинг қиммати, вақт ўтиши блан ўзгариб туриши сабабли унинг ажратган иссиқлик миқдори бирдай бўлмайди. Жовль-Ленц қонунига кўра, иссиқлик миқдори ток кучининг квадрати блан қаршиликка пропорциональдир. Энди ўзгаручи ток чиқарган иссиқлик миқдорини ҳисоблаш учун формулага шу ўзгаручи токнинг қандай қимматини қўйиш ва умуман ўзгаручи ток кучини қандай ўлчаш мумкин, деган йўлакай савол туғилади.

Ўзгаручи токнинг маълум вақт ичида чиқарган иссиқлик миқдори худди шу вақт ичида ўшанча иссиқлик чиқаручи ўзгармас ток миқдори блан ўлчанади. Масалан, даврадаги ўзгаручи ток 1 амперга тенг дейилганда, унинг маълум вақт ичида чиқарган иссиқлик миқдори, худди шу даврадан оқучи 1 ампер ўзгармас токнинг шу вақтда чиқарган иссиқлик миқдорига барабардир. Ўзгаручи токнинг шу қимматини унинг *эффектив қиммати* деб юрйтилади. Ҳисобларга қараганда ўзгаручи токнинг эффектив қиммати унинг амплитуда қимматининг $0,707$ қисмига тенг. Масалан, ўзгаручи ток 10 амперга тенг дейилганда, унинг эффектив қиммати тушунилиб, амплитуда қиммати эса $\frac{10}{0,707} = 14$ амперга барабар бўлади. Худди шунинг каби ўз-

гаручи ток электр юритучи кучнинг эффектив қиммати унинг амплитуда қимматининг $0,707$ қисмига барабар.

Ўзгаручи ток ўзгармас ток сингари ким'ёвий та'сир кўрсатолмайди. Ким'ёвий та'сир кўрсатиши учун ток доим бир томонга йўналган бўлиши шарт. Шунинг учун электр ким'ё ишхоналарида фақат ўзгармас ток ишлатилади.

Ўзгаручи ток узи ўтиб турган сим атрофида ўзгаручи магнит майдони тугдиради. Агар бирорта электромангнит ғалтаги-

га ўзгаручи ток берилса, электромагнит қутблари ҳам тоқ блан баравар ўзгариб туради: я'ни магнитнинг бир учи биринчи ярим даврда шимолий қутб бўлса, иккинчи ярим даврда жанубий қутб бўлади.

Темирли нарсаларни тортишда шимолий ва жанубий қутблар бирхил кучга эга бўлганликларидан электромагнитнинг тортиш қуввати токнинг йўналишига боғлиқ эмас. Худди шу каби, темирли нарсаларнинг соленоид ичига тортилиши ҳам токнинг йўналишига боғлиқ эмас. Шунинг учун токнинг электромагнит хусусиятига асосланиб қурилган электромагнит улчов асбоблари блан ҳам ўзгармас, ҳам ўзгаручи тоқларни ўлчаш мумкин. *Умуман ўзгаручи тоқда қўлланиладиган улчов асбоблари электр юритучи куч ва токнинг фақат эффектив қимматинингига курсатадилар.*

Ўз индукция та'сирлари

Агар ўзгаручи ток даврасидаги исте'молчилар фақат иситиш ва ёритиш асбобларидангина иборат бўлса, у вақтда токни (эффектив қимматини) топиш учун Ом қонунидан одатдагича фойдаланиш мумкин. Бундай исте'молчиларнинг қаршилигини ба'зан *актив қаршилик* деб оталади. Агар исте'молчилар мотор, электромагнит ёки соленоид каби ускуналардан иборат бўлса, Ом қонунини юқорида кўриб ўтилган шаклда бевосита қўлланиб бўлмайди. Бунинг учун уни бироз ўзгартиш керак.

Сим атрофидаги ўзгаручи магнит майдони, шу симда ва шу каби сим урамлардан иборат бўлган исте'молчиларда ҳам ўз индуктив электр юритучи куч туғдиради. Биз, давра уланганда ўз индукция натижасида ундаги токнинг ўз нормаль қиммати-га бирдан етмасдан, балки бироз вақт ўтгандан кейин етишини кўрган эдик. Бундан ташқари такрорланиши 50 бўлган даврда токнинг 100 марта энг катта қимматига етиши бизга ма'лум.

Демак токнинг нольдан энг катта қимматига етиши учун $\frac{1}{200}$ секунд вақт лозим. Лекин ўз индукция натижасида бундай қисқа вақт ичида ток ўзининг энг катта қимматига етолмай, манба' электр юритучи кучининг пасайиши блан яна камаёшлайди. Натижада токнинг амплитуда қиммати, демак унинг эффектив қиммати ҳам камаёди. Демак, бу ҳол даврда актив қаршиликдан ташқари, яна, қандайдир, кўшимча қаршилик пайдо бўлганини кўрсатади. *Ўз индукция қанча кучли бўлса, кўшимча қаршилик ҳам шунча кучли (катта) бўлади. Бу кўшимча қаршиликни индуктив қаршилик деб оталади.* Бу икки қаршилик, я'ни актив ва индуктив қаршиликларнинг ўртасида катта фарқ бор. Индуктив қаршилик актив қаршилик каби электр энергиясини исроф қилмайди. Фақат актив қаршилик сингари токни қамайтиргани учун унга қаршилик деб исм берилган. Индуктив қаршилиги бўлган ўзгаручи

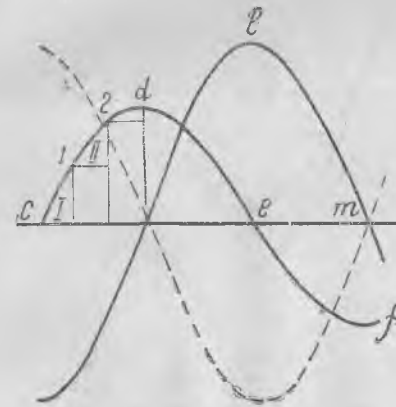
ток даврасидаги умумий қаршилик индуктив ва актив қаршиликлардан иборат бўлиб, буларнинг тенг та'сир этучи қимматига *тўла қаршилик* дейилади. Агар индуктив қаршилик x ва актив қаршилик R блан ифодаланса, ток қуйидаги формула блан топилади:

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

Бу ерда E — электр юритучи куч ёки кучланишнинг эффектив қиммати (вольт блан) ва I — токнинг эффектив қиммати (ампер блан).

Юқоридаги формулага кура, тўла қаршилик алоҳида қаршиликларнинг — актив ва индуктив қаршиликларнинг оддий йиғиндисига тенг эмас. Буни эсда тутиш лозим. Ба'зи даврларда индуктив қаршилик актив қаршиликка қараганда бирнеча марта катта бўлиши ҳам мумкин. (Айниқса соленоид ва электромагнитларда.) Шунинг учун ўзгаручи ток техникасида индуктив қаршилиқни доимо назарда тутиш зарур.

Юқорида ўз индукция миқдори — симни кесиб ўтучи куч чизиқларининг ўзгариш тезлигига боғлиқ дейилган эди. Бино-

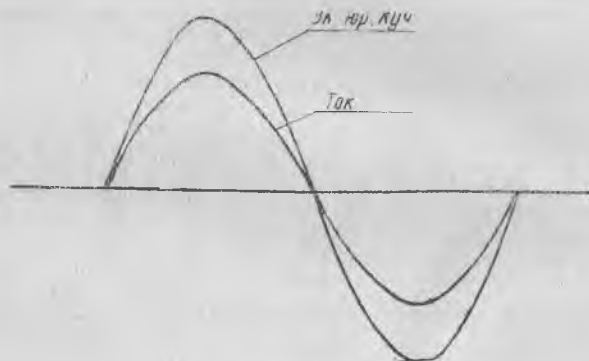


58-нчи расм.

барин, бунга асосланиб ўз индукция натижасида ҳосил бўладиган яна бир ҳодиса блан танишиб чиқамиз. Синусоида блан танишиб чиқамиз. Синусоида блан кўрсатилган токнинг ўзгариш тезлиги доимо бирхил бўлавермайди. Буни яхшироқ англаш учун шундай бир ўхшашмани тасаввур этайлик. Бунинг учун c нуқтасидан юқорига юрабошлайлик. Ма'лум вақтдан кейин 1 нуқтага етамыз; у вақтда бизнинг кўтарилган баландлигимиз $I-1$ нуқталари орасидаги масофага тенг бўлади (58-нчи расм). Яна ўшанча вақт ҳаракатда давом этсак, 2 нуқтасига етамыз. Шу вақт ичида биз $\Pi-2$ баландлигига кўтариламыз; бу эса $I-1$ оралигидан кам. Ҳаракатни яна давом этдирсак бирхил вақт ичидаги кўтарилиш баландлиги борган сари камайиб d нуқтаси атрофида у нольга яқинлашади. Бу ҳаракатни юқори чиқишдагина эмас, паст томонга тушиш учун ҳам давом этдирсак, энг юқориги d ва энг пастки f нуқталарда кўтарилиш баландлигининг ўзгариши нольга, аксинча горизонтал чизиқ

устидаги e , e , нуқталарида энг катта қимматга эга эканлигини кўрамиз.

Синусоидаль чизиқ ўзгаручан электр юритучи куч ёки ўзгаручан токнинг ўзгаришини кўрсатишини эслайлик. Бунда I — I ва Π — 2 масофалари маълум вақт ичидаги кўтарилиш баландлиги бўлмай, балки электр юритучи куч ёки токнинг ўзгаришидир. Демак, ток ёки электр юритучи кучнинг қиммати нольга яқин бўлганида, уларнинг ўзгариш тезлиги энг катта қимматга эга бўлиб, амплитуда яқинидаги ўзгариш тезлиги эса, қарийб нольга тенгдир. Иккинчидан, биз юқорида, ток блан унинг магнит майдонининг ўзгариш қонуни бирхил эканлигини ва шунингдек ўз индукция электр юритучи куч магнит куч чизиқларининг ўзгариш тезлигига боғлиқ эканлигини кўрган эдик. Демак, юқорида айтилганларга кўра, ток энг катта қимматга эришганда (d нуқтаси) ўз индукция электр юритучи куч-



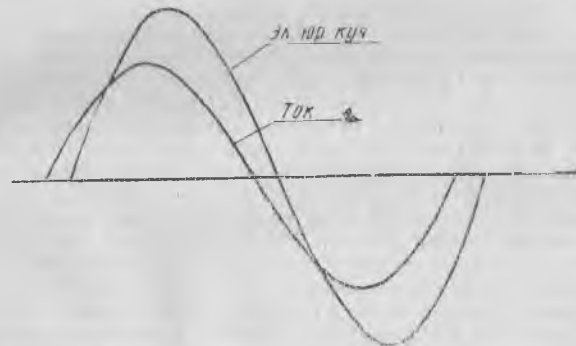
59-нчи расм.

нинг қиммати нольга баравар, ва аксинча, ток қиммати ноль бўлганда (e нуқтаси) у, ўзининг энг катта қимматига эришади. Натижада ўз индукция электр юритучи куч синусоидаси ток синусоидасига нисбатан $\frac{1}{4}$ давр кечикиб (орқада) боради. 58-нчи расмда ўзгаручи ток ва ундан ҳосил бўлган ўз индукция электр юритучи кучнинг вақт ўтиши блан ўзгариши кўрсатилган. Агар ташқи даврада ўз индукция бўлмаса, ток ва кучланиш бирхил равишда ва баравар ўзгаради. Ток блан кучланиш бирхил ўзгарганда, улар бир *фазада* туришти дейилади (59-нчи расм).

Ўз индукция электр юритучи куч, ҳаммавақт, манба' кучланишига қарши йўналган бўлади. Шунинг учун манба' кучла-

ниши ўз индукция электр юритучи кучни ҳам қоплаши (енгиши) лозим. Масалан, ток нольга тенг бўлган вақтда (e нуқтаси, 58-нчи расм), ўз индукция электр юритучи куч eI га баравар. Демак уни енгиш учун худди шунча, лекин тескари йўналган кучланиш керак. m нуқтасида ўз индукция электр юритучи кучи нольга тенг бўлиб, буни қоплаш учун манба'дан электр юритучи куч талаб этилмайди. Буларнинг орасидан яна бирқанча нуқталар олиб, муҳокамани шу хилда давом этдирсак, манба'нинг ток синусоидасига нисбатан $\frac{1}{4}$ давр илгари кетган электр юритучи куч синусоидаси келиб чиқади.

Бундай эгри чизиқ фақат индуктив қаршилиги бўлган давранинг электр юритучи кучини кўрсатади. Демак, давра фақат индуктив қаршилиқдан иборат бўлса ток электр юритучи кучга ёки кучланишга нисбатан $\frac{1}{4}$ даврга силжиган бўлади. Ҳақиқатда эса бундай давранинг бўлиши мумкин эмас. Чунки ҳарқандай



60-нчи расм.

даврада, оз бўлса ҳам, маълум миқдорда актив қаршилиқ бўлади. Ҳарбир ўзгаручи ток даврасида ҳам актив, ҳам индуктив қаршилиқ бўлиши мумкинлигидан, ток кучи кучланишга нисбатан қандай бўлмасин олдин ёки кейинда бўлиши, я'ни силжиган бўлиши керак (бу силжиш нольдан ортиқ ва $\frac{1}{4}$ даврдан кам бўлиши шарт). Бу силжишни фаз силжиши деб *оталади* (60-нчи расм.) Ўзгаручи ток техникасида фаз силжиши кўпинча зарарли таъсир қилишидан, уни мумкин қадар камайтиришга ҳаракат қиладилар.

Ўзгаручи ток қуввати

Ток оқиб турган сим атрофида магнит майдони ҳосил қилиш учун электр манбаидан қисман энергия сарфланади. Ток қанча кучли бўлса, магнит майдони ҳам шунча кучли бўлади. Лекин даврани узиш вақтида сим атрофида ҳосил бўлган магнит майдонининг энергияси ўз индукция туфайли яна электр энергиясига айланиб, даврага қайтади. Иккинчи сўз билан айтганда магнит майдони ҳосил қилиш учун сарфланган энергия яна қайтиб келади. *Шундай қилиб, умуман олганда магнит майдонининг ҳосил бўлиши ва йўқолиши учун манба' ҳечқандай ҳақиқий энергия сарф қилмайди*, десак бўлади.

Магнит майдони ҳам худди ток каби ва унинг билан бир фазда синусоидаль эгри чизик билан ўзгариб туради. Ток ўзининг амплитуда қимматидан ўтиб, камайбошлаганда магнит майдонининг энергияси яна даврага қайтиб келади. Шундай қилиб, ўзгаручи ток даврасидаги электр энергиясининг бир қисми магнит энергияси шаклида доимо манба' билан исте'молчилар ўртасида айланиб юради. Лекин магнит майдони ҳосил қилиш учун сарфланган энергия сим ҳам кабельларни фойдасиз қиздириб, электр машинасидан қўшимча энергия талаб қилади.

Фойдали иш бажариш учун сарфланган энергияни актив энергия ва магнит майдони билан боғланган фойдасиз энергияни реактив энергия дейилади. Шунингдек токни ҳам *актив ва реактив ток* деб икки турга ажратилади. *Манба'дан сарфланган умумий энергиянинг қанча қисми актив энергияга айланганини курсатучи сонга — қувват коэффициентини деб аталади.* Қувват коэффициентини $\cos\varphi$ (косинус фи) билан ёзилади.

Ўзгармас токнинг қуввати $P = EI$ формуласи билан топилиши бизга ма'лум. Ўзгармас токда манба' билан исте'молчи ўртасида дайдиб юручи магнит майдон энергияси бўлмаслиги туфайли, бу қувват бутунлай актив қувватдан иборат бўлади. Ўзгаручи токда эса, $P = EI$ формуласи умумий қувватни, я'ни актив P_a ва реактив P_r қувватларни ўз ичига олади. Бу ерда E ва I кучланиш ва токнинг эффектив қимматларини билдиради. Бинобарин, юқорида айтилганларга кўра ўзгаручи токнинг актив қуввати:

$$P_a = EI \cos \varphi$$

га барабар бўлиши керак. Умумий қувват вольт — ампер билан ўлчаниб, актив қувват ўзгармас ток қуввати каби, ватт ёки киловатт билан ўлчанади. Мисол учун, исте'молчи 6000 вольт-ли кучланишда 500 ампер ток олиб, унинг қуввати 2400 киловатт бўлса, бу исте'молчининг қувват коэффициентини нимага тенг бўлишини топайлик. Умумий қувват:

$$P = EI = 6000 \times 500 = 3000 \text{ киловольт — ампер.}$$

$$\text{Қувват коэффициенти } \cos \varphi = \frac{2400}{3000} = 0,8$$

Электр машиналари ва ускуналарининг қувват коэффициентларини тўғридан-тўғри ўлчайоладиган асбоблар бор. Бу асбобларни *фазометр* деб аталади.

Яна бир мисол. Электростанцияда вольтметр 10 000 вольтни, амперметр 300 амперни, фазометр эса, 0,5 ни кўрсатмоқда; актив қувватни топинг.

Умумий қувват $P = EI = 10\,000 \times 300 = 3\,000$ киловольт-ампер; актив қувват $P_a = P \cos \varphi = 3\,000 \times 0,5 = 1\,500$ киловатт. Демак бутун энергиянинг ярмисигина фойдали иш учун сарфланмоқда экан.

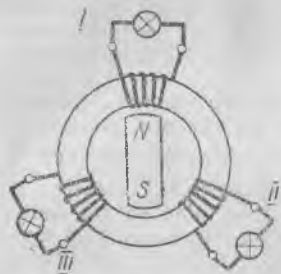
Қувват коэффициенти $\cos\varphi$ ноль билан бир орасида ўзгариши мумкин бўлиб, бу ток билан кучланиш ўртасидаги фаз силжишига боғлиқ. Кучланиш билан ток ўртасидаги фаз силжиши $\frac{1}{4}$ даврга барабар бўлса, қувват коэффициентини ($\cos\varphi$) нольга тенг бўлади. Бу актив энергия ҳам нольга тенг, я'ни электр энергияси ҳечқандай фойдали иш бажармайди демакдир. Агар кучланиш билан ток бир фазда бўлса, $\cos\varphi = 1$ бўлиб, манба'нинг ҳамма энергияси фақат фойдали иш бажариш учунгина сарфланади. Фаз силжиши ўзиндукцияга боғлиқ. Ўзиндукция қанча катта бўлса, $\cos\varphi$ шунча кичик бўлади.

Электромотор ва шунга ўхшаш исте'молчиларда индуктив ҳаршилик жуда катта бўлади. Лекин исте'молчилар ўртасида индуктив қаршилиги бўлмаган исте'молчиларни ҳам учратиш мумкин. Шунинг учун ҳам ўзгаручи ток станцияларида нормаль $\cos\varphi = 0,75$ билан 0,85 ўртасида бўлади. $\cos\varphi$ нинг паст (кичик) бўлиши электр станциялар учун ҳартомонлама зарарлидир. Шунинг учун ҳамавақт уни оширишга курашмоқ зарур. Қандай қилиб $\cos\varphi$ ни ошириш йўллари кейинги бобларда кўрсатиб ўтамиз.

Учфазлик ток

Юқорида кўрилган ўзгаручи токни *бирфазли ток* деб аталади. Бирфазли ток ҳам ўзгармас ток каби иккита сим орқали юборилади. Энди биз техникада энг кўп қўлланичи учфазли токнинг хусусиятлари билан танишайлик. 61-нчи расмда учфазли ток генераторининг ишлаш принципи кўрсатилган. Бу ерда статорнинг учта айрим ўрами бор. Улар статор айланаси бўйлаб, бир-бирларидан 120° силжиган бўлиб, ўрамларнинг биринчи учлари I, II ҳам III белгилари билан кўрсатилган. Энди агар ротор стрелка билан кўрсатилган томонга айланабошласа, ҳарбир мустақил ўрамда бирфазли ўзгаручи ток ҳосил бўлади. Лекин ҳамма фазлардаги тоқлар бир вақтда бирхил қимматга эга бўлаолмайдилар. Масалан, роторнинг расмда кўрсатилган ҳолатида биринчи ўрамдаги ток ўзининг амплитуда қимматига (ab) эга бўлиб (62-нчи расм) II ва III

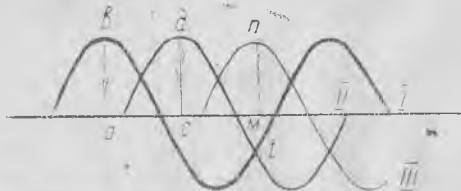
Ўрамлардаги тоқлар эса, бундан кам бўлади. Ротор яна 120° бурилганда II ўрамда ток амплитуда қимматига эришиб, I ўрамда ундан кам бўлади. Шунингдек ротор яна 120° га бурилганда III ўрамда ток амплитуда қимматига эришиб, қолган ўрамлардаги тоқлар ундан кам бўлади. Натижада алоҳида ўрамдаги тоқларнинг қиммати бир-бирларига нисбатан 62-нчи расмда кўрсатилган синусоидаль чизиқ бўйича ўзгариб туради. Ҳақиқатан ҳам ab -га барабар ва бирхил йўналган cd ундан $\frac{1}{3}$ даврга ёки 120° га силжиб,



61-нчи расм.

mn эса $\frac{2}{3}$ даврга ёки 240° га силжиган. Шундай қилиб, бир-биридан $\frac{1}{3}$ даврга силжиган учта бирфазли тоқка учфазли тоқ деб оталади. 61-нчи расмда кўрсатилган энг оддий учфазли тоқ генераторининг тузилишини яна ҳам соддароқ схема блан кўрсатиш мумкин (63-нчи расм). Буида статор ўрами жим-жимма чизиқ блан кўрсатилиб, ротор эса бу ерда кўрсатилмаган. Ҳарбир бирфазли тоқ даврасига электрлампа уланган. 61-нчи ва 63-нчи расмлардан кўринишича, бундай генераторлардан ток юбориш учун 6 та сим керак.

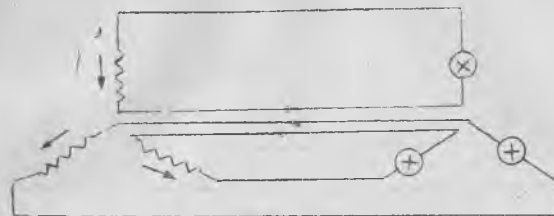
Лекин учфазли тоқнинг ажойиб бир хусусияти бор; учфазли генератордан 6 сим ўрнига фақат 3 ёки 4 сим ишлатилса,



62-нчи расм.

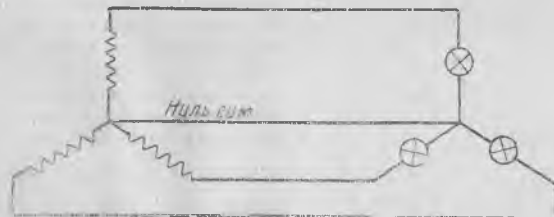
ҳам худди шундай натижани олиш мумкин. Бунинг учун юқорида келтирилган (63-нчи расм) схемадаги тоқ қайтиб келаётган уч симни бирлаштириш керак, холос (64-нчи расм). Лекин бу ерда, уч симни бирлаштириш натижасида тоқ ҳам уч марта кўпаяди, деб ўйлаш мумкин. Ҳақиқатда бундай эмас. Аслида бу сим оққали ҳечқандай тоқ ўтмайди. Шунинг учун ҳам уни *ноль сими* деб оталади ва уни олиб ташлаш ҳам мумкин (65-нчи расм).

Уч фазли тоқнинг бу хусусиятини яхшироқ тушувиш учун яна синусоидаль чизиқларга мурожаат этамиз (62-нчи расм). Синусоидаль чизиқнинг паст-баландлиги тоқнинг йўналишини ва қимматини кўрсатиши бизга маълум. Масалан, m нуқтасида I ва II ўрамдаги тоқларнинг қиммати mt га барабар бўлиб, биртомонга йўналганлар. Демак бир-бири блан қўшилиб, натижада тоқ қиммати $2mt$ га тенг бўлади. Лекин худди шу



63-нчи расм.

вақтда III ўрамда ҳам тоқ $mn = 2mt$ бўлиб, олдинги икки фазадаги тоқларнинг йиғиндиси га тескари йўналган. Демак, улар бир-бирини йўқ қилиб юборадилар; натижада уччала симдаги тоқларнинг йиғиндиси нольга тенг бўлади. Шунинг сингари уччала тоқнинг ҳар ондаги йиғиндиси доимо нольга барабар экан.



64-нчи расм.

лигини кўриш мумкин. Демак, уч сим ўрнига олинган бу ноль симдан ҳақиқатан тоқ ўтмайди.

Генератор ва истеъмолчиларни шу усулда улашга *юлдуз улаш* деб оталади. Шунга кура юлдуз уланган электромашиналарда уч ўрамнинг бирхил учлари (учлари ёки охирилари) бирга тугулган бўлишлари шарт (66-нчи расм). Бирга тугилган нуқталарни *ноль нуқта* деб оталади.

