

Н.АҲРОРОВ

ЎЛЧОВШУНОСЛИК АСОСЛАРИ ВА ЭЛЕКТР ЎЛЧАШЛАРИДАН АМАЛИЙ ИШЛАР



*Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги олий ўқув
юртларининг электротехника ва электромеханика
мутахассисликлари бўйича ўқувчи талабаларига
ўқув қўлланмаси сифатида тавсия этган*

31.22
А 99

Ахроров Н.

Ўлчовшunosлик асослари ва электр ўлчашларидаги амалий ишлар: Олий ўқув юртларининг электротехника ва электромеханика мутахассисликлари бўйича ўқув қўлланма. - Т.: Ўзбекистон, 1994. - 222 б.

ISBN 5-640-01373-0

Мақур қўлланмада ўлчовшunosлик асослари ва электр ўлчашларидаги амалий ишлар билан таниш бўлиб, буни ҳар бир амалий ишнинг бажарилиши тартиб, шунингдек талабаларнинг қўриб чиқилаётган мақсала юзасидан амалий ишла амала ошириш учун мустақил равишда таърирларни қўришлари учун етарли даражада назарий маълумотлар ҳам берилган.

Бундан ташқари, қўлланмада электр ва полектр қатталикларни ўлчаш учун ишлатиладиган асбобларнинг ўлчовшunosлик таъсирларини аниқлаш, ўлчаш натижаларини ишлаб чиқишда доир масалалар батафсил еригилган.

Қўлланма олий ўқув юртларининг мақур фан уқитиладиган электротехника ва электромеханика соҳа талабалари учун муъжалланган. Муҳаллилар, шунингдек, ўлчовшunosлик ва электр ўлчаш техникаси билан боғлиқ соҳа тарда фақилат қўригатаётган шunosлик ходимлар ҳам ушунг бемалол фондлашчилари муъкин.

Хурматли талаба ва мутахассислар, мақур қўлланманг таърирладаги ўлчовшunosликда ишлатиб келинаётган атамаларни иложи борича ўзбекча таътиришга ҳарикат қилиш. Таъиники, бу ишда шонли ишларниқил иш қилиб бўлмади. Ёниёлринг, атамаларнинг ўзбекчадаги муқобил ишларини ешлаб топиш ва уларни муомала қилишнинг ўзунг маълум нақт талаб қилинди. Бу ерда шонли жамиятчи оқиниш, на оқиниқса, мутахассисларнинг қўманига талабни доим айлалта.

Ахроров Н. Лабораторные работы по основам метрологии и электрических измерений.

31.22

№ 695 93

Алишер Навоий номи

Ўзбекистон Республикасининг давлат кутубхонаси

2 004 010 000--104

А — 25 --93

М351(04)94

С «ЎЗБЕКИСТОН» нашриёти, 1994.

Қ И Р И Ш

Хозирги замон фани ва техникасининг жадал равижи муҳиди-техник ходимларнинг ниҳоятда юксак билим савияга эга бўлишини, бинобарин, олий ўқув юрларида уларни тайёрлаш усул-усулбининг муттасил такомиллаштирилиши тақозо этилмоқта. Бу муаммони ҳал этишда, яъни талабаларни самарали ўқитишда маълумотларда назария билан амалиётни пухта, бирга қўшиб олиб бориш аиникса муҳим аҳамиятга эга. Чунки амалий ишларни изчил ўтказиш талабаларнинг маъруза (лекция) дарсларида олган билимларини мустаҳкамлаш имконини беради.

Олий ўқув юрларининг электротехника, электромеханика ва шу каби соҳа талабалари ўзлаштирадиган энг аҳамиятли фанларидан бири ўлчовшunosлик асослари ва электр ўлчашлардир. У ўлчаш қонун қондалари, шунингдек ўлчаш асбоблари тузилишини ҳамда ишлатиш асосларини ўргатади. Ҳақиқатан ҳам ўлчовшunosлик фани илмий-техника тараққиётида етакчи рол ўйнайди. Шу билан талабалар бу фани чуқур ўзлаштиришлари учун ўқитиш дастурида маъруза дарсидан ташқари амалий иш маълумотларини мунтазам равишда ўтказиш режалаштирилади.

Талабалар фанининг назарий қисмидан олган билимларини амалда қўллашлари ва ўз маҳоратларини тўла намойиш қилишлари учун амалий ишларни шундай танкил этиш керакки, асбоб-ускуна ва бошқа воситалардан унумли фойдаланиб, берилган ўлчаш тарҳларини (схемаларини) мустақил равишда йиға олишсин.

Амалий ишлар бўйича бўладиган дарслар талабаларнинг назарий билимларини мустаҳкамлашдан ташқари, уларни электр ўлчаш асбобларининг ташқи қўринишини қараб бир-биридан ажрата олиш, электр тарҳларини йиғиб, ўлчаш жараёنларини мустақил равишда амалга оширишга ўргатади. Шу билан бир қаторда амалий ишларда ўлчаш натижасининг аниқлик даражасини баҳолаш учун талабаларга ўлчаш воситаларининг ўлчовшunosликка онд таъсирини пухта тушуниб олиш имконини ҳам беради.

Бу ўқув қўлланмасида келтирилган амалий ишларга тегишли ашёлар шу фаннинг маъруза дарс соатлари (чекланганлиги туфайли) да тўла ўтилмайди. Шу бонс талабалар бу фанин пухта ўзлаштиришлари учун ўз устида мустақил равишда жуда қўл ишлатишлари лозим бўлади. Ана шунинг учун ҳам тақдим этилаётган ушбу қўлланма шу фан бўйича дарсликда маъруза хотира дафтери (лекция конспекти) да келтирилган, шунингдек, амалий ишлар учун мўлжалланган адабиётлардаги мавзуларни пухта тушуниб, амалиётда изчил қўллаш учун талабаларга яқиндан ёрдам беради деган умиддамиз.

Ўлчовшунослик асослари ва электр ўлчашларга оид амалий ишларни бажаришда ҳар хил электр ўлчаш асбобларидан фойдаланилади. Бу электр ўлчаш асбоблари айрим амалий ишларда синаш асбоби вазифасини бажарса, бошқа бир амалий ишда электр ёки ноэлектр катталикларни ўлчаш воситаси вазифасини адо этади. Негаки ҳарорат, қизикли, бурчакли силжишлар ва шу каби ноэлектр катталикларни электр катталикларига айлантириб берадиган ўлчаш ўзгарткичлари ёрдамида электр ўлчаш асбоблари билан ҳам ўлчаш мумкин. Шу бонсдан талабалар амалий ишларни бошлашдан олдин бажариладиган иш усуллари, электр ўлчаш асбобларининг асосий турлари билан танишиб, уларнинг афзаллик ва камчиликларини, шунингдек қўлланиш доирасини ҳам ўрганиб чиқишлари лозим.

Ушбу қўлланма олий техника ўқув юртларининг электротехника ва электромеханика каби махсус соҳаларига мўлжалланган бўлиб, у олий таълим ўқув-услугият бошқармаси томонидан 1984 йил 26 июнда тасдиқланган ўқув дастури асосида ёзилди. Қўлланмадаги ҳар бир амалий иш тўрт соатга мўлжалланган бўлиб, бу амалий ишни бажаришга тайёргарликни оsonлаштириш учун ҳар қайси амалий ишнинг охирида талабаларнинг мустақил фаолият кўрсатишлари учун саволлар намунаси берилган.

Мазкур қўлланма ўлчовшунослик асослари ва электр ўлчашлар соҳасидаги қўл йиллик иш тажрибага асосланиб ёзилган бўлишига қарамасдан у баъзи камчиликлардан холи эмас, албатта; қўлланма сифатини янада яхшилаш ниятида ўз таклиф ва мулоҳазаларини билдирган ўртоқларга, хусусан, Тошкент Алоқа электротехника олийгоҳининг доценти Р. А. Арслоновга, Тошкент Давлат техника дорилфунуниининг доценти Р. Қ. Азимовга, катта ўқитувчиси Х. А. Нишонбоевга қимматли маслаҳат ва истаклари учун муаллиф самимий миннатдорчилик изҳор қилади.

ЎЛЧОВШУНОСЛИК АСОСЛАРИ ВА ЭЛЕКТР ЎЛЧАШЛАР ТЎҒРИСИДА УМУМий МАЪЛУМОТЛАР

1.1. АСОСИЙ ҚОИДА ВА ТУШУНЧАЛАР

Ўлчаш воситаларини тайёрлаш ва ўлчаш ахборотларини олиш учун уларни қўллаш ҳамда шу борада юзага келадиган илмий масалалар билан шуғулланувчи фан ва техника соҳасига ўлчаш техника соҳаси деб аталади. Демак, ўлчаш техникаси ўлчаш воситасини ишлаб чиқариш ва уни амалда қўллаш ҳамда шу соҳа бўйича инсон томонидан амалга оширилган барча ишларни ўз ичига олади. Ўлчаш техникасининг илмий асослари қисмини ўлчовшунослик ташкил этади. Ўлчовшунослик ўлчаш тўғрисидаги фан бўлиб, ўлчаш қонун-қондаларини ўргатади, ўлчашларни зарур аниқликларда рўёбга чиқариш учун хизмат қилади.

Бу ўринда шунини таъкидлаш жоизки, ўлчовшунослик (метрология) юнунча иккита: «метр» ва «логос» (ўлчов ва таълимот) сўздан ташкил толган бўлиб, унинг айнан маъноси ўлчовлар тўғрисидаги таълимот деган тушунчани англатади.

Физик катталикларни ўлчаш ўлчанаётган катталикларини шартли равишда ўлчов бирлиги сифатида қабул қилинган худди шу жиҳасдаги катталик билан таққослаш демакдир. Шунинг учун ҳам берилган катталикларни унинг ўлчаш бирлиги деб қабул қилинган қиймати билан солиштириш жараёнига ўлчаш деб аталади. Ўлчаш натижасида инсон текшираётган жой тўғрисида физик катталик кўринишидаги билимга эга бўлади. Бу физик катталик тўғрисидаги тушунча физика соҳасидаги ишлатилмасдан, аксинча фан ва техниканинг бошқа жаҳдаларида ҳам кенг кўламда қўлланиладиган хусусиятларга эга бўлган тушунчадир.

Ўлчовшунослик ҳал қиладиган асосий масалаларга қуйидагилар қиради:

1. Ўлчашнинг умумий назарияси.
2. Физик катталик бирликлари ва уларнинг тизимлари (системалари).
3. Ўлчаш усуллари ва воситалари.
4. Ўлчаш аниқлигини белгилаш усули.

5. Ўлчов бирлиги ва ўлчаш воситаларининг бир хиллигини таъминлаш воситалари.

6. Эталонлар ва ўлчашнинг намунави воситалари.

7. Ўлчашларда ишлатиладиган (ички) воситаларга эталонлар ёки ўлчашнинг намунави воситаларидан бирлик миқдорини (катталигини) бериш усули.

16263-70 Давлат андозаси «Ўлчовшунослик Агамалар ва таърифлар»да ўлчаш техникасига оид бўлган қуйидаги таърифлар берилган.

Ўлчовшунослик ўлчаш, усул ва воситаларининг бирлигини ва талаб қилинган аниқликка эришни йўллариини таъминлайдиган фан.

Ўлчаш махсус техник воситалар ёрдамида физик катталиклар қийматларини таъриба йўли билан топиш демакдир. Умуман ўлчашлар нормалантирилган ўлчовшунослик тавсифига эга бўлган техник восита, яъни ўлчаш воситаси (ЎВ) ёрдамида амалга оширилади. ЎВ ўз навбатида ўлчов, ўлчаш ўзгартирилари, ўлчаш асбоблари, ўлчаш ахбороти тизими ва ўлчаш қурилмалари каби туркум (гурuhl)ларга бўлинади.

Берилган ўлчовли катталикларни қайта теклаш учун мўлжалланган, ўлчаш воситаси «Ўлчов» деб аталади. Ўлчовлар ўзгармас ва ўзгарувчан қийматли қисмга таъйинланади. Ўзгарувчан қийматли ўлчов берилган миқдорининг сон қийматиини маълум орачликларда олишга имкон беради. Қаринлиги 0,1 Ом бўлган таърак ўзгармас қийматли ўлчовдир. Масалан, ҳар бир ситимини олишга имкон берувчи ўзгарувчан ситимли конденсатор эса ўзгарувчан қийматли ўлчов ҳисобланади.

Ўлчанаётган катталикни ўлчов бирлиги ёки ўлчов билан таққосташ учун мўлжалланган мослама Ўлчаш асбоби деб аталади.

Амалий ўлчашларда ишлатиладиган асбоблар иш асбоблари деб аталади.

Асбобларни текшириш ва даражадан ушун мўлжалланган асбоблар ва муна асбоблари деб аталади.

Фан ва техниканинг энг юксак савиясда аниқлик билан ишланган намунавий ўлчовлари эталонлар деб аталади. Эталонлар ишлатиладиган ва давлат эталонлари га бўлинади. Асосий бирликларининг давлат эталонлари фақат илмий тадқиқот мақдонлари текшириш учун қўлланилади. Давлат эталонлари эса намунавий ўлчов ва асбобларни текширишда қўлланилади. Ўлчов ва ўлчаш асбобларининг давлат андозаси қўмитасига қарашли ишораларда сақланади.

Ўлчов бирлиги Ўлчаш натижаси кўрсатилган birlikда ifodalangan va ўлчаш хатолиги берилган эҳтимоликда маълум бўлган ўлчаш ҳолатидир.

Ўлчаш аниқлиги Ўлчаш катталигининг ҳақиқий қийматларига ўлчаш натижаларини яқинлигини акс эттирувчи ўлчаш сифатидир.

Ўлчаш техникасининг асосий бўлимларидан бири электр ўлчаш техникаси бўлиб, влмий тадқиқот ишлари ва ўлчаш асбоблари асосан электр иншоралари (сигналлари) ёрдамида узатиладиган электр ўлчаш воситаси ишлаб чиқариш ва умардан фойдаланиш кабиларга боғлиқ бўлган лисонинг влмий-ишлаб чиқариш соҳасидаги фаолияти унда мужаассамланган.

Физик катталикларни электр ўлчаш воситалари ёрдамида ўлчаш электр ўлчаш дейилади ва у ҳозирги вақтда электр ва ноэлектр катталикларни ўлчашда кенг қўламда қўлланилади. Бунинг боиси шундаки, бу усул қўлланилганда электр ўлчашларни масофадан туриб, юксак аниқлик ва ўта сезгирлик билан амалга ошириш имконияти мавжуд. Ҳақиқатан ҳам қурилмааларнинг иш ҳолатини мутгасил равинида кузатиб бoриш, истеъмoтчилардаги электр параметр ва катталикларни ҳисoбга oлиш максaдида электр занжирларига ҳар хил электр ўлчаш асбoблари уланади. Бу асбoблар ўз навбатида ток кучи, кучланиш, қаршилик, қувват, ток давр тезлиги, сарфланган электр қуввати ва ҳoказоларни ўлчайди.

Ноэлектр катталикларни назорат қилиш ёки ўлчаш учун улар ўлчаш ўзгaрткичлари ёрдамида электр катталигига айлантирилиб, электр ўлчаш асбoблари билан ўлчанади ва шу ўлчаш натижасига қараб ноэлектр катталик микдoси аниқланади. Шунинг учун ҳам ноэлектр катталикларни электр усули билан ўлчаш ўлчаш техникасининг энг тез ривожланиётган соҳаларидан бири ҳисoбланадики, эндиликда бу тармоқда кўндан-кўн технологик жараёнларни бошқариш ва назорат қилиш тўла автоматланирилган. Умуман, электр катталикларни, шунингдек ноэлектр катталикларни ҳар хил ўзгaрткичлар ёрдамида электр иншораларига айлантириб, уларни электр ўлчаш воситалари ёрдамида ўлчаш турли ишлаб чиқариш жараёнларини тўғри рoстлаш ва бошқаришга, электр ҳамда бошқа қурилмааларни марoмда ишлатишга, улардан унуметлироқ фойдаланишга, шу билан бир қаторда хом шир ва материалларни тежаб-тертаб сарфлашга имкон беради.

1.2. ЭЛЕКТР ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИНИНГ ТАСНИФИ

Электр миқдорларини ўлчаш учун белгиланган асбоблар электр ўлчаш асбоб (ЭЎА) лари деб аталади. Хозирги вақтда ЭЎА ларининг турлари нинҳоятда кўп, бинобарин, уларга қўйиладиган талаблар, ишлатилиш шaroити, тузиллини ва бошқа кўрсаткичлари хилма-хил бўлганлиги учун ҳам уларни қуйидагича таснифлаш (классификациялаш) мумкин:

1. Ўлчанадиган миқдорларини ўлчаш усулига қараб, ЭЎАлари бевосита баҳолайдиган (кўрсатадиган) ва солиштириб ўлчайдиган асбобларга бўлинади.

Олиндиан даражалаб қўйилган ва ўлчанадиган миқдорни бевосита асбобнинг даражаси (шкаласи) бўйича ҳисоблашга имкон берувчи ЭЎА бевосита баҳолайдиган (кўрсатадиган) асбоб (амперметр, вольтметр, ваттметр, фазометр, частотамер ва хоказо) деб аталади.

Ўлчанаётган миқдор қийматини унинг ўлчови билан солиштириш натижасида олиндиан ЭЎА солиштириб ўлчайдиган асбоб (ўлчаш қўприги, потенциометр ва компенсатор ва хоказо) деб аталади.

2. ЭЎА лари маълумотларини кўрсатишларига қараб, бевосита кўрсатадиган (аналогли), рақамли, қайд қилувчи, ўзи ёзувчи, босмаловчи, интегралловчи ва жамловчи каби турларга бўлинади.

Бевосита кўрсатадиган (аналогли) ЭЎА ўлчаш катталиклари (миқдорлари) ўзгаришини узлуксиз функция билан акс эттиради.

Рақамли ЭЎА ўлчаш ахборотини автоматик равишда узук-узук (узлукли-дискрет) шaroита айлантиради. Шунинг учун ҳам бу асбобнинг кўрсатиши рақам кўринишида бўлади.

Кўрсатувчи ЭЎА ўлчаш натижасини унинг кўрсатишидан ҳисоблаб олинш учун хизмат қилади.

Кўрсатувчи ЭЎА шундай тайёрланиши мумкинки, биринчи ҳолда асбоб дақиси (даражаланган қисм сўзларидан, яъни ўлчаш асбобининг даража ёзилган қисми) кўзгалмас бўлиб, унинг устида кўрсатувчи мил (стрелка) силжиши ёки иккинчи ҳолда уларнинг акси бўлиб, асбоб дақиси кўрсатувчи кўзгалмас мил а нисбатан кўзгалувчан бўлиши мумкин.

Қайд қилувчи ЭЎА ўлчаш катталигини қайд қилиш имконига эга.

Ўзи ёзар ЭЎА. Кўрсатишини диаграмма кўриниши-

да ёза оладиган қайд қилувчи асбоб ўзиёзар ЭҒА деб аталади.

Босмаловчи ЭҒА ўлчаш натижасини рақам кўринишида берадиган босма қурilmаси ўрнатилган, қайд қилувчи асбобдан иборат.

Интегралловчи ЭҒА берилган катталикни вақт ёки бошқа мустақил ўзгарувчи кўрсаткич бўйича интеграллаш хусусиятига эга. Бунга мисол тариқасида электр энергия ҳисоблагичини кўрсатиш мумкин.

Жамловчи ЭҒА кўрсатиши унга ҳар хил йўллар (каналлар) орқали берилган икки ёки бир неча катталикларнинг функционал йиғиндисига боғлиқ ҳолда ишлатилади. Бунга бир неча генератор қуввати йиғиндисини ўлчаш учун мўлжалланган асбоб-ваттметр мисол бўла-олади.

3. ЭҒА ларни ишлатилишига қараб электр, механик, иссиқлик, кимёвий, биологик ва бошқа ноэлектр микдор (катталик)ларни ўлчайдиган асбобларга бўлинади. Ҳақиқатан ҳам бирор физик катталикни ўлчаш учун даставвал унинг турини аниқлаш-билиш лозим. Шунинг ҳам айтиш керакки, механик, иссиқлик, кимёвий, биологик ва бошқа ноэлектр катталиклар ҳар хил ўзгартгичлар ёрдамида ЭҒА билан ўлчанади. Аслида ноэлектр катталикларни электр асбоби билан ўлчаш учун жуда кўп турдаги ҳар хил ўлчаш ўзгартгичлари талаб қилинади. Масалан, реостатли, иссиқликни ўлчаш қаршиликли (термоқаршиликли), индуктив, магнитэлектр, сигимли, индукцион ва шу каби ўзгартгичлар ана шулар жумласидандир.

4. ЭҒА ишлатилиш хусусиятига кўра кўчма ва кўчириб юритилмайдиган (стационар) асбобларга бўлинади.

5. ЭҒА ларни ўлчанадиган катталик турига қараб амперметр, вольтметр, ваттметр, электр энергия ҳисоблагич, омметр, фазометр, фарадаметр, частотометр ва шу каби асбобларга бўлинади.