Уч фазли тоқнинг хусусиятларини текширганда биз ҳарбир фазадаги тоқни ва қаршилиқларни бирхил деб ҳисоблаб келдик. Фақат шу ҳолдагина ноль симдан тоқ ўтмайди ва уни олиб

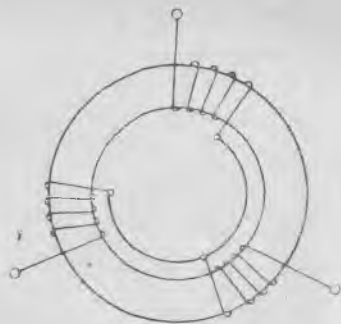
ташлаш ҳечбирзарар етказмайди. Акс ҳолда ноль симдан озгина бўлса ҳам ток ўтиб туради ва уни *ноль сим токи* дейилади. Шунинг учун ноль симни ингичка симлардан тортилади.

Юлдуз улашда фаз (фазовое) ва фаз-аро (междуфазное) кучланишларнинг ўртасидаги фарқига бориш лозим. *Фаз кучланиши деб, — ноль нуқта ёки ноль сим блан асосий сим-*



65-нчи расм.

лардан бирининг ўртасидаги кучланишга айтилади. Асосий симлардан истаган иккитасининг ўртасидаги кучланишга эса, фаз-аро кучланиш ёки йўл кучланиши дейилади. Демак 65-нчи расмда лампалар фаз кучланишга уланган.



66-нчи расм.

Назарий ҳисоб ва тажрибалар фаз-аро кучланишнинг фаз кучланишга нисбатан 1,73 марта ортиқ бўлишини кўрсатади. Масалан, кўпинча шаҳардаги паст кучланишли электр тормоқларида асосан учфазли ток қўлланилиб, уларнинг фаз-аро кучланиши 380 вольт, фаз кучланиши $\frac{380}{1,73} = 220$ вольтга барабар. Ба'зи ерларда фаз-аро кучланиш 220 вольт ва фаз кучланиши $\frac{220}{1,73} = 127$ вольт бўлади. Шунинг учун бир фазли исте'молчиларни фаз кучланишга ҳам, фаз-аро кучланишга ҳам улаш мумкин. Масалан, 220 вольтли лампочкани юқорида кўрсатилган электр тормоқларидан биринчисида фақат фаз кучланишга улаш мумкин, иккинчисида эса фақат фаз-аро кучланишга улаш мумкин. *Ҳарбир исте'молчи орқали ўтуши токни фаз токи ва ҳарбир фаз симидан ўтуши токни йўл токи дейилади. Юлдузли улашда йўл токи фаз токига барабардир.*

Учфазли ток қуввати

Учфазли ток, учга бирфазли токдан иборат бўлганлигидан унинг актив қуввати ҳарбир фазнинг актив қувватига қараганда уч марта ортиқ бўлади.

Я'ни

$$P_a = 3 E_\phi I_\phi \cos \varphi;$$

Бу ерда I_ϕ — блан фаз токи, E_ϕ — блан фаз кучланиши кўрсатилган. Лекин ўлчаш қулай бўлганлигидан амалда ҳаммавақт фаз-аро кучланиш блан йўл токи ўлчанади. У ҳолда учфазли ток қуввати

$$P_a = 1,73 E I \cos \varphi \text{ га барабар.}$$

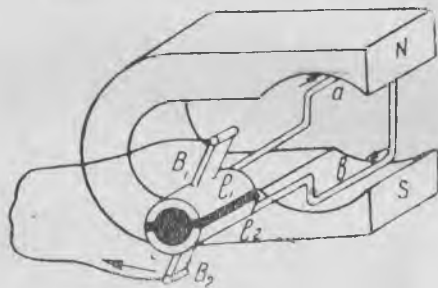
Бу ерда йўл ток — I блан ва фаз-аро кучланиш — E блан кўрсатилган. Масалан, учфазли генераторнинг кучланиши 6 600 вольт бўлиб, 100 ампер ток бераётган ва фазомер 0,7 кўрсатиб турган бўлса, генераторнинг қуввати формулага мувофиқ:

$$P_a = 1,73 \times 100 \times 6\,600 \times 0,7 = 800 \text{ кВт га барабар;}$$

IV. ЭЛЕКТР МАШИНАЛАРИ

Ўзгармас ток олиш усули ва коллектор

Ўзгармас ток генератори, ўзгаручи ток генераторидан бир-қанча фарқ қилади. 67-нчи расмда энг содда тузилган ўзгармас ток генераторининг ишлаш принципи тасвирланган. Бу ерда ўрамнинг учлари ҳалқаларга уланмасдан, бир-бирисидан изоляцияланган паллаларга уланган. Бу паллалар — коллектор деб



67-нчи расм.

оталиб, ташқи даврада ўзгармас ток олиш учун хизмат қилади.

Коллекторлар ўрам блан бир томонга айланганда уларга тегиб турган B_1 ҳам B_2 шчёткалари қўзғалмай бир жойда туради. Масалан, ўрам чап томонга айланса a ҳам b симларида ҳосил бўлган индуктив электр

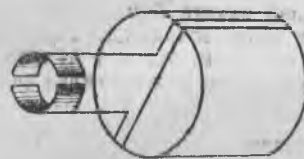
юритучи куч стрелка блан кўрсатилган томонга йўналган бўлиб, ташқи даврада эса, B_2 шчёткадан B_1 шчёткага йўналган бўлади. Ўрам нейтраль текисликка етганда индуктив электр юритучи куч йўқолади; бу текисликдан ўтгач, электр юритучи куч ўз йўналишини тескари томонга ўзгартади. Бу вақтда коллекторнинг I_1 палласи B_1 шчётка остидан чиқиб, B_2 шчётка остига ўтади. Худди шунингдек симлардаги индуктив Э. Ю. кучни текшириб кўрсак, ток ташқи сим орқали B_2 шчёткасидан B_1 шчёткасига йўналганлигини кўрамиз. Демак, коллектор ёрдами блан бир томонга йўналган ток, я'ни ўзгармас ток олиш мумкин.

Агар ўрамлар яхлит темир ўзакка ўралган бўлсалар, уларда кучланиш бирнеча марта ортиқ бўлиши мумкин. Чунки магнит

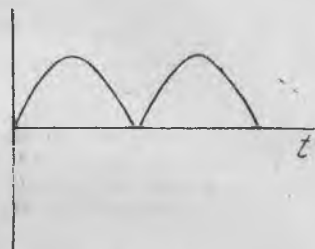
куч чизиқлари темир ўзак (якорь ёки ротор) орқали ўтишлари туфайли, магнит майдони ҳам бирнеча марта кучаяди.

Бундан ташқари катта электр юритучи куч олиш учун якорьга битта ўрам ўрнига, кетма-кет уланган бирнеча ўрам ўралиши мумкин (68-нчи расм). Бундай қилинганда ҳарбир ўрамда ҳосил бўлган электр юритучи кучлар бир-бири блан қўшилади.

Бундай энг оддий ўзгармас ток генераторида электр юритучи куч бир томонга йўналган бўлса ҳам, лекин унинг қиммати доимо бирхил бўлмайди. Ҳақиқатдан ҳам 67-нчи расмда кўрсатилгандек a ва b симлар қутб остидан ўтган пайтларда, уларда электр

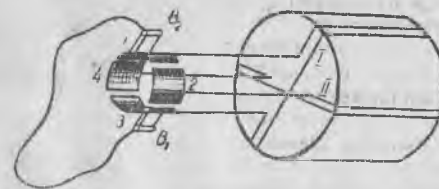


68-нчи расм.



69-нчи расм.

юритучи куч энг кўп бўлади, лекин бу симлар нейтраль текисликдан ўтганда эса, электр юритучи куч нольга баравар бўлиб, сўнгга яна қўпая бошлайди. Шу хилда олинган электр юритучи куч ва унга мос келадиган ток қимматини 69-нчи ра-

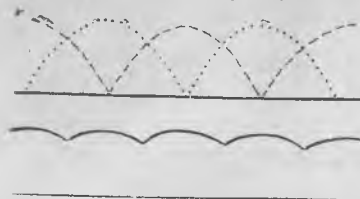


70-нчи расм.

смда кўрсатилган ярим синусоидаль чизиқлар блан тасвирлаш мумкин.

Энди, 70-нчи расмда кўрсатилганидек, якорьга айрим-айрим иккита ўрам ўраб, уларнинг учларини тўрт паллали коллекторга улайлик. Якорь илгаригидек икки қутбли магнит майдонида айланар экан, у вақтда электр юритучи куч қимматининг ўзгариши B_1 ва B_2 шчёткаларида анча текисланади. Ҳақиқатан ҳам, I ўрамдаги электр юритучи кучнинг қиммати нольга етмасдан туриб, B_2 шчёткаси остига электр юритучи куч

юксалиб келаётган II ўрам коллекторининг 2-нчи палласи кирди. У ҳолда шчёткалардаги электр юритучи куч қимматининг ўзгариши 71-нчи расмда кўрсатилганча бўлади. Бу ерда — нуқталар блан кўрсатилган ярим синусоидаль чизиқ I ўрамда ҳосил бўлувчи электр юритучи кучнинг қиммати, пунктирли



71-нчи расм.

чизиқ блан эса — II ўрамда ҳосил бўлувчи электр юритучи кучнинг қиммати кўрсатилган. Остидаги йўғон чизиқ V_1 ва V_2 шчёткалари орасидаги электр юритучи кучларнинг қиммати қандай ўзгаришини тасвирлайди.

Амалда ўзгармас ток, динамомашиналардаги коллекторлар иккита ёки тўртта пал-

лалардан иборат бўлмай, балки баъзи машиналарда ҳатто юзлаб бўлади. Натижада ташқи даврадаги ток ҳам, ўзининг йўналиши жиҳатидангина эмас, балки ўзининг қиммати жиҳатидан ҳам анча текис — ўзгармас бўлади.

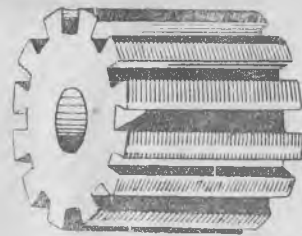
Якорь ва ўрамлар

Индуктив электр юритучи куч олиш мақсадида қўлланилган ва устига сим ўралган темир ўзакка *якорь* деб оталади. Симлар темир ўзакка маълум қонун ва қоидага мувофиқ, қўзғалмас қилиб ўрнатилади. Симларни ўзакка ўрнатиш учун ўзакда узун ариқчалар қилинган бўлади (72-нчи расм).

Ўзакда ҳосил бўладиган фуко токига қарши курашиш учун, ўзак бир-биридан юпқа изоляция (қоғоз ёки лок) блан ажратилган, қалинлиги 0,3 — 0,5 миллиметрли тунукалардан ясалади. Катта машиналарда эса, якорьларни шамоллатиб (совутиб) туриш учун алоҳида ариқчалар ҳам қилинади. Якорьнинг икки томонига подшипник ўрнатиш учун якорь бўйлаб узунасига ўқ ўтказилади. Бу ўқ якорь коллекторларини мустақам ўрнатиш учун ҳам хизмат қилади.

73-нчи расмда бир ўққа ўрнатишган якорь блан коллектор кўрсатилган.

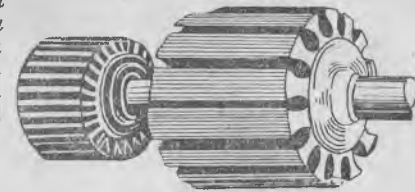
Энди, якорьларга сим ўраш усули блан танишиб ўтайик. 74-нчи расмда икки қутбли магнит майдони орасида айлануви энг оддий ўрамли якорь кўрсатилган. Бу расмда якорьнинг коллектор томонидан кўриниши тасвирланган. Якорь устидан ўтган симлар 8 та бўлиб, улар кичик доирачалар блан кўрса-



72-нчи расм.

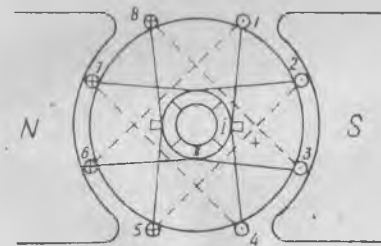
тилган. Бундан ташқари, яхлит чизиқлар узунасига кетган симларни коллектор орқали бир-бирисига улалишини ва пунктир чизиқлар уларнинг орқа томондан улалишини кўрсатади. Масалан, 1-нчи сим олдинги томондан I коллектор палласи орқали 4-нчи сим блан ва орқа томонидан 6-нчи сим блан уланган.

Биринчи учи бирорта коллектор палласидан бошланиб, иккинчи учи иккинчи бошқа бир коллектор палласига келгунча кетма-кет уланган симлар ўрамини секция деб оталади. Масалан, 1-нчи ва 6-нчи симлар; уловчи симлар блан бирликда, битта секцияни ташкил этадилар. Чунки биринчи симнинг бир учи I-коллектор палласидан бошланиб II коллектор палласида тамом бўлувчи ўрам юқорида кўрсатилган 1-нчи ва 6-нчи симларнинг икки ўз ичига олади. Секциялар ўз ичига бирқанча симларни олиши ҳам мумкин. Якорьдаги секцияларнинг сони ҳаммавақт коллектор паллалари сонига барабар бўлади.



73-нчи расм.

Якорьдаги айрим сим ва секциялар бир-бири блан шундай улалиши керакки, натижада уларда ҳосил бўлган электр юритучи кучлар бир-бирига қўшилиши керак. Агар 74-нчи расмда кўрсатилган якорь ўрамидаги симларга назар солиб қарасак,



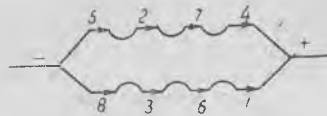
74-нчи расм.

бу симларнинг коллектор паллалари орқали бир-бирига узликсиз туташганлиги очиқ кўринади: 1 — 4 — 7 — 2 — 5 — 8 — 3 — 6 — 1. Симлар 1-нчи симдан бошланиб, ҳеч ерда узилмай яна 1-нчи симга қайтиб келади. Ўрамларнинг бундай узликсиз уланган бўлишлари якорь ўрамларининг асосий шартларидан биридир. Агар, якорь стрелка блан кўрсатилган томонга айланабошласа, ўнг қўл қоида-сига мувофиқ, симларда ҳосил бўлган электр юритучи кучнинг йўналиши белгилар блан кўрсатилган томонда бўлади.

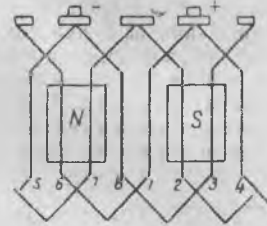
Шчёткалар, ҳаммавақт, қарама-қарши йўналган электр юритучи кучлар бир-бири блан учрашган жойга қўйилади. Токларнинг йўналишига қараб, ўнг томондаги шчётка генераторнинг мусбат (+) қутби ва чап томондаги шчётка манфий (—) қутби деб оталади. Генераторнинг магнит қутблари қанча бўлса, шчёткаларнинг сони ҳам шунча бўлади.

Энди биз, якорьнинг ҳозирги айланишида токнинг йўналиши бўйлаб кетма-кет уланган симларни текшириб кўрайлик. Шу ҳолда (—) қутбдан бошлаб (75-нчи расмда кўрсатилганича) симлар икки тормоққа бўлинади. Биринчи тормоқ 8—3—6—1 симлардан ва иккинчиси 5—2—7—4 симлардан иборат бўлиб, мусбат (+) шчёткасига (қутбига) келадилар. Демак, бутун якорь ўрами икки параллель тормоқдан иборат.

Тушуниш енгил бўлсин учун якорь ўрамлари кўпинча ёйиб кўрсатилади. Бунинг учун якорьни юққа цилиндр деб фараз қилинади ва узунасига кесиб, биртекис сатҳга ётқизилади. Шундай қилганда симларнинг бир-бирлари блан уламинишни кўриш қулай бўлади. 76-нчи расмда якорьдаги ўрамларни 4-нчи ва 5-нчи симлар оралиғидан узунасига кесиб ёйилган ҳолати кўрсатилган. Тикка чизиқлар, якорь бўйлаб кетучи симлар-



75-нчи расм.



76-нчи расм.

ни ва бурчак ҳосил қилучи чизиқлар якорьнинг олди ва орқа томонидан ўтган симларни кўрсатади. Шимолий ва жанубий магнит қутблари, 74-нчи расмдаги схема каби, ўша симлар қаршида кўрсатилган; шунингдек симларнинг коллекторга уланишлари ва шчёткаларнинг ўринлари аввалгича сақланган.

Ўрамларни ўрашда ёки ҳисоблашда ба'зибир шартли аломатлардан фойдаланиш кўп қулайлик беради. Шунинг учун узунасига ўрнатилган симларни бир-бирисига улашда улардаги рақамларнинг фарқини қадам (шаг) деб оташ шартланган. Юқоридаги мисолда қадам 3 га барабар.

Генераторнинг электр юритучи кучи магнит оқими ҳамда якорьга ўралган симларнинг сони блан якорьнинг айланиш тезлигига пропорциональدير. Демак, машиналардан катта электр юритучи куч ва умуман катта қувват олиш учун шуларнинг биттасига та'сир этиш, я'ни ўзгарта билиш керак. Лекин ёлғиз симларнинг сонини кўпайтириш ёки магнит оқимини кучайтириш каби чоралар машиналарни кўпол ва оғирлаштириб юборади ҳамда иқтисодий жиҳатдан қимматга тушади. Шу блан бирга жуда ҳам тез айланучи якорь қуриш ҳам анча қийин. Бу қийинчиликлардан қутулиш учун битта осон йўл бор. Бу ҳам бўлса икки қутбли электр магнитлар ўрнига кўп қутбли электр магнитлар қўлланишдир.

Генераторлардаги магнит қутблари ҳарвақт 4,6,8 каби жуфт

бўлиб, шимолий ва жанубий қутблар кетма-кет олмоштирилиб ўрнатилади. Магнит қутбларининг кўп бўлиши якорьнинг айланиш тезлигини ошириш блан барабар. Ҳақиқатан ҳам тўрт қутбли магнит майдонида якорь бир марта айланганда, ўрамлардаги ток тўрт марта ўзгаради; ваҳоланки икки қутбли машиналарда бунинг учун якорь икки марта айланиши керак. Худи шунингдек натижа олиш учун 6 ва 8 қутбли машиналар яқори икки қутбли машиналар яқорига қараганда 3 ва 4 марта секин айланиши мумкин.

Кўп қутбли машиналарда якорь ўрамлари анча мураккаб бўлади. Лекин бу ерда ҳам бутун ўрамнинг узликсиз бўлиб, кетма-кет уланучи симлардаги электр юритучи кучларнинг бирига қарама-қарши йўналмаган бўлишлари керак.

Магнит майдонини ийдириш

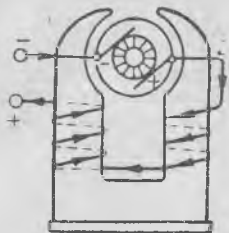
Генераторларда кучли магнит оқимлари туғдириш учун махсус электромагнитлар ўрнатилади. Улар магнит қутблари вазифасини бажаради. *Магнит оқими туғдиришни ийдириш* дейилади. Электромагнитларни ийдириш учун токни четдан, я'ни батареядан ёки иккинчи бир динамомашинадан олиш мумкин. Амалда, ийдириш токи генераторларнинг ўзидан олинади. Бунинг *ўз-ўзидан ийдириш (самовозбуждение)* дейилади. Бу принцип қуйидагидан иборат: динамомашиналарнинг ийдириш ўрамаларига дастлаб четдан ток берилади. Шундан кейин электромагнитда, жуда заиф бўлса ҳам, бирқадар магнит кучи қолади. Бу магнит кучига *қолдиқ магнетизм* деб оталади.

Агар ийдириш ўрамлари якорьга уланар экан, машина юрғанда дастлабки қолдиқ магнетизм та'сири остида якорьда индуктив электр юритучи куч ҳосил бўлади. Бу электр юритучи куч натижасида ҳосил бўлган токнинг бир қисмини ёки бутунисини ийдириш ўрамларидан ўтказиш мумкин. Токнинг кучига қараб магнит оқими ҳам кучая боради. Бу кучли магнетизм кўпроқ электр юритучи куч ва шунга яраша катта ток ҳосил қилиб, ўз навбатида, электр магнитни янада кучайтиради. Шундай қилиб, қисқа муддат ичида динамомашина нормаль электр юритучи кучга эга бўлади.

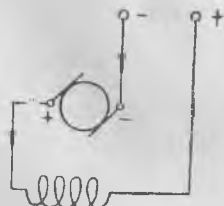
Ўз-ўзидан иючи машиналарда электромагнит ўрамини якорь қутбига улаш йўллари уч хил бўлиши мумкин. Шунга яраша ўзгармас ток машиналарини *сериес, шунт* ва *компаунд* машиналар деб юритилади.

Ийдириш ўрами исте'молчилар блан кетма-кет уланган машиналарни (77-нчи расм) сериес машина деб оталади. Якорьни доира шаклида ва электромагнитларни ўрам шаклида кўрсатиб сериес, машина схемасини 78-нчи расмда кўрсатилганидай тасвирлаш мумкин. Сериес машинани генератор сифатида ишлатиш жуда қулайсиз. Чунки бирхил (ўзгармас) тез-

лик блан айланиб турган динамонинг ташқи даврасида қаршилик тасодифан камайиб кетганда, аксинча ток ортиб кетиши сабабли, магнит оқими жуда кучайиб кетади. Натижада якорьда ҳаддан ташқари индуктив электр юритучи куч ҳосил бўлади. Агарда тасодифан қаршилик кўпайиб кетса, токнинг камайиши сабабли магнит оқими кучсизланиб кетади; натижа-



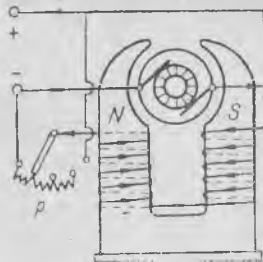
77-нчи расм.



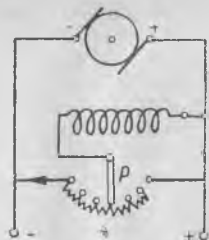
78-нчи расм.

да ташқи симда ток камайиб, ҳатто нольгача бориб қолади. Ваҳоланки исте'молчилар генератордан доимо бирхил кучланиш ва етарли қувват бериб туришни талаб этадилар.

Ййдириш ўрамлари, исте'молчилардан мустақил равишда, бевосита якорь шчёткаларига параллел уланадиган генераторларни шунт генератор дейилади. Шунт генераторда



79-нчи расм.



80-нчи расм.

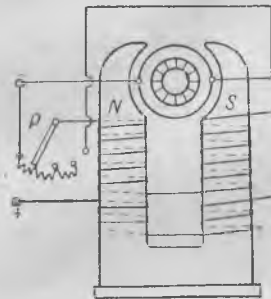
электрмагнит ўрамлари якорьга параллел улангани учун улардан исте'молчиларга боручи токнинг ҳаммаси ўтмайди (79 ва 80-нчи расмлар). Бу ўрам ингичка симдан ўралганидан ундан умумий токнинг фақат бир қисми ўтади, холос.

Ташқи симда ток кўпайиши блан якорь ўрамларида кучланишнинг пасайиши ортади. Демак, машина қисмасидаги (зажим) кучланиш ҳам камаяди. Бу электрмагнит ўрамларида токнинг камайишига сабаб бўлади.

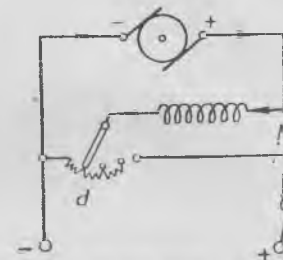
Шундай қилиб, машина қисмасидаги кучланиш ташқи юкламага қараб ма'лум чегарада ўзгариб туради, я'ни юклама токи кўпайиши блан кучланиш пасаяди, токнинг камайиши блан кучланиши кўтарилади.

Компаунд генератор шунт ва сериес генераторларнинг ййиндисида иборат бўлиб (81-нчи ва 82-нчи расмлар), унинг иккита ййдириш ўрами бор. Бу машина сериес ва шунт машиналарнинг камчиликларида холидир. Компаунд генератор ташқи даврадаги юкломанинг ўзгаришига қарамай, кучланишни доимо бирхилда сақлаб тураолади.

Электростанциялардаги генераторлар ташқи даврада кучланишни бирхил тутиб турабилишлари ва исте'молчилар талабига қараб ўз қувватини ўзгартаолишлари лозим. Бу талабни осонлик блан бажа-



81-нчи расм.



82-нчи расм

риш учун шунт ва компаунд динамоларнинг ййдириш ўрамини (79— ва 81-нчи расмларда кўрсатилганидек) шунт реостат уланиб, магнит оқими ўзгартиб турилади. Бу реостатни *регулятор реостат* деб оталади. Шунт ўраминидаги реостатнинг қаршилиги юклама кўпайганда камайтиради, ва аксинча, юклама камайганда кўпайтиради.

Ўзгармас ток моторлари

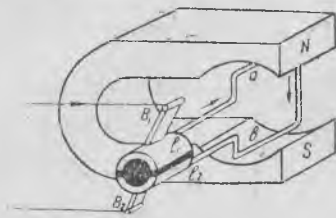
Электромоторлар тузилаш жиҳатдан динамомашиналардан ҳеч фарқ қилмайди. Юқорида кўрилган динамомашиналарни генератор қилиб эмас, балки мотор қилиб ҳам ишлатиш мумкин. Бунинг учун шчёткалар орқали якорьга бошқа электр манбаидан ток берилиши керак, холос.

Юқорида биз магнит кутбларининг токли симга қандай та'сир қилишини кўриб ўтган эдик. Электр энергиясини механик энергияга айлантиручи электромоторлар ана шу асосда ишлайдилар. Ҳақиқатан ҳам 83-нчи расмда кўрсатилганича, B_1 ва B_2 шчёткаларига кучланиш берилар экан, у ҳолда сим ўрамини

чап томонга айланабошлайди. Бу айланиш натижасида a сими b сими ҳолатига келганда, I_1 ҳам I_2 ҳолатига келади. Бу вақтда b сими та'сир қилаётган куч a сими та'сир қилади. Демак, a ва b симлари доим бир томонга қараб айланаверадилар.

Коллектор динамо машиналарда ўзгармас ток олишга ёрдам қилса, электромоторларда токнинг ма'лум симларга бўлиниши учун хизмат қилади.

Мотор орқали ўтувчи ток фақат якори ўрамларининг қаршилигигагина боғлиқ эмас. Шунинг учун ишлаб турган моторнинг токни билиш учун Ом қонунининг бирмунча ўзгартилган формуласи қўлланилади. Бу масала катта аҳамиятга молик бўлганидан уни кенгроқ тушунтириб ўтамиз.



83-нчи расм.

Якорь магнит майдонида айланганда унинг ўрамлари куч чизиқларини кесиб ўтади. Бу вақтда унда, генератор ўрамларида бўлгани каби, индуктив электр юритувчи куч ҳосил бўлади. Агар ўнг қўл қондасига мувофиқ бу электр юритувчи кучнинг йўналишини аниқлаб кўрсак, унинг ташқаридан келтирилган кучланишига қарши йўналганлигини кўраемиз. Шунинг учун ҳам уни — *тескари электр юритувчи куч* деб оталади.

Тескари электр юритувчи кучни e , ташқаридан келтирилган кучланишни E ва якори ўрамларининг қаршилигини R блан белгиласак, якори ўрамидаги ток қуйидагича топилади:

$$I = \frac{E - e}{R}$$

Лекин тескари электр юритувчи куч якори ўрамнинг айланиш тезлигига (бир минутда неча марта айланиш сонига) боғлиқ. Якори қанча тез айланса, тескари электр юритувчи куч ҳам шунча ортаборади. Электромотор салт юрганда улар жуда тез айланиб, токни кам сарф қиладилар. Аммо унга юклама берабошласак, якори ўрамнинг айланиш сони камаяборади; демак, тескари электр юритувчи куч ҳам камаяди. Натижада мотор катта ток олабошлайди. Ниҳоят электр мотор тўхтаб турганда e нольга барабар бўлиб, ток энг кўп бўлади. Масалан, якори ўрамларининг қаршилиги 0,15 ом бўлган мотор 120 вольт кучланишли тормоққа уланган бўлсин. Якори ўрамнинг турли ҳолатдаги токни топайлик. Агарь якори қўзғалмай тек турса, ундаги ток Ом қонунига мувофиқ

$$I = \frac{120}{0,15} = 800 \text{ ампер бўлар эди.}$$

Агар мотор юриб турса ва унинг тескари электр юритувчи кучи 105 вольтга барабар бўлса, у ҳолда ток кучи

$$I = \frac{120 - 105}{0,15} = 100 \text{ ампер.}$$

бўлади. Шундай қилиб, мотор ишга солиниш вақтида нормаль токка қараганда 7—8 марта кўпроқ ток талаб қилади.

Якори ўрамларининг қаршиликлари одатда жуда оз бўлади. Шунинг учун моторларни юргизиш пайтида катта ток ўтишидан сақланиш учун якори ўрамига кетма-кет реостат — *юртиши реостати* уланиши лозим, акс ҳолда катта ток якори ўрамларини куйдириб юбориши турган нарса. Моторнинг айланиши ортаборган сари ундаги тескари электр юритувчи куч ҳам ортаборади. Шунга кўра, реостатнинг қаршилиги камайтирила борилиши лозим. Правордида моторнинг айланиши нормаль сонга етганда реостат даврдан чиқарилиши керак.

Моторни тўхтатиш олдида уни келгуси ишга тайёрлаб қўйиш ва ба'зи зарарли ҳодисаларнинг олдини олиш учун реостат, аксинча, секинлик блан даврага киритилади (қаршилик аста-секин кўпайтирилади). Реостат тула киритилгандан кейин моторга ток бериш тўхтатилиши мумкин.

Моторларнинг айланиши ййдириш ва якори ўрамидаги токка боғлиқ бўлганидан, унинг қайси томонга қараб айланиши ҳам якоридаги ва ййдириш ўрамидаги токнинг йўналишига боғлиқдир. Чап қўл қондасига асосланиб қуйидаги хулосани айтиш мумкин:

1. Агар электромагнит блан якори ўрамидаги токларнинг йўналиши бирданига ўзгартирилса, моторнинг айланиш томони ўзгармайди.

2. Агар фақат ййдириш ўрамидаги ёки якоридаги ток йўналиши ўзгартирилса, мотор тескари томон айланабошлайди.

Тажрибага кўра, моторнинг айланиш тезлиги унга келтирилган кучланишга боғлиқ. Агар ма'лум кучланишда ишлаши лозим бўлган моторни камроқ кучланишга уласак, унинг айланиш сони ҳам кам бўлиши керак. Бундан ташқари, моторларнинг айланиш сонига магнит майдонининг кучли ёки заиф бўлиши ҳам катта та'сир қилади. Магнит майдони заифлашгани сари моторларнинг айланиш сони ортаборади.

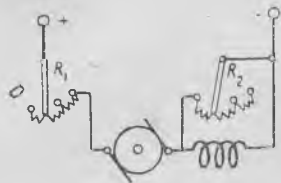
Динамомашиналар каби, моторлар ҳам серияс, шунт ва компаунд бўлиб, уч турли буладилар.

Серияс мотор

Серияс динамо шчёткалари ўзгармас ток манба'ига уланса, у серияс мотор булиб ишлайди. Ташқи симлардан келучи ток якори ва ййдириш ўрамларидан ўтади. Натижада бу ўрамлар атрофида магнит майдони ҳосил бўлади. Бундай моторларнинг айланиш сони механик юкларнинг миқдорига боғлиқ.

Механик юклама бўлмаса (мотор салт айланса), унинг айланиш сони ҳатто хавфли даражага етиши мумкин. Шунинг учун серияс моторлардан фақат юклама берилган ҳоллардагина фойдаланиш мумкин. Серияс моторларнинг юклама берилган бўлишига қарамай осонлик блан қўзғалолиши, унинг энг яхши хусусиятларидандир.

Серияс моторлар тезликни кенг миқ'ёсда ўзгартишни ва юклама остида бўлишига қарамай осонлик блан қўзғалишни талаб қиладиган ерларда ишлатилади (масалан: трамвай, троллейбус ва бошқалар). Моторларнинг айланиш сонини тегишли равишда ўзгартиб туриш учун ёки якорьга берилган кучланишни ўзгартиш керак, ёки электромагнит майдонини ўзгартиш керак. Ба'зи вақтларда ийдириш ўрамига кетма-кет уланган реостат блан якорьга берилган кучланиш ўзгартирилади. Шундай уланган реостат бир вақтда ҳам юритиш, ҳам айланиш сонини (тезликни) ўзгартадиган реостат вазифасини бажаради.



84-нчи расм.

Магнит майдонини ийдириш ўрамларига параллель уланган реостат ёрдами блан ўзгартилади (84-нчи расм). Бу реостат блан ийдириш ўрамларидаги токни ўзгартиш, токнинг ўзгариши эса, ўз навбатида магнит майдонини ўзгартиши мумкин. Демак, R_2 реостат ёрдами блан якорьнинг айланиш сонини (тезлигини) ҳам ўзгартиш мумкин.

Серияс моторнинг айланиш томонини ўзгартиш учун ийдириш ўрамининг учларини олмоштириб улаш керак.

Шунт мотор

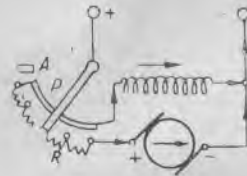
Шунт динамо шчёткалари ўзгармас ток кучланишига уланса, у шунт мотор бўлиб ишлайди. Шунт моторларнинг айланиш томонини ўзгартиш учун ёки якорь ўрамининг учларини ёки ийдириш ўрамининг учларини олмоштириб улаш керак. Шунт моторларнинг айланиш сонини ўзгартиш учун магнит майдонига та'сир этиш лозим. Бунинг учун ийдириш ўрамига реостат уланади. Ийдириш ўрамида токнинг оз бўлиши туфайли бу реостатда энергия ҳам жуда оз исроф бўлади.

Юклама ўзгариб турса ҳам, шунт моторларнинг айланиши жуда кам ўзгаради. Бунинг сабаби юкламага қарамай, мотор магнит майдонининг қарийб ўзгармаслигидир. Ҳақиқатда ҳам ийдириш ўраמידан ўтучи ток унинг қаршилиги ва икки учига келирилган кучланишга боғлиқ. Лекин кучланиш ўзгармас бўлганлигидан ийдириш ўрамидаги ток, демак магнит майдони ҳам ўзгармайди.

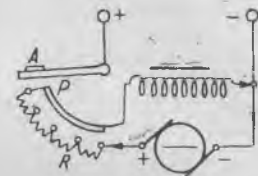
Шунт моторларнинг айланиш сони юкламага қарийб боғлиқ бўлмаганидан ва уни ўзгартиш иқтисодий жиҳатдан қулай

бўлганлигидан бу моторлар жуда кўп тарқалган. Шунинг учун шунт моторлар ҳақида муфассал тўхтаб ўтамиз.

Электромоторларни юргизишда юритиш реостатлари қўлланиши бизга маълум. Шунт моторларда эса, бу реостат яна айрим қўшимча хусусиятларга эга. Буни яхшироқ тушуниш учун, 85 ва 86-нчи расмларга мурожаат қилайлик. Бу расмларда юритиш реостати сопининг икки ҳолати — мотор ишлаб турган вақтидаги ва мотор тўхтатилган вақтидаги ҳолати кўрсатилган. Реостатнинг сопи P бўш контакт A устига ўтганда, ийдириш ўрами реостат R ва якорь блан узликсиз давра ҳосил қилади. Бу ҳол шунт моторлар учун мажбурий шарт-



85-нчи расм.



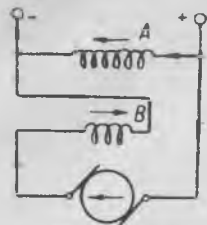
86-нчи расм.

лардандир. Моторни тўхтатмоқчи бўлиб P сопи бўш контакт A га ўтқазиш вақтида ташқаридан келучи ток узилади. Лекин ийдириш ўрамининг давраси узилмайдди. Натижада мотор инерция блан айланиб, ҳосил бўлган даврага динамомашинга каби ток беради. Бу ток якорьнинг айланиш сопи пасайган сари камайиб боради. Якорь тўхтаганда ток йўқолади. Иккинчи томондан, агар, ийдириш ўрами якорь ва реостат блан узликсиз давра ҳосил қилмаса, у вақтда бу даврани узиш пайтида ийдириш ўрамида катта ўз индукция электр юритучи куч ҳосил бўлиб, бу ийдириш ўрамининг изоляциясини ишдан чиқариши мумкин.

Моторларни юргизиш ва тўхтатиш вақтида реостатлар блан қандай муомала қилишни билиш керак. Моторлар эндиgina юришга бошлаганда якорьдан ўтучи катта токдан сақланиш учун ийдириш магнит майдони етарли даражада кучли бўлиши керак, чунки фақат шундагина якорь ўрамида етарли миқдорда тескари электр юритучи куч ҳосил бўлади. Бунинг учун ийдириш ўрамлари аввал реостатсиз, тўғридан-тўғри ташқи тормоққа уланган бўлиши лозим. Якорь эса ташқи тормоққа юритиш реостати орқали уланади.

Моторни тўхтатишда, аввал якорь даврасидаги юргизиш реостатининг қаршилигини ошириб бориб, провардида у ташқи тормоқдан ажратилгандан кейин ийдириш ўрами ҳам тормоқдан айрилади. Акс ҳолда яна тормоқдан якорьга катта ток келишига йўл қўйилган бўлади. Мотор ишлаб турган вақтида ийдириш ўрамларининг токсиз қолишидан ҳамавақт сақланиш керак.

тига эга бўлабшлайди. Лекин одатда ишлатиладиган компаунд моторларда ийдириш ўрамларидан бирисининг учлари олмоштириб уланади. Бундай қилганда иккала ийдириш ўрамларига ҳосил бўлган магнит майдонлари бир-бирисини кучайтиради.



89-нчи расм.

Моторларнинг ишлаш шароити ва фойдали иш коэффициенти

Моторларнинг тузилиш принциплари генераторлардан ҳеч қандай фарқ қилмаса ҳам, лекин уларнинг ишлаш шароитлари турли бўлиши мумкин. Генераторлар — махсус танланган қуруқ ва озода хоналарга жойлаштирилиб, моторлар эса, ишлаш шароитларига қараб чанг, зах, ва нам ерларда ўрнатилиши мумкин. Шунинг учун моторларнинг ташқи тузилишлари уларнинг ишлаш шароитларига қараб белгиланади. Усти очиқ моторлар тоза ва қуруқ ерларда ишлатилиб, уларнинг шамоллаб совуб туришлари ва кишилар томонидан доим назорат қилиниши мумкин. Лекин ташқаридан шикаст етмасин учун, чанг ифлос ва сувдан сақлаш учун моторлар ярим — очиқ ёки бутунлай ўралган бўлишлари мумкин. Бундай моторларда ўрамларнинг совуш шароитлари оғирлашиб, улар усти очиқ моторларга нисбатан камроқ юклама блан ишлатиладилар.

Ишлаш шароитларига қараб, моторларнинг қувват ва типларини тўғри танлаш техника ва иқтисодий жиҳатдаги катта аҳамиятга эга.

Электр машиналарнинг фойдали иш коэффициенти уларда нобуд бўлуши энергияга боғлиқ. Ўртача қувватли моторларнинг фойдали иш коэффициенти 90% га яқин бўлиб, кичик моторларда 60 — 70 процентдан ортмайди.

Ўзгармас ток машиналарини назорат қилиш

Электр машиналарини яхши парвариш қилиш ва улардан тўғри фойдаланишнинг муҳим шартларидан бири — уларни тоза тутишдир. Бунинг учун машинанинг фақат ташқи қисмини тоза тутиш kifоя этмайди, балки уларни назорат қилиб

туриши керак. Вақт-вақти блан машинанинг ички қисмларини, якориь ва ийдириш ўрамларини сиқилган ҳаво (ёки дам) блан тупроқ ва металл қипиқларидан тозалаб туриш керак, акс ҳолда бу чанглар мустаҳкам ўрнашиб қолгач, шамоллаш шароити оғирлашиши натижасида ўрам ва секциялар куйиб кетиши мумкин.

Агар машинага сув тегиб, нам тортиб қолган бўлса, уни махсус усуллар блан қуритмагунча ишлатмаслик керак. Машина ишлаб турган вақтда шчёткалар коллекторларга жуда ҳам қаттиқ босилмасин. Коллекторнинг текис ёйилиши учун шчёткалар ма'лум тартибда ўрнатилиши керак. Шчёткалар ўртасидаги оралиқлар бирихил бўлиши лозим. Агар машина ишлаб турган вақтда шчёткалардан бири ишга ярамай қолса, бу шчёткани янгилаш учун машинани тўхтатиш керак. Янги шчётканинг остки сирти коллектор сиртига текис тегиб туриши керак. Бунинг учун коллектор устига жилвир қоғоз кўйиб, шчётканинг остки сирти коллектор айланаси бўйлаб ишқаланади.

Коллектор сирти ҳамавақт тоза, ярқираб туриши лозим. Коллекторнинг сирти кир бостанда уни бензинда ҳўлланган латта блан артиш лозим. Коллекторни тозалаш (сийқалаш) учун ёғочдан қилинган болга шакли нарса тагига жилвир қоғоз ёпиштирилиб, уни коллекторга босилади (90-нчи расм). Якориь айлантирилса, коллектор кирдан тозаланади. Катта машиналар кун сайин тозаланиб турилиши керак. Бундан ташқари машиналарнинг губчакларига (подшинникларига) ҳам доимо қараб туриш керак. Губчакларнинг қизиб кетмаслиги учун уларнинг мойи ҳамавақт етарли бўлиши лозим.

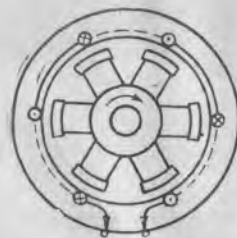


90-нчи расм.

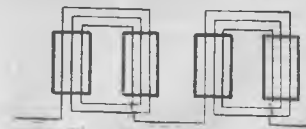
Ўзгаручи ток генератори

Ўзгаручи ток генераторлари асосан кўзгалмас ўрам — статордан ва айланучи магнит қутблари — ротордан иборат.

91-нчи расмда бир фазли ток генераторининг схемаси кўрсатилган. Расмда статор ўрамларининг ўрнатилиши яққол кўриниб турипти. Бу ерда ҳам ста-



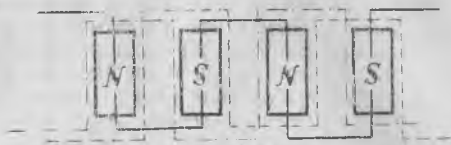
91-нчи расм.



92-нчи расм.

тор узунасига қўйилган олти сым олди томондан яхлит чизиқ ва орқа томондан пунктир чизиқ блан кўрсатилган симлар блан бир-бирига кетма-кет уланган.

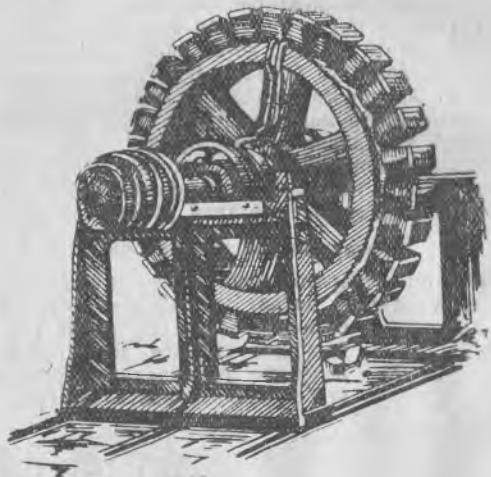
Ротор унڭ қўл томонга қараб айланабошласа, статор ўрамларида стрелка блан кўрсатилган томонга йўналган электр юритучи куч ҳосил бўлади. Бу ерда ҳарбир қўтб тўғрисида биттадан сим тўғри келади. Амалда қўлланучи машиналарда эса, статорда ҳарбир қўтб тўғрисида бирқанчадан симлар тўғри



93-нчи расм.

келади. 92-нчи расмда ҳарбир қўтб тўғрисида учтадан сим тўғри келадиган статор ўрами ёйиб кўрсатилган.

Ўзгаручи ток генераторларида ҳам ўзгармас ток генераторлари ўрамларидаги каби, симларда ҳосил бўладиган электр юритучи кучлар бир-бирларига қўшилиши керак. Бир фазли ток

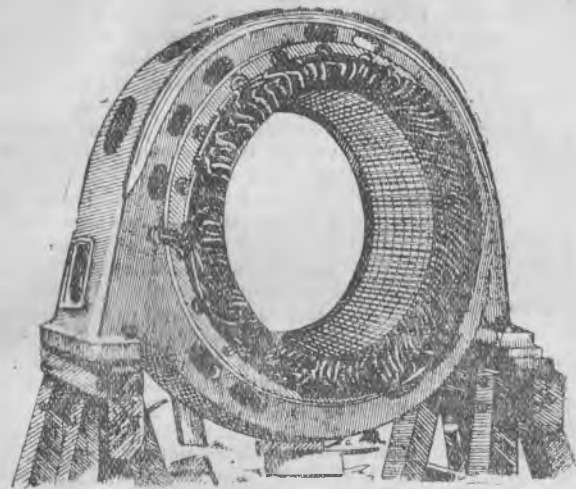


94-нчи расм.

генераторларининг статорларидаги ҳамма ўрамлар кетма-кет уланган бир бутун ўрамдан иборат. Учфазли ток машинаси статорининг ўрамлари эса, учта мустақил бирфазли ўрамлардан иборат. 93-нчи расмда ҳарбир қўтб тўғрисида ҳар фазнинг биттадан сими тўғри келадиган учфазли ток генераторининг статор ўрами кўрсатилган. Бу ерда биринчи фаз яхлит чизик, иккин-

чи фаз — пунктир чизик ва учинчи фаз нуқтали пунктир чизик блан кўрсатилган. Амалда учфазли генератор статорларида ҳам ҳарбир қўтб тўғрисида ҳарбир фаз ўрамининг бирқанчадан сими тўғри келиши мумкин.

Бирфазли ва кўпфазли машина роторлари маълум тартиб блан ўзаро кетма-кет уланган электромагнитлардан иборатдир. Ҳарбир электромагнит роторнинг битта қўтбини ташкил этади. (94-нчи расм). Ротор қўтбларини магнитлаш учун йидириш



95-нчи расм.

ўрамларига ташқаридан ўзгармас ток келтирилиши лозим. Бунинг учун одатда ротор ўқида йидиручи алоҳида динамо ўрнатилади. 95-нчи расмда ўзгаручи ток генераторининг статори кўрсатилган.

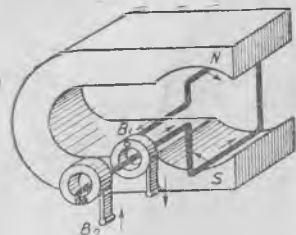
Синхрон мотор

Ҳарбир генератор мотор бўлаолиши туфайли, юқорида кўрсатилган ўзгаручи ток генераторидан мотор сифатида фойдаланиш ҳам мумкин. Бундай моторларни *синхрон мотор* деб оталади.

Синхрон моторнинг ишлаш принципи блан танишиш учун 96-нчи расмда кўрсатилган схемани текшириб кўрамиз.

Магнит ораллигидаги ўрамга ҳалқалар орқали расмда кўрсатилган йўналишда ўзгармас ток берилса, ўрам стрелка блан кўрсатилган томонга айланабошлайди. Агар ток йўналиши аввалгича ўзгармай қолаверса, ўрам нейтраль текисликка етгандан кейин чап қўл қойдасига мувофиқ тескари томонга айланиши керак.

Натижада ўрам нейтраль текисликда тўхтаб қолади. Агар ўзгармас ток ўрнига ўзгаручи ток берилса ва бу ток ўрам нейтраль текисликка етганда ўз йўналишини ўзгартса, у вақтда ўрам бир томонга айланаверади. Демак, ўрамнинг тўхтовсиз айланаб туриши учун ҳар гал шу нейтраль текисликдан утганида ток ўз йўналишини ўзгартиб туриши керак. Шундай қилиб, ток ўз йўналишини бир секундда неча марта ўзгартса, ўрам ҳам нейтрал текисликдан бир секундда шунча марта ўтади. Шунинг учун ҳам бундай моторларни синхрон мотор, деб оталади. Синхрон сузининг ма'носи икки ҳодисанинг бир вақтда ва бирхил тезлик блан ўзгариши, демакдир. Бу



96-нчи расм.

ерда ҳам худди ўрам нейтраль текисликдан ўтган пайтда токнинг йўналиши ҳам ўзгаради. Бу икки ҳодисанинг бир вақтда ва бирхил тезлик блан содир бўлишини синхронизм дейилади.

Синхронизм — синхрон моторларнинг нормаль ишлашлари учун, албатта, шартдир. Синхронизмни сақлаш учун икки қутбли моторга йўналиши ҳар секундда 100 марта ўзгариб турадиган (50 такрорланиш-ли) ўзгаручи ток берилса ўрам ҳам

нейтраль текисликдан ҳар секундда 100 марта ўтиши лозим. Шуни ҳам айтиш керакки, ўзгаручи ток такрорланиши қанча кўп бўлса, ўрамнинг нейтраль текисликдан ўтиши ҳам шунча кўп бўлади.

Агар икки қутб ўрнига тўрт қутбли магнит олинса, нейтраль текисликнинг сони ҳам икки марта ортади. Икки қутбли майдонда ўрам икки марта нейтраль текисликдан ўтиши учун бир марта тўла айланиши лозим бўлса, энди у фақат ярим марта айланса kifоя. Демак, жуфт қутблар сони ортиши блан моторнинг айланиши сони камаяди.