6. ЭҒА лар ишлатилиш шароитига қараб А, Б, В ва Т гуруҳ (туркум)ларига ажратилади. Жумладан А гуруҳига мансуб асбоблар ҳавосининг нисбий намлиги 80 % гача етадиган, ҳарорати эса $+10 : +35^{\circ}\text{C}$ гача бўлган қуруқ ва иситиладиган ёпиқ хоналарда ишлатилишга мўлжалланган.

Б гуруҳига кирувчи асбоблар ҳавосининг нисбий намлиги 80% гача бўлган, ҳарорати эса -20°C дан $+50^{\circ}\text{C}$ гача ўзгариб турадиган, иситилмайдиган, ёпиқ хоналарда фойдаланишга лойик. В гуруҳига кирувчи асбоблар ҳавосининг нисбий намлиги 98 % гача бўлган

харорати эса -40°C дан $+60^{\circ}\text{C}$ гача бўлган дала ёки деңиз шаронтида ишлатишга мўлжалланган.

Т гуруҳга кирувчи асбоблар куруқ ва нам энг иссиқ мўҳтака (тропик) иқлим шаронтида фойдаланишни қўллаб тайёрланган. Бу гуруҳга кирувчи асбобларнинг шартли белгиси Т бўлиб, у асбоб ёки ёрдамчи қисмининг завод белгиси билан бирга қўйиладди (масалан, 989 Т).

7. ЭЎА лари механик таъсирларга бардоҳчилигига қараб кўрсатувчи асбоблар, одатда, кучайтирилган чидамли ва механик таъсирларга нисбатан мустаҳкам, яъни силкинишга, тебранишга, зарбага чидамли бўлган асбоб турларига бўлинади. Механик таъсирлар (силкиниш, тебраниш ёки зарбали силкиниш)нинг салбий оқибатларига бардоҳ бериб, сўнгра (уларнинг таъсиридан кейин) маромда ишлати ҳусусиятини сақлаб қолган асбоблар силкиниш, тебраниш ва зарбага чидамли ЭЎА лари жумласига киради.

Силкиниш ёки тебраниш шаронтида маромда ишлатиш ҳақониятини сақлаган асбоблар силкиниш ёки тебранишга мустаҳкам ЭЎА лари деб аталади.

8. Аниқлиги бўйича ЭЎА ларининг таъсифи. ЭЎА лари қатъийлик тақомиллашган бўлишига қарамадан уларнинг курсатини ўлчаши қатъилигининг ҳақиқий қийматидаан мудом фарқ қилади.

ЭЎА лари келтирилган хатоликларнинг руҳсат этилган қиймати бўйича саккизта аниқлик синфига бўлинади (1.1-жадвал).

1.1-жадвал

ЭЎА ларнинг аниқлик синфи

Аниқлик синфи	Асбобнинг курсатини қўлга олишдаги хатолик
0,05	$\pm 0,05$
0,1	$\pm 0,1$
0,2	$\pm 0,2$
0,5	$\pm 0,5$
1,0	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$
4,0	$\pm 4,0$

Юқорида айтилганларга мувофиқ, масалан, аниқлик синфи 0,5 бўлган ЭЎА га мўътадил шаронтида ишлатишда йўл қўйган хатолари $0,5\%$ дан ошмадиган асбоблар киради.

9. Ташки майдонлардан химояланишга қараб ЭҶА лар туркумга бўлинади. Уларнинг аниқлик сиффига қараб туркумга бўйича рухсат этилган ўзгарили 1.2-жадвалга кўрсатишган.

1.2-жадвал

Ташки майдон таъсиридан ЭҶА лар кўрсатишнинг рухсат этилган ўзгарили

ЭҶА ларнинг аниқлик сиффи	ЭҶА кўрсатишнинг рухсат этилган ўзгарили	
	I туркум	II туркум
0.05; 0.10-2.0-5	± 0.5	± 1.0
1; 1.5	± 1.0	± 2.0
2.5; 4.0	± 2.5	± 5.0

10. Ишлан асосларига кўра электромеханик ўлчан асбобларининг таснифи. Ўлчан катталикларини асбоб ўлчан механизмнинг қўзғалуви қисмини ҳаракатга келтирувчи айлантириш моментларига ёки кучга айлантириш усули ва ўлчан механизмларининг тузилиши ҳусусиятларига қараб электромеханик ўлчан асбоблари магнитоэлектрик, электромагнит, электродинамик, ферродинамик, индукцион, электростатик, тебранилиш, висконикали, қўшметалли (биметалли) каби ЭҶА тизимларига бўлинади. Бундан ташқари, ўлгарувчи токни ўлгармас токка айлантирувчи, ўзгарткичи бўлган ўлчан механизмли магнитоэлектрик асбоб тизими амалда кенг тарқалган. Бу тизимдаги асбоблар уз навбатида улартаги мавжуд ўзгарткичларнинг ишлан асоси ва тузилиши ҳусусиятларига қараб тўғрилагичли, висконлик электрли (термоэлектрик) ҳамда электроли ўлчан асбобларига ажратилади.

11. Тоқларнинг турига қараб ЭҶА лари ўлгармас ва ўлгарувчан ҳамда иккала хил тоқни ҳам ўлчай оладиган асбобларга бўлинади.

12. Ташки ўлчамлари бўйича ЭҶА ларининг таснифи. Ташки ўлчамларига қараб ЭҶА лари ахшам, кичик ўлчамли (габаритли), ўртача ўлчамли, катта ўлчамли асбобларга бўлинади (1.3-жадвал).

Биз кўкорда амалда кенг микёсда қўзғалишадиган асбобларнинг бир қисмини кўрдик, ҳоло, аснода эса ЭҶА ларнинг турлари жуда кўп, уни кўнрада адабиёт (2.8, 10.11, 12) лардан кўиб ўришнинг логич

ЭУАлари кутиси (корпуси)нинг ўлчамлари

Қути ўлчамларига қараб асбоб турлари	Асбоб юзи қисмининг энг катта ўлчами, мм		
	жўтага ¹ уриштирилган кўрсаткичли асбоблар	кўрсатувчи ўзгарувчи ток асбоблари	ўзи баадилан асбоблар
ичкам	50 гача	75 гача	100 гача
кичик ўлчамли	50—100	75—150	100—200
ўртача ўлчамли	100—200	150—300	200—400
катта ўлчамли	200 дан ортиқ	300 дан ортиқ	400 дан ортиқ

¹ Жўта — жиҳозларни ўрнатиш тахточаси (шчит).

1.3. ЎЛЧАШ ВОСИТАЛАРИНИНГ ЎЛЧОВШУНОСЛИК ТАВСИФИ

Ўлчаш восита (ЎВ)ларининг маълум донрада маълум аниқлик билан ўлчашларини нишонч билан баҳолайдиган тавсифлар ўлчовшунослик тавсифлари дейилади, уларнинг қийматлари ўлчаш натижалари аниқлигини баҳолаб, ўлчаш воситаларини танлаш учун жуда зарур омиллардан ҳисобланади. Шунинг учун ҳам қуйида шу ўлчовшунослик тавсифга кирувчи ўлчаш воситаларининг амалда энг қўн қўлланиладиган тавсифларини кўриб чиқамиз.

1. **ЎВ сининг ўзгартириш функцияси ёки ЎВ сининг ўзгартириш статик тавсифи.** ЎВ ларининг ахборот тарикасидаги параметрларининг кириш ва чиқиш ишоралари орасидаги функционал бўғланиш алмаштириш (ўзгартириш) функцияси ёки алмаштириш (ўзгартириш) статик тавсифи деб аталади.

ЎВ учун қўлланиладиган ва ушбу воситанинг илмий техник ҳужжатларига жорий қилинадиган алмаштириш (ўзгартириш) функциясига ЎВсининг яхлитланган (номинал) алмаштириш функцияси деб аталади.

2. **ЎВсининг сезувчанлиги.** ЎВ сининг чиқиш ишора орттирмаси Δy ни шу орттирмани ҳосил қилган кириш ишора ўзгартириш Δx га нисбати билан аниқланадиган катталikka ЎВ сининг сезувчанлиги дейилади ва у S ҳарфи билан белгиланади. Умумий кўринишда ЎВсининг сезувчанлиги қуйидагича аниқланади:

$$S = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx}; \quad (1.1)$$

ЎВ снинг сезувчанлиги унинг статик тавсифининг чизикли ёки чизикли эмаслигига қараб икки хилдир. Биринчи ҳолда, яъни статик тавсифи чизикли бўлган ЎВ снинг сезувчанлиги ўзгармасдир, иккинчи ҳолда эса ЎВ снинг сезувчанлиги кириш ишораси x га боғлиқдир.

Ўзгармас сезувчанликка эга ўлчаш асбобларининг дақисида даражалар тенг ораликли бўлинмалар билан белгиланган бўлса, яъни токибали (бунда «токиба» сўзи тенг ораликли қилиб бўлинган деган маънони аниқлатади, бир нарсани, масалан, даража, боғланиш чизиклари кабиларининг бир хил ораликка эга бўлакларга бўлинганлиги тўғрисидаги ёки бирор катталиқнинг ўзгаришига мутаносиб равишда иккинчи катталиқнинг ўзгариши, яъни икки катталиқнинг ўзаро боғланиши тўғри чизикли тавсифга эга эканлиги каби маъноларини аниқлатади) бўлса, кириш ишораси x га боғлиқ сезувчанликка эга ўлчаш асбобларининг дақисида эса даражалар токибасиз бўлади.

3. ЎВ снинг доимийлиги. Сезувчанликка тесқари бўлган миқдор дақи даражасининг бир бўлаги (ўлчиши) қиймати ёки ўлчаш асбобининг доимийлиги дейилади:

$$C=1/S. \quad (1.2)$$

4. ЎВ снинг бошланғич сезувчанлиги. Берилган ЎВ сн ёрдамида аниқлаш (топиш) мумкин бўлган кириш ишора катталигининг энг кичкина ўзгаришига ЎВ снинг бошланғич сезувчанлиги дейилади ва у S_0 ҳарфи билан белгиланиб, кириш катталиги бирлиги билан ифодаланади.

5. ЎВ нинг ўлчаш доираси. Йўл қўйилган ҳатолиги нормаллаштирилган ўлчаш катталигининг қиймат доираси ЎВ снинг ўлчаш доираси дейилади. ЎВ снинг ўлчаш доираси энг катта ва энг кичик ўлчаш доирасининг қийматлари билан чекланган бўлади. Дақи даражасининг бошланғич, яъни энг кичкина ва охири, яъни энг катта қийматлари билан чекланган қисми ЎВ снинг кўрсатиш доираси дейилади.

6. ЎВларининг дақиқларидаги даража бўлақларининг қиймати. ЎВларининг даража бўлақларининг қиймати деганда мана шу даражада бир-бирига ёнма-ён жойланган икки белгига тўғри келадиган катталиқ қийматларининг фарқи тушунилади.

7. ЎВларининг кириш ва чиқиш тўла қаршиликлари. ЎВларининг асосий ўлчовшунослик тавсифларидан бири уларнинг кириш (Z_k) ва чиқиш (Z_c) тўла қаршиликлари ҳисобланади. ЎВларига йўл қўйилиши мумкин бўлган

юкламаси ўВ ларининг чиқиш тўла қаршиликларига боғлиқ. Шунинг учун ҳам ўВ ларининг чиқиш қаршиликлари қанчалик кам бўлса, уларга йўл қўйилиши мумкин бўлган юкламаси ҳам шунчалик кўп демакдир.

8. ўВ ларининг ўткинчи жараён ва тинчланиш вақтлари. Электр заңжирларининг физик катталиклари ўлчанадиган қисмига ЭўА лари узангач ёки ЭўА узаниб турган вақтда ўлчанадиган физик катталиклар маълум миқдорга ўзгарилгандан кейин асбобларининг даражасидан ўлчаш натижасини олиш имконияти туғилган пайтгача уларнинг тури ва тузилиши тақозоси билан боғлиқ вақт ўтади. Мала шу вақт ўлчаш асбобларининг ўткинчи жараён вақти ҳисобланади. Асбоблар кўрсатишидаги «кечкикиш»да ифодаланган бу вақт иложи борица кам бўлиши керак. Кўрсаткичи узлуксиз ҳаракат қиладиган ўА лари кўрсатишидаги бу «кечкикиш» тинчланиш вақти деб ҳам юритилди.

Ўлчаш катталлигининг ўлчаш пайтидан то ўлчаш асбобининг кўрсаткичи ҳақиқий эгаллаши мумкин бўлган (каттаний аниқланган) ҳолатидан даража доирасининг бир фойзидан ошмаган масофадан узоклашмаган пайтигача кетган вақт ЭўА ларининг тинчланиш вақти деб аталади. Давлат андозаси (ДАВАН) га мувофиқ ЭўАларининг жуда кўп турлари учун бу тинчланиш вақти 4 секунд (лаҳза) дан ошмаслиги керак.

9. ўВ ларининг хатоликлари. Қўлланилган усул ва ўлчаш воситаларининг такомиллаштирмаганлиги туфайли, тажриба ўтказувчи шахсининг маҳоратига боғлиқ ҳолда, шунингдек ташқи муҳит омилларининг таъсирида ўлчаш натижаси ўлчаш катталлигининг ҳақиқий қийматидаан мулоом фарқ қиладди. Ўлчаш натижасининг ўлчаш катталлиги ҳақиқий қийматидаан фарқи ўлчаш хатолигини ташкил этади.

ДАВАН 1626-3-70 да ўлчаш хатолиги учун қуйидаги таъриф берилган: «Ўлчаш хатолиги - ўлчаш натижаларининг ўлчаш катталикларининг ҳақиқий қийматларидаан огишидир. Хатоликлар ўВ ларининг асосий тавсифларидан бири, ҳисобланади».

Қайта тикланган ўлчов катталикларининг ҳақиқий қийматидан у ёки бу физик катталикларни тўқроқловчи (тикловчи) ўлчовларининг яхлитланган қийматлари огиница ўлчов хатоликлари дейиладди. ЭўА, ўлчаш ўзгарткич ва ўлчаш тизимларининг хатолиги дегаанда улардаги чиқиш ва кириш иншоралари ҳақиқий қийматлари ўртасидаги тафовут тушувиладди. Бирок ўлчаш катталлигининг ҳақиқий қиймати (кириш иншораси) номаълум

булиб қўлланилиги учун «ҳақиқий қиймат» атамасини қўллаш тавсия этилади ва бу «ҳақиқий қиймат» учун ўВ лари ёрдамида аниқлаш мумкин бўлган қиймат қабул қилинади. Базан ўВ ларининг тавсифи деганда ўВ лари хатоликларининг нога яқин эканлигини кўрсатувчи уларнинг сифатини аёс этирувчи ўВ лари аниқликлиги тушунчаси қўлланилади.

9.1. Ўлчаи катталикларининг вақт бўйича ўзгаришига қараб ўВ ларининг хатоликлари статик ва динамик хатоликларга бўлинади. Вақт бирлиги ичида ўзгармас катталикларни ўлчаида юзага келган хатоликни *с т а т и к* х а т о л и к дейилади. Бериладан вақт ичида ўлчаи катталиги қийматига тўғри келадиган статик хатолик билан динамик ҳолатдаги хатоликлар орасидаги фарқ *д и н а м и к* х а т о л и к дейилади.

9.2. ўВ ларининг хатоликлари ўзгариш хусусиятларига қараб доимий ва тасодифий хатоликларга ажратилади. Мунтазам ёки маълум қонуният билан ўзгариб турадиган хатоликлар доимий хатоликлар ҳисобланади. Тасодифий йўл билан ўзгарадиган хатоликлар эса тасодифий хатоликлар саналади.

9.3. Хатоликлар келиб чиқиш шароитларига қараб асосий ва қўшимча хатоликларга бўлилади. Мўътадил шароитда қўлланилган ўА ларининг хатоликлари асосий хатоликлар ҳисобланса, таъсир этувчи катталикларни ёки улардан бири қийматларининг мўътадил қиймат чегарасидан оғиши натижасида ўВ лари хатоликларининг ўзгариши қўшимча хатоликлар ҳисобланади.

9.4. ўВ ларининг хатолиги мутлақ, шибий ва келтирилган хатоликлар кўринишида ифодалангани мумкин. Ўлчаи катталигининг ўлчаи асбобида ўлчаб олинган қиймати x билан шу катталиқнинг намунади асбоб ёрдамида аниқланган ҳақиқий қиймати x_0 орасидаги фарқ ўА нинг мутлақ хатолиги деб аталади ва A ҳарфи билан белгиланади:

$$A = x_0 - x_1. \quad (1.3)$$

Ўлчаи асбобининг мутлақ хатолиги ўлчанаётган катталиқ бирлигида ифодаланади. Мутлақ хатолик A нинг тескари шораси билан олинган қиймати *т у з а т м а* деб аталади ва A_0 ҳарфи билан белгиланади:

$$A_0 = -A. \quad (1.4)$$

Мўътадил шароитдаги мутлақ хатолик A ўлчов ёки асбоблар аниқлигини етарли даражада баҳоламайди. Ҳақиқатан ҳам $A = 0,01A$ мутлақ хатоликка эга бўлган 5 A ва 1 A ли амперметрлар ҳар хил аниқликларга эга.

Шунинг учун ҳам ўлчов ёки асбобларнинг аниқлиги тўғрисида тўлароқ тушунчани нисбий хатолик беради.

Мутлақ хатоликнинг ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий ёки ўлчанаётган кийматига нисбати нисбий хатолик деб аталади ва у δ_n харфи билан белгиланиб, фоизларда ифодаланади:

$$\delta_n = \frac{\Delta}{x_n} 100 \% = \frac{x_n - x_k}{x_n} 100 \quad (1.5)$$

Аммо бу нисбий хатолик ЭЎА ларининг аниқлигини унинг даражасини фақат берилган (маълум) нуктасидагина баҳолайди. Ўлчаш асбобининг ҳамма даражаси бўйича аниқлигини баҳолаш учун эса келтирилган хатолик тушунчасидан фойдаланилади. Ўлчаш асбобининг келтирилган хатолиги деб мутлақ хатолик Δ нинг ўлчанаётган катталикнинг нормаллаштирилган киймати X_n га нисбати билан аниқланадиган ва фоизларда ифодаланадиган кийматга айтилади. Келтирилган хатолик γ_k харфи билан белгиланади. Ўлчаш асбобининг нормаллаштирилган киймати x_n деганда унинг даражасидаги ўлчаш учун қўлланиладиган энг катта киймати тушунилади. Масалан, амперметрнинг ўлчаш чегараси $0 \div 5$ А бўлса, бундай амперметр учун $x_n = 5$ А га тенг, борди-ю бошқа бир амперметрнинг ўлчаш чегараси -5 А дан $+5$ А гача бўлса, бундай амперметр учун $x_n = 10$ А ни ташкил этади. Шундай қилиб, келтирилган хатолик юқоридагиларга асосан қуйидагича ёзилади:

$$\gamma_k = \frac{\Delta}{x_n} 100 \% = \frac{x_n - x_k}{x_n} 100 \quad (1.6)$$

Бу хатоликнинг рухсат этилган киймати бўйича ҳамма ўлчовлар ва ўлчаш асбоблари аниқлик синф (класс) ларига бўлинади. Аниқлик синфи эса ўз навбатида сон билан белгиланиб, бу сон келтирилган хатоликнинг энг катта рухсат этилган кийматини ифодалайди. Келтирилган хатоликнинг қулайлиги шундан иборатки, у қўп чегарали, яъни ҳар хил чегарадаги катталикларни ўлчаш учун мўлжалланган ЎВ лари учун ҳам бир хил кийматга эгадир. Шунинг учун ҳам бу хатолик ЎВ лари хоссаларини нормаллаштириш учун жуда қулай ҳисобланади.

9.5. ЎВ ларнинг ноль ва сезувчанлик хатоликлари. ЎВ ларининг хатоликларининг кириш катталиги x_k киймати-

га боғлиқ ҳолда тақсимланиш хусусиятини текшириш ЎВнинг умумий хатолигини икки хатолик йиғиндисидан иборат деб қараш мақсадга мувофиқ эканлигини кўрсатади. Бу хатоликлардан бири кириш катталигининг барча қийматларида ўзгармас бўлиб, у ЎВ сининг сезувчанлигига мутлақо боғлиқ эмас. Бу хатолик ЎВ сининг ноль хатолиги ёки аддитив (лотинча *additio* йиғинди) хатолик деб аталади.

Иккинчи хатолик кириш катталигининг қийматига мутаносиб равишда ўзгариб, у сезувчанлик хатолиги ёки мультипликатив (лотинча *multiplicatio* кўпайтма) хатолик дейилади. Шунга асосланиб норматив ҳужжатларда алоҳида хатоликлар икки ҳадли ифода билан белгиланади. Шунга кўра ЎВ ларининг мутлақ хатолиги Δx ни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\Delta(x) = \pm (\Delta_{ad} + \gamma_c), \quad (1.7)$$

бунда:

Δ_{ad} мутлақ хатолиқнинг аддитив хатолик ташкил этувчиси, яъни ноль хатолик; γ_c мутлақ хатолиқнинг мультипликатив хатолик ташкил этувчиси, яъни сезувчанлик хатолиги.