Ток такрорланиши — f , жуфт қутблар сони — P десак, роторнинг бир секунддаги айланиш сони:

$$n_{сек} = \frac{f}{P} \text{ бўлади.}$$

Бир минутдаги айланиш сонини эса,

$$n_{мин} = \frac{f \times 60}{P}$$

Формуласи блан топиш мумкин.

Масалан, агар 6 жуфт қутбли синхрон мотор такрорланиши 50 бўлган кучланишга уланган бўлса, унинг ҳар минутдаги айланиш сони:

$$n = \frac{50 \times 60}{6} = 500 \text{ га барабар.}$$

Агар мотор қандайдир бирон сабаб блан бир минутда 499 ёки 501 марта айланабошласа, у синхронизмдан чиқиб, тўхтаб қолади. Демак, ҳарбир синхрон мотор ток такрорланиши ва магнит қутбларининг сонига қараб, муқаррар бирхил айланиш сонига эга бўлади ва уни ўзгартиб бўлмайди. Мана шу ўзгармас айланиш сонига синхрон айланиш сони дейилади.

Синхрон моторларни юргизиш учун уни аввал ёрдамчи мотор блан айлантириб, тезлигини синхрон айланиш сонига етказилади. Сўнгра мотор тормоққа уланади. Шундан кейин у ташқи мотор ёрдамисиз ўзи синхрон тезлик блан айланишда давом этади ва унга юклама берилиши мумкин. Агар, синхрон мотор тўғридан-тўғри электр тормоғига уланса, ротор оғир булгани учун бирданига қўзғалаолмайди ва секундига 100 марта ўзгариб турган ток ўзгариши блан синхрон равишда айланаолмайди. Натижада йўналиши ўзгарган ток роторга тескари та'сир этади. Демак икки томонга торгучи кучлар қисқа муддат (бир давр) ичда роторга бир томонга йўналган ҳаракат бераолмайди. Шунинг учун ҳам ҳарбир синхрон мотор ёрдамчи моторга эга бўлиши керак. Синхрон мотор ёрдамчи мотор блан синхрон тезлигига етказилгандан кейингина у тормоққа уланади. Шундан кейин ёрдамчи мотор электр тормоғидан чиқарилади. Синхронлаш вақтида моторнинг синхрон тезлигига етган-етмаганлиги махсус асбоб — синхроноскоп ёки лампалар блан аниқланади.

Нормаль ишлаётган мотор ҳамавақт синхрон тезлик блан айланади. Агар юклама ортиб ёки камайиб кетса, ротор ҳам қисқа муддат давомида ўз тезлигини секинлаштирмоқчи ёки тезлатмоқчи бўлади. Шунга кўра, тормоққа уланган статордаги тескари электр юритучи куч ҳам ўзгариб, бу тормоқдан келучи ток қимматига та'сир этади. Токнинг ўзгариши эса, моторнинг синхрон тезликдан чиқмаслигига ёрдам қилади.

Синхрон моторга ортиқча юклама берилар экан, роторнинг айланиши қийинлашиб, мотор синхронизмдан чиқиб тўхтаб қолади. Бундай вақтларда мотор синхронизмдан чиқди дейилади. Демак синхрон моторнинг юкламаси ма'лум чегарадан ортмаслиги керак.

Энди биз синхрон моторларнинг ба'зибир яхши хусусиятлари блан танишиб ўтамиз.

Ортиқча ийдирилган, я'ни ротор қутбларига нормальдан кўра кўпроқ ток берилган синхрон мотор тормоқнинг қувват коэффициентини ($\cos \varphi$) ни яхшилайди. Қувват коэффициентининг яхшиланиши катта аҳамиятга эга эканлиги юқорида кўрсатилган эди.

Ротор айланганда статор ўрамларида тескари электр юритучи куч ҳосил бўлиб, унинг қиммати фақат ийдириш токига боғлиқ. Ийдириш токи ва унга боғлиқ бўлган тескари электр юритучи куч реостат ёрдами блан истаганча ўзгартирилиши мумкин. Бу тескари электр юритучи куч моторларнинг уз

индукция электр юритучи кучини камайтиради. Натижада ста-
торга келучи ток блан кучланиш ўртасидиги фаз силжиши ка-
майиб, $\cos \varphi$ ортади. Тескари электр юритучи кучни камайтиш
учун ийдириш (ротор) урамларидан кўпроқ ток ўтказиш
керак. Бу ҳолатга синхрон моторнинг *ута ийдирилиши* деб
оталади.

Ба'зи ерларда тормоқнинг қувват коэффициентини яхшилаш
ниятида синхрон моторларни салт ишлатадилар. $\cos \varphi$ ни ях-
шилаш учун қўйилган ва салт ишловчи синхрон моторларни
синхрон компенсатор деб оталади. Синхрон моторларни ий-
дириш учун ротор урамларига ўзгармас ток келтирилиши улар-
нинг катта камчиликларидан биридир.

Бир фазли синхрон моторларнинг хусусиятларини ва ишлаш
принципларини ҳеч ўзгаришсиз уч фазли моторларга ҳам тат-
биқ қилиш мумкин.

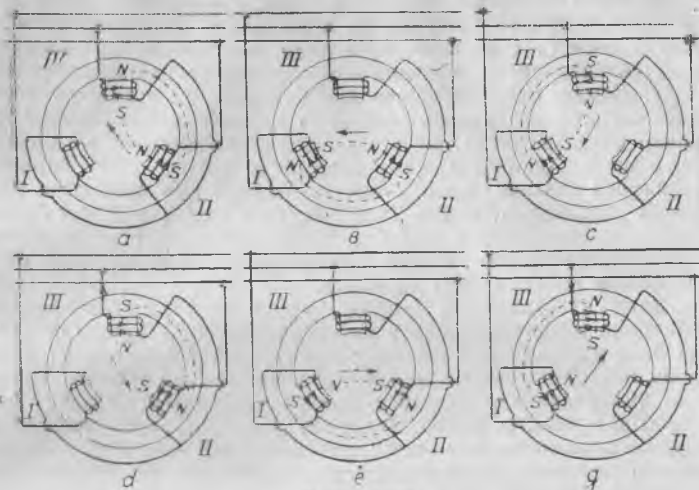
Айланучи магнит майдони ва асинхрон мотор

Энди биз турмушда кўп қўлланучи асинхрон моторларнинг
хусусиятлари блан танишамиз. *Асинхрон*, я'ни *синхрон бўл-
маган мотор* электротехниканинг дастлабки тараққиётида кат-
та роль ўйнаган омиллардан бири бўлди. Асинхрон моторлар-
нинг ишлаш принципи кўпфазли токларда вужудга келучи
айланучи магнит майдони ҳодисасига асосланган. Кўпфазли ўз-
гаручи токнинг муҳим хусусиятларидан бири ҳам шунда.

Айланучи магнит майдони топилгандан кейин, уни биринчи
бўлиб рус инженери Доливо-Добровольский амалда қўлланди
ва электромоторларнинг шу асосда ишлайтилиши мумкинлигини
ихтиро' қилди.

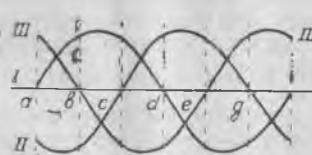
Магнит майдонини кучайтириш мақсадида ҳалқа шаклли те-
мир ўзак олиб, унга бир-бирига 120° масофада жойлашган уч-
та галтак ўралади (97-нчи расм). Бу галтакнинг учларини
учфазли ток тормоғига уланиб, қолган учлари эса бир нуқ-
тага тугилади. Демак, уччала галтак — юлдуз уланган бўлади.
Галтаклар учбурчак уланган бўлса ҳам аҳвол ўзгармайди. Бу
уч фазли ток галтаклари туғдирган магнит майдонини текши-
риш учун ўзгаручи токнинг хусусиятларини тасвирловчи си-
нусоидаль чизиқлардан фойдаланамиз (98-нчи расм). Бу ерда
I, II ва III рақамлар I, II ва III галтаклардаги токнинг ўзгари-
шини кўрсатади. Текширишни — *a* нуқтасидан бошлаймиз. Бун-
да I галтакдаги ток нольга барабар бўлиб, II ва III галтаклар-
даги токлар барабар ва қарама-қарши томонга йўналган. Уч-
фазли токдан ҳосил бўлган магнит майдони эса, 97—*a* расмда
кўрсатилган. *e* нуқтасида III фазда ток булмаганидан III гал-
такда ҳам магнит майдон йўқ. Лекин I ва II—фазларда бара-
вар ва қарама-қарши йўналган ток бўлиб, улар туғдирган маг-
нит майдони 97—*e* расмда кўрсатилганча бўлади. Худди шу
каби *cdeg* нуқталаридаги токларнинг туғдирган магнит майдон-

лари текшириб чиқилса, 97-нчи расмда *cdeg* шаклларида кўрсати-
лган магнит майдонларини кўриш мумкин. Демак, магнит майдони
ма'лум томонга қараб айланади. Ҳақиқатан ҳам ҳалқанинг ичи-
га магнит стрелкаси қўйилса, у токнинг такрорланишига қараб

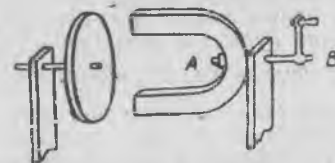


97-нчи расм.

бир даврда бир марта айланиб чиқади. *Шунинг учун ҳам бундай
учфазли ток магнит майдонига айланучи магнит майдони
деб оталади.* Такрорланиши 50 бўлган учфазли ўзгаручи ток-
нинг айланучи магнит майдони бир секундда 50 марта айлана-



98-нчи расм.



99-нчи расм.

ди. Назарий ҳисобларнинг кўрсатишича учфазли токнинг ай-
ланучи магнит майдонининг қиммати ўзгармас экан.

Айланучи магнит майдонидан амалда қандай фойдаланиш
мумкин, деган савол туғилади. Бунинг учун 99-нчи расмда
кўрсатилган тақасимон магнитни олиб *AB* ўқи атрофида

айлантирабошласак, магнит рўбарўсига ўрнатилган мис диск магнит айланган томонга қараб айланабошлайди.

Дискнинг магнит кетидан эргашиш сабабини қуйидагича тушинтириш мумкин. Магнит айланган вақтда дискада фуко токи ҳосил қилади. Лекин бу — индуктивланган фуко токи Ленц қонунига мувофиқ ўз сабабчисига, я'ни вужудга келтирган сабабга қаршилиқ кўрсатади. Бу сабабчи эса — магнит куч чизиқларининг дискани кесиб ўтишларидан вужудга келади. Демак, куч чизиқлари дискни кесиб ўтмасликлари учун диск магнит блан баравар айланишга ҳаракат қилади. Лекин у баравар айланаолмайди. Бу эса дискнинг тўхтамасдан айланиши учун шарт. Ҳақиқатан ҳам, агар диск магнит блан баравар (синхрон) айланар экан, у вақтда магнит куч чизиқлари уни кесиб ўтаолмайди; демак унда индуктив ток ҳам ҳосил бўлади; диск блан магнит эса бир-бирига та'сир кўрсатаолмайди. Диск айланишининг магнит айланишидан кейинда қолишга *сирганиши* (скольжение) дейилади.

Энди қўзғалмай ўз жойида туручи ғалтаклардан олинган айланучи магнит майдонига қайтамиз. Юқорида кўрилган ҳалқа ўзак ўртасига мис цилиндр қўйсақ, унинг ҳам магнит майдони айланган томонга қараб айланабошлашини кўрамыз. Шундай қилиб цилиндр одатдаги якорь вазифасини бажаради. Буни энг содда электр мотор десак бўлади. Ана шу *принципда қурилган моторларни — асинхрон мотор деб аталади. Моторнинг айланучи қисмини — ротор, қўзғалмас қисмини эса — статор, деб аталади.*

Одатда асинхрон моторнинг статори учфазли ток генераторларининг статоридан ҳечқандай фарқ қилмайди. Статор ўрамлари юлдуз ва учбурчак уланишлари мумкин. Юлдуз улаш кўпроқ кичик моторларда қўлланиб, катта моторларда кўпинча учбурчак улаш қўлланилади.

Юлдуз улашда фаз-аро кучланиш фаз кучланишидан 1,73 марта ортиқ бўлади. Буни назарда тутсақ қуйидаги муҳим бир ҳолни кўрамыз: *фаз-аро кучланиши 380 вольтга ҳисобланиб қурилган моторнинг юлдуз уланган статор ўрамини учбурчак қилиб уланса, у*

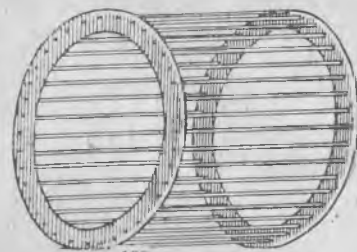
$$\frac{380}{1,73} = 220 \text{ вольт кучланишда ҳам нормаль ишлайверади.}$$
 Шунингдек, аксинча, 220 вольт кучланишга ҳисобланиб қурилган (статор ўрами учбурчак уланган) моторни 380 вольт кучланишда ҳам ишлатиш мумкин.

Кўпчилик асинхрон моторларда (5 киловаттга қадар) статор ўрамларининг ташқарига чиқазилган 6 та учи бўлиб, уларнинг бош учлари *A, B, C* ҳарфлари блан ва охириги учлари *x, y, z* ҳарфлари блан кўрсатилади. Демак, биринчи фаз — ўрамнинг бош учи *A* бўлса, охириги учи *x* бўлади. Шу ишоралар ёрдами блан статор ўрамларининг уланишларини заруратга қараб, истаганча ўзгартиш мумкин.

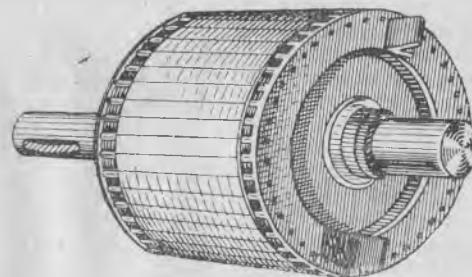
Асинхрон моторларнинг фойдали иш коэффициентини ошириш

мақсадида унинг роторини юқоридаги каби яхлит металл цилиндрлардан қилинмайди. Чунки, металлда ҳосил бўладиган индуктив токнинг тартибсиз равишда, ҳартомон йўналган бўлиши мумкин. Айланучи магнит майдони блан тегишли равишда та'сирга киручи бу ток ротор ўқиға параллел йўналган бўлиши лозим. Тартибсиз равишда йўналган ток фойдасиз, ҳатто зарарлидир. Шунинг учун ротор, кўпинча, ўз ўқиға параллел ўрнатилган мис симлардан иборат бўлиб, икки томондан мис ҳалқаларга уланган, қапас шаклида бўлади (100-нчи расм).

Лекин бундай роторда магнит куч чизиқлари ҳаводан ўтишлари туфайли магнит майдони ҳам кучли бўлмайди. Магнит майдонини бирнеча марта кучайтириш учун қапас ғилдирак оралиғи темир ўзак блан тўлдирилиши лозим. Бу темир ўзак оддий якорьлар сингари юпқа пластинкалардан тайёрланиб, мис симлар унинг устидаги чуқур ариқчаларга ўрнатилади ва икки томондан мис ҳалқаларга пайванд қилинади (101-нчи расм). Бундай ротор ўрнига учта айрим-айрим ўрами бўлган роторларнинг бўлиши ҳам мумкин. Бундай роторлар эса изоляцияланган симлардан ўралади



100-нчи расм.



101-нчи расм.

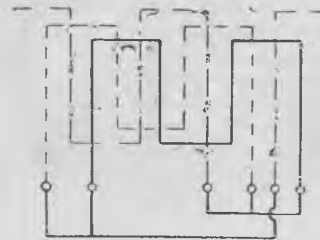
ва ўзгаручи ток генераторининг статор ўраמידан сра фарқ қилмайди. 102-нчи расмда 12 симли, юлдуз уланган ва тўрт кутбли асинхрон мотор ротори кўрсатилган.

Юқорида кўриб ўтилган роторларни *қисқа уланган ротор* деб аталади; шунингдек моторларни ҳам *қисқа уланган роторли асинхрон мотор* дейилади. Катта асинхрон моторларда ротор ўрамларининг бажарилиши бошқачароқ бўлади. Бундай моторларда ўрамларининг бирхил учлари роторнинг ичида улан-

ган бўлса ҳам, лекин иккинчи учлари ротор ўқига ўрнатилган учта мис ҳалқага чиқарилади. Мис ҳалқалар бир-биридан ва ўқдан изоляцияланган бўлади. Бундай роторни — *контакт ҳалқали ротор* ва моторни эса, *контакт ҳалқали мотор* деб айтади.

Контакт ҳалқалар ротор ўрамларига реостат улаш учун имкон беради. Катта асинхрон моторлар шундай реостатлар ёрдами билан юргизилади.

Асинхрон моторларда роторнинг магнит майдони билан синхрон айланаолмаслиги бизга маълум. Агар қандайдир сабабга жўра, ротор магнит майдони билан синхрон айланабошласа (унинг ўрамлари магнит куч чизиқларини кесиб ўтмасликлари сабабли), уларда ток йўқолиб, ротор тўхтаб қолади. Агар сирғаниш ортиб кетиб, магнит куч чизиқлари ротор ўрамларини кесиб ўтабошласа, роторда ҳосил бўлган индуктив ток яна магнит майдонига таъсир қила бошлайди. Натижада ротор нормаль айланишда давом этади.



102-нчи расм.

Маълум тезликда айланаётган асинхрон моторга юклама берила бошланса, ротор айланиши қийинлашиб унинг секинлашиши лозим. Бу секинлашиш натижасида ротор магнит майдонининг айланишидан тобора кўпроқ орқада қола бошлайди. Натижада куч чизиқлари ротор ўрамларини кўпроқ кесиб ўтиб, унда катта индуктив ток ҳосил қилади. Магнит майдонининг бу токка бўлган таъсири ҳам катта бўлиб, бу роторнинг бундан кейин магнит майдонидан орқада қола бошлаганига йўл бермайди. Агар юклама камая бошласа ротор енгиллашиб, магнит майдонининг айланиш тезлигига яқинлаша боради.

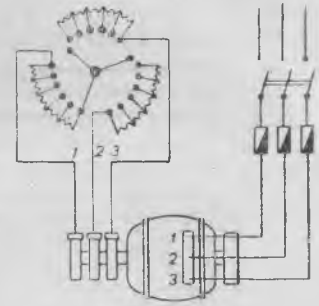
Ротор ўрамларидаги токнинг магнит майдони статор ўрамларидаги токнинг айлануши магнит майдонига қарши йўналган бўлганлигидан уни кучсизлантиради. Лекин магнит майдонининг кучсизланиши статор ўрамларида индуктивланган тескари электр юритучи кучни камайтиради. *Демак, ҳархил юклама натижасида ротор токининг ўзгариши статор токининг ўзгаришига ҳам сабаб бўлади. Шунга кўра тормоқдан олинаётган ток ҳам мотор токига қараб озайиб ёки кўпайиб туради.*

Асинхрон моторни бошлаб юргизишда магнит майдони ток такрорланишига мувофиқ ўзгариб турса ҳам, лекин ротор бирданига қўзғалоолмайди. Шу вақтда ротор ўрамларида одатдан ташқари индуктивланган ток ҳосил бўлиб, у статорнинг магнит майдонини бирнеча марта кучсизлантириб юборади ва статор ўрамларида тескари электр юритучи куч ҳам камайиб кетади. Натижада тормоқдан статорга жуда катта ток келади.

Одатда бу ток, нормаль токдан 6—7 марта кўп бўлади. Моторларнинг юргизиш пайтида бундай катта ток олишлари шу тормоққа уланган қўшни истеъмолчиларни, қисқа муддатга бўлса ҳам (мотор юриб кетгунга қадар), ёмон аҳволга солиб қўяди (масалан, электрлампалар хира ёнади). Бундан ташқари ротордан катта ток ўтиши унинг ўрамларини куйдириб юбориши мумкин. Шунинг учун асинхрон моторларни бошлаб юргизишда статор, айниқса роторда токни камайтириш чораларини кўриш керак. Бунинг учун контакт ҳалқалар орқали реостатлар уланади. Лекин кичик асинхрон моторларда юргизиш токи тормоқ токига нисбатан кам бўлиши туфайли у тормоқнинг нормаль ишлашига у қадар зарар келтираолмайди. Шунинг учун кўпроқ 5 киловаттгача бўлган асинхрон моторларнинг роторлари қисқа уланган бўлади.

Моторларнинг ичида энг содда тузилган мотор қисқа уланган асинхрон мотордир. Ҳақиқатан ҳам уни юритиш учун статор ўрамларини очғич орқали тормоққа улаш kifоя. Унинг қараб туришни талаб қиладиган ҳеч қандай коллектори, ҳалқа ёки шчёткаси йўқ.

Юқорида кўриб ўтилган сабабларга кўра қувватли асинхрон моторлар контакт ҳалқали бўлади. Юргизиш вақтидаги катта токдан сақланиш учун ротор ўрамларининг қаршилиги кўпайтирилади. Бунинг учун моторнинг уччала контакт ҳалқасига шчёткалар орқали юргизиш реостати уланади (103-нчи расм). Шундай қилганда, ротордаги оз ток статор магнит майдонини у қадар кучсизлантирмайди ва унга келучи токни чеклайди. Ротор айланабошлагандан сўнг реостат қаршилиги аста-секин камайтирилади. Энг охири, реостат қаршилиги тамом бўлгандан кейин, контактли ҳалқалар махсус соп ёрдами билан қисқа уланади.



103-нчи расм.

Одатда ҳалқа устидаги шчёткаларнинг ейилмаслиги учун ҳалқалар қисқа уланиши бланок, шчёткалар соп ёрдами билан кутариб қўйилади. Мотор ишдан тўхтаганда, уни галдаги ишлашга тайёр тутиш мақсадида реостат сопини яна эски ҳолига келтириб қўйиш керак.

Баъзан асинхрон моторнинг айланиш йўналишини ўзгариш талаб қилинади. Бунинг учун статорга келучи симлардан, қайсибири бўлмасин, цккитасини олмоштириб улаш kifоя қилади.

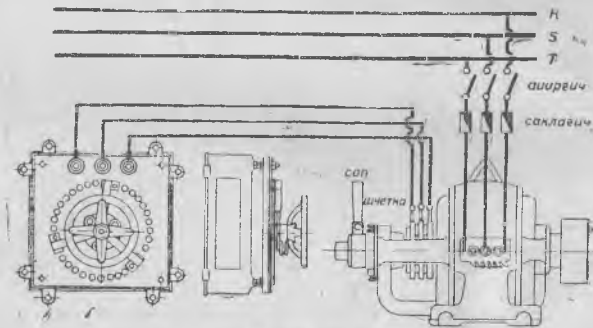
Асинхрон моторлар ўз айланиш сонини (тезлигини) кенг миқёсда ўзгартаолмайди. Масалан, юклама остида ишлаб

турган асинхрон моторларда сирганиш 2—6 процентдан ортмайди, я'ни магнит майдонидан орқада қолиш, унинг айланиш сонининг 2—6 процентинигина ташкил этади.

Агар иш шароити асинхрон моторнинг айланиш сонини ўзгартишни талаб этар экан, буни бирнеча йўл билан амалга ошириш мумкин. Лекин бу ҳақда сўз очиш учун китобнинг ҳажми имкон бермайди. Ҳарҳолда шуни кўрсатиб ўтиш керакки, асинхрон моторларнинг айланиш сонини — истаган миқдорда текис ўзгартиш мумкин эмас. Бу асинхрон моторларнинг энг катта камчиликларидан биридир.

Асинхрон моторларнинг катта камчиликларидан яна бири шундаки, юклама кам бўлганда ёки мотор салт юрган вақтларда уларнинг қувват коэффиценти жуда паст бўлади. Масалан, салт юручи асинхрон моторнинг қувват коэффиценти 0,2—0,3 дан ошмайди. Лекин нормаль ишловчи моторларнинг қувват коэффиценти 0,90 ва ундан ҳам ортиқ бўлади.

Демак, $\cos \varphi$ ни кўтариш учун асинхрон моторларнинг қувватидан мумкин қадар тўла фойдаланиш зарур. Лекин айрим моторларнинг қувват коэффиценти кичик (паст) бўлар экан,



104-нчи расм.

тормоқда ҳам $\cos \varphi$ худди шундай паст, деб уйлаш хато. Буни қуйидагича тушуниш керак. Моторнинг қувват коэффиценти унга берилган умумий энергиянинг қанча қисмининг фойдали ишга кетаётганлигини кўрсатади. Унга берилучи умумий энергия актив ва реактив таркибларга бўлинади.

Асинхрон моторларнинг фойдали иш коэффиценти уларнинг тузилиши ва қувватларига қараб, 70—96% гача етади.

104-нчи расмда асинхрон моторларни юргизиш реостати билан тормоққа улаш схемаси келтирилган. Унинг контакт ҳалқали асинхрон мотор эканлиги равшан кўриниб турипти. Чунки қисқа уланган асинхрон моторлар учун реостатнинг ҳолати йўқ.

Контакт ҳалқали асинхрон моторларни юргизиш ва тўхта-тиш вақтларида қуйидаги қоидаларга риоя этиш зарур:

Юргизиш:

1. Бутун реостат қаршилиги контакт ҳалқалар орқали ротор ўрамага киритилган бўлиши керак.