Ифода (1.7) ҳадларини ўлчаш чегарасининг охириги қиймати X_0 га бўлиб келтирилган хатолик учун қуйидагиларни ёзамиз:

$$\gamma_k(x) = \frac{\Delta(x)}{X_0} = \frac{\Delta_{ad}}{X_0} + \gamma_c = \gamma_c + \frac{\Delta_{ad}}{X_0} \quad (1.8)$$

Борди-ю, бу (1.8) тенгламадан хатолик γ_k фоишларда ифодаланса, у ҳолда γ_c хатолик ҳам фоишларда берилиб, Δ_{ad}/X_0 эса 100 га кўпайтирилиши керак. Келтирилган хатолиқнинг ўлчаш чегарасининг бошида, яъни $x=0$ бўлганда $\Delta_{ad}/X_0 = \gamma_{k,0}$ орқали белгилаб, (1.8) ифодани қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\gamma_k(x) = \gamma_{k,0} + \gamma_{c,x}^x \quad (1.9)$$

Ўлчаш воситаларида хатоликлар ноль ва сезувчанлик хатоликларини ташкил этувчилари мавжуд бўлганда бундай ўлчаш воситаларининг келтирилган хатоликлари

ўлчаш чегарасининг бошида, яъни $x=0$ бўлгандаги келтирилган хатолиги $\gamma_{k,0} = \Delta x_i / X_0$ то ўлчаш чегарасининг охиридаги, яъни $x=X_0$ бўлгандаги келтирилган хатолик ($\gamma_{k,0} = \gamma_{k,0} + \gamma_i$) қача чизиқли ҳолда, яъни тоқибали равишда ортиб боради.

Ўлчаш воситаларининг аниқлик синфи давлат андозаси 8.401 80 га асосан икки сон билан аниқланиб, улар қийшиқ чирик орқали $\gamma_{k,0} / \gamma_{k,0}$ кўринишда шартли касрга ўхшаб ёзилади ва унинг суратида ўлчаш чегарасининг охиридаги келтирилган хатолик ($\gamma_{k,0}$) ёзилса, унинг маҳражида ўлчаш чегарасининг бошидаги, яъни $x=0$ вақтдаги келтирилган хатолик ($\gamma_{k,0}$) битилади.

Ўлчаш натижасининг нисбий хатолиги (1.7) ифодадан фойдаланиб, қуйидагича ёзилади:

$$\delta(x) = \gamma_{k,0} = \gamma_{k,0} \left(\frac{x_0}{x} - 1 \right). \quad (1.10)$$

Бу (1.10) ифодада $x=X_0$ бўлганда нисбий хатолик $\delta(x) = \gamma_{k,0} + \gamma_i = \gamma_{k,0}$ га тенгдир, x камайиши билан бу хатолик чексизликкача ортиб боради.

10. ЎВ ларининг тузатмалари. Мунтазам ва тасодифий ҳолларда пайдо бўладиган ҳар хил хатоликлар турларини баҳолаётганда тузатмалар киритиш йўли билан хатоликларни компенсация қилиш (ўрнини қоплаш) мумкин эканлигини албатта ҳисобга олиш керак.

Ўлчаш асбобининг кўрсатишига тузатма деб тесқари ншора билан олинган хатоликка айтилади. Масалан, ўлчаш асбобининг мутлақ хатолиги Δ маълум бўлса, у ҳолда унинг тузатмаси $\Delta_1 = -\Delta$ тенгдир. Бошқача қилиб айтганда, тузатма шундай катталиқки, уни ўлчаш катталиги ҳақиқий қийматини олиш учун асбоб кўрсатган катталиқка алгебраик қўшилади.

Баъзи ўлчаш асбоблари учун тузатма ўрнига ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматини олиш учун ўлчаш асбоби кўрсатган қийматини қўнайтирадиган сон тузатма қўнайткичи қўлланилади.

Юқоридагиларга асосланиб, тузатма учун қуйидаги таърифни бериш мумкин. Тузатма Δ_1 ўлчаш катталиқининг ҳақиқий қиймати x_1 билан ўлчаш асбобда ўлчаб олинган катталиқ x_0 лар орасидаги фарқдир. Бу тузатма учун тенглама қуйидагича ёзилади:

$$\Delta_1 = x_1 - x_0 = -\Delta \quad (1.11)$$

Текириллаётган амперметр, вольтметр ва шу каби асбоблар учун тузатма шу асбоблар кўрсатишларини намунали асбоблар кўрсатишларига солиштириш йўли билан аниқланади. Бунинг учун олинган намунали асбобларнинг аниқлиги текшириллаётган асбоб аниқлигига нисбатан 3-5 барабар юқори бўлиши зарурлиги тавсия этилади.

11. Ўлчаш асбобларининг кўрфаси. Ташқи муҳит ўзгармаган шароитда бир хил катталиқ ўлчангандаги асбоб кўрсатишларининг фарқига асбоб кўрсатишнинг кўрфаси (варнацияси) дейилади. (Кўрфа -- кўрсатишлар фарқи деган маънони англатади). Ўлчаш асбобларининг кўрфа хатолиги асбоб даражасининг энг катта қиймати бўйича фозларда олинган миқдорлар билан ифодаланади ва γ_k харфи билан белгиланади:

$$\gamma_k = \frac{\Delta x_1}{x_{s,k}} 100 = \frac{x_{\text{орт}} - x_{\text{ком}}}{x_{s,k}} 100 \quad (1.12)$$

бунда:

Δx_1 - ўлчаш асбобларининг кўрсатишидаги ўлчанаётган катталиқнинг ортувчан томон бўйича ўлчанган $x_{\text{орт}}$ ва камаювчан томон бўйича ўлчанган $x_{\text{ком}}$ қийматларининг энг катта фарқи; $x_{s,k}$ ўлчаш катталиқининг энг катта қиймати.

Амалда кўрфа текшириллаётган асбоб даражасининг бир белгисига тўғри келадиган ўлчаш катталиқларининг ортувчи ва камаювчи томонлари бўйича ўлчаб аниқланган ҳақиқий қийматлари фарқи билан аниқланади.

Юқорида ЎВ ларининг ўлчовшунослик тавсифларидан амалда энг кўп қўлланиладиган қисминингга кўрдик.

1.4. ЭЎА ЛАРИНИНГ ШАРТЛИ БЕЛГИЛАРИ

ЭЎА лари вазифаси (қўлланиши), тузилиши, ишлаш асоси ва техник тавсифлари жиҳатидан жуда хилма-хилдир. Ҳар бир ЭЎА тўғрисида керакли ва старли тавсифларини осонлик билан олиш учун Давлат андозаси бўйича уларнинг махсус усули ишлаб чиқилган ва шу Давлат андозасига асосан асбобнинг даражаси, милли ва унинг тавсифини ифодаловчи ҳар хил белгилар унинг олд томонида жойлаштирилган. Асбобнинг дақисига қуйидаги шарғли белгилар ёзилиши керак: ўлчанувчи катталиқларнинг бирлиги, масалан, А, V, W ва х. к; асбобнинг аниқлик синфи; асбоб ясалган Давлат андозаси ва унинг рақами;

токнинг тури ва фазалар сони; асбоб тизими; ташки магнит ёки электр майдонларидан асбобнинг химоя қилинганлик туркуми; ишлаш бўйича асбобнинг туркуми; асбобнинг иш ҳолати; асбоб ток ўтказувчи қисмларини унинг кутисига (корпусига) нисбатан электр изоляциясининг (электрдан алоҳидаланишининг) мустаҳкамлигини кўрсатувчи сипаш кучланishi; асбобнинг магнит майдонига нисбатан ўрнатилиш ҳолати, агар у асбоб кўрсатишига таъсир қилса; яхлитланган давртезлик, агар у 50 Гц дан фарқ қилса; асбобнинг шартли белгилари; асбобнинг завод рақами ва чиқарилган йили; ишлаб чиқарувчи заводнинг товар белгиси.

ЭЎА лари ва ёрдамчи қисмларни белгилаш учун ишлатиладиган Давлат андозаларида берилган шартли белгилар ва улар ҳақидаги умумий маълумотлардан баъзилари (23 217-78 Давлат андозаси) ни кўрамиз (1.4-жа д в а л).

6. ЎВ ларининг аниқлик синфи белгилари. Ўлчаш воситаларининг аниқлик синфи белгилари ва йўл қўйиладиган хатолик чегараларини аниқлашнинг асосий усуллари Давлат андозаси 8.401-80 билан расмийлаштирилган. Аниқлик синфи сифатида хатоликлардан қайси бири белгиланганлигини фарқлаш учун қуйидаги шартли белгилар қўлланилади.

Агар асбобнинг аниқлик синфи сезувчанлик хатолиги γ , қиймати бўйича қўйилган бўлса, яъни хатолик соҳаси (доираси) шакли шартли равишда фақат сезувчанлик (мультипликатив) хатолиги қабул қилинган бўлса, даққида белгиланадиган аниқлик синфи қиймати айлана ичига олинади. Масалан, 1,5 белгиси сезувчанлик хатолиги 1,5 % га тенг эканлигини билдиради ($\gamma = 1,5 \%$). Борди-ю хатолик соҳаси ноль (аддитив) хатолиги бўйича қабул қилинса ва асбоб келтирилган ноль хатолик $\gamma_{\text{н}}$ билан нормалаштирилган бўлса, у ҳолда аниқлик синфи ҳеч қандай чизиксиз кўрсатилади (масалан, оддийгина қилиб, 1,5 кўринишида ёзилади). Даражаси тоқибали бўлмаган асбобларда, масалан, омметрларда, асбобларнинг аниқлик синфи асбоб даражаси узунликларида ёки даража узунлигининг улушларида кўрсатилади ва 1,5 кўринишида белгиланади.

Асбобларнинг аниқлик синфи белгиси 0,02/0,01 кўринишида берилган бўлса, у ҳолда бу белги асбоб хатолигини икки ҳадли $\gamma_{\text{н.б}} = 0,01$ ўлчаш чегарасининг бошидаги келтирилган хатолиги ва $\gamma_{\text{н.к}} = 0,02\%$ ($\gamma_{\text{н.к}}$ — ўлчаш чегарасининг охиридаги келтирилган хатолик) лардан иборат бўлган икки ҳадли тенглама бўйича нормалаштирилганлигини англатади.

Электр ўлчан асбобларига ва ёрдамчи қисмларга қўйиладиган шартли белгилар

Тартиб рақами	Номи	Шартли белгиси	Тартиб рақами	Номи	Шартли белгиси
1	2	3	4	5	6
<i>1. Ўлчаннинг асосий бирликлари, уларнинг асосий қаррели ва узули қийматлари</i>					
1.1.	Килоампер	кА	1.13	Киловар	квар
1.2	Ампер	А	1.14	Вар	вар
1.3	Миллиампер	мА	1.15	Мегагерц	МГц
1.4	Микроампер	μА	1.16	Килогерц	кГц
1.5	Киловольт	кВ	1.17	Герц	Гц
1.6	Вольт	У	1.18	Мегаом	МΩ
1.7	Милливольт	мВ	1.19	Килоом	кΩ
1.8	Микровольт	μВ	1.20	Ом	Ω
1.9	Мегаватт	МВ	1.21	Миллиом	мΩ
1.10	Киловатт	кВ	1.22	Тесла	Т
1.11	Ватт	В	1.23	Миллитесла	мТ
1.12	Мегавар	Мвар	1.24	Цельсий даражаси	°С
<i>2. Асбобларнинг ўлчан механизмлари сопи ва ток турлари</i>					
2.1.	Ўзармас ток	—	2.3	Ўзармас ва ўзарунчан ток	
2.2.	Ўзарунчан ток (бир фазали)		2.4.	Уч фазали ўзарунчан ток (умумий белгиси)	

1	2	3	4	5	6
2.5.	Фаза юкламлари бир-бирига тенг бўлмаган уч фазали ўзгарувчан ток (умумий белги)		2.8.	Фаза юкламлари тенг бўлмаган ич симли тармоқ учун икки ўлчаш механизми асбоб	
2.6.	Уч симли тармоқ учун бир ўлчаш механизми асбоб		2.9.	Фаза юкламлари тенг бўлмаган тўрт симли тармоқ учун икки ўлчаш механизми асбоб	
2.7.	Тўрт симли тармоқ учун бир ўлчаш механизми асбоб.		2.10.	Фаза юкламлари тенг бўлмаган тўрт симли тармоқ учун уч ўлчаш механизми асбоб	
3. Асбоб ва ёрдамчи қисм хавфсизлик белгилари					
3.1.	Асбоб изоляция (алоҳидланиши) мустаҳкамлигини синаш кучланиши 500 В.		3.3.	Асбоб изоляция (алоҳидланиши) мустаҳкамлиги бўйича текширилмади	
3.2.	Асбоб изоляция (алоҳидланиши) мустаҳкамлигини синаш кучланиши 500 Вдан ортиқ (масалан, 2 кВ)		3.4.	Асбоб ёки ёрдамчи қисм юқори кучланиш остида	
4. Асбобларни қандай ҳолатда ўрнатилиш кераклигини кўрсатувчи белгилар					
4.1.	Даражанинг тик (вертикал) ҳолатида асбобни қўллаш		4.3.	Даражанинг горизонтал текислигига нисбатан қиялик ҳолатида (масалан, 60° бурчак остида) асбобни қўллаш	
4.2.	Даражанинг ётиқ (горизонтал) ҳолатида асбобни қўллаш.				

4.4.	Даражанинг тик (вертикал) ҳолатида иш доираси 80° дан 100° гача бўлганда асбобни қўллаш		4.6.	Даражанинг горизонтал текислигига нисбатан қиялик ҳолатида иш доираси 45° дан 75° гача бўлганда асбобни қўллаш.	
4.5.	Даражанинг ётиқ (горизонтал) ҳолатида иш доираси манфий (-) 1° дан мусбат (+) 1° гача бўлганда асбобни қўллаш.		4.7.	Ташқи магнит майдонида асбобни мослаш кераклигини кўрсатувчи белги	
5. ЎВ ларининг умумий шартли белгилари					
5.1.	Қўзғалувчан (рамкали) магнитозлектрик асбоб		5.5.	Электроматнит асбоб.	
5.2.	Магнитозлектрик логометр		5.6.	Қутбли электромагнит асбоб	
5.3.	Қўзғалувчи магнитли магнитозлектрик асбоб		5.7.	Электроматнит логометри	
5.4.	Қўзғалувчи магнитли магнитозлектрик логометр		5.8.	Электродинамик асбоб	

1	2	3	4	5	6
5.9.	Ферродинамик асбоб		5.16.	Электростатик асбоб	
5.10.	Электродинамик логометр		5.17.	Титраш асбоби (тилчәли)	
5.11.	Ферродинамик логометр		5.18.	Изоляцияланган иссиқлик ұзарткіч	
5.12.	Индукцион асбоб		5.19.	Изоляцияланган иссиқлик ұзарткіч	
5.13.	Индукцион логометр		5.20.	Ұлчан занжирдағы электрон ұзарткіч	
5.14.	Симли қыздырылған иссиқлик асбоби		5.21.	Ёрданғы занжирдағы электрон ұзарткіч	
5.15.	Биметалл (құшметалл) асбоб		5.22.	Түтрилатғыч	

5.23.	Тармоқтагыч (шунт)		5.31.	Мослагыч (корректор)	
5.24.	Қўшимча қаршылык		5.32.	Муносиб ҳужжатга таяныш	
5.25.	Қўшимча индуктив қаршылик		5.33.	Ёрдамчи умумий қисм	
5.26.	Тўла қўшимча		5.34.	Қалинлиги Х мм бўлган, пўлат жўта	Fex
5.27.	Электростатик тўсиқ (экран)		5.35.	Қалинлиги ҳар хил бўлган пўлат жўта	Fe
5.28.	Магнит тўсиги (экрани)		5.36.	Қалинлиги ҳар хил ва материалли бўлмаган жўта	NFe
5.29.	Астатик асбоб	ast 24	5.37.	Қалинлиги ҳар хил бўлган жўта	$FeNFe$
5.30.	Ерга улаш учун қисқич				

Шундай қилиб, асбобларнинг аниқлик синфининг белгилари, ўлчаш натижалари хатоликларини ҳисоблаш йўли билан тахминий баҳолаш учун етарли даражада тўлиқ ахборот беради. ЎВ ларининг аниқлик синфлари учун қабул қилинган белгилардан мисол тарикасида қуйида (1.5-жадвалда) келтирилган (8. 401-80 Давлат андозаси).

1.5-жадвал

ЎВ ларининг аниқлик синфи белгилари

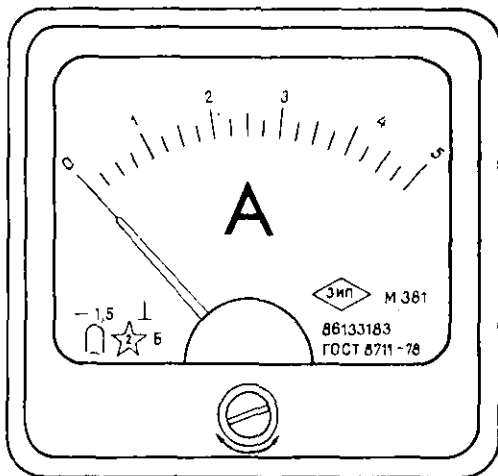
Тартиб рақами	Хатоликлар	Йул қўйилган асбоб хатолик нинг сезардси	Аниқлик синфининг белгиси (бе рилган ми сол учун)
1.	Келтирилган хатоликда нор маловчи қиймат ўлчаш катталиси бирлигида ифодаланган бўлсин	$\gamma_k = \pm 1,5 \%$	1,5
2.	Келтирилган хатоликда норма ловчи қиймат асбоб даракаси нинг узунлигига тенг қилиб қабул қилинса	$\gamma_k = \pm 0,5 \%$	0,5
3.	Келтирилган хатолик умумий бўлса	$\gamma_{\text{н}} = \pm 0,5 \%$	0,5
4.	Ўлчаш катталигини қамрай ми билан катталашадиган нис бий хатолик	$\delta = \pm [0,02 +$ $+ 0,01 \left \frac{x_{\text{оллар}}}{x} - 1 \right]$	0,02/0,1

Бу 1.5-жадвалда берилган аниқлик синфининг белги
лари 1,5; 0,5, 0,5 ва 0,02/0,01 лар ЎВ ларига тегишли
бўлган ҳужжатларда оддийгина қилиб ҳеч қандай
қўшимча қизиқларсиз аниқлик синфи 1,5, аниқлик синфи
0,5 (аниқлик синфи 0,5), аниқлик синфи 0,02/0,01 кўрини
шида ёзилади.

Юқорида ЎВ лар учун ишлатиладиган шартли белги
лардан баъзиларигина келтирилди, аммо бундай белгилар
ҳаддан ташқари кўп бўлганлиги учун уларнинг ҳаммасини
бу ҳажми чекланган қўлланмада келтиришининг иложи
бўлмади [12].

Энди мисол тарикасида ЭЎА ларини дақисига Давлат
андозаси бўйича ёзилган шартли белгиларни кўрамиз.
Бунинг учун 1.1-расмда шартли белгилари қўйилган ЭЎА
нинг дақиси жойлашган, яъни олд томони кўрсатилган. Бу
ерда яна шунга айтиш керакки, шартли белгилар фақат

1.1-расм. Шартли белгилар кўйилган ЭЭАнинг олд томондан кўриниши.



асбоб дақисига ёзилмасдан, бундан ташқари асбоб қутисининг олд томонига ҳам битилиши мумкин.

Мисол тариқасида 1.1-расмда келтирилган асбобнинг шартли белгиларига қараб шунини айтиш мумкинки, бу асбоб М-381 туридаги магнитоэлектрик тизимли амперметр бўлиб, у 8711-78 Давлат андозаси бўйича Краснодар ўлчаш асбоблари заводи ЗиПда (ЗиП завод измерительных приборов) 86133183 рақами билан тайёрланган. Бу завод рақамининг биринчи иккитаси асбоб ишлаб чиқарилган йилини билдиради, демак, амперметр 1986 йилда тайёрланган. Амперметрнинг ўлчаш чегараси 5 А, аниқлик синфи 1,5 бўлиб, фақат ўзгармас тоқларни ўлчаш учун қўлланилади. Амперметр ўлчаш асбобларининг Б туркумига тааллуқли бўлиб, у тик ҳолатда ишлатилиш учун мўлжалланган. Амперметрнинг ўлчайдиган занжири унинг қутисидан (корпусидан) алоҳидаланганлиги, яъни электр бўйича химояланганлиги 2 кВ қучланиш (ДАВАН 23217-78) билан текширилган. Шундай қилиб, шартли белгилар бўйича асбобнинг асосий техник тавсифи тўғрисида тўлиқ маълумот олиш мумкин экан.

Ишлаб чиқарилаётган электр ўлчаш асбоб ва қурилмаларининг алоҳида турларининг белгиларини бир хил кўринишга келтириш мақсадида асбоб ва қурилмаларининг шартли белгилари орасида ҳарфли белгилар ҳам мавжуд.

Мана шу ҳарфли белгилардан баъзи бирларини эътиборингизга ҳавола қиламиз: М — магнитоэлектрик, Э — электромагнит, Д — электродинамик, Ц — тўғрила-

гичли, Т - иссиқлик электрли (термоэлектрик), Ф - электронли электр ўлчаш асбоб турларини кўрсатади. Қайд қилувчи асбоб турларининг белгиси уларнинг қайси тизимга тегишли эканлигидан катти назар Н харфи билан белгиланади.

Ўлчаш кўприклари, потенциометрлар, қўшимча қаринликлар, ғалтаклар ва қаринлик магазинлари каби қаринлик асбоб ва ускуналарининг турлари Р харфи билан ифодаланади.

Электр ўлчаш техникасида қўлланиладиган ҳар хил турдаги (текишувчи, магнит ўлчаш ва бошқа) қурилмалар У харфи билан белгиланади.

Ўлчаш асбоб ва қурилмаларининг харф белгиларидан кейин қайси заводда тайёрланганлигини билдирувчи рақамлар ёзилади, масалан: Э330, Д533, Д315, Н102, Р300, У520, М381 ва х. к. Булардан М381 даги М харфи магнитоэлектрик тизимдаги асбоб эканлигини, уч рақами эса асбоб Краснодар ЭЎА лари заводда тайёрланганлигини билдирса, ундан кейинги саккиз ва бир рақамлари асбобнинг қайси цехда ёки қаерда ва қай пайтда тайёрланганини ақс эттирувчи, заводнинг ўзига тегишли белгилар ҳисобланади.

7. Ўлчаш асбобларининг қисмаларидаги шартли белгилари тўғрисида маълумот. Ўлчаш асбоблари қисмаларининг ҳам ўзига ҳос шартли белгилари мавжуд. Масалан, ўзгармас ток асбобларининг мусбат инпорали ток бериладиган қисмалари қўнув (+) белгиси билан белгиланса, манфий инпорали ток бериладиган қисмаларига эса олув (—) белгиси қўйилади. Асбобларнинг қисмалари юлдузча (*) билан белгиланган бўлса, бундай қисмаларга бир хил инпорали токка эга бўлган (қўғбли) ёки бир хил фазадаги симлар уланади. Бу юлдузча белгисига эга бўлган қисмаларни ваттметр, варметр ва фазометр каби асбоблар учун генератор қисмаси ҳисобланиб, у асбобларни тўғри улаш учун хизмат қилади. Масалан, бу асбоблардан ваттметр нотўғри улашиб қолса, унинг мнли тескари томонга бурилиб, ваттметрнинг чап томонидаги тўсигига бориб такалади. Бу ҳол аксарият ваттметрнинг ишдан чиқишига олиб келади.

Қўп ўлчаш чегарали асбобларнинг умумий қисмалари (+) ёки (*) белгилари билан белгиланиб, қолган қисмаларга эса ҳар бир ўлчаш чегарасига мос келадиган рақамлар тамғиланади.

АМАЛИЙ ИШЛАРНИ БАЖАРИШ ВА УЛАРНИНГ ҲИСОБОТЛАРИНИ РАСМИЙЛАШ ҚОИДАЛАРИ

2.1. ЭЛЕКТР ЎЛЧАШ ИЖОДХОНАЛАРИДА ИШЛАШ ҚОИДАЛАРИ

1. Ижодхонада (лабораторияда) дарслар 10-12 талабадан иборат кичик гуруҳлар учун деканат ёки таҳсиллох томонидан тузилган дарс жадвалида кўрсатилган соат бўйича алоҳида-алоҳида ўтказилади. Амалий ишларни бажараётганда ҳар қайси гуруҳ ўз навбатида икки ёки уч талабадан иборат бўлган кичик гуруҳларга бўлинади. Бордин-ю ижодхонада ҳамма шарт-шароит муҳайё этилган бўлса, ҳар бир талаба амалий ишларни мустақил равишда алоҳида-алоҳида бажариши керак.

2. Мустақил иш бошлашдан олдин талабалар техника хавфсизлигини қоидалари билан пухта танишишлари ва кейинчалик ҳам уларга қатъий амал этишлари лозим.

3. Биринчи амалий машғулотдаёқ ҳар бир талабага бутун ўқув ярим йиллиги (семестри) давомида бажариладиган ишларнинг аниқ муддати белгиланган жадвал берилади.

4. Ижодхонага талабалар навбатдаги машғулотга амалий ишларига пухта тайёргарлик кўрган ҳолда келишлари, яъни қилинадиган ишнинг мазмуни ва мақсади, бажариш йўсинларини мушоадалаб, тарҳлари-ни тузиш ва кузатув натижаларини битиш учун ҳам олдиндан ҳозирлик кўриб қўйишлари керак.

5. Ўқитувчи ҳар бир амалий ишга киришишдан олдин унинг мазмуни ва бажариш тартиби бўйича талабаларнинг тайёргарлик даражасини бирма-бир сўраб-суриштириб чиқиши керак. Машғулотга тайёрланмаган ёки дарсга кечиккан талабалар амалий ишга қўйилмайди.

6. Амалий иш машғулотида тайёргарлик кўриладиганда кўргазмали қурол ва воситалардан унумли фойдаланиш қоралари кўрилади.

7. Ижодхонада амалий иш машғулотлари белгиланган махсус жойларда, алоҳида ажратилган асбоб ва қурол-лар ёрдамида амалга оширилади. Иш жойидаги асбоб-ускуналар ўрнини ўзбошимчалик билан ўзгартириш қатъиян ман этилади.

8. Талабалар бажариладиган амалий ишнинг тархини йиғишдан олдин қўлланиладиган асбоб ва қурилмаларни ишлатиш тартибини кўрсатувчи қўлланмалар билан танишишлари керак. Амалий ишларини абажаришда қўлланилган асбоб-ускуналарнинг техник тавсифини махсус дафтарга қайд этишлари лозим. Булардан ташқари, улар дафтарга амалий ишини бажариш учун керак бўлган асосий тархларни чизиб, ўлчаш натижаларини ёзиш ва ҳисоблаш учун зарур бўлган жадвалларни ҳам ҳозирлаб қўйишлари керак. Талабалар амалий ишларини бажариш учун зарур ҳисоб-китобларни тавсия қилинган адабиётлардан, шунингдек ўқитувчидан олинган маълумотлар асосида олдиндан ҳисоблаб-чамалаб қўйишлари лозим.

9. Тархлар ўқитувчи томонидан текширилиб, уни тўғри эканлиги тасдиқлангандан кейингина, уларни йиғишга киришиш керак. Тархларни йиғиш ёки йиғилган тархлардан асбоб-ускуналарни қайта ажратиб жой-joyига қўйиш каби ишлари қучланиш манбандан узилган ҳолдагина бажарилиши керак. Қучланишга эга тархларга бирор ўзгартириш киритиш мутлако ман этилади. Тархларни қучланиш манбанга ўқитувчининг рухсати билангина улаш мумкин. Қучланиш манбанга уланган, яъни қучланишга эга бўлган тархларни қаровсиз қолдириш мутлако мумкин эмас.

10. Бордин-ю, бирор асбоб-ускунанинг бузилганлиги аниқланса, ҳар қандай шароитда ҳам мустақил равишда иш тутилмасдан, яъни асбоб-ускунани тузатишга киришмасдан, бу ҳақда ўқитувчи дарҳол хабардор қилиниши керак.

11. Талаба амалий иш тугагач, бажарган иш натижалари ёзилган дафтарни ўқитувчига кўрсатиш ва қайд этилган маълумотларнинг тўғри эканлиги ҳақида тасдиқ олгандан кейингина йиғилган тархлардан асбоб-ускуналарни ажратишга киришиши керак. Бу иш ниҳоясига етказилгач, ҳамма иш жиҳозларини ижодхона техник ходимига (лаборантга) топшириб, иш жойни тартибга келтириб қўйиши керак.

12. Ҳар бир талаба навбатдаги машғулотга келганда ўтган амалий иш бўйича ёзма равишда ҳисобот тузиб, уни қондаси билан расмийлаштиради, сўнгра бу ҳисобот қобирасини (қобира -- қондаси билан расмийлаштирилган сўзлар маъносини аниқлатади) ўқитувчисига кўрсатади. Ҳисобот қобирасининг тўғри бажарилганлиги тасдиқлангандан кейин талаба шу ишнинг бажарилишига оид

синов саволлари бўйича ҳисобот қобирасини ўқитувчига топиради.

Олдинги амалий иш бўйича тайёрлаган ҳисобот қобирасини ўқитувчига кўрсатмаган ва уни синов саволлари бўйича топирмаган талабалар навбатдаги амалий иш машғулотига қўйилмайди.

13. Талабаларнинг амалий ишлари бўйича тайёрлаган ҳисобот қобиралари ишнинг қисқача бажариллиш тартиби, асбоб-ускуналарни улаш тархи, синаш натижалари ёзилган жадваллар, ҳар хил ўлчовшунослик-тавсифларни акс эттирувчи чизмалар, вектор диаграммалар, иш натижалари камчилигини кўрсатувчи танкидий баҳолар, амалий иш машғулотини амалга оширишда қўлланилган ўлчаш асбоб ҳамда ускуналарининг қўлланма кўрсаткичлари каби маълумотларни ўз ичига олиши керак.

14. Ўқитувчининг руҳсатсиз ўлчаш асбоблари ва бошқа жиҳозларнинг ўрнини ўзгартириш, яъни бир жойдан бошқа жойга кўчириш қатъиян ман этилади.

15. Иш учун ажратилган жойда фақат ҳозир бажариладиган амалий ишигагина керак бўлган асбоб ва жиҳозларгина бўлиши керак. Иш учун ажратилган жойга амалий ишига тааллуқли бўлмаган нарсалар (тўрва, халта, китоб, чизма каби бошқа буюмлар)ни қўйиш тақиқланади.

16. Амалий ишларини бажараётганда иш жойини қаровсиз қолдириб кетиш мутлақо мумкин эмас.

17. Иш вақтида асбоб миллирнинг шу асбоб даражаси чегарасидан ташқарига оғиши, реостатларнинг кизиб кетиши, баъзи ўлчаш асбоблари миллирнинг жойидан мутлақо қўзғалмаслиги каби механик камчиликларга оид ҳар қандай камчилик аниқланганда тарх автомат ёки узиб-улагичлар ёрдамида тоқдан дарҳол узулиш ва бу ҳақда ўқитувчи дарҳол огоҳ этилиши лозим.

18. Бу қондан бузган талабалар маъмурий жавобгарликка тортилади, борди-ю бунинг оқибатида ўлчаш асбоб ва жиҳозлари бузилса, ёки ишдан чиқиб қолса, у ҳолда талабалар моддий жиҳатдан ҳам жавобгар ҳисобланадилар.

2.2. ТЕХНИКА ХАВФСИЗЛИГИ ҚОНДАЛАРИ

Талабалар мустақил машғулотларга киришишдан олдин ижодхонанинг ички тартиб-қондаларини ва техника хавфсизлиги чора-тадбирларини пухта билиб олишлари керак. Бу тартиб-қондага ҳар бир талаба фақат ўзининг

эмас, бошқа талаба-дўстларининг ҳам амал этишларини талаб қилишлари даркор.

Энг аввало қуйидаги қондани уқиб олиш шарт: электр тарҳларини йиғиш ва бу тарҳларда ҳар хил узиб-улаш каби ишларни тарҳларда қучланиш йўқ пайтдагина, яъни тарҳ қучланиш манбаига уланмасдан олдин амалга ошириш керак;

йиғилган тарҳни ўқитувчининг рухсати билангина қучланиш манбаига улаш лозим.

Бу зайлда иш тутиш жуда муҳим бўлиб, бу қондани менсимаслик ижодхонадаги электр жиҳозлари ёки электр ўлчаш асбобларининг бузилишига олиб келиши, ҳаттоки, бахтсиз ҳодисаларни келтириб чиқариши ҳам мумкин.

Қуйида ўлчовшувнослик асослари ва электр ўлчашлар фани бўйича амалий иш машғулоти тарҳ ўтказилаётганда амал қилиниши шарт бўлган техника хавфсизлиги қондалари келтирилади:

1. Шикастланиш хавфлилиги одам гавдаси орқали оқиб ўтган токнинг миқдорига боғлиқ ёки бошқача қилиб айтганда, шикастланиш хавфлилиги одам гавдасига таъсир қилган қучланиш билан одам гавдасининг қаршилигига боғлиқдир. Одам гавдасининг қаршилиги ҳар доим бирдай бўлмасдан унинг катта-кичиклиги одам гавдасига ҳар хил ўтказгичнинг тегиш ёки тегиб туриш ҳолатига, шунингдек бошқа ташқи шароитлар таъсирига ҳам боғлиқ ҳолда бўлади. Шунинг учун ҳам ҳаёт учун хавфли қучланишларнинг миқдори ҳар хилдир. Жуда сернам ва оёқ остига ток ўтказадиган ашёлар ётқизилган хоналарда ҳаттоки 12 В дан ошқ кучланишлар хавфли йўсинга киради, қуруқ хоналарда эса 65 В дан ошқ қучланишларгина хавфли ҳисобланади. Ўзгарувчан ток билан шикастланиш хавфини баҳолашда таъсирий қучланишига нисбатан тебраниш кенглиги (амплитуда) қучланишининг шикастлаш хавфи юқори эканлигини ҳам ҳисобга олиш керак. Шунинг учун ҳам электр қучланиши билан ишлаганда жуда эҳтиёт бўлиш керак.

2. Қучланишга эга бўлган электр занжирларининг ялонғочланган, яъни алоҳидаловчиси (изоляцияси) бўлмаган ток ўтказувчи қисмларига ёки қучланишга эга бўлган симларга тегиш қатъиян ман этилади.

3. Талабаларнинг асосий тақсимлаш жўтасига (ишчига) ҳар қандай улаш, узиш ва қайта улаш каби ишларни мустақил равишда бажаришларига мутлақо рухсат этилмайди.

4. Тарҳ йиғилиб, обдон текширилгандан кейингина

Ўқитувчи иштирокида унинг электр занжир жўтасига уланishiга рухсат этилади.

5. Кучланишга эга бўлган тархларда ҳар қандай улаш, узиш ва электр токи йўналишини ўзгартириш каби ишларни бажариш қатъиян ман этилади.

6. Ижодхонада амалий ишнинг йиғилган тарҳи билан ишлаётганда иложи борида эҳтиёт чораларига риоя этиш (кийим, соч, ишга алоқаси бўлмаган сим ва бошқа нарсалар тарҳнинг яланғочланган ток ўтказувчи симларига тегмаслиги) керак.

7. Ўқитувчининг рухсатсиз таксимлаш жўтасидаги сақлагичларни ўрнатиш ёки уларни алмаштиришга йўл қўйилмайди. Сақлагичларни ўрнатиш ёки алмаштириш билан боғлиқ ишлар жўталардаги узиб-улагич ёки автоматлар ўчирилган ҳолатидагина амалга оширилиши керак.

8. Ҳар қандай ҳолда ҳам электр жиҳоз, асбоб ва симлар шикастланганлигини сезган заҳотиёқ тезлик билан улагич ёки автоматни ўчириш ва бу ҳақда ўқитувчига дарҳол хабар этиш даркор. Бундай ҳол юз берганда ўзини йўқотиш ёки сўстқашлик қилиш электр асбоблари ва ёрдамчи қурилмаларнинг кўплаб шикастланишига, бинобарин, ҳатто одамнинг ток уришига олиб келиши ҳам мумкин.

9. Электр тарҳларини шундай йиғиш керакки, ундаги улаш симлари бир-бири билан кесишмасин, жуда тортилиб, симлар буралиб, халқа бўлиб ҳам қолмасин. Иш жойлари ўртасидаги ўтиш жойларини симлар бир-бири билан кесиб ўтиши ман этилади.

10. Улаш асбоблари ва ёрдамчи қурилмалар шундай жойлаштирилиши керакки, уларни кузатиш, қўзғалувчи қисмлари ёрдамида бошқариб туриш осон бўлсин. Кузатиш ва бошқариш ишларида ўлчаш асбоблари, ёрдамчи қурилмалар ёки ўлчаш симлари бир-бирига тўқнишлик қилмасин.

11. Ижодхонада ишлаётган ҳар бир киши биринчи ёрдам кўрсата олиши учун зарур бўлган дорилар қўйилган кутичанинг турган жойини билиши керак.

12. Техника хавфсизлиги қондасини билиш ижодхонада ишлаётган ҳамма кишилар учун мажбурийдир. Техника хавфсизлиги билан танишган ҳар бир талаба амалий ишлари бўйича қайд дафтари (журнал) га ёки махсус техника хавфсизлиги қайд дафтарига қўл қўйиши керак, акс ҳолда қайд дафтарига қўл қўймаган талабалар амалий ишларига қўйилмайди.

13. Юқорида келтирилган техника хавфсизлиги қондаларини бузиш талабани амалий ишларидан четлатиш ва унга нисбатан интизомий жазо чораларини қўлланга асос бўлади.

2.3. ЭЛЕКТР ТОКИ БИЛАН ШИКАСТЛАНГАНДА КЎРСАТИЛАДИГАН БИРИНЧИ ЁРДАМ ЧОРАЛАРИ

Биринчи ёрдам кўрсатилаётгандаги энг асосий ютук ёрдам қилаётган киши ёрдам ҳаракатининг тезлиги, улдабурунлиги ва билимдонлигига боғлиқ.

Жабрланган кишиларга биринчи ёрдам кўрсатиш қўп ҳолларда уларни ток ўтказувчи қисмлардан тезлик билан ажратиб олиш ҳамда бетўхтов суғий нафас олдирини усулларини нечоғлиқ омилкорлик билан амалга оширишга боғлиқ. Жабрланган кишиларга ёрдам беришда сал бўлсада суеткашлик қилиш ёки бу ишни хўёл пайсалга солиш улар учун ўлим хавфи туғдиради.

Шикастланган кишиларга биринчи ёрдам кўрсатишдан олдин қуйидаги ишларни бажариш керак:

а) шикастланган кишиларда уларнинг ҳаракатини қийинлаштирадиган кийимларини иложи борича бўшатиш ёки ечиб ташлаш керак;

б) тоза ҳаво келишига имконият яратиш даркор;

в) жароҳатланган киши атрофига ортиқча одам тўпланишига йўл қўймаслик керак;

г) жароҳатланган киши оғзини дарҳол очиш керак, бу ишда фурсатни бой бериш ҳунук оқибатларга олиб келиши мумкин. Борди-ю оғиз маҳкам ёпилиб қолган бўлса, бинобарин, осонлик билан очилмаса, бармоқлар билан пастки жағини босиб йўли билан оғзини очиш даркор. Оғзини очиб қолдириш учун узунчок (аммо қирраси ўткир бўлмаган) буюмлардан фойдаланиш керак; ҳеч бўлмаса бир парча ёғочни рўмолчага ўраб, тишлар орасига қўйиб керак;

д) борди-ю тил ичкарироқ тортилиб, нафас йўлини тўсиб қолган бўлса, уни дастрўмолча билан ушлаб (тортиб) нафас олиш учун шаронт яратиш даркор. Бу ишлар бажарилгач, то эмчи (шифокор) келгунга қадар суғий нафас олдирини тадбир амалга ошириб турилади.

2.4. АМАЛИЙ ИШЛАРНИ БАЖАРИШДА ҚЎЛЛАНАДИГАН ҚЎШИМЧА ҚУРИЛМАЛАРНИ ТАНЛАШ

Ўлчовшунослик асослари ва электр ўлчанлар фаши бўйича амалий ишларини бажаришда қўллаб хилма-хил ёрдамчи қурилмалардан фойдаланилади. Бу қурилмалар

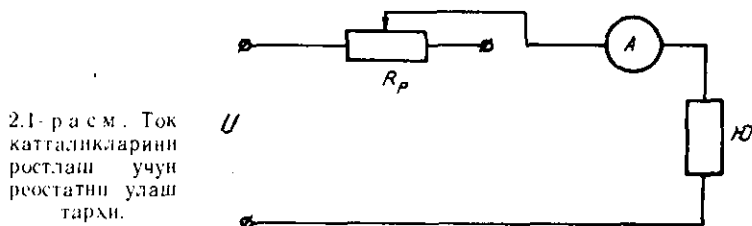
ёрдамида электр токи ва кучланишлари рoстланади, қаршилик, сoғим ва индуктивликларининг микдорлари ўзгартирилади ва хоказo.

Қуйида амалий ишларини бажаришда энг кўп қўлланиладиган ёрдамчи қурилмалардан баъзиларининг тузилиши ва ишлаш асослари баён этилади.

1. Реостатлар. Электр ўлчаш ижодхоналарида турли хил; асосан сирилувчи, контактли, сурилувчи симга эга бўлган реостатлар ишлатилади. Уларнинг асосий номинал (яхлитланган) қийматлари ҳар қайси реостатнинг ўзида кўрсатилган қаршилик R_p ва электр токи I_p да ифодаланади.