2. Айирғични тормоққа қўшиш керак. Бу билан статорга ток берилади.

3. Реостат қаршилиги аста-секин камайтирилиши билан ротор тезлаша бошлайди. Провардида реостат қаршилиги тамом бўлгандан кейин у нормаль айланиш сонига етади. Шу вақтда сон ёрдами билан ҳалқалар қисқа уланиб, шчёткалар кўтарилади. Мотор тўхтатилгандан кейин реостатни эски ҳолатига келтириб қўйиш керак.

Тўхтатиш:

1. Айирғич тормоқдан айрилади.

2. Шчёткалар ҳалқалар устига туширилади.

3. Реостатнинг келгуси ишга тайёр эканлигини текшириб кўрилади. (Унинг ҳамма қаршилиги шчёткалар орқали ротор ўрамларига уланган бўлиши керак.)

Трансформаторлар

Ҳозирги вақтда электростанцияларнинг қурилиши асосан табиатнинг текин ва арзон энергиясидан фойдаланиш йўли билан бораётир. Масалан, Иттифоқимизда энг катта электростанциялардан бири бўлмиш Днепр гидростанцияси — Днепр дар'ёсига солинган. Шунингдек кўпинча катта-катта электростанциялар ташиб келтириш учун арзимайдиган паст сифатли ёқилғилардан фойдаланиб ишламоқдалар. Табиатнинг бу битмас-туганмас энергия манба'лари одатда исте'молчилардан юзлаб километр узоқ масофада бўлади, бинобарин уларга қурилган электростанцияларнинг энергиясини бундай узоқ масофаларга юбориш масаласи электртехникада муҳим ўрин тутаети. Уқучиларга тушунарли бўлсин учун бу масалага кенгроқ тўхтаб ўтамиз.

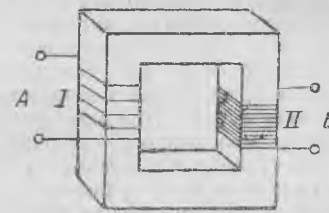
Ма'лум миқдордаги электр қувватини кичик ток ва катта кучланиш билан ҳам юбориш мумкин, ёки аксинча, катта ток ва паст кучланиш билан ҳам юбориш мумкин. Чунки қувватни ифодаловчи $P = E I$ формуласига кўра, қувват P нинг ўзгармаслиги учун E ортиши билан I камайиб бориши лозим. Аксинча, E камайиши билан ток I ортиши керак. Ма'лум миқдордаги қувватни паст кучланиш (катта ток) билан сим орқали юборилганда, сим анча йўгон бўлиши керак. Агар сим ингичка бўлса, йўл симларининг қизиши учун сарфланадиган энергиянинг миқдори ҳам ортиши бизга ма'лум. Лекин экономика бу йўл симларида исроф бўладиган энергиянинг юборилаётган умумий энергиянинг мумкин қадар оз қисмини ташкил этишини талаб қилади. Бунинг учун йўл симлари йўгон симлардан тортилиши керак. Лекин бирнеча ўн, ҳатто юз километр келадиган узоқ

ерларга йўгон симларни тортиб бориш жуда қўп материал ва маблаг талаб қилади ва монтаж ишларида катта қийинчиликлар туғдиради. Агар биз, маълум миқдордаги қувватни бирон йўл билан юборишда токни икки марта камайтирсак (демак, кучланишни икки марта оширсак), Жоуль-Ленц қонунига мувофиқ симларни қизитиш учун беҳуда сарфланадиган энергия тўрт марта камаяди. Борди-ю, токни 10 марта камайтирсак, сим йўлларида фойдасиз исроф бўладиган энергия 100 марта камаяди. Демак йўгон симлар ўрнига ингичка симлар тортиш мумкинлиги ўз-ўзидан тушунарли. Бу экономика жиҳатидан, албатта, бирмунча қўлай.

Энди гап буни қандай йўллар билан амалга оширишда қўлган. Буни амалга ошириш электротехника учун қийин эмас. Бунинг учун трансформатор деб оталадиган махсус олат бор. Трансформатор, ўзгаручи гок электротехникасининг энг муҳим ва ажралмас олатидир.

Юқори кучланиш ҳаёт учун хавфли; шунинг учун истеъмолчиларга электр энергия беришда (масалан, электр ёритишда ва майда моторларда) паст кучланиш қўлланилади. Бунинг учун генераторлардан олинган ва трансформатор ёрдами билан юқори кўтарилган кучланиш истеъмолчиларга келгандан кейин яна пасайтирилиши лозим. Бу вазифани ҳам трансформатор бажаради.

Шундай қилиб, *трансформатор — бирхил кучланишли ўзгаручи токни истаган миқдордаги иккинчи хил кучланишли токка айлантиручи олат бўлиб, усиз ҳозирги замон ўзгаручи ток техникасини тасаввур этиш жуда қийин.*



105-нчи расм.

Трансформаторлар ҳам ўзгаручи токка қараб, бир фазли ва уч фазли бўладилар.

Бир фазли трансформатор темир ўзакка ўралган иккита айрим ўрамдан иборат (105-нчи расмда). Агар A ўрами ўзгаручи ток генераторига уланса, ўзакда куч-

ли ўзгаручи магнит майдони ҳосил бўлади. Бу ўзгаручи магнит майдони B ўрамда ҳам *индуктив электр юритучи куч* туғдиради. Агар B ўрамининг қисмаларига истеъмолчи уланса, ундан ток ўтабoshiлади. Генераторга уланган A ўрамини *биринчи ўрам*, истеъмолчига уланган B ўрамини *иккинчи ўрам* деб юритилади. Шундай қилиб энергия ўзгаручи магнит майдони ёрдами билан биринчи ўрамдан иккинчи ўрамга ўтади.

Магнит оқимининг ўзгариши B ўрамининг ҳарбир алоҳида ўрамида бирхил (баравар) электр юритиши куч ҳосил қилади. Лекин улар кетма-кет уланганликлари учун уларда ҳосил бўлган ҳамма электр юритучи кучлар бир-бири билан қўшилади.

Ўзакдаги ўзгаручи магнит майдони иккинчи ўрамда эмас, балки биринчи ўрамда ҳам *тескари электр юритучи куч* ҳосил қилади. Бу тескари электр юритучи куч биринчи ўрамининг ўрам сонига боғлиқ.

Одатда трансформатор ўрамларидаги кучланишнинг пасайиши жуда оз бўлади. Демак, биринчи ўрамдаги тескари электр юритучи куч ҳам, тахминан тормоқдан келтирилаётган кучланишга баравар. Шунинг учун бундан кейинги сатрларда биринчи ўрам тескари электр юритучи кучи дейилганда, уни қоплаш учун тормоқдан келтирилаётган кучланишни тушуниш керак.

Агар B ўрами A ўрамга қараганда 10 марта ортиқ бўлса, B да ҳосил бўлган электр юритучи куч ҳам 10 марта катта бўлади. Шунингдек, B ўрами A ўрамдан 5 марта кам бўлса, ундаги электр юритучи куч ҳам 5 марта кам бўлади. Биринчи ўрамдаги кучланишни E_1 ва ўрам сонини W_1 билан, иккинчи ўрамдаги кучланишни E_2 ва ўрам сонини W_2 билан кўрсатсак, юқорида айтилганларни формула билан қўйидагича ифодалаш мумкин:

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

Бу икки нисбатни кўрсатучи сонга *трансформация коэффиценти* дейилалди. Биринчи ва иккинчи ўрамлардаги ток кўчини I_1 ва I_2 билан кўрсатилса, трансформаторга келуши ва ундан олинучи қувватлар баравар бўлиши туфайли,

$$E_1 I_1 = E_2 I_2 \text{ тенгламасини ёзаоламиз.}$$

Бундан:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{W_1}{W_2}$$

нисбати келиб чиқади. Демак, ўрамлардаги тоқлар ўрамлар сонига тескари нисбатда бўлади. Шунга кўра, иккинчи ўрам биринчи ўрамдан 10 марта кўп бўлса, ундаги кучланиш 10 марта юқори бўлиши билан бирга, ток 10 марта кам бўлиши керак.

Иккинчи ўрамга истеъмолчи улашиб узликсиз давра ташкил қилса, ундаги ток ҳам магнит майдони туғдиради. Ленц қонунини бўйича, бу магнит майдони биринчи ўрам токнинг магнит майдонига қарши йўналган. Демак, ўзакдаги магнит майдон бу қарама-қарши йўналган икки магнит майдонининг йиғиндисидан иборат.

Энди иккинчи ўрамдан олинучи қувватнинг юкламининг ўзгаришига қараб қандай ўзгариб туришини кўриб ўтайлик.

Истеъмолчилар қанча кўп бўлса, ток ҳам шунча кўп бўлиб, унинг магнит майдони 1-нчи ўрам магнит майдонини кучсизлантиради. Натижада ўзакдаги умумий магнит оқими камаяди. Бу ўз навбатида биринчи ўрамдаги тескари электр юритучи

кучини камайтириб, трансформаторга генератордан келучи токни кўпайтиради. Агар, бирон сабабга кўра, иккинчи ўрамдаги ток камайса, у вақтда тамомила бунинг аксини кўрамаиз. Демак, трансформатор юқининг ўзгариши блан фақат иккинчи ўрамдагина эмас, балки биринчи ўрамда ҳам ток ўзгаради. Трансформаторни иккинчи ўрам учларига исте'молчилар уланмаган (давра узилган) бўлса, трансформатор салт (юкламасиз) ишлаб, у ҳечқандай фойдали иш бажармайди. Бу вақтда биринчи ўрамдан ўтучи ток жуда оз бўлади.

Ўзгаручи магнит майдони фақат ўрамлардагина эмас, балки темир ўзакда ҳам индуктив электр юритучи куч ҳосил қилади. Темир ўзакдаги электр юритучи куч фуко токи ҳосил қилиб, у ўзакни фойдасиз равишда (ҳатто зарарли) қиздиради. Бу эса, манба'дан олинган энергиянинг қисман бекорга сарфланишига сабаб бўлади. Фуко токни ва энергиянинг бекорга сарф бўлишини камайтириш учун ўзақлар яхлит темирдан ясалмай, балки бир-биридан изоляцияланган ва қалинлиги 0,35 — 0,5 миллиметр тунукалардан ясалади.

Манба' энергиясининг яна бир қисми биринчи ва иккинчи ўрам симларидан ток ўтганда шу симларни қизитиш учун сарф бўлади.

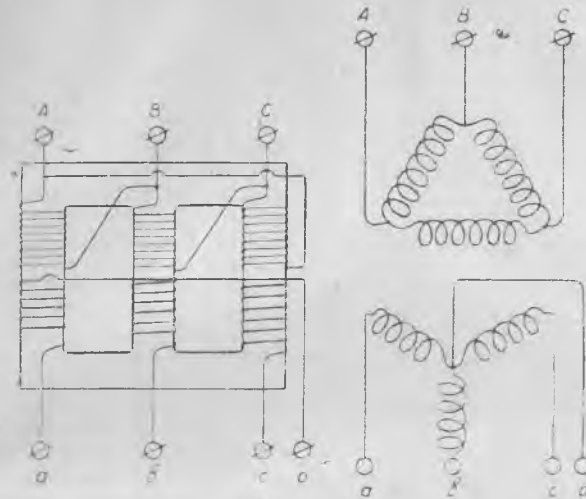
Демак, трансформатор биринчи ўрамга келучи қувватнинг ҳаммасини, ҳечқандай нобудсиз, иккинчи ўрамдан олиниши мумкин эмас. Трансформаторлардан олинган қувватнинг унга келтирилган қувватга бўлган нисбатига трансформаторнинг фойдали иш коэффициенти дейлади. Яхши ишланган катта трансформаторларнинг фойдали иш коэффициенти 0,98 (я'ни 98%) гача етади.

Трансформаторларда нобуд бўлуи энергия уни қиздириш учун сарф бўлади. Лекин трансформаторларнинг қизиши ма'лум даражадан ошмаслиги керак. Бунинг учун трансформаторни совутиб туриш чораларини кўриш лозим. Совутиш усуллари ҳархил бўлиб, у трансформаторнинг тузилишига катта та'сир қилади. Бу усулларнинг бирига кўра трансформаторлар махсус ёғ ичига солиб қўйилади. Бунда трансформатордан чиқадиغان иссиқлик ёққа ўтиб, ёғ эса биртекис қизмаслиги сабабли, бакнинг ичида ҳаракат қилиб туради. Натижада иссиқлик бак деворларига ўтади. Бакнинг ташқи сатҳи қанча катта бўлса, у ўз иссиқлигини шунча тезроқ ҳавога беради. Совутиш сатҳини кўпайтиш учун бакнинг сирти эгри-бугри қилиб ишланади.

Трансформатор ёғи оддий ёғлардан бўлмай, у бирқанча талабларга жавоб бериши лозим. Бу ёғ трансформаторни совутиб туришидан бошқа, жуда яхши изоляция хусусиятига эга бўлиши керак. Чунки у ўрам блан бак ораллиғида изолятор вазифасини ҳам ўтайди.

Учфазли трансформатор. Юқорида айтилган фикрларнинг ҳаммаси учфазли трансформаторларга ҳам оиддир. Учфазли

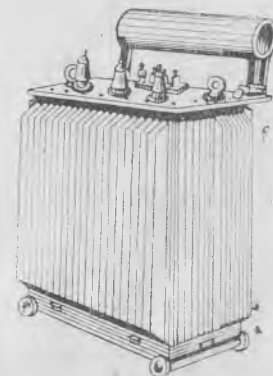
тоқларни трансформлашда ҳарбир фазга алоҳида бир фазли трансформатор уриштиш мумкин. Лекин кўпинча учфазли трансформаторлар бир бутун қилиб ясалади. 106-нчи расмда шундай (учфазли) трансформаторнинг схемаси келтирилган. Бу схемада



106-нчи расм.

юқори кучланишли ўрамларнинг қисмалари (учлари) *A, B, C* ҳарфлари, ва паст кучланишли ўрамларнинг қисмалари эса, *a, b, c* ҳарфлари блан кўрсатилган. Ба'зан иккинчи ўрамнинг ҳарбир фазидаги юкламалар бирхил бўлмайди. Ундай вақтда ноль сими ҳам талаб этилади. Схемада ноль сим қисмаси *O* ҳарфи блан кўрсатилган. 107-нчи расмда учфазли трансформаторнинг умумий кўриниши келтирилган.

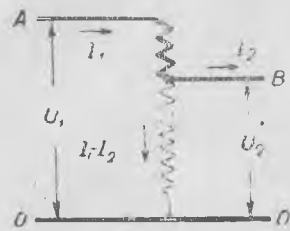
Автотрансформатор. Автотрансформаторнинг темир ўзакка ўралган фақат битта ўрами бўлади. Автотрансформатор асосан манба' кучланишини қисман кўпайтириш ёки камайтириш учун ишлатилади. Шунинг учун автотрансформаторнинг трансформлаш коэффициенти бирга яқин бўлади. Бошқача айтганда, автотрансформаторнинг биринчи ва иккинчи томонларидаги



107-нчи расм.

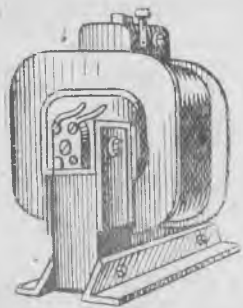
тоқларнинг ўртасидаги фарқ жуда оз бўлади. 108-нчи расмда автотрансформаторнинг принципиал схемаси ва ундаги тоқларнинг йўналишлари кўрсатилган.

Агар биринчи томон (AO) га ўзгаручи кучланиш келтирилса, ўзақда ўзгаручи магнит майдони ҳосил бўлиб, у ўрамнинг ҳарбир симида бирхил электр юритучи куч ҳосил қилади. Иккинчи томоннинг BO учларидаги кучланиш эса, ҳарбир ўрамнинг кучланишини BO орасидаги ўрамлар сонига қўлай-тирилганига тенг. Агар иккинчи томонга истеъмолчи уланса, ўрамни BO қисми ва истеъмолчи орқали I_2 токи ўта бошлайди. Шу блан бирга ўрамнинг худди шу қисмидан биринчи томон токи I_1 ҳам ўтиши керак. Ўрамнинг BO қисмидан ўтувчи I_1 ва I_2 тоқлар бир-бирга қарама-қарши йўналган. Шунинг учун бу ўрамдан шу тоқларнинг айирмаси, яъни $I_1 - I_2$ қисми ўтади. Модомики, ўрамнинг BO қисмидан жуда оз ток ($I_1 - I_2$) ўтар экан, демак уни ин-



108-нчи расм.

гичкароқ симларда яшаш мумкин. Агар кучланишни AO томонига эмас, балки BO томонига келтирсак, худди юқоридагидек ҳолни кўриш мумкин. Агар B қисмаси қўзғалучан бўлиб, ўрамлар нисбатини ўзгарта олса, демак I_2 ни ҳам кенг миқёсда ўзгартиш мумкин бўлади. Амалда буни бажариш учун умумий ўрамнинг турли ерларидан махсус учлар чиқарилади.



109-нчи расм.

Ўлчов трансформаторлари. Юқори кучланишли тормоқларда ток ва кучланишни ўлчаш кўп қўлайсиздир. Масалан, 100 киловольтли сим йўлидаги кучланишни ўлчамоччи бўлсак,

бунинг учун изоляцияси пухта ва махсус тузилган вольтметр керак. Тасодифан вольтметрга тегиб кетиш киши учун ўлим даражасида хавфлидир. Шунингдек, айрим симлардан ўтувчи юз ва минглаб ампер тоқларни тўғридан-тўғри амперметр блан ўлчаб бўлмайди. Бу қийинчиликлар махсус трансформаторларни қўллашга мажбур этади. Бундай трансформаторлар *ўлчов трансформаторлари* деб аталади, улар одатдаги трансформаторлардан анча кам қувватли бўлишлари блан фарқ қилади.

Ўлчов трансформаторлари асосан икки хил бўлиб, ток кучини ўлчаш учун *ток трансформатори*, ва кучланишни ўлчаш учун *кучланиш трансформатори* қўлланилади. 109 ва 110-нчи расмларда шундай трансформаторларнинг ташқи кўри-нишлари кўрсатилган.

Мотор — генератор ва конвертор

Баъзи вақтларда ўзгаручи токни ўзгармас токка, ёки аксинча, ўзгармас токни ўзгаручи токка айлантиришга тўғри келади. Масалан, кимё корхоналарида асосан ўзгармас ток ишлатилади. Бундан ташқари ўзгаручи ток моторларининг айланиш сонини истаган чегарада ўзгартиб бўлмайди. Ўзгармас ток моторларида эса, моторнинг тезлигини истаган чегарада осонлик блан ўзгартиш мумкин.

Ўзгаручи токни ўзгармас токка, ёки бунинг аксини қилиш учун мотор-генератордан фойдаланиш мумкин.

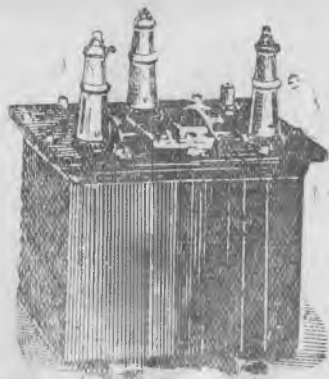
Мотор-генератор — мотор блан генератордан иборат. Бунинг учун мотор блан генератор битта ўққа ўтказилади (ёки қайиш блан қўшилади). Ўзгартилиши зарур бўлган ток моторга келтирилади; мотор ўз навбатида генераторни айлантиради. Генератордан эса ўзгартирилган ток олинади.

Мотор-генератордаги машиналарнинг бири асинхрон мотор ва иккинчиси динамо машина бўлса, бундай мотор-генератор фақат ўзгаручи токни ўзгармас токка айлантираолади, холос. Агар асинхрон мотор ўрнига синхрон машина олинса, бундай мотор-генератор ўзгаручи токни ўзгармас токка, ва аксинча, ўзгармас токни ўзгаручи токка айлантираолади.

Мотор-генераторларнинг фойдали иш коэффициенти унча юқори бўлмайди. Бунинг сабаби энергия моторда ҳам, генераторда ҳам исроф бўлишидандир.

Баъзан ўзгармас токни ўзгаручи токка, ёки бунинг аксини қилиш учун *бир якорьли ўзгартигичлар* (одноякорные преобразователи) қўлланиши мумкин. Бундай машинани *конвертор* дейилади.

Конверторнинг ишлаш принципини тушиниш учун ўзгармас ток машиналарини эслаб ўтайлик. Ўзгармас ток машинасининг якориди индуктивланган ўзгаручи ток коллектор паллалари ва шўтқалар ёрдами блан ўзгармас токка айлантирилади. Агар якориди бу ток ҳалқалар орқали ташқи даврага берилса,



110-нчи расм.

ўзгаручи ток олинади. Агар якорь ўрамлири бир томондан коллектор паллаларига ва иккинчи томондан ҳалқаларга уланса, ундан истаган ток турини олиш мумкин. Шундай қилиб *конвертор якорь ўрамалари бир томондан коллектор паллаларига ва иккинчи томондан ҳалқаларга уланган машиналардан иборат бўлади.*

Конверторнинг ташқи кўриниши ўзгармас ток машиналаридан унча фарқ қилмайди. Конвертор якорига шчёткалар орқали ўзгармас ток берилса, у ўзгармас ток мотори каби ишлайди ва ҳалқалардан бевосита ўзгаручи ток олиш мумкин. Конверторга ўзгармас ток бериш ўзгармас ток моторларини юрғазидан ҳеч фарқ қилмайди. Агар ҳалқаларга ўзгаручи ток берилса, конвертор синхрон мотор каби ишлайди ва унинг шчёткаларидан бевосита ўзгармас ток олинади.

Конверторга ўзгаручи ток бериш синхрон моторларни юрғазидан фарқ қилмайди.

Бир якорьли ўзгартгичларнинг фойдали иш коэффициентини мотор-генераторникига қараганда юқорирок. Бу ерда фойдасиз сарфлануши энержиянинг бир қисми конверторни айлантириш учун кетади.

Симобли тўғрилагичлар

Симобли тўғрилагичлар ўзгаручи токдан ўзгармас ток олиш учун ишлатилади. У электрнинг, симоб буғидаги электр ёйи орқали фақат бир томонга ўтишига асосланган. Энг оддий симобли тўғрилагичлар ичидан ҳавоси тортиб олинган шиша баллондан иборат.

111-нчи расмда симобли тўғрилагични бирфазли ток тормағига улаш схемаси кўрсатилган. Симобли тўғрилагичнинг графитдан ясалган иккита электроди (a a') трансформаторнинг иккинчи ўрам қисмалари A ва B га уланган. Ўзгармас ток ишлагучи исте'молчининг бир учи тўғрилагичнинг K электродига ва иккинчи учи эса, соленоид орқали трансформаторнинг ўрта нуқтаси — O га уланган.

Симобли тўғрилагични ишга солиш учун ёрдамчи K_0 электроди блан катод K уртасида электр ёйи ҳосил қилинади. Бунинг учун баллон бир томонга бироз энгаштирилса, K_0 ва K электродлари чуқурчасидаги симоблар бир-бирига қўшилади. Энди, баллонни тиклайбошласак, v ўрамидаги ўзиндукция та'сири блан иккала электрод уртасида электр ёйи ҳосил бўлади. Электр ёйи та'сири блан симоб буғлари юқорига кўтарилабошлайди. Симоб буғи эса электродлар орасидаги қаршилиқни камайтириб, симобли катод K блан графитли электрод a, a' лардан бирининг уртасида электр ёйини қувватлаб туршига ёрдам қилади. Шундай қилиб ўзгаручи ток ташқи даврада стрелка блан кўрсатилган томонга йўналган бўлади. У A қисқичдан a га, ва a дан K га ўтиб, исте'молчилар орқали O

қисмасига келади ва ундан трансформатор урамининг OB қисми орқали чиқиб кетади. Лекин бу вақтда трансформатор урамининг ярим бўлаги AO ишда қатнашмайди.

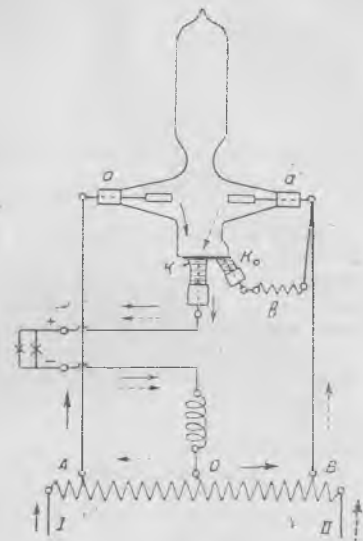
Иккинчи ярим даврда ток ўз йўналишини ўзгартади. Энди у, B дан a' га ва a' дан K га ўтиб, исте'молчи орқали яна O га қайтади. Токнинг бу кейинги йўналиши пунктир стрелка блан кўрсатилган. Шундай қилиб, исте'молчи орқали ҳаммавақт бир томонга йўналган, я'ни ўзгармас ток ўтиб туради.