Сурилувчи қисмли реостат учта қисқичга эга бўлиб, бу қисқичлардан учинчиси сурилувчи қисм билан боғлангандир. Рoстланадиган катталикларнинг турига қараб реостат электр занжирига ҳар хил йўл билан уланади.

а) **Реостатлар ёрдамида электр тоқларини рoстлаш.** Реостатнинг тоқни рoстлаш учун уланган электр тарҳини кўрамиз. Тарҳ 2.1- расмда келтирилган.



Рoстланадиган тоқнинг энг кичик ($I_{\text{к.к.ч.}}$) ва энг катта ($I_{\text{к.к.т.}}$) қийматларидан керакли бўлган реостатнинг яхлитланган параметр (I_p ва R_p) лари қуйидаги ифода орқали аниқланади:

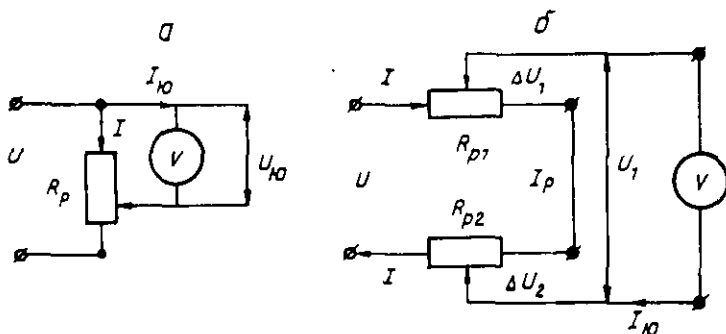
$$R_p \geq U/I_{\text{к.к.ч.}} \quad \text{ва} \quad I_p \geq I_{\text{к.к.т.}} \quad (2.1)$$

Бунда U — тоқни рoстлаш учун реостат уланган занжирнинг кучланишини аке эттиради. Масалан, $U=12$ В ли манбага уланган электр занжирда электр тоқини 0,1 А дан 1 А гача рoстлаш зарурияти туғилса, бу ҳолда реостат томонидан йўл қўйилган тоқ қиймати 1 А га тенг ёки ундан катта бўлиши керак ($I_p \geq 1$ А). Агар бизни шарт бўйича $U=12$ В, $I_{\text{к.к.ч.}}=0,1$ А ва $I_{\text{к.к.т.}}=1$ А эканлигини ҳисобга олсак, у ҳолда (2.1) ифодага асосан R_p қаршилиги 120 Омга тенг ёки ундан катта бўлиши керак, яъни:

$$R_p \geq U/I_{\text{к.к.ч.}} = 12/0,1 = 120 \text{ Ом}. \quad (2.2)$$

6) Реостатлар ёрдамида кучланишларни рoстлаш. Ҳозирги вақтда кучланишларни рoстлаш учун асосан икки хил тарх қўлланилади. Булардан биринчисида битта реостат ёрдамида кучланишлар рoстланса (2.2- а расм), иккинчи хил тархларда эса кучланишлар иккита реостат ёрдамида рoстланади (2.2.б- расм).

Битта реостат ёрдамида кучланишларни рoстлаш тарҳида кучланиш U_1 ($U_1 = U_{1..0}$) 0 дан то U кучланишгача рoстланади. Бу кучланишларнинг рoстлаш равошлиғи асосан танланган реостатларнинг қаршилик миқдорига боғлиқ. Бу қаршилик R_p нинг миқдори қуйидаги ифодаalar ёрдамида аниқланади:



2.2.- р а с м . Кучланишларнинг рoстлаш тарҳи:
а) битта реостат билан; б) иккита реостат билан.

$$I_p R_p \geq U \quad \text{ва} \quad U/R_p + I_p \leq I_p. \quad (2.3)$$

Реостатни танлашда албатта реостатнинг электр ток қиймати (I_p) ҳисобга олинади. Масалан, бизга 2 А ток зарур (яъни $I = 2$ А) бўлса, бу ҳолда 0 дан 220 В гача оралиқда рoстланадиган кучланишни олиш учун қаршилиги 110 Ом дан кам бўлмаган реостат қўлланилади. Буни (2.3) ифода билан ҳам ҳисоблаш мумкин:

$$R_p \geq U/I_p = 220/2 = 110 \text{ Ом}. \quad (2.4)$$

Кучланишларни раво рoстлаш мақсадида қўпинча икки реостатли тархлар қўлланилади (2.2.б- расм).

Бу ҳолда реостатлардан бирининг қаршилиги R_{p1} , иккинчи реостатнинг қаршилиги R_{p2} дан $10 \div 20$ баравар кўп қаршиликка эга, яъни $R_{p1} = (10 \div 20) R_{p2}$. Кам қаршиликли R_{p2} реостат кучланишни раво рoстлашга ёрдам

берса, катта қаршиликли реостат эса кучланишни қўпол-
рок қилиб ростлашга олиб келади (бунда ростланган
кучланишлар бир текисда бўлмасдан маълум оралиқларга
эга, мана шу оралиқдаги кучланишлар қаршилиги кичкина
реостат ёрдамида ростланади).

Бундай тархлар учун бу икки реостатни қуйидаги
ифода орқали танлаш мумкин:

$$I_{p1}(R_{p1} + R_{p2}) \geq U \quad \text{ва} \quad U/(R_{p1} + R_{p2}) + I_{p2} \leq I_p. \quad (2.5)$$

Бунда I_p - R_{p1} қаршиликли реостатнинг узок муддатли
йўл қўйилган токини, I_{p2} - электр занжир юкламасининг
токини, U - ростланадиган кўчланишини англатади.

Борди-ю, кўчланишлар таъкидланганидек, 0 дан
220 В оралигида ростланадиган бўлса, бунинг учун битта
реостат эмас, балки албатта иккита реостат олиш керак.
Булардан бири 0,6 А токка мўлжалланган 600 Ом ли
реостат бўлиб ($R_{p1}=600$ Ом, $I_{p1}=0,6$ А) иккинчиси эса 2А
токка мўлжалланган 60 Ом ли реостатдир ($R_{p2}=60$ Ом,
 $I_{p2}=2$ А). Бу икки реостат қўлланилганда кучланишларни
ростлаш битта реостат ишлатилганига қараганда анча
равон кечинишга олиб келади. Ҳақиқатан ҳам кучланишни
реостат ёрдамида ростлаганда уларни битта реостат
ёрдамида ростлагандагига нисбатан қуйидаги афзаллик-
ларга эга:

электр занжир юкламасидаги ток кам бўлади, буни
қуйидаги ифодадан кўриш мумкин:

$$\frac{U}{R_{p1} + R_{p2}} = \frac{220}{600 + 60} \text{ А} < \frac{U}{R_1} = \frac{220}{110} \text{ А}. \quad (2.6)$$

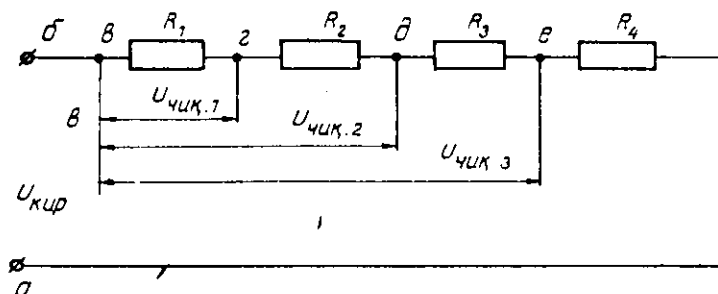
Кўчланишни ростлаш учун сарф бўладиган қувват ҳам
кам бўлади:

$$\frac{U^2}{R_{p1} + R_{p2}} = \frac{220^2}{600 + 60} \text{ Вт} < \frac{U^2}{R_p} = \frac{220^2}{110} \text{ Вт}. \quad (2.7)$$

Реостатлар узунлиги l бир хил бўлганда битта реостат
қўллашга нисбатан иккита реостат ишлатилганда кўчла-
нишларни ростлаш равоилиги анча юкори кечади; уни
қуйидаги ифодадан кўришимиз мумкин:

$$\frac{U \cdot R_{p2}}{(R_{p1} + R_{p2})l} = \frac{220 \cdot 60}{(600 + 60)l} [B/M] < \frac{UR_p}{R_p \cdot l} = \frac{220}{l} [B/M]. \quad (2.8)$$

2. Кучланиш бўлгичлари. Ўлчаш асбоб ёки қурилмаларнинг энг катта ўлчаш чегаралари ўлчанадиган кучланишлардан кичик бўлса, бундай ҳолларда кучланиш бўлгичларини қўллашга тўғри келади. Шунинг учун ҳам қуйида симли кучланиш бўлгичининг тузилиш ва ишлаш тартиблари билан танишамиз. Бунинг учун 2.3-расмда кучланиш бўлгичининг тархи берилган бўлиб, у $R_1=200$ Ом, $R_2=800$ Ом, $R_3=800$ Ом ва $R_4=9000$ Ом дан иборат бўлган ва кетма-кет уланган тўртта резистор, фаол қаршилик кўрсаткичлардан ташкил топган.



2.3-расм. Кучланиш бўлгичининг тархи.

Кучланиш бўлгичининг ишлаш тартиби кетма-кет уланган қаршиликлардан электр токи ўтганда занжирнинг қаршиликлар уланган қисмларида шу қаршиликларга мутаносиб бўлган кучланишлар тушини пайдо бўлишига асосланган.

Бўлгич қаршиликлар йиғиндиси $R = R_{\text{св}}$ га (а, б қисмларга) берилган ўлчаш кучланишнинг $U_{\text{св}} = U_{\text{кцр}}$ қийматларини қаршилик қисмлари R даги чиқиш кучланишлари $U_{\text{чик}}$ орқали топиш мумкин:

$$U_{\text{кцр}} = U_{\text{св}} = U_{\text{чик}} \frac{R_{\text{св}}}{R} = U_{\text{св}} K_{\text{св}}, \quad (2.9)$$

Бунда $K_{\text{св}}$ кучланиш бўлгичининг ўзгармас кўпайтувчиси бўлиб, у кучланиш бўлгичининг асосий параметри ҳисобланади ва қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$K_{\text{св}} \approx R_{\text{св}}/R \quad \text{ёки} \quad K_{\text{св}} = U_{\text{св}}/U_{\text{чик}} \quad (2.10)$$

Энди кучланиш бўлгичининг ҳар бир чиқиш кучланиши учун бўлгич доимий кўпайтувчиси $K_{\text{св}}$ ни аниқлаймиз:

$$K_{\text{св1}} = K_{\text{св1св}} = R_{\text{св}}/R_{\text{св1}}; \quad K_{\text{св2}} = K_{\text{св2св}} = R_{\text{св}}/R_{\text{св2}}; \\ K_{\text{св3}} = K_{\text{св3св}} = R_{\text{св}}/R_{\text{св3}}. \quad (2.11)$$

Кучланиш бўлгичининг доимий ўзгармас кўпайтувчиси маълум бўлса, ўлчанган кучланиш ёрдамида ўлчанадиган кириш кучланиши $U_{\text{кир}} = U_1$ нинг миқдорини аниқлаш мумкин:

$$U_{\text{кир}} = U_1 = K_{01} \cdot U_{\text{чик}} = K_{02} U_{\text{чик}2} = K_{03} \cdot U_{\text{чик}3}. \quad (2.12)$$

ёки бўлмаса, кириш кучланиш U_1 қиймати орқали кучланиш бўлгичининг қисмларидаги чиккиш кучланиш $U_{\text{чик}}$ ларини аниқлаш мумкин:

$$U_{\text{чик}1} = U_{\text{кир}}/K_{01}; \quad U_{\text{чик}2} = U_{\text{кир}}/K_{02}; \quad U_{\text{чик}3} = U_{\text{кир}}/K_{03}. \quad (2.13)$$

Юқорида келтирилганларга таяниб шунини айтиш мумкинки, бу кучланиш бўлгичлари ўлчанадиган катта миқдорлардаги кучланишларини кўп погонали ўзгарткичлар ёрдамида кам миқдорларга эга чиккиш кучланишларига айлантириб беради. Кучланиш бўлгичининг симлари чиккишидаги бу кам миқдорли кучланишлари киришидаги кучланиш миқдорига нисбатан 10^4 барабар кичик бўлади. Бу 10^4 кўпайтмадан n бутун ва мусбат сон бўлиб, у кучланиш бўлгичи қисмларидаги қаршиликларининг катта-кичиклигига қараб олинади.

Ўзгарувчан ток ва кучланишларини ЛАТР туридаги ижодхона автотрансформаторлари ёрдамида осонгина ростлаш мумкин. Масалан, ЛАТР-1 туридаги ижодхона автотрансформатори юкларнинг 9 А токига мўлжалланган бўлиб, кучланишларини 0 дан 250 В оралиғида ростлайди. Бу турдаги автотрансформаторларнинг ҳалқасимон магнит ўтказкичларига ўралган чулғамларининг сони 250 ўрам ($W = 250$ ўрам)га тенг бўлганлиги учун уларнинг кучланишларини ростлаш аниқлиги 0,4 % дан ошмайди. Бу ЛАТР-1 туридаги автотрансформаторларнинг чулғам ўрамлар сони 250 ўрам ($W = 250$ ўрам) ва ростланадиган кучланишнинг яхлитланган қиймати 250 В ($U = 250$ В) эканлигини ҳисобга олиб, унинг келтирилган ҳаттолиги (γ_k) ни топамиз:

$$\gamma_k = \frac{w_p/U_n}{I_n} \cdot 100 = \frac{250/250}{250} \cdot 100 = 0,4 \quad (2.14)$$

Кучланишларини ростлашнинг бундай аниқлиги ҳар доим ҳам амалий ишларининг талабига жавоб бера олмайди. Шунинг учун ҳам истеъмолчининг яхлитланган токи 1-2 А гача бўлганда ЛАТР-2 туридаги автотрансформаторларини қўлдан мақсадга мувофиқлир. Чун-

ки ЛАТР-2 нинг кучланишларини ростлаш сезувчанлиги юкори бўлиб, у икки амперга мўлжалланган ($I = 2 \text{ A}$) кучланишларни 0 дан 250 В ($U = 0 - 250 \text{ В}$) оралигида ростлай олади. Демак, ЛАТР-2 нинг сезувчанлиги $S_u = W_u / U_u = (2,25 \div 2,5) \text{ ўрам/В}$ бўлиб, —у $0,176 \div 0,16 \%$ ростлаш аниқлигини таъминлайди. Буни куйидаги ифодада ҳам кўришимиз мумкин:

$$\gamma_k = \frac{1 / (2,25 \div 2,50)}{250} 100 = \frac{0,44 \div 0,4}{250} 100 = (0,176 \div 0,160). \quad (2.15)$$

3. Юклама берадиган (юкламали) трансформаторлар. Бирламчи чулғамли электр қувватини оддий пасайтирувчи ускуна бўлиб, паст вольтли тармоқларининг андоза кучланиш ($127, 220, 380 \text{ В}$) ларга мўлжалланган, унинг иккиламчи чулғами эса 6, 12, 24 ёки 36 В кучланишларга мосланган бўлиб, уларга тадқиқот қилинадиган ва текшириладиган асбоблар ўланади. Айни вақтда бундай трансформаторлар талаб қилинган қувватни камайтириш ва ўзгарувчан тоқларни ростлашда энергия сарфини камайтириш учун ҳам қўлланилади. Бу трансформаторлар 100 В А. дан то 2000 В А. гача бўлган қувватларга мўлжаллаб тайёрланади.

Юкорида таъкидланганга асосланиб шунга айтиш мумкинки, юклама берадиган трансформаторлар сурилувчи қисмли реостат ва автотрансформаторлар билан биргаликда тежаш, тоқ ва кучланишларни қулайлик ва равонлик билан ростлаш имконини беради. Юклама берадиган трансформаторлар тармоқлардаги кучланишлар ва юкламалардаги тоқларнинг миқдорларига қараб танлаб олинади.

4. Фазоростлагичлар. Қўп ҳолларда фазосезгир асбоблар, яъни вольтметрлар, электр энергия ҳисоблагичлари, фазометрлар ва шу каби бошқа асбобларни текширганда мос ҳолдаги кучланиш ва тоқлар орасидаги фаза силжишларини албатта ростлашга тўғри келади. Борди-ю, $\pi/6$, $\pi/3$, $\pi/2$, $2\pi/3$ ва π фаза силжишларини аниқлаш зарур бўлса, симметрик уч фазали тизимларнинг ўзига ҳос хусусиятларидан ва тоқ занжирларини кучланиш занжирлари билан турли хил (мос ҳолда ёки тўғри келадиган) қилиб улашлардан фойдаланиш мумкин. Масалан, ваттметрнинг фаол юкламали тоқ занжирини U_{AB} кучланишга,

ва ваттметрнинг кучланиш чулғамини $U_{\text{сд}}$ кучланишига улаганда ваттметр токи билан ваттметрда берилган кучланиш орасида $\pi/3$ га тенг фаза силжиши ҳосил бўлади. Борди-ю, ток билан кучланиш орасидаги фаза силжишининг кенг доирада равои ўзгартириш зарурати туғилса, у ҳолда бундай равоиликни таъминлаш учун фазоростлагини албатта қўллашга тўғри келади.

5. Қаршиликлар магазини. Қаршиликлар магазини зарур миқдордаги қаршиликлар олиш ва танлаш учун мўлжалланган қурилмадир. Амалий ишларни амалга ошириш учун қаршиликлар магазини ниҳоятда зарур ҳисобланади. Чунки бу магазин ёрдамида исталган турдаги қаршиликни олиш мумкин.

Ҳозирги вақтда 10^{-2} Омдан 10^{10} Ом гача бўлган қаршиликлар магазинлари ишлаб чиқариламоқда. Бу магазинлар 0,01 дан 0,2 гача аниқлик синфига эга, исталган турдаги қаршиликларни зарур миқдорда тайёрлаш имконини беради. Масалан, КМС-6 туридаги қаршиликлар магазинида 0,1 Омдан то 99999,9 Ом гача бўлган қаршиликлар доирасида қаршилик оралиғи 0,1 Ом қаршиликларни олиш мумкин. Қаршилик магазинидан умумий қаршиликлар миқдори, шу қаршиликлар магазини алоҳида-алоҳида бўлган кўзгалувчи қисмлар олдидаги сонларнинг уларга мос келадиган ўзгармас кўпайтувчиларга кўпайтириб топишган сонлар йиғиндисига тенг.

Қаршиликлар магазини билан ишлаш тартиби.

1. Қаршилик магазини ҳамма реостатининг бураладиган қисми туткичларини нолга тўғрилаб қўйиш керак.

2. Зарур қаршилик миқдорини олиш учун магазин реостатларининг кўзгалувчи қисм туткичларини шу қаршилик миқдорига мос рақамларга тўғрилаб-бураб қўйиш лозим.

3. Қаршиликлар магазинини иш тархига улаш керак.

Масалан, қаршиликлар магазинида 42100,5 Ом қаршилик миқдорини таъминлаш учун реостат кўзгалувчи қисм туткичларини олдин нолга тўғрилаб қўйиш керак. Сўнгра 10^4 кўпайтмасига эга реостат туткичинин 4 га, 10^3 кўпайтмасига эга реостат туткичинин 2 га, 10^2 кўпайтмасига эга бўлган реостат туткичинин 1 га, 0,1 кўпайтмасига эга реостат туткичинин эса 5 га тўғрилаб қўйиш лозим. Энди бажарган ишимизнинг нечоғлиқ тўғрилигини текшириш учун магазин реостатлари кўрсатган қаршиликларининг ҳаммасини қўшиб чиқамиз:

$$R = 4 \cdot 10^4 + 2 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^2 + 5 \cdot 0,1 = 42100,5 \text{ Ом.} \quad (2.16)$$

Демак, қаршиллик магазинида миқдори 42100,5 Ом га тенг қаршиллик ҳосил қилибди, борди-ю 0,1 Ом дан 99999,9 Ом гача қаршилликлар орасидаги исталган қаршиллик миқдори берилса, ушн ҳам юқорида айтилган йўл билан қаршилликлар магазинида ҳосил қилиш мумкин.

Эндиклида Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлигида 30 дан ортик турдаги қаршилликлар магазини ишлаб чиқарилмоқда, улар аниқликлари бўйича 7 синфга бўлинади: 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0. Қаршилликлар магазини юқори Ом ли ($10 \text{ Ом} \div 10^4 \text{ ГОм}$), паст Омли ($0,03 \text{ Ом} \div 10 \text{ Ом}$), ўзгармас ва ўзгарувчан ток (50 Гц - 70 кГц) учун мўлжалланган бўлади.

6. Сигим ва индуктивлик магазинлари. Амалий ишларини, шунингдек бошқа гадкилот ва синов ишларини бажараётганда кўпинча ҳар хил миқдордаги сигим ва индуктивликлардан фойдаланиш зарурати туғилади. Шунинг учун ҳам сигим ва индуктивликларнинг бир неча қийматларини яратиш имконини берадиган магазинлар иxtиро этилган. Бу магазинларнинг турига қараб, қайта улагичлар ёрдамида мос равишда зарур миқдордаги сигимни ёки индуктивликларни ҳосил қилиш мумкин. Масалан, сигим магазинларидан 10^{-7} иф дан 10^9 иф гача бўлган миқдорлар орасидаги исталган сигим миқдорини юқори аниқлик билан вужудга келтиреш имкони мавжуд. Умуман сигим магазинлари анча юқори аниқликка эга бўлиб, қанча миқдордаги сигим олинса мўлжалланганлигига қараб уларнинг аниқлик синфи 0,005 дан 1 гача бўлади.

Ҳозирги вaкtda Мустақил Давлатлар Ҳамдўстлиги корхоналарида бир ва кўп (5 гача) ўшлик (декада)ли сигим магазинлари ишлаб чиқарилмоқда, уларнинг аниқлик синфи 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 ва 1,0 га тенг бўлиб, сигим бўйича чегаралари 1 мкф дан 111,1 мкф гача етади.

Индуктивлик магазинлари ҳам бир ва кўп ўшликли бўлиб, уларнинг юқори чегараси 11,1 мГн дан 111,1 мГн гача етади, шунингдек 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 ва 1,0 аниқлик синфларига эга. Масалан, Р-546 туридаги индуктивлик магазини ($10 \cdot 0,1 \div 10 \cdot 1 \div 10 \cdot 10$) мГн кўрinishидаги уч ўшликка эга бўлиб, унда 0,1 мГн дан то 111, мГн гача индуктивликларни ҳосил қилиш мумкин. Шунинг учун ҳам бундай индуктивлик магазинлари ўлчаш тархларидаги индуктивликни ўзгартириш ёки ростлаш учун дорилфвучи, олнийгоҳ, илмий текшириш муассасаси ва бошқаларнинг ижодхоналарида жaлб қилиб ишлатилади.

2.5. АМАЛИЙ ИШНИНГ ТАРХИНИ ИШИДАН ОЛДИН ҚИЛИНАДИГАН БЎЪЗИ БИР ИШЛАР

Хар қайси талаба қилинадиган хар бир амалий ишнинг тарҳини йиғиндан олдин қуйида келтирилган ишларни бажариши шарт.

1. Амалий ишни амалга ошириш учун қўлланмада кўрсатилган ҳамма керакли асбоб, жиҳоз ва бошқа ёрдамчи нарсалар иш учун мўлжалланган жойида мавжудлигига ишонч ҳосил қилини керак. Борди-ю, баъзи бир асбоб ёки жиҳозлар етишмаса, уни ўқитувчи ёрдамида дарров топиб, иш столига қўйиши керак. Қўнгра ишга ярокли эканлигига қаноат ҳосил қилиш учун жамики асбоб ва жиҳозларнинг ташқи кўринишини бирма бир кўздан кечириб чиқиш керак.

2. Ўлчаи асбобларини ташқи кўринишлари бўйича текширишда у унинг дақисида Дақлат андозаси бўйича ёзилган шартли белгиларини ҳаммаси бор-йўқлигига аҳамият бериш даркор.

Ўлчаи асбоблари ташқи кўринишига қараб текширилганда, ўлчаи вақтида хатоликларга олиб келадиган камчиликлар бор-йўқлиги ёхуд шу текшириладиган асбобга алоқаси бўлмаган чет нарсалар унга яланиб қолмаганим, тоқ ўтказувчи қисмларининг контаклари бузилмаганим, алоҳида қисмлари бўшаниб қолмаганим, ҳушлас шунга ўхшаш камчиликларнинг бўлмашлигига алоҳида аҳамият берилади.

Борди-ю, ўлчаи асбоблари қутисининг бирор жойида ёрик ёки тошиқ бўлса ва улар орқали чанг асбоб қутисининг ичига бемалол кирса, асбоб қутисининг дақи томонидаги ойинаси мустаҳкам ўрнатилган бўлмаса ёки чанг кириши натижасида асбобнинг даражаси ва бошқа қисмлари ифлосланган бўлса, бундай асбоблар ишлатиш учун мутлақо яроқсиздир. Яна шунинг ҳам айлиш керакки, асбобнинг ичида бирор қисми бўшаб қолса, ёки асбоб қутисининг ичига ташқаридан бирор нарса тушиб, қути у ёқ-бу ёққа қийшайтирилганда унинг ичида товуш чиқариб, тикирлаб думалаб-сиглжиб юрса, ёхуд асбоб даражасининг ёзувлари тирналиб, қўчиб кетса, асбоб кўрсаткичи, яъни милли эилиган бўлса, асбоб мослаштириб бузилиб, милли-поль ҳолатигача роестлай олмаса ва шунга ўхшаш камчиликларга эга хар қандай асбоб ишга яроқсиз ҳисобланади.

Юкорида келтирилган камчиликлар гуфайли яроқсиз деб топилган асбоб, жиҳоз ва бошқа нарсалар ўқитувчи ёрдамида ўз вақтида алмаштирилади.

3. Амалий ишларни бажариш учун зарур жиҳоз ва бошқа нарсаларнинг ҳаммаси юқорида таъкидлангандек синчиклаб текширилади, амалий ишга яроксизлари дарҳол алмаштирилади.

2.6. АМАЛИЙ ИШЛАРИ БЎЙИЧА ЭЛЕКТР ТАРХЛАРИНИ ЙИГИШ

Амалий ишни бажаришга киришиндан олдин унга ниҳоятда пухта ҳозирлик кўриш, яъни ишнинг мақсади ва вазифаларини аниқлаш, унинг тавсифи билан танишиш, амалий иш мангулоти тартиби ва йўриғини атрофлича мушоҳидалаш даркор. Сўнгра бутун диққат-эътиборни амалий ишлар учун зарур асбоб-ускуна ва ёрдамчи жиҳозларни таъминлаш манбалари ҳамда бошқа хил керакли нарсаларни танилашга қаратиш лозим.

Амалий ишни бажариш учун танлаб олинган асбоб, жиҳоз ва бошқа қурилмаларни иш учун ажратилган жойига шундай жойлаштириш керакки, асбоб дақсида кўрсатилган ҳамма шартли белгиларнинг вазифаси пухта бажарилсин, ҳамма асбоб ва жиҳозлар амалий ишни бажариш учун аниқ кўриниб турсин.

Иш учун ажратилган жойга асбоб ва жиҳозларни жойлаштираётганда бунга қўшимча равишда қўйидагиларга ҳам аҳамият бериш керак. Асбоблар кўрсатишини ёзиб олиш қулай бўлсин, ҳар хил катталикларни зарур даражада ўзгартириш ва ростлаш имконияти таъминлансин, амалий ишнинг тарҳи кўзга яққол ташланиб турсин, тарҳни йиққанда уланадиган симларнинг бир-бири билан кесишинига иложи борича йўл қўйилмасин. Магнит майдон таъсиридан сақлаш учун ўлчаш асбобларини бир-биридан зарур даража оралиқ қолдириб жойлаштириш лозим; магнит майдон манбалари ҳисобланган трансформатор, электр машина каби қурилмаларни ўлчаш асбобларидан иложи борича узоқроққа ўрнатиш лозим, гоки уларнинг магнит майдони таъсири асбоблар ишига ҳалал етказмасин. Бундан ташқари, электр тарҳини йиғишда симларини синалашга ҳам жиддий эътибор бериш керак, негаки унинг ҳисси керакли миқдордаги токни бемалол ўтказишга яроқли бўлсин. Иложи бўлса, тарҳнинг ток занжири ва қучланишлар занжирлари учун алоҳида рангга эга ва зарур узунликдаги ўлчаш симлари ишлатилса айни муддао. Танлаб олинган симларда узилган жойлари бўлмаслиги ва симларнинг учлари учликларга пухта маҳкамланиши лозим.

Амалий иш тарҳини йиғишга киришиндан олдин бу тарҳни синчиклаб ўрганиб, зарурат туғилганда эса

тархнинг алоҳида қисми ёки қуритмалари параметрларини аниқлаб олиш даркор. Ана шундан кейингина йиғишга киришни лозим. Бунда дастлаб ток занжирига тегишли бўлган қисмлар, сўнгра эса қучланишлар занжирларига тегишли бўлган симлар уланади. Тархни йиғишда асбобларнинг генератор қисмларига, шунингдек фаза кетмакетликларига аҳамият берилиши лозим.

Йиғилган тархларда ЛАТР ва реостатларнинг сурилувчи қисмлари туткичларини шундай ҳолатга қўйиш керакки, натижада тажриба ростланадиган катталикларнинг энг кичик қийматларидан бошлансин. Йиғилган тархни таъминлаш манбаига ўқитувчининг рухсати билангина улаш мумкин.

Электр тархи қучланиш манбаига улангандан кейин биринчи навбатда ростланадиган катталикларни зарур даражада олиш имкончилиги текшириб кўрилади. Борди-ю, бирор камчилик сезиб қолинса, яъни фараз қилайлик тарх элементи шу ишни бажариш учун тўғри келмай қолса, у ҳолда тархни дарҳол манбадан узиб, камчилиги бўлган элементни шу ишни бажаришга ҳамма параметрлар бўйича тўғри келадиган элемент билан алмаштириш керак.

Амалий ишларни бажаришда белгиланган тартибга қатъий риоя этилиши лозим. Ҳар бир ўлчашни энг камда 3 қаррадан бажариш керак. Ўлчанган катталикларнинг сон қийматларини асбоб даражасидан юқори аниқлик билан ёзиб олиш даркор; ўлчанаётган катталиқни унинг бирлиги бўйичагина ёзмасдан асбобларнинг даража бўлақлар сонини ҳам қайд этиш шарт. Бу асбоб бўлақлар сонда ўлчанаётган катталиқ миқдорини ҳисоблаш осон бўлиши учун ҳар қайси ўлчаш асбобининг бўлақлар қийматини, яъни доимийлигини ҳам ёзиб олиш керак.

Амалий иш машғулотини бажараётганда ўлчаш ишларини диққат билан аниқ бажариш лозим. Ўлчаш натижаларини ёзаётганда асбобнинг даража ва кўрсатувчи милларига тўғридан туриб қараш керак, акс ҳолда кузатувчи нигоҳининг маълум бурчакка силжиши туфайли даражадаги кузатилаётган нукта ўрнига бошқа нукта кўринади, яъни ёзиб олиш керак бўлган сон миқдори ўрнига бошқа сон миқдори кўринади, бу эса пировардида ўлчаш натижаларининг маълум хатоликлар билан ёзиб олинishiга олиб келади. Амалий ишнинг тадқиқот қисмининг ҳаммасини фақат услубий кўргазмага мувофиқ равишда ва шу ишда қўлланилган асбоб ҳамда жиҳозларнинг жами хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда амалга ошириш лозим. Бажарилаётган иш якуналарининг

тўғри эканлигига ишонч ҳосил қилиш учун унинг ҳар бир моддаси қўлдан чиқарилгандан кейин тахминий ҳисоблашлар йўли билан натижани текшириб қўринг.

2.7. АМАЛИЙ ИШЛАРИ БЎЙИЧА ҲИСОБОТЛАР ТАЙЁРЛАШ

Амалий ишлари бўйича ҳисоботлар талабанинг амалий иш дафтарига қайд этилган тажриба ва ҳисоблашлардан келиб чиққан натижалар асосида тузилади ва қилинган амалий ишларни бажариш тартибнинг ҳамма моддалари тўла аке этирилади. Ҳисобот қобираси чизма ва диаграммалар ҳозирги вақтда кучга эга бўлган (амалдаги) Давлат андозалари бўйича тайёрланади. Чизмалар масштабларини танлашда чизилган диаграмма ва ҳар хил боғланишларни аке этирувчи эгри чизиқларнинг аниқ кўзга ташланиб туришини ҳам ҳисобга олиш лозим. Ҳар бир эгри чизиқ ва диаграмма остига уларнинг номларини ёзиб қўйилади.

Ҳисоблаш ва тажриба йўли билан аниқланган нуқталарни диаграмма ҳамда эгри чизиқларда кўрсатиб, уларнинг координат ўқларига мос келувчи белгиларни қўйиш керак. Графикларни пложи борича миллиметрли қоғозларга 1.10^и; 2.10^и (бунда *n* - мусбат ёки манфий бўлган бутун сон) масштабларида чизиш лозим.

Ҳар бир ҳисоботнинг охирида бажарилган амалий ишлар бўйича олинган натижалар тахлил қилиниб, ифодали хулосалар берилади. Бу хулосалар тажриба ва ҳисоблашлар йўли билан олинган натижаларга алабатта асосланган бўлиши жоиз. Ҳисобот қобираси амалий иш тажриба қисмининг ҳақиқий натижаларининг аке этирибгина қолмасдан, айни пайтда бу ишнинг моҳиятига тегишли бўлган саволлар бўйича талабалар билимини ҳам аке этириш керак. Талабаларнинг билим даражаси эса амалий ишни бажариш ва шу иш бўйича ҳисобот қобирасини тайёрлаш жараёнида ҳар бир иш юзасидан саволларга талабалар берган жавоб камрови билан ўлчанади.

Ҳисобот қобираси қуйидаги тартибда тайёрланади.

а) ҳисобот қобирасининг биринчи бетига қуйидагилар ёзилади: Дори-фунун (олийгоҳ) ва куллиётларнинг номлари;

тахсилгоҳ номи;

ишни бажарган талабанинг исми-шарифи;

талаба ўқийдиган бўлим;

иш бўйича ҳисобот рақами (№);

ишнинг номи;

ишнинг бажарилган вақти;

- ишнинг қабул қилинган вақти;
 - ўқитувчининг исми-шарифи ва имзоси (иш топширилгандан кейин);
 - иш бажарилган шаҳарнинг номи, сана
- б) ҳисобот қобирасининг иккинчи бетидан бошлаб қуйидагилар ёзилади:
- ишнинг мақсади ва уни бажариш тартиби;
 - ишни бажариш учун зарур электр тархлар;
 - амалий ишни бажариш учун керак бўлган асбоб ва ёрдамчи жиҳозларнинг техник маълумотлари 21-жадвал бўйича берилди.

2.1-жадвал

Асбоб ва ёрдамчи жиҳозларни техник маълумотлари

Тартиб рақами	Асбобнинг номи	Асбобнинг тизими	Запас рақами	Амаллик сиффи	Асбобнинг қиммати	Қуввати	Ҳақдан ҳисобтаси
1							
2							
3							
·							
·							

- тажриба ва ҳисоблаш йўли билан аниқланган маълумотлар;
- сон қиймати берилган ҳисоблаш ифодаларидан мисоллар;
- график ва диаграммалар;
- ҳисобот қобирасининг охирида талаба бажарилган иш бўйича ўз хулосасини ёзади.

III БОБ

АМАЛИЙ ИШЛАР ВА УЛАРНИНГ УСЛУБИЙ ҚЎРГАЗМАЛАРИ

3.1. 1 АМАЛИЙ ИШ

АМПЕРМЕТР, ВОЛЬТМЕТР ВА ВАТТМЕТРЛАРНИНГ ДОИМИЙЛИКЛАРИНИ АНИҚЛАШ ВА УЛАРНИ АМАЛИДА ҚЎЛЛАШ

1. Ишнинг мақсади

Бу амалий ишни бажаришдан мақсад ўлчаш асбобларини қўллаш қоидалари ва уларнинг шартли белгилари билан танишиб, ўлчаш асбобларининг асосий тавсифларидан бири бўлган амперметр, вольтметр ва ваттметрларнинг доимийлигини аниқлашдир. Электр занжирларидаги ток кучи, кучланиш ва қувватларни ўлчаш учун амперметр, вольтметр ва ваттметрларни улаш усулларини ўрганиш ҳам бу амалий ишнинг асосий мақсадларидан бири ҳисобланади.

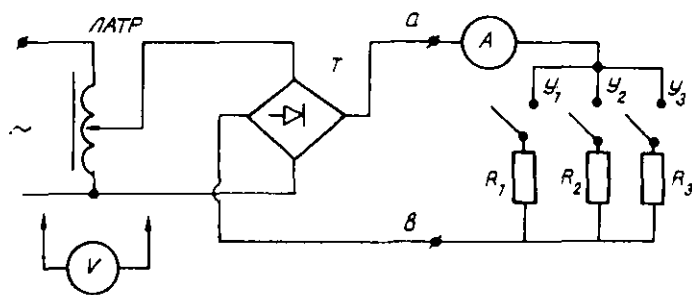
II. Ишни бажариш тартиби

1. Ўлчаш асбобларидан амперметр, вольтметр ва ваттметрларнинг яхлитланган маълумотлари ҳамда шартли белгилари билан танишинг. Бу асбобларнинг ўлчаш чегараларига эътибор бериб, уларнинг техник маълумотларини амалий иш дафтарига ёзиб олинг.

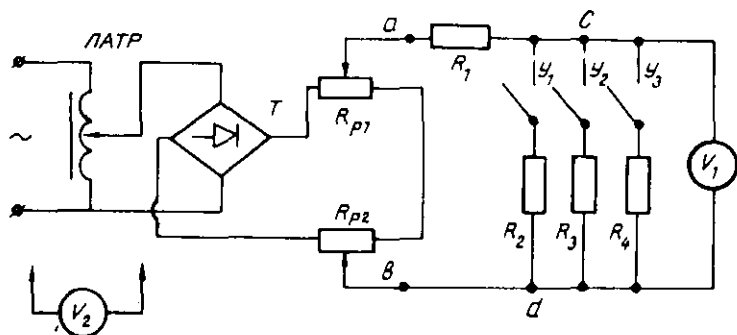
2. Ҳисоблаш йўли билан амперметр, вольтметр ва ваттметрларнинг доимийликларини аниқланг.

3. 3.1.1-расмда келтирилган электр тарҳини йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейин бу тарҳни таъминлаш манбаига уланг. Энди биринчи навбатда юқори аниқлик даражасига эга бўлган вольтметр билан мўлора (мўлора сўзи мослаштирилган ўлчаш орачиси сўзларидан тузилган бўлиб, уни ичун сўзи ўрнида қўллаш тавсия этилади) ёрдамида электр занжирининг a ва b нукталари орасидаги кучланиш U ни ўлчаг. Ундан кейин маълум қаршиликли истеъмолчиларни навбатма-навбат улаб, улардан ўтаётган электр токни уч қарра ўлчаг ва ўлчаш натижаларини, яъни амперметр кўрсатган қийматларни бўлаклари кўринишида 3.1.1-жадвалга ёзинг.

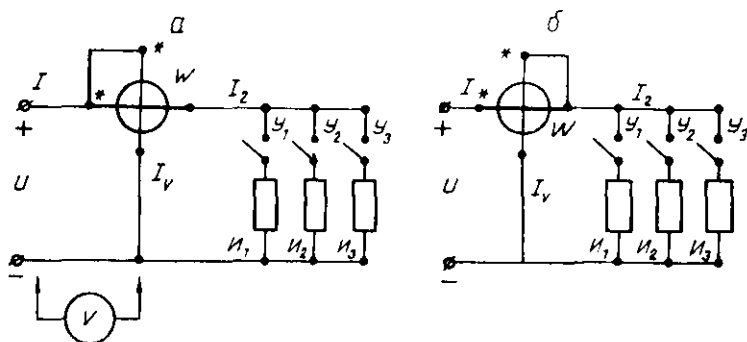
4. 3. 1. 2-расмда келтирилган электр тарҳини йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейин уни таъминлаш манбаига уланг. Энди биринчи навбатда энг яхши аниқлик синфига яъни юқори аниқлик даражасига эга бўлган вольтметр билан мўлора ёрдамида электр занжирининг



3.1.1-р а с м. Электр тоқтарын амперметр біліп ұлған тәрхп



3.1.2-р а с м. Электр қуатының вольметр біліп ұлған тәрхп.



3.1.3-р а с м. Ваттметрнің ұлған усулдары:

а) ваттметрнің параллель сайжыры тевратор қуатыныңа ұлған, б) ваттметрнің параллель сайжыры вестеьмолдағы қуатыныңа ұлған.

Электр тоқларини амперметр билан ўлчаш

Истеъмолчилар	Ўлчаш натижалари				Ҳисоблашлар натижалари				
	N_A^I	N_A^{II}	N_A^{III}	I_A^I	I_A^{II}	I_A^{III}	$I_{сд}$	$I_{сд\max}$	γ
	бўлинма	бўлинма	бўлинма	A	A	A	A	A	%
R_1 R_2 R_3									

Электр қуцланишларини вольтметр билан ўлчаш

Истеъмолчилар	Ўлчаш натижалари				Ҳисоблашлар натижалари				
	N_A^I	N_A^{II}	N_A^{III}	U_A^I	U_A^{II}	U_A^{III}	$U_{сд}$	$U_{сд\max}$	$\lambda = \Delta U$
	бўлинма	бўлинма	бўлинма	B	B	B	B	B	B
R_2 R_3 R_4									

Қувватларни ваттметр билан ўлчаш

Истеъмолчилар	Ўлчанг натижалари			Ҳисоблаш натижалари			
	P_1	P_2	P_3	$\gamma_1 = \Delta P_1$	$\gamma_2 = \Delta P_2$	$\gamma_{\Sigma 1}$	$\gamma_{\Sigma 2}$
	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт	%	%
I_1							
I_2							
I_3							

a ва b нукталари орасидаги қучланиш U ни ўлчанг. Ундан кейин R_2 , R_3 ва R_4 қаршиликларни навбатма-навбат улаб, бу қаршиликлар уланган c ва d нукталар орасидаги қучланиш U_{cd} ларни уч мартадан ўлчанг ва бу вольтметр кўрсатган қийматларни даража бўлаклари кўринишида 3.1.2-жадвалга ёзинг ($R_1 \div R_4$ қаршиликларнинг миқдори маълум бўлиши керак).