Ўзгармас ток тарафидаги исте'молчиларнинг юкламаси камайиб кетиб, электр ёйи орқали ток кам ўтса, температуранинг пасайиши натижасида симобли тўғрилагич ишламай қолиши мумкин.

Тўғрилануши токнинг қиммати доимо ўзгариб турганлиги туфайли, тўғриланган ўзгармас токнинг қиммати ҳам яхши текис бўлмайди. У, 112-нчи расмда кўрсатилганидек, ўзгариб туради. Бундай қиммати ўзгаручи ва бир томон йўналган токни пульсли ток дейилади. Пульсли ток ҳам ўзгаручи ток каби ўзиндукция нуқтан назаридан зарарлидир. Бунга қарши курашиш учун ток қиммати яхши текисланиши керак. Шунинг учун ҳам ўзгармас ток даврасига соленоид киритилган. Соленоиднинг ўзиндукцияси катта бўлиб, у Ленц қонунига биноан, ток қимматининг ўзгаришига қаршилик кўрсатиб турадир. 112-нчи расмда ўзгармас ток даврасида соленоид ёрдами блан тўғриланган ток қимматининг қандай ўзгариши кўрсатилган.

Симобли тўғрилагичлар фақат бирфазли бўлмай, кўлфазли бўлишлари ҳам мумкин.

Симобли тўғрилагичларнинг бирқанча яхши хусусиятлари бор. Уларнинг фойдали иш коэффициенти анча юксак бўлиб, ўртача олганда 95% дан кам эмас. Шунинг учун ҳам у саноатда энг кўп тарқалган.



111-нчи расм.



112-нчи расм.

V. ЎЛЧОВ АСБОБЛАРИ

Ўлчов асбобларининг тузилиши

Электр энергиясидан тўғри фойдаланиш учун унинг ишлабчиқарилишини, қандай тақсимланишини ва сарфланишини доимо назорат қилиб туриш зарур. Бунинг учун вольтметр, амперметр, ваттметр ва бошқа шу каби махсус ўлчов асбоблари ишлатилади. Бу бўлимда амалда кўпроқ ишлатиладиган ва электротехника соҳасида ишловчи ҳарбир киши билиши шарт бўлган ўлчов асбоблари блан танишиб чиқамиз.

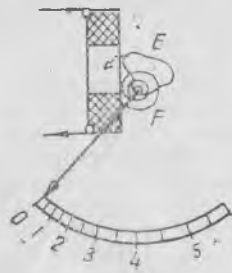
Ўлчов асбоблари турли принципларда тузилган бўлиб, шунга кўра улар турлича ясалган бўлишлари мумкин. Қайси принципга асосланган бўлмасин, ҳарқандай ўлчов асбоби биринчи навбатда қўзгалучи ва қўзғалмас қисмлардан иборат. Қўзгалучи қисми ўз ўқи атрофида айланадиган бўлиб, унинг бурилишига қараб, ўлчанучи миқдор тўғрисида мулоҳаза юритилади. Қўзгалучи қисмининг бурилиши ўлчанаётган миқдорга пропорциональ бўлсин учун, у пружина ёрдами блан бир томонга тортиб қўйилади.

Асбоб схемага уланганда қўзгалучи қисм пружинани чўзишга интилади, лекин пружинаниннг чўзилиш даражаси унга та'сир этучи кучга боғлиқ бўлиб, қўзгалучи қисмининг бурилиш даражаси эса, ўз навбатида ўлчанмоқчи бўлинган миқдорга пропорциональ бўлади.

Агар қўзгалучи қисмга стрелка ва унинг тўғрисида шкала ўрнатилса, стрелканиннг қаерда тўхташига қараб, ўлчанучи миқдорнинг қанча эканлигини билиш мумкин.

Биз қуйида ўлчов асбобларининг тузилиш принциплари блан танишиб чиқамиз.

1. Электромагнитик асбоблар. Бундай асбоблар қўзғалмас ғалтак блан темир ўзакдан иборат (113-нчи расм). Агар S ғалтагининг икки учига кучланиш келтирилса, ток кучига

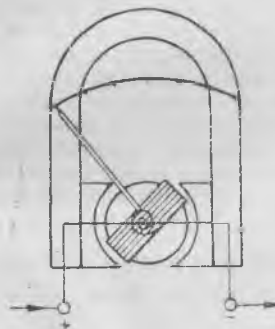


113-нчи расм.

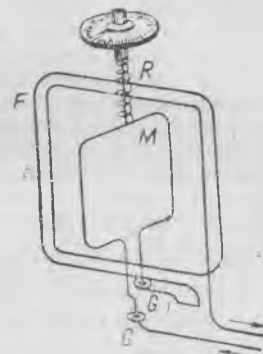
қараб темир ўзак E ғалтак ичига тортилади. Темир ўзак спираль пружина F блан тортиб қўйилган.

Бундай асбоблар ўзгармас ҳам ўзгаручи тоқларда қўлланиши мумкин. Электромагнит асбобларнинг шкаласи, расмда кўрсатилганидек, бир текис бўлмади.

2. Магнитоэлектрик асбоблар. Бундай асбоблар қўзғалмас доимий магнитлар орасига ўрнатилган ғалтакдан иборат бўлиб, (114-нчи расм), ўзидан ток ўтказучи ғалтак магнит қутблари та'сири блан ўз ўқи атрофида айланаолади. Агар расмда кўрсатилганидек ғалтакка стрелка ўрнатилса, унинг бурилишига қараб, шкала бўйича ғалтакдан ўтучи тоқнинг оз ёки кўплигини билиш мумкин. Бундай асбоблар фақат доимий тоқларни ўлчаш учун ишлатилиб, ўзгаручи тоқларни ўлчашга ярамайди. Магнитоэлектрик асбоблар энг сезгир асбоблардан бўлиб, уларнинг шкаласи биртекис бўлади.



114-нчи расм.



115-нчи расм.

3. Электродинамик асбоблар. Электродинамик асбоблар ток ўтказиб туручи икки симнинг (ғалтақнинг) бир-бирига та'сир этишларига асосланган (115-нчи расм). Ғалтақлардан бири F қўзғалмас ва иккинчиси M ўз ўқи атрофида айланадиган бўлади. Агар ташқаридан келучи ток кетма-кет уланган шу ғалтақлардан ўтса, қўзгалучи ғалтак ўзига ўрнатилган стрелка блан бирликда қўзғалмас ғалтак томонга қараб бурилабошлайди. Лекин унинг ҳаддан ташқари бурулиб кетмасин учун унга пружина R қаршилик кўрсатиб туради. Ғалтақлардан ўтучи токка қараб стрелка ҳам шкалада хархил рақамларни кўрсатади.

Электродинамик асбоблар ҳам аниқ кўрсатучи асбоблардан бўлиб, улар ўзгаручи ва ўзгармас тоқларни ўлчаш учун ярайдди. Лекин бундай асбобларнинг шкаласи биртекис бўлмади.

Ўлчов асбоблари бундан ташқари яна иссиқлик, индукция ва бошқа принциплар асосида қурилган бўлишлари мумкин.

Юқорида кўрсатилган асбобларнинг ҳарбири фақат маълум бир токни (ўзгармас ёки ўзгаручи токни) ўлчаш учун ярайдди. Одатда, фақат ўзгармас токни ўлчаш учун қўлланиладиган асбобларда иккита тўғри чизиқ (=), фақат ўзгаручи токни ўлчаш учун қўлланиладиган асбобларда битта эгри чизиқ (~) ва ҳар иккала токни ўлчаш учун ярайдиган асбобларда \approx ишоралари (тўғри чизиқ блан эгри чизиқ) кўрсатилган бўлади.

Амперметр ва вольтметр

Электр ўлчаш асбоблари, кўпинча галтақдан (симдан) ўтаётган токнинг таъсир кўрсатишига асосланган. Шунинг учун ҳам уларни амперметрдан иборат дейиш мумкин.

Токни ўлчовчи асбоб — амперметр деб оталиб, ундан ўлчаниши лозим бўлган токнинг ҳаммаси ўтиши керак. Шунинг учун ҳам амперметр даврага кетма-кет уланади. Амперметрда электр энергияси кўп исроф бўлмасин учун унинг ўрамлари йўғон симлардан ясалган. Демак, амперметрни тўғридан-тўғри истеъмолчига параллел қилиб улаш сра мумкин эмас. Чунки амперметр ўрамларининг қаршилиги жуда оз бўлганидан даврада қисқа уланиш ҳосил бўлади.

Агар амперметр ўзига кетма-кет қилиб уланган катта қаршилик блан бирга истеъмолчига параллель уланса, у вақтда қисқа уланиш хавфи йўқолади. Масалан, амперметрга 100 ом қаршилик кетма-кет уланган бўлсин. Уни 100 вольт кучланиш-ли қисмаларга уласак, амперметр $I = \frac{E}{R} = \frac{100}{100} = 1$ амперни кўрсатади. Агар қисқичларда кучланиш икки марта камайса, амперметр ҳам: $I = \frac{50}{100} = 0,5$ амперни кўрсатади. Шунга кўра шкаладаги 1 ва 0,5 ампер ўрнига 100 ва 50 вольт қўйиб, шу амперметрни қўшимча қаршилик ёрдами блан вольтметр сифатида ишлатиш мумкин. *Демак, вольтметр катта қаршиликка эга бўлган амперметрдан иборат.*

Лекин айрим ҳолда қўшимча қаршилик киритиб турмасдан одатда вольтметрнинг ўрамлари ингичка симлардан ясалади. Шунинг учун ҳам вольтметрни даврага кетма-кет улаб бўлмайди, чунки бундай ҳолда ток камайиб кетиб истеъмолчи ишлайолмайди. 116-нчи расмда амперметр ва вольтметрнинг қандай уланиши кўрсатилган.

Ўлчанадиган ток 100—200 ампердан ортмаса, амперметр бевосита даврага кетма-кет уланади. Ток бундан ортиб кетса, амперметрга шунт қўшилади. *Шунт деб амперметрга параллель уланадиган қаршиликка айтилади.* Одатда шунтнинг қаршилиги амперметр қаршилигига қараганда 1,10,100 ёки 1000 марта кам бўлиб, амперметрдан ўлчанадиган токнинг ўндан, юздан, ёки мингдан бир қисми ўтади. Бутун токни билиш учун амперметрнинг кўрсатишини юқоридаги сонларга кўпай-

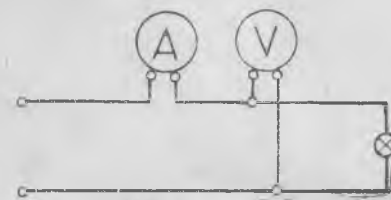
тиш керак. Амалда шунт блан бирга қўшиб уланган амперметрларда бу зарб қилинган сонлар бевосита амперметр шкаласида ёзилган бўлади.

Кучланишни ўлчаш учун вольтметрлар 500—600 вольтдан ортиққа қурилмайди. Агар бундан ортиқ кучланишни ўлчаш зарур бўлар экан, вольтметрга кетма-кет қилиб қўшимча қаршилик уланади. Кучланиш пасайишининг асосий қисми ана шу қўшимча қаршиликка тўғри келади.

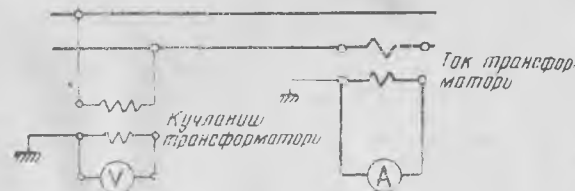
Бундай қўшимча қаршиликлардан фақат ўзгармас токни ўлчаш вақтида фойдаланилади. Ўзгаручи ток техникасида эса, қаршиликлар ўрнига ўлчов трансформаторлари ишлатилади. Катта ток кучлари ток трансформатори ва юқори кучланиш эса, кучланиш трансформатори ёрдами блан ўлчанади. Кучланиш трансформатори даврага вольтметр каби, ток трансформатори эса, амперметр каби уланади.

117-нчи расмда ўлчов трансформаторлари ёрдами блан юқори кучланишли тормоққа вольтметр ва амперметрни улаш схемаси кўрсатилган.

Бирорта қутилмаган сабаблар блан ўлчов трансформаторининг ўрамлари орасидаги изоляция бузилиши ва бунинг нати-



116-нчи расм.

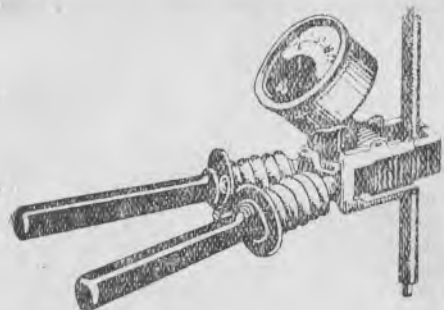


117-нчи расм.

жасида юқори кучланиш бевосита ўлчов асбобларига ўтиши мумкин. Бундай ҳолларда асбобларга тегиш ишловчининг ҳаётига хавфсиз бўлсин учун уларга келучи симларнинг биттаси ерга уланади.

Ток трансформаторини амалда учраши мумкин бўлган муҳим бир хусусиятини тўлароқ кўрсатиб ўтамиз. Ток трансформаторининг биринчи ўрами фақат битта тўғри ва йўғон симдан иборат бўлиб, иккинчи ўрамининг сони токни неча марта камайтмоқчи бўлишимизга боғлиқ. Амперметрлар қаршилиги жуда кичик бўлганидан ток трансформаторлари деярлик қисқа уланган шароитда ишлайди. Трансформаторнинг иккинчи ўра-

ми ўзакдаги магнит оқимини кучсизлантириб туриши бизга маълум. Лекин ток трансформаторининг ўзаклари жуда кучсиз магнит оқимига мўлжалланганликларидан, амперметр даврадан чиқиб қолса, иккинчи ўрамдан ток ўтмай, ўзакда магнит оқими жуда ҳам ортиб кетади. Натижада иккинчи ўрамда катта ва хавфли электр юритгучи куч ҳосил бўлиб, бу ҳаёт учун қўрқинчлидир. Шунинг учун ҳам ток трансформаторларнинг иккинчи ўрамини токсиз қўйиш мумкин эмас.



118-нчи расм.

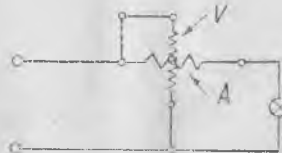
Тормоқнинг истаган ерида даврани узмасдан токни ўлчаш учун *Дитце омбири* деган асбоб ишлатилади (118-нчи расм). Дитце омбири тўғридан - тўғри амперметрга уланган трансформаторнинг ток иккинчи ўрамидан иборат. Унинг темир

ўзагини изолирланган соплар орқали қўл блан очиш мумкин. Токи ўлчаноқчи бўлган сим унинг ичига кириб туради. Бу сим биринчи ўрам вазифасини бажарали. Ишлаш хавфсиз бўлсин учун ўлчаш вақтида Дитце омбирининг сопларини ерға улаб қўйиш керак.

Ваттметр

Электр тоқининг қувватини ўлчовчи асбобга ваттметр дейилади. Электродинамик ваттметрлар ҳаммадан кўра кўпроқ қўлланилади. Ток қуввати кучланиш ва ток кучига боғлиқ бўлганидан, ваттметр ҳам тузилиши жиҳатидан амперметр блан вольтметрнинг хусусиятларини бирлаштирган бўлади.

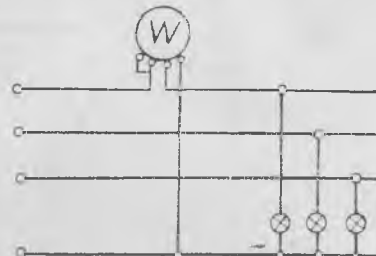
Электродинамик ваттметр қўзғалучи ва қўзғалмас иккита галтакдан иборат. Қўзғалмас галтак кам ўрамдан иборат бўлиб, у даврага амперметр каби кетма-кет уланади. Лекин қўзғалучи галтак эса, вольтметр ўрамлари каби ингичка симдан ва кўп ўрамдан иборат бўлиб, даврага вольтметр каби параллель уланади. 119-нчи расмда ваттметрни даврага улаш схемаси кўрсатилган. Бу ерда даврага кетма-кет уланган галтак А ва параллель уланган галтак В кўрсатилган. Даврада ток бўлганда вақтда, галтакларнинг текислиги бир-бирига тик ҳолатда туради. Галтакларда ток пайдо бўлиши блан қўзғалучи



119-нчи расм.

галтак қўзғалмас галтакка нисбатан параллель ҳолатни олишга иштилади. Лекин галтакнинг бутунлай параллель бўлиб туришига унинг ўқиға ўрнатилган пружина тўсқинлик беради. Қўзғалучи галтакка стрелка ўрнатилган. Стрелканинг бурилиши иккала галтакдан ўтучи токка боғлиқ. Лекин қўзғалмас галтакдаги ток кучланишга боғлиқ бўлганидан унинг бурилиши даврадаги ток блан кучланишга пропорциональ. Шубҳасиз бундай асбоб қувватни ўлчайолади.

Ўзгармас ток техникасида ваттметрдан кам фойдаланилади. Чунки алоҳида-алоҳида уланган амперметр блан вольтметр кўрсатишларининг кўпайтмаси бевосита қувватни беради. Ўзгаручи ток техникасида эса, даврада ҳардоим индуктив нагрузка мавжуд бўлганидан ҳақиқий қувватни бу йўл блан топиш мумкин бўлмайди. Ваттметр эса, ҳақиқий қувватни тўғридан-тўғри ўлчайолганлигидан, у ишда катта қулайлик туғдиради.



120-нчи расм.

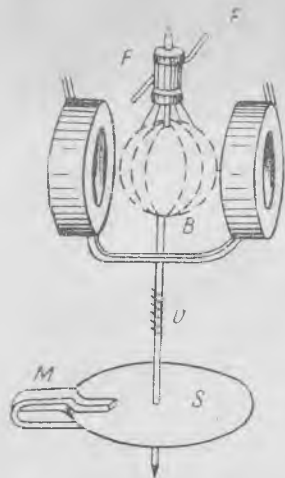
Ўзгармас ва бирфазли ток қувватини ўлчаш учун ваттметр 119-нчи расмда кўрсатилганидек уланади. Агар учфазли тоқининг ҳарбир фазасидаги юклама бирхил бўлса, юқоридагидек схема блан битта фаз қувватини ўлчаб (120-нчи расм), сўнгра уни учга кўпайтиш кифоя. Лекин юкламалар бирхил бўлмаса, ҳарбир фазга биттадан ваттметр улашга тўғри келади.

Саноқчи

Электр энергиясини (ишини) ўлчовчи асбобга саноқчи деб айтилади. Электр энергияси — қувват блан вақтнинг кўпайтмасига баравар бўлганлигидан, саноқчи қувват блан бирга вақтни ҳам ўлчайдиган бўлиши керак. Шунинг учун кўп саноқчилар ваттметр принципида қурилиб, уларга стрелка ўрнига соатдаги каби айланиб турадиган механизм ўрнатилади.

Энг кўп тарқалган саноқчилардан бири моторли саноқчи бўлиб, у кичкина моторчадан иборат. Бу саноқчи истеъмолчиларга келучи бутун токни ўз ичидан ўтказучи иккита соленоид ва уларнинг ўртасида туриб айланучи В якорьдан иборат (121-нчи расм). Якорь бирнеча ўрамдан иборат бўлиб, у F шчёткалар орқали даврага параллель уланган. Демак, якорьдан ўтучи ток кучланишга пропорциональ. Худди ваттметрдаги каби, бунда ҳам якорь галтаклардаги ток таъсири блан ҳаракатга келади. Лекин якорьга қаршилик кўрсатучи пружинанинг йўқлигидан у узликсиз айланаберилади.

Якорьнинг айланиш тезлиги олинаётган қувватга боғлиқ. Якорьнинг ўқида *M* магнети оралиғидан ўтказилган ва алюминдан ясалган диск (*S*) бор. Якорь блан барабар айлануши бу диск, *M* магнит майдонини кесиб ўтганда унда фуко токи ҳосил бўлади ва у дискнинг жуда тез айланиб кетишига имкон бермайди. Агар олинаётган қувват ортиб кетса, якорьга бўладиган та'сир ҳам зўрайиб, у магнит қаршилигини осонлик блан енгади ва тезроқ айланади.



121-нчи расм.

Якорь ўқида дискдан ташқари яна Парма шаклидаги винт φ ўрнатилган. У соат механизмининг тишли гилдиракчаларини айлантиради ва шу блан унинг айланиш сонини ҳисоблашга ёрдам қилади. Якорьнинг айланиш сонига қараб сарфланган электр энергиясини ҳисоблаш мумкин.

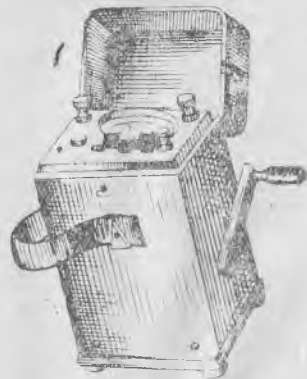
Меггер

Юқорида биз турмушда кўп учрайдиган ва кўпчилик билиши албатта шарт бўлган асосий ўлчов асбоблари блан танишдик. Амалда булардан бошқа: *қувват коэффициентини ўлчовчи-фазометр, такрорланишни ўлчовчи-частотметр, қаршилиқни ўлчовчи — омметр* каби бирқанча асбоблар ҳам бор.

Бу бобнинг охирида эксплуатация шароитида кўп керак бўладиган *индуктор* блан танишамиз. Бу асбоб ба'зан *меггер* деб ҳам юритилади. Унинг ташқи кўриниши 122-нчи расмда келтирилган. Меггер ёрдами блан электр ускуналарининг изоляцияси, симларнинг бутунлиги ёки ерга тегиб қолганликлари текширилади.

Меггер махсус тузилган кичик динамомочадан иборат бўлиб, у текширилиши лозим бўлган даврага кетма-кет уланади ва қўл блан айлантиради. Бу асбобда текшириш вақтида давранинг қаршилигини кўрсатадиган омметр ҳам бор. Агар давра бирор еридан узилган бўлса, меггер сопи айлантирилган-

да омметр стрелкаси қимирламаслиги керак. Агар давра бутун бўлса, омметр давранинг қаршилигини кўрсатиб туради. Агар меггернинг бир учини ерга ёки машина гавдасига, иккинчи учини машина ўрамадаги симга улаб, уни айлантирсак, биз сим изоляциясининг қаршилигини ўлчамиз. Омметр мўлжалдан кам миқдорни кўрсатса, демак изоляция бузилган ёки унга шикаст етган бўлади.



122-нчи расм.

VI. ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИ ИШЛАБЧИҚАРИШ ВА ТАҚСИМЛАШ

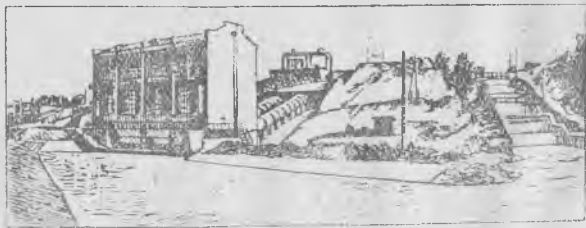
Станция ва подстанция ҳақида асосий тушунчалар

Электр энергиясига айлантирилмоқчи бўлган дастлабки энергиянинг турига қараб, электр станциялар асосан икки хил бўлади.

Умуман ёқилғу ашёларидан фойдаланиб ишлайдиган станцияларни иссиқлик станциялари дейилади. Сув энергиясидан фойдаланиб ишлайдиган станцияларни — гидростанция дейилади. Исте'молчиларнинг турларига қараб яна электростанциялар — фабрик-завод, коммунал, қишлоқ-хўжалик ва район электростанциялари деб ҳам юритилади.

Бундан ташқари 250 вольтдан ошқ кучланиш беручи станцияларга — юқари кучланишли ва ундан кам кучланиш беручи станцияларга — паст кучланишли станциялар дейилади. Гидростанциялар иссиқлик станцияларига қараганда кам қаражат талаб этади.

Сув энергиясини электр энергиясига айлантириш учун махсус иншоот ва машиналар керак. Сув тўғон ёрдами билан баланд кўтарилади, сўнгра канал ва махсус трубалар орқали гидротурбинларга юборилади. Юқоридан босиб тушган сув гидро-



123-нчи расм.

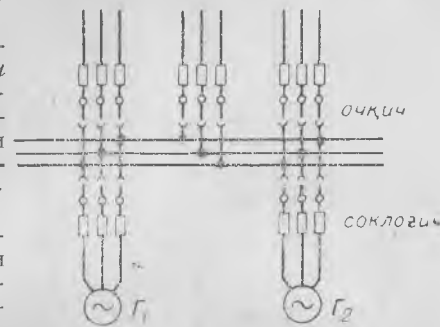
турбинани ҳаракатга келтириб, турбина эса сувнинг потенциал энергиясини механик энергияга айлантиради. Шу билан бир вақтда гидротурбиналар билан бир ўққа ўрнатилган генераторлар ҳам айланиб, механик энергияни электр энергиясига айлантиради, 123-нчи расмда гидростанциянинг умумий кўриниши келтирилган.