5.3.1.3а-расмда берилган электр тарҳини йигинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига уланг ва қаршиликлари маълум бўлган I_1 , I_2 ва I_3 истеъмолчилар истеъмол қилаётган қувват P_1 ни ўлчанг. Шу ваттметр W кўрсатган миқдорларни 3.1.3-жадвалга ёзинг.

6.3.1.3б-расмда берилган электр тарҳини йигинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига уланг, ундан кейин қаршиликлари I_1 , I_2 ва I_3 истеъмолчилар истеъмол қилаётган қуввати P_2 ни ўлчанг. Шу ваттметр W кўрсатган миқдорларни 3.1.3-жадвалга ёзинг.

7.3.1.3б-расмда берилган электр занжиридаги қучланиш ва тоқларни аниқлик даражаси юқори бўлган, яъни энг яхши аниқлик синфига эга бўлган вольтметр ва амперметрлар ёрдамида ўлчанг ва ҳисоблаш йўли билан истеъмолчи истеъмол қилаётган қувватининг ҳақиқий қиймати P_7 ни аниқланг.

8. Ҳисоблаш йўли билан амперметр ва вольтметр кўрсатган миқдорни 3 ва 4-моддаларни ҳисобга олиб аниқланг ва олинган натижаларни мос ҳолда 3.1.1 ва 3.1.2-жадвалларга ёзинг.

9. Қувватнинг ҳақиқий қиймати P_7 маълум деб, ваттметрнинг мутлақ Δ ва келтирилган γ_8 хатоликларини аниқланг.

III. Амалий ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

1. Электр тоқларини амперметрлар билан ўлчаш учун 3.1.1- расмда келтирилган электр тарҳини йиғиш керак. Бу тарҳни йиғиш учун албатта 127 В ли ёки 220 В ли ўзгармас ток манбаи бўлиши лозим. Борди-ю, бундай манбалар бўлмаса, чиқиш қисмида 127 В ёки 220 В ўзгармас ток қўчланиши олиш имконини берадиган тўғрилагич (Т) лардан фойдаланиш мумкин. Истеъмолчилар ўрнида қаршиликлари маълум бўлган 5 А гача ток ўтказа оладиган ўрта реостатдан ёки бошқа шунга ўхшаш қурилмалардан фойдаланишга йўл қўйилади. Ўлчаш асбобларидан аниқлик синфи 0,2 ёки 0,5 га тенг ва ўлчаш чегараси 0 дан 5 А гача етадиган бир дона ўзгармас ток амперметри керак.

Бу тарҳнинг а ва б нукталар орасидаги қўчланишни ўлчаш учун аниқлик даражаси юқори бўлган ўзгармас ток вольтметри ҳам зарур. Бу вольтметрининг ўлчаш чегараси манба қўчланишининг катталигидан кам бўлмаслиги (127 В ёки 220 В) керак.

Электр занжиридаги қўчланишни ростлаб туриш учун ЛАТР қўлланилади. Истеъмолчиларни навбатма-навбат электр занжирига улаш учун ўрта U_1 , U_2 ва U_3 узиб улагичлардан фойдаланилади.

2. Электр занжирларидаги қўчланишларни вольтметр билан ўлчаш учун 3.1.2- расмда келтирилган тарҳ йиғилади. Бу тарҳни йиғиш учун 127 В ли ёки 220 В ли қўчланишлар манбаи (ЛАТР), чиқиш қисмидаги қўчланиши 127 В ёки 220 В га яқин тўғрилагич (Т), ўтказадиган ток кучи 1 А дан юқори битта 60 Ом ли, битта 600 Ом ли потенциалметр R_1 , R_2 , R_3 ва R_4 қаршиликлари маълум бўлган тўртта истеъмолчи керак. Бу истеъмолчилар вазифасини қаршилиги маълум реостат ёки бошқа қурилма бажариши мумкин. Бу тарҳда ҳам истеъмолчиларни электр занжирига навбатма-навбатга улаш учун ўрта U_1 , U_2 ва U_3 узиб-улагичлар зарур ҳисобланади. Ўлчаш асбобларидан ўлчаш чегараси 220 В ва аниқлик синфи 0,5 ва 0,2 бўлган вольтметр V_1 ва V_2 лар керак.

Бу вольтметрлардан аниқлик даражаси юқори ҳисобланган V_2 дан ўлчанадиган катталиқнинг ҳақиқий қийматини топишда фойдаланилади.

3. Электр занжиридаги қувватларни ваттметр ёрдамида ўлчаш учун 3.1.3а ва 3.1.3б- расмларда келтирилган электр тарҳини йиғиш лозим. Иккала ҳолдаги тарҳни

йиғиш учун яхлитланган ток кучи 5 А га тенг, яхлитланган кучланиш 300 В бўлган битта ваттметр, қаршиликлари маълум учта истеъмолчи I_1 , I_2 ва I_3 лар керак.

Бу истеъмолчилар ўрнида қаршилиги маълум реостат ёки бошқа элементлар ҳам қўлланилиши мумкин. Истеъмолчиларни электр занжирига улаш учун учта ўзиб улагич ҳам керак бўлади. Истеъмолчилар истеъмол қилган қувватнинг ҳақиқий қийматини топиш учун юқори аниқликка эга вольтметр ва амперметрлар ҳам ишлатилади. Бу электр тарҳи учун кучланишлар манбаи қилиб 127 В ли ёки 220 В ли ўзгармас ток манбаини қўллаш мумкин.

3.1.3а-расмда берилган тарҳ бўйича ваттметрнинг кучланиши уланадиган қисмаларига манбадан келаётган кучланишлар, яъни генератор кучланишлари уланади. 3.1.3б-расмда берилган тарҳ бўйича эса кучланиш қисмаларига истеъмолчилардаги кучланишлар уланади.

IV. Ўлчовшunosлик назариясидан асосий маълумотлар

А. Ўлчаш асбобларининг доимийлигини аниқлаш. Қўчма электр ўлчаш асбоблари кўпинча кўп чегарали қилиб тайёрланади, шунинг учун ҳам уларнинг даражаси номланмаган, яъни шартлидир. Бундай асбоблар даражалари 75,100 ёки 150 шартли бўлималарига ажратилади. Шундай вақтларда электр асбоб даражаси бир бўлаги қиймати ёки асбоб доимийлигини аниқлашга тўғри келади. Бу доимийлик эса ўз навбатида электр ўлчаш асбобларининг асосий ўлчовшunosлик тавсифлардан бири ҳисобланади.

Ўлчаш асбобларининг доимийлиги ёки бўлима қиймати асбобнинг энг юқори ўлчаш чегара миқдорини асбоб даражасининг яхлитланган бўлима сонлари (N_n) га бўлиш йўли билан топилади:

$$C_A = \frac{I_n}{N_{A\text{н}}} \left[\frac{A}{\delta - m_a} \right]; \quad (3.1.1)$$

вольтметр учун

$$C_v = \frac{U_n}{N_{v\text{н}}} \left[\frac{B}{\delta - m_a} \right]; \quad (3.1.2)$$

ваттметр учун

$$C_w = \frac{U_n \cdot I_n}{N_{w\text{н}}} \left[\frac{B_T}{\delta - m_a} \right]. \quad (3.1.3)$$

Бу (3.1.3) ифодадан кўриниб турибдики, ваттметрнинг доимийлиги шу ваттметрнинг кучланиш, ток ва даража бўлиnmаларининг яхлитланган қийматлари билан аниқланади. Энди мисол тариқасида амперметр, вольтметр ва ваттметрларнинг доимийликларини белгилаймиз.

1. Кўп чегарали амперметрнинг ўлчанадиган электр токининг юқори чегараси 0,25 А, 0,5 ва 1 А ва улар даражасининг яхлитланган бўлиnmаси 100 бўлсин, мана шу амперметрнинг доимийликларини аниқлаш зарур.

Амперметрнинг ўлчаш чегараси 0,25 А бўлганда:

$$C_{A1} = \frac{I_{н1}}{N_{A,н}} = \frac{0,25}{100} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ А/6-ма} = 2,5 \text{ мА/6-ма}, \quad (3.1.4)$$

Амперметрнинг ўлчаш чегараси 0,5 А бўлганда:

$$C_{A2} = \frac{I_{н2}}{N_{A,н}} = \frac{0,50}{100} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ А/6-ма} = 5 \text{ мА/6-ма}, \quad (3.1.5)$$

Амперметрнинг ўлчаш чегараси 1 А бўлганда:

$$C_{A3} = \frac{I_{н3}}{N_{A,н}} = \frac{1}{100} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ А/6-ма} = 10 \text{ мА/6-ма}. \quad (3.1.6)$$

2. Даража бўлиnmасининг сони $N_{в} = 150$ ва энг юқори ўлчаш чегаралари 75 В, 150 В ва 300 В бўлган кўп чегарали вольтметрнинг доимийликларини аниқлаш зарур бўлса, у (3.1.2) ифода ёрдамида қуйидагича аниқланади.

Вольтметрнинг ўлчаш чегараси 75 В бўлганда:

$$C_{V1} = \frac{U_{н1}}{N_{в,н}} = \frac{75}{150} = 0,5 \text{ В/6-ма}. \quad (3.1.7)$$

Вольтметрнинг ўлчаш чегараси 150 В бўлганда:

$$C_{V2} = \frac{U_{н2}}{N_{в,н}} = \frac{150}{150} = 1 \text{ В/6-ма}. \quad (3.1.8)$$

Вольтметрнинг ўлчаш чегараси 300 В бўлганда:

$$C_{V3} = \frac{U_{н3}}{N_{в,н}} = \frac{300}{150} = 2 \text{ В/6-ма}. \quad (3.1.9)$$

3. Даража бўлиnmасининг энг катта сони $N_{вт} = 150$ бўлган ваттметрнинг ток бўйича ўлчаш чегаралари 2,5 А ва 5 А кучланиш бўйича ўлчаш чегараси 150 В, 300 В ва 600 В бўлган ваттметрнинг даража бўлиnmаси қиймати ёки доимийлигини аниқлаш керак бўлса,

у(13.1.3) ифода ёрдамида аниқланади. Шу (3.1.3) ифода ёрдамида аниқланган ваттметр доимийлиги C_n нинг кийматлари 3.1.4-жадвалда берилган.

4.1.4-жадвал

Ваттметрнинг доимийлигини аниқлаш

Ваттметрнинг энг катта кийматлари			Ваттметрнинг доимийлиги
$N_{\text{ч.я}}$	I	U	C_n
бўлинма	A	B	Вт/бўлинма
	2,5	150	2,5
		300	5,0
		600	10,0
150	5,0	150	5,0
		300	10,0
		600	20,0

Юқорида ёзилганларга асосланиб шуни айтиш мумкинки, электр ўлчаш асбобларининг доимийлиги ёки бўлинма миқдори деб ўлчаш асбоби даражасининг бир бўлагига тўғри келадиган ўлчаш катталикларининг сон миқдори тушунилади.

Б. Ўлчаш хатоликларини аниқлаш. Электр ўлчаш асбоблари ўлчаш ишларида икки хил усулда қўлланилади. Бу усуллардан бирида ўлчаш асбоби ўлчаш ишларини бажариб туриш учун электр занжирига доимий қилиб улаб қўйилса, иккинчи усулда эса ўлчаш асбоблари ундаги ўлчанадиган катталиқни ўлчаб олиш учунгина электр занжирига уланиб, ўлчаш ишлари тугаши билан яна занжирдан узиб қўйилади. Электр ўлчаш асбоблари қанчалик аниқ бўлмасин бари бир улар электр занжирига уланиб ўлчанган ток ва кучланиш кийматлари улар уланмаган вақтдаги ток ва кучланиш кийматларидан фарк қилади. Чунки ўлчаш асбоблари электр занжирига уланганда бу асбоблар занжир параметрларининг маълум даражада ўзгаришига албатта олиб келади. Бу ўзгаришни асосий сабабчиси ўлчаш учун қўлланиладиган воситаларнинг қаршиликлари ҳисобланади. Шунинг учун ҳам бундай ўлчаш воситалари текшириляётган занжирга уланганда улар бу занжирни иш ҳолатидан озгина бўлса ҳам оғишга олиб келади.

Демак, электр токи, кучланиш ва қувватларни ўлчаш ҳар доим қандайдир хатоликлар билан амалга оширилар экан. Мисол тариқасида амперметр, вольтметр ва ватт-

метрларни электр занжирларига улаганда улар қандай хатоликларга олиб келишини кўриб чиқамиз.

1. Электр занжирига амперметрларни улаш. R_A қаршиликка эга бўлган амперметр электр занжирига (3.1.1- расм) уланганда у уланмасдан олдин занжирдан ўтган ток

$$I_n = U/R_n, \quad (3.1.10)$$

ўрнига ундан катталиги жиҳатидан фарқ қиладиган ток ўтади:

$$I_n = U/(R_n + R_A). \quad (3.1.11)$$

(3.1.10) ва (3.1.11) ифодаалардан кўриниб турибдики, тоқларнинг қийматлари бир-бирларидан фарқ қилаяпти, яъни хатолик туғиляпти. Бу хатолик асбобнинг уланниш усулига боғлиқ бўлганлиги сабабли уни усул хатолиги деб қуйидаги ифода билан аниқлаймиз:

$$\gamma_A = \frac{I_n - I_n'}{I_n'} = \frac{R_A}{R_n + R_A} \cdot 100. \quad (3.1.12)$$

Электр тоқини ўлчаганда вужудга келадиган бу усул хатолиги (γ_A) ни камаййтириш учун амперметрнинг қаршилиги иложи борица кичкина, яъни амперметрнинг истеъмоқ қиладиган қуввати P_A иложи борица кам бўлиши керак.

2. Электр занжирига вольтметрларни улаш. Электр занжирининг бирор қисмига вольтметр уланса, занжирнинг ана шу вольтметр уланган қисмининг қаршилиги ўзгаради. Бу ўзгариш ўз навбатида қучланишнинг камайишига олиб келади. Буни 3.1.2- расмда келтирилган тарх бўйича қуйидагича изохлаш мумкин. Масалан, R_1 қаршиликли электр занжирига узиб-улагич U_1 ёрдамида, яъни R_2 қаршиликка эга бўлган истеъмоқчи уланган бўлсин ва шу истеъмоқчининг уланган жойларини с ва d деб белгилаб, у ерга R_v қаршиликка эга бўлган вольтметрни уласак, у уланган вольтметр албатта электр занжирининг иш ҳолатини оз бўлса-да ўзгаришга олиб келади, чунки вольтметр уланмасдан олдинги қучланиш:

$$U_{cd} = U \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (3.1.13)$$

ўрнига ундан миқдори жиҳатидан фарқ қилган қуйидаги ифода билан аниқланадиган қучланиш ўтади:

$$U_{cd} = U \frac{R_2 R_v / (R_2 + R_v)}{R_1 + R_2 R_v / (R_2 + R_v)}. \quad (3.1.14)$$

Бу (3.1.13) ва (3.1.14) ифодаларидан кўриниб турибдики, вольтметр ёрдамида ўлчанган кучланиш $U_{cd1} = U_x$ кучланишнинг ҳақиқий қиймати $U_{cd} = U_x$ дан фарқ қилар, бинобарин, занжирга вольтметрнинг уланиши маълум хатоликка олиб келар экан. Бу хатолик қуйидаги ифода ёрдамида аникланади:

$$\gamma_v = \frac{U_x - U_{cd1}}{U_x} 100. \quad (3.1.15)$$

Бу (3.1.15) ифодани (3.1.13) ва (3.1.14) ифодаларни ҳисобга олган ҳолда ечсак, бир қанча математик ҳисоблаш ва ўзгартиришлардан (соддалаштиришлардан) кейин кучланиш ўлчашнинг усул хатолиги учун қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$\gamma_{v,x} = \frac{U_x - U_{cd1}}{U_x} = \frac{-R_1 R_2}{R_1 R_2 + R_1 R_x + R_2 R_x} 100. \quad (3.1.16)$$

(3.1.16) ифодадан кўриниб турибдики, вольтметрнинг қаршилиги қанчалик катта эрса, бу вольтметр электр занжирига уланганда вужудга келадиган усул хатолиги шунчалик кичкина бўлар экан.

Шундай қилиб, кучланиш ёки ЭЮК ларни ўлчаганда пайдо бўладиган усул хатолигини камайтириш учун ўлчаш учун танланадиган вольтметрнинг қаршилиги жуда катта бўлиши керак ёки унинг истеъмол қиладиган қуввати иложи борица кичкина бўлиши лозим.

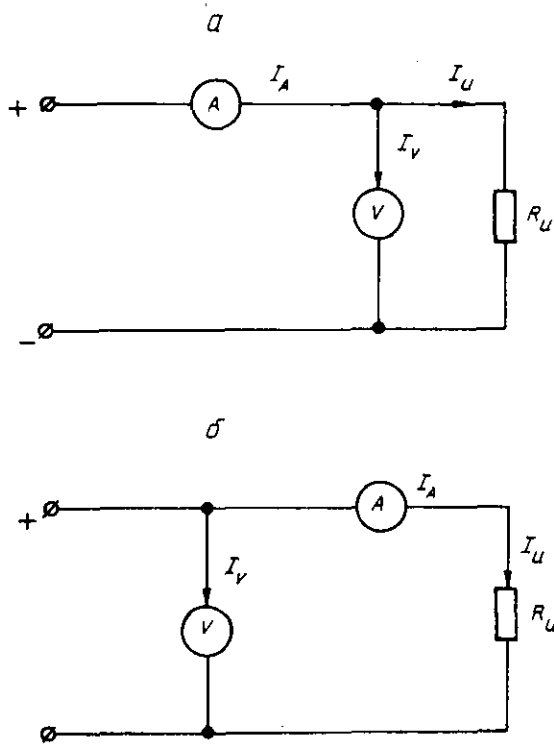
3. Амперметр ва вольтметрларни битта занжирга улаш усуллари. Бирор ўзгармас ток электр занжирининг истеъмолчиси И нинг қаршилиги R ни аниқлаш учун ёки шу истеъмолчининг истеъмол қиладиган қуввати P ни аниқлаш учун амперметр ва вольтметрлар икки хил усулда уланади (3.1.4- расм).

Амперметр ва вольтметрларни улашнинг биринчи усул (3.1.4а- расм) бўйича R қаршиликли истеъмолчидан ўтаётган токни топиш учун амперметр кўрсатган ток I_A дан вольтметр орқали ўтаётган ток I_x ни айириш керак:

$$I_n = I_A - I_x \quad (3.1.17)$$

Демак, амперметр ва вольтметрлар бу усулда уланганда вольтметрнинг қаршилиги истеъмолчи қаршилигидан қанчалик катта бўлса, шунга боғлиқ равишда истеъмолчидан ўтаётган токни ўлчаш хатолиги шу қадар кам бўлади.

Амперметр ва вольтметрларни электр занжирига улашнинг иккинчи усулида эса (3.1.4б- расм) R_n қарши-



3.1.4- р а с м . Амперметр ва вольтметрларни улаш усуллари.

ликли истеъмолчидаги кучланишлар тушиши U ни топиш учун вольтметр кўрсатган кучланиш U дан амперметрдаги кучланиш тушиши U_A ни айириш керак:

$$U_n = U_x - U_A. \quad (3.1.18)$$

Электр занжирини бу усулда (3.1.4б- расм) улаганда истеъмолчининг қаршилиги қанчалик катта бўлса, ўлчаш хатолиги ҳам шунчалик кичкина бўлади.

Умуман амперметр ва вольтметрларни улаш истеъмолчилар қаршиликлари катта ёки кичикликларига боғлиқ, истеъмолчининг қаршилиги кичкина бўлса, амперметр ва вольтметрлар биринчи усул бўйича уланади, борди-ю, истеъмолчининг қаршилиги катта бўлса амперметр ва вольтметрлар иккинчи усул билан уланади. Бу айтилганларга амал қилиш ўлчаш хатоликларини камайтиришга олиб келади.

4. Электр занжирига ваттметрни улаш. Амперметр ва вольтметрларнинг тархларига ўхшаш каби қувватларни ўлчаш учун электр занжирларига ваттметрни улаш ҳам худди 3.1.3а ва 3.1.3б- расмларда берилгандай қилиб икки усулда бажарилади.

3.1.3а- расмда берилган тарх бўйича ваттметрнинг параллел занжирдаги кучланиш U истеъмолчидаги кучланиш $U = U_2$ дан ваттметрнинг кетма-кет галтагидаги кучланишлар тушиши U_A га ортиқ бўлади.