Сув ва иссиқлик машиналари бошланғич двигателлар деб оталади. Бошланғич двигателларнинг тузилиши ва ишлаш асослари махсус курсларда ўтилади.

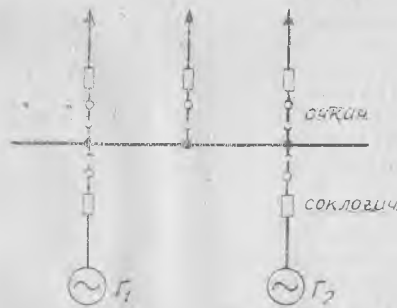
Генераторлар тузилишига қараб ўзгаручи ва ўзгармас ток берадиган бўлади. Электростанциядаги генераторлардан олинган электр энергия алоҳида тақ-

симот пунктларига юборилади. Тақсимот пунктлари йиғучисимлар (шина) ва бошқа электр аппаратлари билан жиҳозланган. Бу аппаратларнинг ёрдами билан генераторни куچайтучи трансформаторларга ёки исте'молчиларга кетучи сим йўллари йиғучи шиналарига улаш мумкин.

Одатда электр энергиясини ишлаб чиқариш ва исте'молчиларга тақсимлаш учун машина ва аппаратларни қаерда ва қандай қилиб улаш йўллари яққол кўрсатучи махсус схемалар тузилади. Бу каби схемалар электростанция ва подстанцияни эксплуатация қилишда анча қулайлик туғдиради. Бу схемалар алоҳида шартли ишоралар билан кўрсатилади. Шундай схемаларнинг бири 124-нчи расмда кўрсатилган. Уқиш осон бўлсин учун учфазли (ўзгармас ток станцияларида икки симли) схемаларни бир чизиқ билан кўрсатилади. 124-нчи расмда кўрсатилган схема 125-нчи расмда бир чизиқли схема билан кўрсатилган. Кам қувватли паст кучланишли электростанцияларда



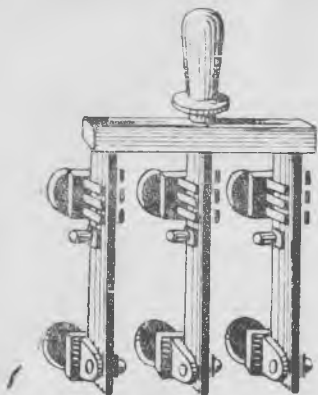
124-нчи расм.



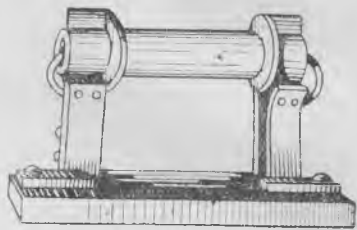
125-нчи расм.

ўрнатилган генераторлар йиғучи шинларга *очғичлар ва эручи сақлағичлар* орқали уланади (124-нчи расм). Очғичлар исте’ молчиларни лозим бўлган ҳолларда улаши ва узиши мумкин. Очғичларнинг тузилиши бирнеча хил бўлиб, улар катта ёки кичик бўлишлари мумкин. Очғичлар уларга келучи ва кетучи симларнинг сонига қараб, бир, икки ва кўп қутбли бўладилар. 126-нчи расмда уч қутбли очғич кўрсатилган.

Электр ускуналарини қисқа уланишдан ва ортиқча юклама натижасида вужудга келадиган катта токдан сақлаш учун сақлағичлар қўл-



126-нчи расм.



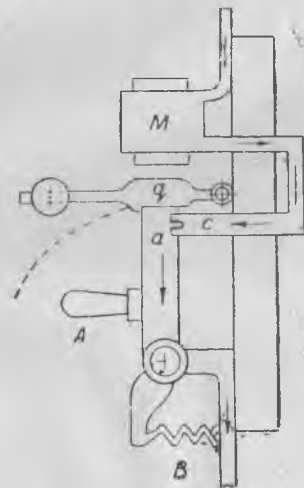
127-нчи расм.

ланилади. Юқорида кўрсатилган сақлағичлардан ташқари станцияларда *трубкали сақлағичлар* ҳам қўлланилади (расм 127). Бу сақлағичларнинг эручи ёки шинни трубкалар ичида бўлиб, ба’зан бу трубкалар асбест ёки махсус порошоклар билан тўлдирилади. Сақлағичларнинг камчиликлари шундаки, улар ўз вазифаларини ҳамавақт яхши ва аниқ бажараолмайдилар. Электр қуввати ва кучланиш ортгани сари бу камчилик кўпроқ сезила бошлайди. Бундан ташқари сақлағич портлаб эриб кетса, уни олмоштириш жуда қийин ва ҳаёт учун хавфли.

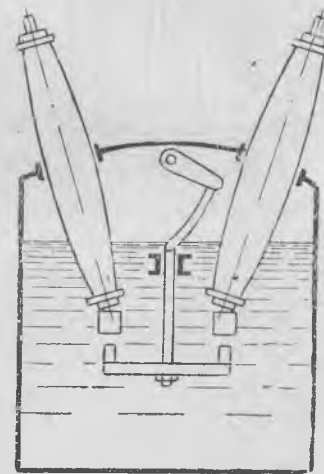
Ба’зан сақлағич ўрнига турли автоматлар қўлланилади. Умуман айтганда автомат деб, бирор сабабга кўра ўзи-ўзидан ишлайдиган аппаратларга айтилади. Масалан, ташқи тормоқда ток ҳаддан ташқари ортиб кетса, аппарат тормоқни ўз-ўзидан узиб қўяди. Бундай аппаратга *максималъ автомат* дейилади. Максималъ автомат тузилиш жиҳатидан жуда оддий бўлиб, у даврага кетма-кет уланади. Унинг ишлаш принципи 128-нчи расмда келтирилган. Расмда автомат орқали ўтадиган ток йўллари стрелка билан кўрсатилган. Агарда даврада бирон-та сабаб билан ток ортиб кетса, *М* электромагнитни ўз тўғрисидаги *q* қўлфни тортади. Натижада *В* пружинасининг ёрдами билан доим тортилиб турган *а* пичоғи *с* сопчигидан чиқиб, пунктир чизик билан кўрсатилган томонга санчиб кетади. Шу

вақтда ташқи тормоқ узилиб, катта ток хавфидан сақланиб қолади. Максималъ автомат узилгандан кейин яна уни — илгариги ҳолатга келтириш учун *А* сопни кўтариб қўйиш kiffoя.

Ток давраларини улаш ва айириш ишлари айниқса юқори кучланишларда турли қийинчиликларга учрайди. Бундай қийинчиликлардан қутулиш учун алоҳида аппарат — я’ни *мойли очғич* қўлланилади. Бу аппарат ёнғин жиҳатидаги хавфли бўлганлигидан уни алоҳида ҳужраларда ўрнатилади. 129-нчи расмда мойли очғичнинг ички тузилиши ва 130-нчи расмда эса унинг ташқи кўриниши келтирилган. Мойли очғичларни керак вақтда қўл билан узиб ёки улаб туриш учун уларнинг штурваллари бор. Мойли очғичлар, энг сезгир автомат — *реле* деб



128-нчи расм.

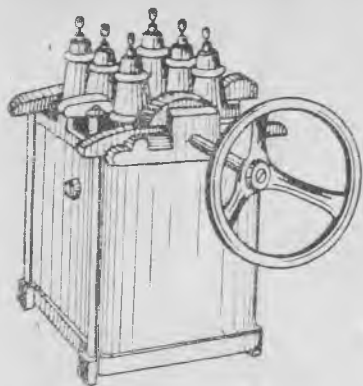


129-нчи расм.

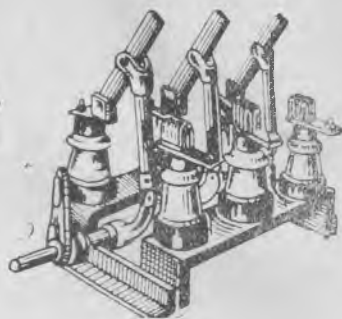
оталадиган аппаратлар билан жиҳозланган бўлиб, автоматик равишда ишлаши ҳам мумкин. Ремонт вақтларида юқори кучланиш ховфидан сақланиш мақсадида токсиз ускуналарни икки тарафдан айириш учун алоҳида очғич қўлланилади. Бу очғични *айирғич* (раз’единитель) деб оталади. Шуни уқдириб ўтиш керакки, айирғич очғич вазифасини бажараолмайди. Айирғичнинг тузилиши 131-нчи расмда кўрсатилган.

Электростанцияларнинг иши бир марказдан туриб идора ва контроль қилинади. Бу марказни *бошқариш пулти* дейилади. Электростанцияда ишлатиладиган ҳамма машина ва ускуналар, ўлчов асбоблари ва ёрдамчи аппаратлар бошқариш пултида ўрнатилади. Бундан ташқари электростанцияларни

турли ҳалокатлардан сақловчи ва огоҳлантиручи жуда мураккаб автоматик аппарат *релелар* ҳам шу ерда ўрнатилган бўлади. Генераторларни ишга тушириш, юклама бериш, тўхта-тиш, ба'зан станциядан кетучи сим йўлларни мойли очғичлар орқали узish ва улаш каби бирқанча бошқариш ишлари



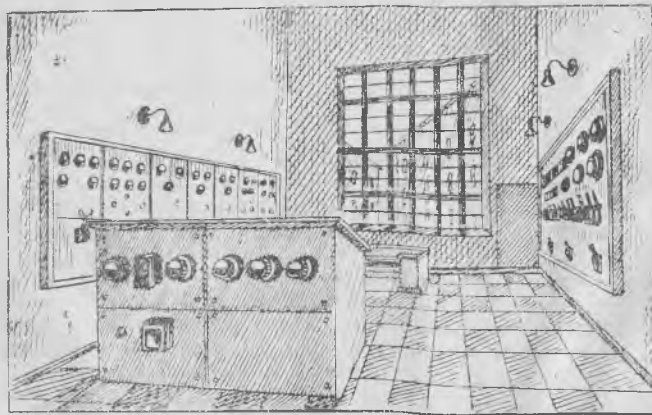
130-нчи расм.



131-нчи расм.

шу ердаги кнопка ва калитлар ёрдами билан навбатчи инженер ва техниклар томонидан бажарилади. 132-нчи расмда электростанциялардан бирининг бошқариш пулти кўрсатилган.

Электр энергиясини узоқ масофаларга юборишда юқори кучланишнинг ўнгʻайлигини кўрсатиб ўтган эдик. Юқори куч-

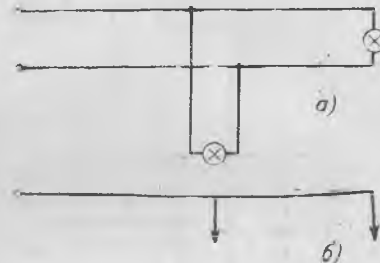


132-нчи расм.

ланиш исте'молчиларга етганда пасайтирилиши лозим. *Кучланишни ўзгартиш (пасайтириш ёки кучайтириш) учун трансформатор ва бошқа тақсимот аппаратлари ўрнатилган жойга подстанция дейилади.* Подстанцияларда ҳам бошқариш пултлари бўлиши мумкин.

Электр энергиясини тақсимлаш

Электростанциялар билан исте'молчиларни боғловчи сим йўлларга электр тarmoқлари дейилади. Тортилган симларнинг сони ток турига қараб икки, уч ва тўртта бўлиши мумкин. Электр тarmoқлари кўпинча жуда мураккаб бўлганидан уларни ҳам содда ва яққол кўрсатиш учун бир чизиқли схемалар қўлланилади. Шунингдек сим йўлларнинг турли нуқталаридан олинadиган тоқлар бир чизиқли схемада стрелка билан кўрсатилади. 133-нчи расмда юқорида икки симли тarmoқ (a), пастда бир чизиқли (b) схема билан кўрсатилган.



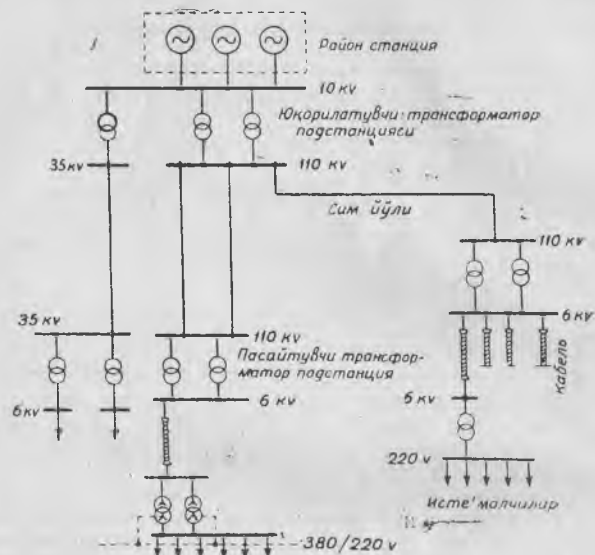
133-нчи расм.

Катта электростанциялар энергияни юқори кучланиш билан юбордилар.

Шунинг учун айрим исте'молчилар юқори кучланишга тўғридан-тўғри боғланмай, балки трансформатор орқали боғланади. 134-нчи расмда кўрсатилганидек район электр станциясидаги 10 киловольтли 3 та генератордан олинган энергия олдин *кучайтучи трансформатор подстанциялари* ёрдами билан 35 ва 110 киловольтли кучланишга айлантирилади. Сунгра бу кучланишга эга бўлган электр энергияси сим йўллари орқали исте'молчилар жойлашган ерларга юборилади. Лекин исте'молчилар бу катта кучланишдан фойдаланаолмайдилар. Шунинг учун бу кучланиш шаҳар ташқарисида ёки йирик заводлардаги *пасайтучи трансформатор подстанциялари*да 6 киловольтгача пасайтирилади. Бу пасайтилган кучланиш шаҳар ёки завод ичидаги алоҳида пунктларга махсус кабельлар орқали тарқатилади. Бу кучланиш анча хавфсиз бўлади. Бу кучланишли энергия бевосита исте'молчилар яқинида 500, 380/220 ёки 220/127 вольтгача яна пасайтирилади. Энди бундай паст кучланишли тarmoққа мотор, электрлампа ва бошқаларни бемалол улаш мумкин.

134-нчи расмда якка ишлайдиган станциянинг схемаси келтирилган. Ҳозирги вақтда бирнеча станцияларни ва бу станциялар билан исте'молчиларни боғловчи сим йўллари биргаликда ишлашиб, мураккаб *электр системасини* ташкил этадилар.

Бундай ҳолларда станциялар бир-бирлари блан узликсиз туташган юқори кучланишли тормоқларни ташкил этадилар (135-нчи расм). Демак, электр тормоқлари бирнеча хил кучланишлардан иборат бўлиши мумкин. Умуман олганда ҳар-



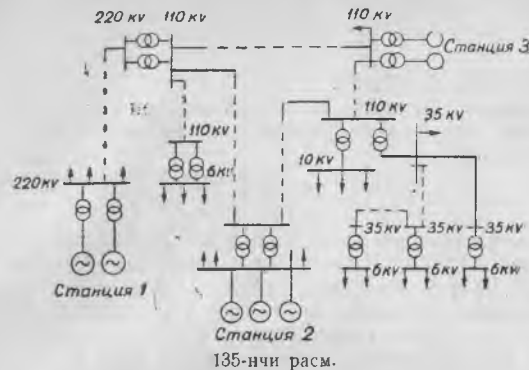
134-нчи расм.

бир тормоқ қуйидаги стандарт кучланишлардан бирига эга бўлиши керак. Юқори кучланиш учун: 120 000, 35 000, 10 000, 6 000, 3 000, 500 вольт; паст кучланиш учун: 380, 220, 127 вольт.

Юқорида келтирилган мулоҳазаларга кўра электр тормоқлари *узилган* (134-нчи расм) ва *узликсиз* (135-нчи расм), бўлиши мумкин. Узилган тормоқлар алоҳида тормоқлардан иборат бўлиб, ҳарбир исте'молчига энергия фақат бир томондан берилади. Узликсиз тормоқлар эса, бир-бирига тутшиб кетган умумий давра ташкил этучи тормоқлар йигиндисидан иборат бўлиб, ҳарбир тормоқ кам деганда икки томондан энергия олиши мумкин. Узликсиз тормоқлар исте'молчиларни энергия блан тўхтовсиз та'минлашда кўп қулайлик туғдиради.

Исте'молчиларни энергия блан узликсиз та'минлаб туриш учун ҳархил кучланишда ишловчи электростанцияларни ҳам

трансформаторлар орқали *бирлашган умумий электр тормоқларига* улаш мумкин. Бундай қилинганда станциялардан



135-нчи расм.

бирининг вақтинча ишдан чиқиши исте'молчиларнинг тўхтовсиз энергия блан та'минланиб туришларига зарар етказмайди.

Симларни ҳисоблаш

Электр энергияси симлар орқали юборилганда унинг бир қисми иссиқликка айланиб, йўлда исроф бўлади. Исроф бўладиган энергиянинг миқдори симларнинг қаршилигига ва ток кучига боғлиқ. Бундан ташқари кучланиш йўл-йўлакай пасайиб кетади ва бу пасайиш қанча кўп бўлса, исте'молчига кучланиш ҳам шунча кам қолади. Лекин сим йўғонлашган сари унинг қиммати ҳам ортади. Демак, *танланган сим ҳаддан ташқари қиммат ҳам бўлмасин ва кучланишнинг йўлда пасайиши ва симнинг қизиши ҳам ма'лум миқдордан ортмаслиги лозим.* Симларни ҳисоблаш — юқоридаги шартларга жавоб берадиган симни танлашдан иборат.

Мураккаб тормоқларни ҳисоблаш махсус мулоҳаза ва қийин ишларни талаб қилганидан бу ерда паст кучланиш электр тормоқларини ҳисоблаш блан чекланамиз. Бундай сим йўлларини ҳисоблаш учун уч нарсанинг, я'ни: исте'молчининг қуввати, кучланиш ва исте'молчидан туб йўл, подстанция ёки станциягача бўлган масофанинг аниқ бўлиши керак.

Дастлаб шуни кўрсатиб ўтиш керакки, симлар мисдан, алюминдан ёки темирдан бўлиши мумкин.

Симларни ҳисоблаш усули блан танишмоқ учун, *l* масофадаги исте'молчига тортилган оддий тармоқни олиб кўрамиз. Симлардаги кучланишнинг пасайиши:

$$e = l \cdot R$$

га тенг эканлиги бизга ма'лум. Шунингдек, узунлиги l бўлган симнинг қаршилиги:

$$R = \rho \frac{2l}{q}$$

формуласи блан топилади.

Симларнинг солиштирма қаршиликлари ρ эса, I-жадвалда келтирилган. Юқоридаги формуладан симнинг кўндаланг кесимини топамиз.

$$q = \rho \frac{2l}{R}$$

Одатда сим материалнинг солиштирма қаршилиги ρ ва масофа l ма'лум бўлади. Шунинг учун, агар сим йўлнинг ҳамма қаршилиги R ҳам аниқланса, кейинги формулага асосланиб, симнинг кўндаланг кесими q ни топиш мумкин. Бунинг учун қуйидагича мулоҳаза қилиш керак. Кучланишнинг пасайиши юкламага пропорциональ, юклама ортиши блан исте'молчилардаги кучланиш камаябошлайди ва аксинча, юклама камайиши блан исте'молчидаги кучланиш ўзгармай турса ҳам, юкламанинг ўзгариши блан исте'молчидаги кучланиш ма'лум чегарада ўзгариб туради. Кучланишнинг ўзгариши исте'молчиларнинг иш сифатига та'сир этади. Масалан, кучланишнинг пасайиши электролампарларнинг хира ёнишига, кучланишнинг кўпайиши эса лампаларнинг тез ишдан чиқишига сабаб бўлади. Шунинг учун ҳам ёритиш тормоқларидаги кучланишнинг ўзгариши 2 — 3 процентдан нарига ўтмаслиги лозим. Завод-фабрикаларда иш ўринларини бирхилда ёритишнинг аҳамияти катта бўлганидан ёритиш тормоқлари мотор тормоқларидан мустақил бўлиши керак. Моторларда эса кучланишнинг ўзгариши у даражада сезилмайди. Шунинг учун моторларга тортилган тормоқларда кучланишнинг ўзгариши 10 процентгача етиши мумкин. Демак, симларни ҳисоблашда исте'молчиларнинг хусусиятига қараб, кучланишнинг пасайиши олдиндан белгиланади.

Ток ва кучланиш пасайиши e ни билганимиз ҳолда

$$R = \frac{e}{I}$$

формуласи блан қаршиликни ва юқоридагиларга асосланиб симнинг кўндаланг кесимини ҳам топамиз.

Ба'зи вақтларда (қисқа масофали тармоқларда) кесими кучланишнинг пасайишига асосланиб танланган симлар нормаль ток ўтаётган вақтида хавфли даражада қизиб кетади. Бундай ҳолларда симнинг кўндаланг кесимини нормаль токда қизиб кетмайдиган қилиб олиш керак.

Қуйидаги жадвалда қизиб кетмаслик шarti блан алоҳида симлардан қанча ток ўтказиш мумкинлиги келтирилган.

III жадвал.

Очиқ ҳавода тортилган изоляцияли симлар учун (ампер блан)

Кўндаланг кесим (мм ²)	Мис сим учун энг катта ток	Лозим бўлган сақлагич (неча амперга)
0,5	10	6
0,75	13	6
1	15	6
1,5	20	10
2,5	27	15
4	35	20
6	48	25
10	68	35
16	92	60
25	123	80
35	152	100
50	192	125
70	242	160
95	292	190
120	342	225
150	392	260

IV жадвал.

Очиқ ҳавода тортилган яланғоч симлар учун (ампер блан)

Кўндаланг кесими (мм ²)	Мис очик ерларда	Алюмин очик ерларда	Темир очик ерларда	
			кўп симли	бир симли
4	58	—	—	—
6	76	—	—	—
10	108	—	35	21
16	150	120	40	27
25	205	160	60	37
35	270	205	80	—
50	335	260	90	—
70	425	320	125	—
95	510	400	140	—
120	595	455	175	—

Бундан ташқари симларнинг узилиб кетмаслиги учун ток ҳарқанча кичик бўлишидан қат'ий назар, симнинг кесими ма'лум миқдордан кам бўлмаслиги шарт. Нормага биноан очик ерларда тортиладиган паст кучланишли тормоқлардаги симларнинг кесими мис ва алюмин учун 6 мм² ва темир сим учун 4 мм² дан кам бўлмаслиги керак.

Юқорида айтилганларни мисол блан кўрсатамиз. Динамомашинанинг қуввати 7,7 киловат бўлиб, 150 метр нарида жойлашган моторни энергия блан та'минлайди. Моторга тортиладиган симларнинг йўғонлиги топилсин.

Бунинг учун сим материали блан кучланишни билишимиз керак. Ҳисобни икки хил кучланиш учун — 110 ва 220 вольт учун олиб борамиз.

1. Кучланиш 110 вольт бўлса, ток

$$J = \frac{P}{E} = \frac{7700}{110} = 70 \text{ амперга тенг.}$$

Юқоридаги жадвалга мувофиқ, яланғоч мис сим олсак, унинг кесими 6 мм² дан кам бўлмаслиги керак. Лекин кучланишнинг пасайиши юқоридаги формулаларга биноан 61,4 вольт бўлиб, исте'молчи оладиган кучланишнинг 56 процентини ташкил этади. Бу энергиянинг ярмидан кўпи йўлда исроф бўлишни кўрсатади.

2. Кучланиш 220 вольт бўлса, ток

$$I = \frac{7700}{220} = 35 \text{ амперга тенг.}$$

Жадвалга мувофиқ, 4 мм² мис сим олишимиз керак. Лекин бу бизни қаноатлантирмайди. Унинг ўрнига 6 мм² ли сим олинса, кучланишнинг пасайиши 30,7 вольт бўлади. Бу эса исте'молчи оладиган кучланишнинг 28 процентини ташкил этади.

Юқорида ҳисобланган ҳар иккала сим ҳам ярамайди, чунки кучланишнинг пасайиши ва бекорга исроф бўлуши энергия ҳаддан ташқари кўп. Энди шу симларнинг кесимини кучланишнинг пасайишини ма'лум миқдордан оширмаслик шарти блан топайлик.

Кучланишнинг пасайиши 10% деб шарт қилинганда, 110 вольтли сим йўлидаги кучланиш пасайиши:

$$e = \frac{110 \times 10}{100} = 11 \text{ вольт бўлади.}$$

Юқорида келтирилган формулага мувофиқ, сим кесими:

$$q = \frac{\rho 2 l p}{\epsilon E} = \frac{2 \times 150 \times 7700}{57 \times 11 \times 110} = 33,5 \text{ мм}^2 \text{ бўлиши керак.}$$

Стандартга кўра 35 мм² кесимли мис сим оламиз.

Кучланиш 220 вольт бўлса, $e = 22$ вольт бўлиши керак. Шунга кўра $q = 16,75$ мм² бўлади. Стандартга мувофиқ 16 мм кесимли мис сим оламиз.

Ўзгаруши ток исте'молчиларига тортиладиган симларни ҳисоблаганда қуйидагиларни назарда тутиш керак.

$$P_a = E \cdot I \cdot \cos \varphi$$

бўлгани учун, симлардан ўтуши ток

$$I = \frac{P_a}{E \cdot \cos \varphi}$$

формуласи блан топилади.

Бу ёлғиз икки симдан иборат бир фазли сим йўлларга оид. Агар исте'молчи уч фазли бўлса, ток $I = \frac{P_a}{\sqrt{3} E \cos \varphi}$ формуласи блан аниқланади.

Бу ерда P_a — исте'молчининг актив қуввати (учалла фаздаги), E — фазаро кучланиш, I — ҳарбир симдан ўтуши ток.

Айтилганларга мисол келтирамиз. Магистраль тормоқдан 55 метр узоқликдаги 3,5 от кучига эга бўлган уч фазли моторга тортилган симни ҳисоблайлик.

Фазаро кучланиш 220 вольт, $\cos \varphi = 0,83$ бўлса, сим йўллардаги кучланишнинг пасайиши 5 вольтдан ортмаслик шарти блан, симнинг кўндаланг кесимини танлаймиз. Олдин от кучини қилватга айлантiramиз.

$$P_a = 3,5 \text{ от кучи} = 3,5 \times 0,736 = 2,58 \text{ квт.}$$

Энди ток:

$$I = \frac{2580}{\sqrt{3} 220 \times 0,83} = 8,18 \text{ ампер.}$$

Шунга яраша сим кесими:

$$q = 8,18 \frac{2 \times 55}{57 \cdot 5} = 3,15 \text{ мм}^2.$$

Стандартга мувофиқ 4 мм² сим олиниши керак. Бу сим қизимаслик шартини ҳам қондиради. Агар сим иморат ичидан тортилмоқчи бўлса, бу кесим блан қаноатланиш мумкин, ё бўлмаса, 6 мм² ли сим олиш янада яхшироқ бўлади.

Сақлағич танлаш

Сақлағичнинг вазифаси исте'молчига тортилган сим орқали номинальдан ортиқча ток утишига йўл қўймасликдир.

Ма'лум йўғонликдаги сим фақат ма'лум токнигина хавфсиз утказаолади, я'ни ортиқча қизиб кетмайди. Шунинг учун сақлағичлар асосан ток ўтказуши симнинг йўғонлигига қараб танланади.

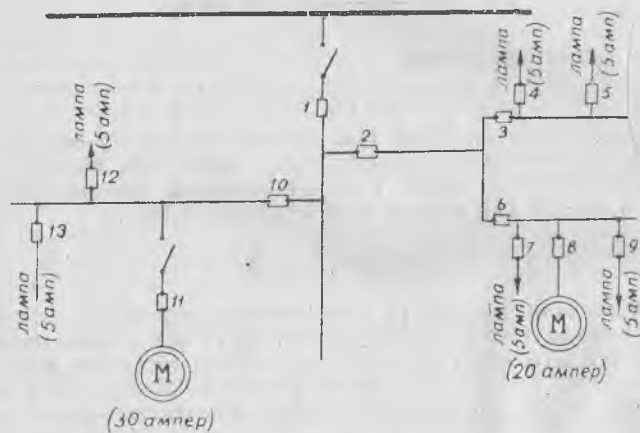
Номиналь ток деб, ишга солишда ва иш давомида сақлағичдан узоқ вақт ўтиб турадиган ва уни эритиб юбормайдиган токка айтилади. Лекин ток номиналь миқдордан 25 процентдан ортиб кетса, сақлағич орадан тахминан 1 соат ўтгач эриб кетиши керак. Шунинг учун электр симларни қизиб кетишдан сақлаш мақсадида унга қўйиладиган сақлағичлар симни хавфли даражада қизитадиган токдан 25 процент кам бўлиши керак. Ҳарбир симнинг йўғонлигига қараб III ва IV жадвалларда кўрсатилган токлар шу талабга мувофиқ равишда кўрсатилган.

Юқорида айтилганлар лампа ва печка каби исте'молчиларга нисбатан тўғри келади.

Электромоторлар учун бу усул блан сақлағич танлаб бўлмайди. Чунки моторларни ишга солиш вақтида улар қисқа муд-

дат давомиди номиналь токдан анча ортиқ ток оладилар. Энг кўп тарқалган қисқа уланган роторли асинхрон моторлар тормоққа уланган пайтда ўз номиналь токига қараганда бирқанча марта кўп ток олади; 5 — 10 секунддан кейин у яна номиналь токка камаяди. Уртача қилиб олинганда, мотор ишга қўйилиш вақтида тормоқдан номиналь токдан 2,5 марта ортиқ ток олади. Бундай катта токни сим 5—10 секунд давомиди хавфсиз ўтказаолса ҳам, номиналь токка ҳисобланган сақлағич дарҳол эриб кетиб, исте'молчини тормоқдан узиб қўяди. Шунинг учун сақлағич моторнинг номиналь токидан 2,5 марта кўпроқ токка ҳисобланган бўлиши зарур.

Агар битта тормоқдан бирнеча мотор энергия олса, бу тормоққа қандай сақлағич танлаш керак? Ҳамма моторларнинг номиналь токлари йиғиндисини 2,5 марта кўпайтиб, шунга кўра сақлағич танласа бўладими?



136-нчи расм.

Бунинг учун қуйидагиларни назарда тутиш лозим. Тормоқдаги моторларнинг ҳаммасини бирданига ишга солиш эҳтимоли жуда кам учрайди. Бу моторларнинг фақат 2 таси ёки 3 тасигина бирданига ишга солиниши мумкин. Бундай моторлар группасига сақлағич танлашни қуйидаги мисол блан тушунтирамиз. Масалан, бундай моторларнинг сони 10 та бўлиб, ҳарбири 20 ампердан ток олсин, дейлик. Агар бир вақтда 3 та мотор бирданига ишга туширилиши мумкин деб ҳисобласак, ҳарбир мотор учун сақлағич танлашда унинг ўртача юргизиш токи $2,5 \cdot 20 = 50$ ампер бўлади. Қолганлариники эса, $7 \times 20 = 140$ ампер бўлади. Демак, сақлағич: $3 \times 50 + 140 = 290$ ампер ток учун танланиши лозим.

Сақлағич фақат қисқа уланган ёки юклама ортиб кетган тормоқларнигина айриб ташлаш блан бошқа қўшни тормоқларни янглиш суратда тормоқдан узиб қўймаслиги зарур. Буни яхшироқ тушуниш учун 136-нчи расмни текшириб кўрайлик. Бу расмда 4, 5, 7, 9, 12, 13-нчи сақлағичлар лампалар группасининг номиналь токига ҳисоблаб олинади, 11-нчи сақлағич эса, $30 \times 2,5 = 75$ ампер, 8-нчи сақлағич эса $20 \times 2,5 = 50$ ампер учун танланилади. 3-нчи 10 ампер учун, 6-нчи 60 ампер, 2-нчи 70 ампер ва 10-нчи — 80 амперга, 1-нчи $70 + 80 = 150$ ампер учун олинади. Агар бирор сабаб блан ўнг томондан пастдаги шахобчада юклама ортиб кетса, фақат 6-нчи сақлағичгина эриб кетади. 2-нчи сақлағич эса эриб кетмайди. Агар чап томондаги тормоқда юклама ортиб кетса, ёки қисқа улаиш рўй берса фақат 10-нчи сақлағич эриб кетиб, бошқа шахобчалар (ўнг томонидагилар) му'тадил ишлашда давом этаберилади.

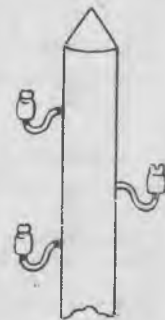
Юқориди келтирилган мисоллар сақлағичларни тўғри танлаб қўйишнинг на қадар катта аҳамиятга эга эканлигини кўрсатади. Кўпинча тушунмасдан, ба'зи ерларда лозим бўлган сақлағич ўрнига йўғон сим ёки катта сақлағич қўядилар; бу албатта исте'молчиларни токдан маҳрум қилишдан ташқари, яна бирқанча бахтсиз ҳодисаларга ҳам, масалан ёнгин чиқишига сабаб бўлиши мумкин.

Симларни тортиш

Электр энергияси устунларга осилган симлар блан юборилиши ҳаммага ма'лум. Лекин катта шахарларда симларнинг ҳаддан ташқари кўлайиши бир томондан шахар ҳуснини бузса, иккинчи томондан аҳолининг хавфсизлигига ҳалал беради. Шунинг учун кейинги йилларда симларни ер остидан ўтказиш анча ривожланди. Албатта еростидан ўтказиладиган симлар яхши изоляцияланган ва бу изоляцияга зах та'сир қилмайдиган бўлиши керак. Шундай тайёрланган симларни *кабель* деб юритилади.

Симларни тортишда ишлатиладиган устунлар симларнинг орасидаги масофага, уларнинг шаклига, симларнинг сонига ва уларнинг кўндаланг кесимларига ҳамда кучланишга боғлиқ. Паст кучланишли сим йўлларда устунларнинг оралиғи 40 — 50 метр бўлиб, симнинг энг паст нуқта таси ердан камида 5 метр баланд бўлиши шарт. Юқори кучланишли сим йўлларда энг паст нуқта ердан 6 метр баланд туриши зарур.

Сим йўлларда симларни осиб учун кўпроқ ёғоч устунлар ишлатилади. Бу ёғоч устунлар қарагайдан тайёрланиб, унинг тахминан бешдан бири ерга кўмилади. Устуннинг еростидаги қисми тез чиримасин учун унинг усти бироз куйдирилади ёки арава мойи ва смола каби нефть қолдиқлари суртилади.



137-нчи расм.

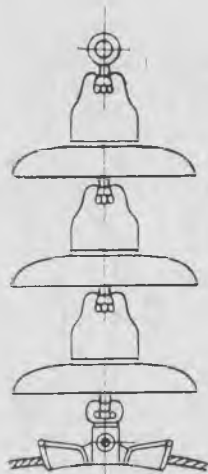
Ба'зида устулар темир рельсдан ясалган оёқчаларга ўрнатилади.

Ҳарқандай сим йўлни тортишда бу симларни бир-биридан ва ердан етарли равишда изоляциялаш муҳим ўрин тутади. Бунинг учун паст кучланиш сими йўлларида илгакларга ўрнатиладиган *чинни изоляторлар* қўлланилади (137-нчи расм).

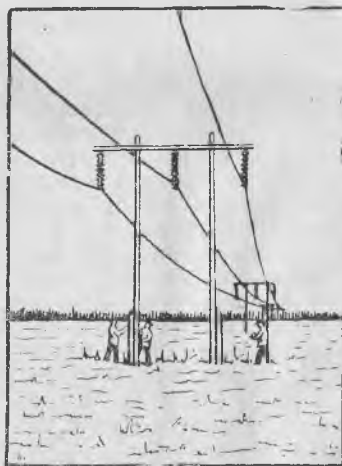
Катта ва юқори кучланишли сим йўлларда *гирлянд* қўлланилади. *Гирлянд деб устма-уст осилган бирнечта тарелка-симон изоляторларга айтилади* (138-нчи расм). Бундай устма-уст осилган изоляторларнинг сони кучланишга боғлиқ. Масалан, 35 киловольтли сим йўлларда 3—4 дона ва 110 киловольтли сим йўлларда 6—7 тадан бўлади. 139-нчи расмда шундай устма-уст изоляторлар осилган 110 киловольтли сим йўли кўрсатилган.

Юқори кучланишли сим йўлларда симларнинг оралиғи кучланишга қараб бирқанча метр бўлиши мумкин.

Катта шаҳарларда ер остидан ўтказиладиган кабельларнинг тузилиши 140-нчи расмда кўрсатилган. Бу расмда бир фазли ток кабелли кўрсатилиб, у бир-биридан изоляцияланган иккита симдан иборат (1). Ҳарбир сим ингичкароқ симлардан тузилган бўлиб, уни *томир* дейилади. Ҳарбир томир махсус мой шим-



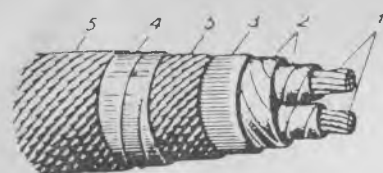
138-нчи расм.



139-нчи расм.

дирилган юққа лента қоғоз блан бирнеча марта ўралган (2) ва бир-биридан изоляцияланган бўлади. Изоляцияланган бу икки томир ленталоғоз блан устидан яна ўралади (2). Захдан сақлаш мақсадида уларнинг усти яна қўрғошин блан қопланади (3). Қўрғо-

шин сиртини турли шахт-шикастлардан асраш учун уларни пўлат лента блан ўралади (4). Қўрғошин сирти блан пўлат лента ора-



140-нчи расм.

лиғи асфальт шимдирилган канопплар блан ўралади (5). Пўлат лента зангласин учун унинг усти мой шимдирилган канопп блан қопланган (5).

Кабельлар иш жойларига катта ғалтакларга уралган ҳолда келтирилади. Кабельлар чуқурлиги 70—80

см қазилган ариқчаларга ётқизилади. Кабельларнинг учларини улаш учун махсус *кабель муфтаси* деб оталадиган қутилар қўлланилади.

VII. ЭЛЕКТР ХАВФЛАРИДАН САҚЛАНИШ

Электр қай вақтда ҳаёт учун хавфли

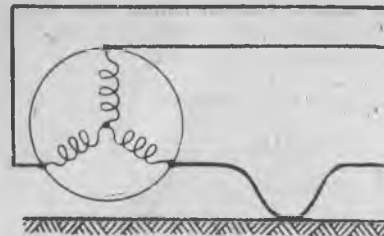
Электр установкаларида ишлайдиган киши доимо хавф остида бўлади. Электр одам учун фойдали бўлиши билан бирга, одам ҳаёти учун жуда қўрқинчли ва хатарли ҳам. *Хусусан у билар-билмас ҳарнарсгага қул урадиган кишиларни қаттиқ жазолайди.* Лекин билиб, тушуниб ва хавфсизлик қоидаларига риоя қилиб ишлаган киши ҳечвақт шикаст емайди. Шунинг учун ҳарбир саводли киши электрдан сақланишнинг асосий қонун-қоидаларини яхши билиши керак. Хавфдан сақланиш чораларини кўришдан аввал ток қай вақтда ҳаёт учун хавфли, деган саволга жавоб бериб ўтайлик.

Киши бадани ҳам ма'лум миқдорда ток ўтказиши мумкин. Агар икки қўлимиз билан электр симларини ушласак баданимиздан ток ўта бошлайди. Киши баданидан ўтадиган ток қанча катта бўлса, унинг та'сири ҳам шунча сезиларли бўлади. Кучсиз ток баданни сал-пал живирлатса ҳам, 0,1 амперга яқин ток кишини ўлдирishi мумкин. Текширишларга қараганда 0,05 ампер ток ҳаёт учун хавфли экан. Киши баданидан ўтадиган ток эса, баданнинг қаршилигига боғлиқ. Баданнинг қаршилиги эса, кишининг соғлигига, аҳвол руҳиясига, баданнинг хўл-қуруқлигига қараб белгиланади. Тажрибаларга кўра киши баданининг қаршилиги бирнеча минг омга етиши мумкин. Агар ўрта ҳисоб билан баданнинг қаршилиги 5000 ом деб олинса, у вақтда 250 вольтли кучланиш одамни ўлдирishi мумкин. Ба'зан одам 50 — 60 вольт та'сири остида ҳам ҳалок бўлади. Ҳарҳолда 250 вольтдан юқори кучланишлар ҳаёт учун сўзсиз хавфлидир. *Шу сабабли 250 вольтдан омиқ кучланишлардан сақланиш учун алоҳида қоидаларга риоя қилиш керак.*

Хавфнинг манба'лари

Учфазли моторлар кўпинча фаз-аро кучланиши 380 вольт бўлган кучланиш билан ишлайди. Трансформаторларнинг ва ба'зан генераторларнинг нейтраль (ноль) нуқталари эса, одатда

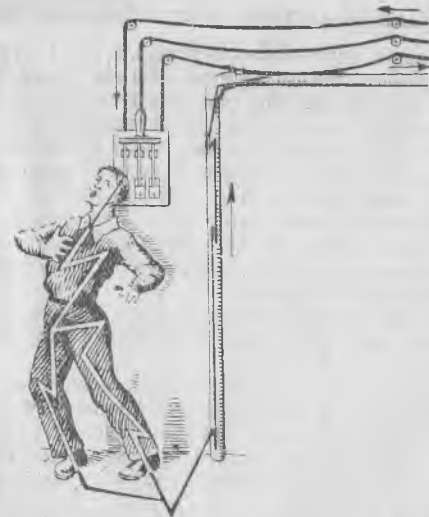
ерга кўмилган трубалар билан ерга уланади. *Буни ерлаш (заземление) дейилади.* Ерлашдан мақсад хавфни камайтиришдир. Масалан, фаз-аро кучланиш 380 вольт дейлик. Бирор сабаб билан фаз симлардан бири (141-нчи расм) ерга тегиб қолса, у



141-нчи расм.

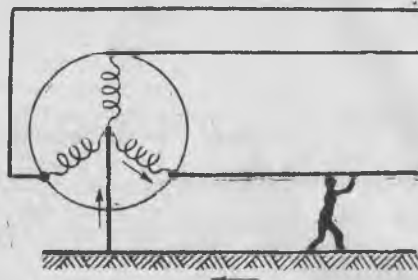
вақтда ер билан қолган фаз симлар орасида фаз-аро кучланиш (380 вольт) ҳосил бўлади. Ишловчи киши ерда туриб соғ фазлардан бирига тегиб кетса, у шубҳасиз катта хавфли — 380 вольт кучланиш остида қолиши аниқ. Буни яхшироқ тушуниш учун 142-нчи расмни текшириб кўрайлик. Бу ерда изоляцияланган симлардан бири яланғочланиш натижасида водопровод трубасига тегиб қолган. Ерда турган кишининг бадани тасодифан соғ фазлардан бирига тегиб кетиши билан ундан (380 вольт та'сири остида) стрелка билан кўрсатилган йўналишда ток ўтади. Шундай қилиб кўпинча хавф манбаи изоляцияларнинг бузилишидан келиб чиқади.

Агар нейтраль (машина ва трансформаторларнинг ноль нуқтаси) ерланган бўлса (143-нчи расм), тасодифан симга тегиб



142-нчи расм.

кетган киши 220 вольт остида қолиши сабабли хавф қисман камаяди. Шунинг учун фаз-аро кучланиш 380 вольт бўлган ускуналарнинг ҳаммасида нейтралъ ер блан қўшилиши керак. Бундан ташқари, хавфсиз ишлаш учун махсус калиш ва резинка қўлқоплар кийиб олиш керак. Резина гилам ёки қуруқ тахта устида туриб ишлаш ҳам киши ҳаёти учун хавфсиз.



143-нчи расм.

Электр установкаларида хавф-хатарсиз ишлаш учун, энг яхшиси, хавфсизлик қоидаларини яхши билиш ва уларга ҳамавақт қаттиқ риоя қилиш керак.

Токдан шикастланганларга биринчи ёрдам

Киши токдан шикастланганда қимирлаёлмайдиган ва гапиролмайдиган даражага етиши мумкин. Ба'зан шикастланган киши ҳушидан кетиб, ўзини ток та'сиридан тезда қутқазолмайди. Бундай вақтларда, энг олдин, шикастланган кишини ток та'сиридан қутқариш зарур. Бунинг учун энг аввал токни узиш керак. Шундан кейингина ёрдам беришга киришиш лозим. Ёрдам беручи ўзини ҳам эҳтиёт қилиши керак. Ёрдам беручи оёқ остига бирнеча қават қоғоз қўйиб, қўлига резина қўлқоп кийиб олса янада яхши бўлади. Агар ҳечнарсга топилмаса, шикастланган кишининг кийимидан эҳтиётлик блан (унинг баданига тегиб кетмай) тортиш керак.

Шикастланган киши қутқазилгандан кейин тездан доктор чақириш ва у келгунча ба'зибир ёрдам чораларини кўриш лозим.

Шикастланган ҳушсиз ётган бўлса, тездан уни сун'ий усулда нафас олдиришга киришиш керак. Бунинг учун дарҳол уни ҳавоси тоза ерга олиб чиқиб, 144-нчи расмда кўрсатилганидек ётқизилади. Нафас олишга ҳалал беручи тугма, жамар ва ёқалари ечилади. Ётқизилган вақтда уни оғзи ва бурни ерга тақалиб қолмасин.

Ёрдам беручи киши, расмда кўрсатилганича, тизза блан чўкка тушиб, ўз қўлини унинг белига қўяди ва бутун оғир-

лиги блан босади. Шу вақтда шикастланган кишининг қорни ерга босилиб, ўпкадаги ҳаво ташқарига чиқади. Энди қўлни секин-аста бўшатиб, у вақтда ўпкага қайтиб янги ҳаво киради. Шундай усулда сун'ий дам олиш минутига 15 марта тезлик блан то шикастланган киши ҳушига келиб ўзи эркин нафас олгунгача давом этдирилиши керак.



144-нчи расм.

Сун'ий усулда нафас олдириш кўпинча шикастланган кишини ҳушига келтиради. Ҳушига келган кишини бирқанча вақт тинч қўйиш лозим. Доктор келгандан кейин, у яна қандай чоралар кўриш зарурлигини айтиб беради.

МУНДАРИЖА

	Бет
Кириш	5
I. Механикадан бошланғич маълумот	
Куч	7
Иш.	8
Қувват	9
Энергия ва энергиянинг сақланиш қонуни	—
Энергиядан фойдаланиш шarti	12
Фойдали иш коэффициенти	—
II. Электр тоқининг асосий қонунлари	
Электр тоқи ва электр юритучи куч	14
Қаршилиқ ва ток кучи	16
Ом қонуни	18
Улаш турлари	20
Қачон ва қандай улаш керак. Реостатлар	24
Токнинг тормозланиш қонунлари	25
Электр тоқининг иши ва қуввати	28
Жоуль-Ленц қонуни	29
Электр ёйи ва унинг амалда қўлланиши	32
Симларни танлаш. Қисқа уланиш ва сақлагичлар	33
Токнинг ким'ёвий та'сири ва аккумуляторлар	36
III. Магнитизм ва электромагнитизм	
Магнит ва электромагнит	40
Ток ва магнит майдонларининг бир-бирига та'сири	46
Индукция ҳодисаси	48
Ўз индукция	51
Фуко тоқи	52
Ўзгаручи ток генератори.	—
Ўз индукция та'сирлари	56
Ўзгаручи ток қуввати	60
Учфазали ток	61
Учфазали ток қуввати	65
IV. Электр машиналари	
Ўзгармас ток олиш усули ва коллектор	66
Якорь ва ўрамлар	68
Магнит майдонини йидириш	71

Ўзгармас ток моторлари	73
Сервис мотор	75
Шунг мотор	76
Компаунд мотор	79
Моторларнинг ишлаш шароити ва фойдали иш коэффициенти	80
Ўзгармас ток машиналарини назорат қилиш	—
Ўзгармас ток генератори	81
Синхрон мотор	83
Айланучи магнит майдони ва асинхрон мотор	86
Трансформаторлар	93
Мотор-генератор ва конвертор	99
Симобли тўғрилагичлар	100

V. Ўлчов асбоблари

Ўлчов асбобларининг тузилиши	102
Амперметр ва вольтметр	104
Ваттметр	106
Саноқчи	107
Меггер	108

VI. Электр энергиясини ишлабчиқариш ва тақсимлаш

Станция ва подстанциялар ҳақида асосий тушунчалар	110
Электр энергиясини тақсимлаш	115
Симларни ҳисоблаш	117
Сақлагич танлаш.	121
Симларни тортиш	123

VII. Электр хавфларидан сақланиш

Электр қайвақтда ҳаёт учун хавфли	126
Хавфнинг манба'лари	—
Токдан шкастланганларга биринчи ёрдам	128

Редактор Юсупов Т.
 Техредактор И. Мансикити
 Тиража берилди 13/V 1949. Босишга рухсат этилди 12/XI 1949. Р 04174 Фор-
 мати 60×92^{1/16}. Хисоб нашр. т. 9,1 Босма т. 8,25 1 босма листига 43904
 харф. Ҳазилбанашир. Шаҳнома № 195-48. Индекс н/ш. Тиражи 5000.
 Баҳоси 6 с. 80 т. Муқоваси 1 с.
 ҲаССР Министрлар Совети Ҳазилбанашир. Ҳазилбанашир ва шунинг
 Тошкент 1-чи Босмахонаси. 1949. Заказ № 158. Ҳазилбанашир. № 33.

На узбекском языке
 Х. ФАЗЫЛОВ
 НАЧАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
 Госиздат ҲаССР—1949—Ташкент

158-заказга

Bet	юко-паст-ридан дан	Босишган	трансор мато-рининг тоқ НК-кинчи ўрамадан	106	20-21
	Юзи				
	Ўқиниши керак		тоқ трансформачи ўрамадан		

Т ҲАЗИТИШИ

Abdusolim Karimov