3.1.3б- расмда берилган тарх бўйича эса кетма-кет галтакдаги ток I миқдори ваттметрнинг параллел занжирдан ўтган ток I_1 миқдорига ($I = I_2 + I_1$) кўп бўлади. Натижада ўлчаш асбобининг ўзи сарфлайдиган қуввати ҳисобига хатоликлар пайдо бўлади ва улар қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади.

3.1.3а- расмдаги тарх учун:

$$\gamma_a = \frac{I_2(U - U_2)}{I_2 U_2} = \frac{P_A}{P_2} 100. \quad (3.1.19)$$

3.1.3б- расмдаги тарх учун:

$$\gamma_b = \frac{U_2(I - I_2)}{I_2 U_2} = \frac{P_1}{P_2} 100. \quad (3.1.20)$$

Бунда P_A ва P_1 ваттметрнинг мос ҳолда кетма-кет ва параллел чулғамлари истеъмол қиладиган қувватлар.

(3.1.19) ва (3.1.20) ифодаларга асосан шунни айтиш мумкинки, электр занжирининг ўлчанадиган қувватлари қанча катта бўлса, γ_a ва γ_b хатоликлар шунча кичкина бўлар экан. Лекин шун ҳам айтиш керакки, ваттметрни қандай усулда улашдан қатъи назар, электр занжиридаги қувватларни ўлчаш ҳар доим маълум хатоликлар билан амалга оширилади. Ҳақиқатан ҳам ҳар доим ўлчанган қувват P шу ўлчанадиган қувватнинг ҳақиқий қиймати P_0 дан фарқ қилади, мана шу фарқ қувват ўлчашда келиб чиқадиغان хатолиқнинг манбаи ҳисобланади. Ваттметрнинг мутлақ хатоси қуйидаги ифода

$$\Delta_a = P_0 - P_A = \Delta P \quad (3.1.21)$$

дан аниқланса, унинг келтирилган хатоси эса қуйидаги ифода билан тонилади:

$$\gamma_{k.w} = \frac{\Delta P}{P_a} = \frac{P_0 - P_A}{P_a} 100. \quad (3.1.22)$$

Мана шу γ_{kw} хатоликнинг энг катта қиймати билан ваттметрнинг аниқлик синфи аниқланади.

ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Магнитоэлектрик ва электромагнит амперметрларида қандай шартли белгилар бўлади?
 2. Магнитоэлектрик ва электромагнит вольтметрларида қандай шартли белгилар бўлади?
 3. Ўлчаш асбобларининг ўлчаш чегараси деганда нимами тушуна-
сиз?
 4. Ўлчаш асбобларини ўлчаш чегарасини қандай қилиб ўзгартириш
мумкин?
 5. Амперметр ва вольтметрларнинг доимийлиги қандай аниқланади?
 6. Ваттметрнинг доимийлиги қандай аниқланади? Ток чулғамидаги
токининг чегараси ўзгартирилганда-чи?
 7. Параллел чулғамдаги қучланиш чегараси ўзгартирилган ватт-
метрнинг доимийлиги қандай топилади?
 8. Нима учун магнитоэлектрик тизимдаги асбобларнинг даражаси
токибали бўлади?
 9. Электр ўлчаш асбобларида қандай хатоликлар бўлади?
 10. Электр ўлчаш асбобларининг қайси тавсифлари уларнинг
ўлчовшунослик тавсифлари ҳисобланади?
- Адабиётлар [6.8.10].

3.2. 2-АМАЛИЙ ИШ

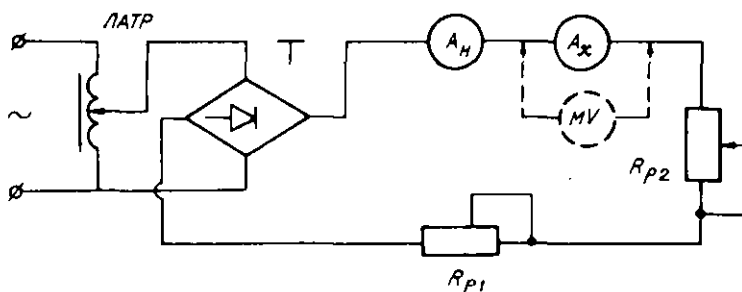
ЎЛЧОВШУНОСЛИК ТАВСИФЛАРИНИ АНИҚЛАШ УЧУН ҲАР ХИЛ ТИЗИМДАГИ АМПЕРМЕТР ВА ВОЛЬТМЕТРЛАРНИ ТЕКШИРИШ

1. Ишнинг мақсади

Бу амалий ишини бажаришдан мақсад магнитоэ-
лектрик, электромагнит ва электродинамик тизимлардаги
амперметр ҳамда вольтметрларнинг тузилиши, ишлаш
тартиби ва асосий хусусиятларини ўрганиб, шу асбобларга
қўйилган техник талаблар билан танишишдир. Амперметр
ва вольтметрларни текшириш усуллари билан танишиб,
уларнинг ўлчовшунослик тавсифларини аниқлаш ҳам бу
ишнинг асосий мақсадларидан ҳисобланади.

II. Ишни бажариш тартиби

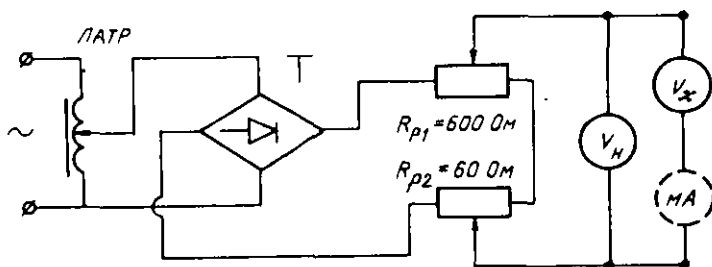
1. Магнитоэлектрик, электромагнит, электродинамик
амперметр ва вольтметрларнинг тузилиши ҳамда ишлаш
асослари билан батафсил танишинг.
2. Текшириладиган ва намуна асбобларини ташқи
кўриниши бўйича яхшилаб текширинг ва уларнинг техник
маълумотларини ёзиб олинг.
3. Магнитоэлектр амперметрини ўзгармас ток бўйича
текшириш учун 3.2.1- расмда келтирилган тархни йгинг.



3.2.1- р а с м. Амперметрнн ўзгармас токда текшириш тархи

Тархнн ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига уланг ва ўлчаш ишларини (8-10- ораликда) бажаринг. Олинган натижаларни 3.2.1- жадвалга ёзинг.

4. Амперметрнннг қаршилигини амперметр ва вольтметр усули билан ўлчанг. Бу ишни бажариш учун 3.2.1- расмда берилган электр занжиридаги амперметр A_x га параллел қилиб милливольметр mV ни улаш керак. Тархнн ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига уланг ва ўлчаш ишларини 3- 4 марта такрор бажаринг. Олинган натижаларни 3.2.2- жадвалга ёзинг.

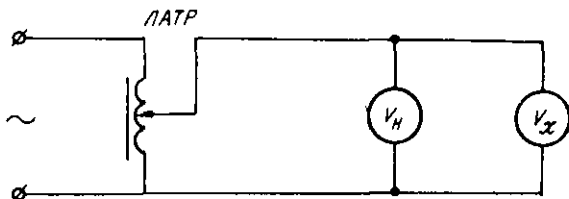


3.2.2- р а с м. Вольтметрнн ўзгармас токда текшириш тархи.

5. Магнитоэлектрик тизимдаги вольтметрнн текшириш учун 3.2.2- расмда келтирилган тархнн йигинг. Тархнн ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига уланг ва ўлчаш ишларини (8- 10 ораликда) бажаринг. Олинган натижаларни 3.2.3- жадвалга ёзинг.

6. Вольтметрнннг қаршилигини амперметр ва вольтметр усули билан аниқланг. Бу ишни бажариш учун 3.2.2- расмда берилган электр занжиридаги вольтметр V_x га кетма-кет қилиб миллиамперметр mA ни улаш керак. Тархнн ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш

манбаига ulang va ўлчаш ишларини 3- 4 марта такрорлаб бажаринг. Олинган натижаларни 3.2.4- жадвалга ёзинг.



3.2.3- расм. Вольтметрни ўзгарувчан токда текшириш тархи.

7. Электромагнит ёки электродинамик тизимдаги вольтметрларни ўзгарувчан токда текшириш учун 3.2.3- расмда келтирилган тархни йнгинг. Тархни ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига ulang va ўлчаш ишларини (8 – 10 ораликда бажаринг). Олинган натижаларни 3.2.5- жадвалга ёзинг.

8. Бу амалий ишнинг 3, 5 ва 7- моддаларида қилинган тажриба натижалари бўйича текширилаётган асбобларнинг тузатмалари, келтирилган хатоликлари ва кўрсатиш кўрфаларини ҳисобланг. Ишнинг 4 ва 6- моддалари бўйича қилинган тажриба натижалари бўйича амперметр ва вольтметрлар қаршиликлари ва ўзлари истеъмол қилган қувватларини аниқланг.

9. 3.2.1, 3.2.3 ва 3.2.5- жадвалларда берилган қийматлар бўйича амперметр ва вольтметрларнинг тузатма эгри чизикларини чизинг.

10. Ўқитувчи кўрсатмаси билан бирор тизимдаги асбоб тузилишини чизинг.

III. Амалий ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

1. **Амперметрларни текшириш.** Амперметрларни текширишда уларнинг қандай токда текширилиши ва ўлчаш чегараларининг қандайлигига қараб бошқа ёрдамчи жиҳозлар танланади. Масалан, ўлчаш чегараси 1,5 - 2 А гача бўлган амперметрни ўзгармас токда текшириш учун йўл қўйиладиган энг катта токи 2А бўлган ЛАТР- 2 туридаги автотрансформатор, ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириб берадиган тўғрилагич Т ва 2А гача ток ўтказа оладиган реостат зарур бўлади. Бу реостатнинг қаршилиги электр занжирига бериладиган қучланишга қараб танланади. Берди-ю, электр занжирига

25,0 В ёки шунга яқин бўлган кучланиш берилса, ўлчаш чегараси 2 А бўлган амперметрни текшириш учун занжирдаги токни энг камида 0,1 А дан бошлаб, 0,1 А ёки 0,2 А оралик билан 2 А гача ростлаш учун каршилиги 250 Ом дан катта бўлмаган реостат талаб қилинади. Яна шуни ҳам айтиш керакки, занжирдаги токнинг ростлаш раволиги яхши бўлиши учун битта реостат ўрнига бирининг каршилиги иккинчисиникидан 8—10 баравар фарқ қиладиган ва умумий каршилиги 250 Ом бўлган иккита реостат ишлатилса мақсадга мувофиқдир.

Текшириладиган амперметр A_x ни текшириш сифати асосан уни текшириш учун танланган намунали амперметр A_n нинг аниқлик даражасига боғлиқ. Намунали амперметрнинг аниқлик даражасидан қанчалик юқори бўлса, шу қадар яхши. Шунинг учун ҳам текшириладиган амперметрнинг аниқлик синфи 1,5 ни ташкил этса, намунали амперметрнинг аниқлик синфи 0,1 ёки 0,2 бўлиши керак.

Асбоб ва жиҳозлар танланиб бўлигандан кейин улар бир-бирига 3.2.1-расмда келтирилган тарҳ бўйича уланади, тарҳ ўқитувчи томонидан текширилгандан кейингина таъминлаш манбаига уланиб, ўлчаш ишлари бажарилади. Ўлчаш натижалари эса 3.2.1-жадвалга ёзилади.

2. Амперметр каршилигини ўлчаш. Амперметрнинг каршилиги амперметр ва вольтметр билан ўлчанади. Бу ишни бажаришда 3.2.1-расмда берилган электр занжиридан фойдаланилиб, шу занжирдаги амперметр A_x га параллел қилиб милливольтметр mV уланади. Тарҳни ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига улаб, ЛАТР ёки реостатлар ёрдамида амперметрдан 3—4 хил қийматга эга ток кучини ўтказиб, амперметр A_x ва милливольтметр mV кўрсатган натижалар 3.2.2-жадвалга ёзиб қўйилади.

3. Вольтметрларни текшириш. Вольтметрни ўзгармас токда текшириш учун битта ЛАТР, битта тўғрилагич, бири 600 Ом, иккинчиси 100 Ом бўлган иккита потенциометр ва намунали вольтметр олинади. Намунали вольтметрни танлаш текшириш вольтметрнинг техник маълумотларига боғлиқ. Масалан, ўлчаш чегараси 150 В ва аниқлик синфи 1,5 бўлган вольтметрни текшириш учун ўлчаш чегараси 150 В, аниқлик синфи 0,1 ёки 0,5 бўлган вольтметр олинади, бу вольтметр текшириладиган вольтметр V_x га нисбатан намунали вольтметр V_n ҳисобланади.

Танлаб олинган асбоб ва жиҳозлар 3.2.2-расмда келтирилган тарҳ бўйича бир-бирига уланади ва йиғилган тарҳ ўқитувчи томонидан текширилгандан кейингина

Амперметрни текшириш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари			
	Текширилган асбоннинг қуратиши	Намуна асбоннинг қуратиши		Тузатма		Келтирилган хатолик	Қурф
		Ток ошириб борилганда	Ток камайтариб борилганда	Ток ошириб борилганда	Ток камайтариб борилганда		
	I_x А	$I_{н.о}$ А	$I_{н.к}$ А	$\Delta_{т.о}$ А	$\Delta_{т.к}$ А	γ_k %	$\gamma_{кр}$ %
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Амперметрнинг қаршилигини ўлчаш

3.2.2 жадвал

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари		Ҳисоблаш натижалари	
	I_x [А]	U [В]	R_A [Ом]	P_A [Вт]
1				
2				
3				
4				

Вольметрни ўлармас тода текшириш

Тартиб рақами	Ўлчам натижа (сро)			Ҳисобlash натижалари			
	Текшириладиган вольметрнинг кўрсаткичи	Намунаги вольметрнинг кўрсаткичи		Ҳудудлар		Қўйилган қатъийлик	Қўра
		қўчданли олинганда	қўчданли қаман тирилганда	қўчданли олинганда	қўчданли қаман тирилганда		
	U_x	$U_{\text{ном}}$	$U_{\text{ном}}$	A_1	A_2	$\gamma_{\text{ном}}$	$\gamma_{\text{ном}}$
	B	B	B	B	B	$\sigma_{\text{ном}}$	$\sigma_{\text{ном}}$
1							
2							
...							
9							
10							

Вольметр қаршилигини ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчам натижалари		Ҳисобlash натижалари	
	U_x [В]	A [мА]	R_x [Ом]	P_x [Вт]
1				
2				
3				
4				

Вольметри ўзгарувчан токда текшириш

Тартиб рақами	Ўзгариш натижалари				Хисобlash натижалари			
	Текшириладиган вольметрининг кўрсаткичи	Номуннаам вольметрининг кўрсаткичи		Ўзгариш	Қўшма		Қўшмадан саткичи	Қўрғи
		кўчаланиш бирлигида	кўчаланиш бирлигида		кўчаланиш бирлигида	кўчаланиш бирлигида		
1	$U_{\text{ср}}$	$U_{\text{н.о}}$	$U_{\text{н.к}}$	$U_{\text{н.к}}$	$A_{\text{н}}$	$A_{\text{к}}$	$Y_{\text{н}}$	$Y_{\text{к}}$
2	B	B	B	B	B	B	$\%$	$\%$
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

таъминлаш манбаига уланади. ЛАТР ва потенциометрлар ёрдамида электр заنجиридаги кучланиш микдорлари ўзгартирилиб, режалаштирилган ўлчаш ишлари бажарилади. Ўлчаш натижаларини 3.2.3-жадвалга ёзинг.

4. Вольтметр қаршилигини ўлчаш. Вольтметр қаршилиги вольтметр ва амперметр усули билан ўлчанади. Бунинг учун 3.2.2-расмда берилган электр заنجиридаги V_1 вольтметрга кетма-кет қилиб миллиамперметр мА уланади. Тарх ўқитувчи томонидан текширилгач, таъминлаш манбаига уланиб, ЛАТР ёки потенциометр R_{p1} ва R_{p2} лар ёрдамида электр заنجирига 3-4 хил қийматга эга кучланиш берилади. Ана шу вaктда вольтметр V_1 ва миллиамперметр мА ларнинг кўрсатган қийматларини 3.2.4-жадвалга ёзиб оласиз.

5. Вольтметрларни ўзгарувчан токда текшириш. Вольтметрларни ўзгарувчан токда текшириш вольтметрларни ўзгармас токда текширишга ўхшаш кетади, вольтметрни ўзгарувчан токда текшириш тархида тўғрилагичнинг йўқлиги билангина фарк қилади (3.2.3-расм). Қолган асбоб ва ёрдамчи жиҳозларни танлаш ва ўлчаш ишларини бажариш тартиби вольтметрларни ўзгармас токда текширишидан тафовут қилмайди.

IV. Ўлчовшунослик назариясидан асосий маълумотлар

А. Электромеханик асбоблар. Ўзгармас ток заنجирида ва сапоат давртезликли (частотали) ўзгарувчан ток заنجирларида ўлчаш ишларини олиб бориш учун жуда кўплаб электромеханик асбоблар ишлатилади. Электромеханик асбоблар асосан ўлчаш механизми ва ҳисобот қурилмасидан ташкил топган бўлиб, уларнинг кўнгина тузилмаларида ўлчаш катталигининг энергияси ўлчаш механизми қўзғалувчан қисмини ҳаракатга келтирувчи энергияга айланади. Бу тизимдаги асбоблар қўзғалувчи қисмининг ҳолатига қараб ўлчанадиган катталикнинг қиймати аниқланади.

Ишлаш асослари бўйича электромеханик асбоблари бир неча тизим (туркум)ларга таснифланади. Бу амалий ишнинг бажаришда асосан магнитоэлектрик, электромагнит ва электродинамик тизимдаги асбоблар қўлланилганлиги учун қуйида ўлчовшунослик назариясидан шу тизимдаги асбобларга тегишли бўлган қисқача маълумотларни келтириб ўтамиз.

1. Магнитоэлектрик тизимдаги асбоблар. Бу тизимдаги асбобларнинг қўзғалувчи қисми, ўлчанадиган ток оқиб ўтадиган берк заنجир (контур)нинг магнит майдони билан доимий магнит майдонларининг ўзаро таъсири натижаси-

да ҳаракатга келади. Бу тизимдаги асбоблар ўлчаш механизми қўзғалувчи қисмининг мувозанатлашган оғиш бурчаги α_n , айлантирувчи момент M_n билан акс таъсир моменти $M_{ат}$ лар ўзаро тенг бўлганда вужудга келади. Буни қуйидаги тенгламалардан ҳам кўриш мумкин:

$$BSW I_c = \alpha_n W_{c,at}, \quad (3.2.1)$$

бунда:

$$\alpha_n = \frac{BSW}{W_{c,at}} I_c = S_{ac} I_c, \quad (3.2.2)$$

В -- ҳаво оралиғидаги магнит индукцияси; S -- ғалтакнинг иш қисмининг (фойдали) юзаси; W -- ғалтак чулғамининг ўрамлар сони; $W_{c,at}$ -- пружинанинг солиштирма акс таъсир моменти; S_{ac} -- асбобнинг ток бўйича сезувчанлиги.

(3.2.2) тенгламага асосан шуни айтиш мумкинки, асбобни кўрсатиши W ўрамлар сонига эга бўлган чулғамли ғалтак (рамка) орқали ўтаётган ўлчаш токи I_x га мутаносиб экан. Демак, магнитоэлектрик асбоблари токибали даражаларга эга бўлиб, у фақат ўзгармас ток занжирлари учунгина яроқлидир.

Магнитоэлектрик асбоблари бевосита баҳолашга оид бошқа туркумдаги асбобларга нисбатан жуда сезгир ва аниқлиги анча юқори ҳисобланади. Шунинг учун ҳам ишлаб чиқарилаётган бу тизимдаги асбобларнинг аниқлик синфи 0,1; 0,2; 0,5; 1 ва 1,5 лардан ошмайди. Бу тизимдаги асбобларнинг хусусий қувват сарфи бошқа тизимдаги асбобларнинг хусусий қувват сарфидан анча камлиги билан фарқ қилади. Масалан, магнитоэлектрик тизимдаги вольтметрнинг хусусий қувват сарфи 0 -- 1,0 Вт бўлса, шу тизимдаги амперметр учун бу сарф 0,2 -- 0,5 Вт ни ташкил этади.

Бу тизимдаги амперметрларнинг ўлчаш чегаралари тармоклагич (бу ерда шунт "shunt" инглизча сўз бўлиб, шохобча, тармоқ, айрилиш маъноларини англатади, шу боис унинг ўрнига тармоклагич сўзи қўлланди) -- ёрдамида кенгайтирилади, вольтметрларнинг ўлчаш чегарасини ўзгартириш эса кучланиш бўлгичлари ёки қўшимча қаршиликлар ёрдамида амалга оширилади. Бу тизим асбоблари юқорида келтирилган бир қатор афзалликларга эга бўлганлиги учун кенг миқёсда ўзгармас электр занжир катталикларини ўлчашда қўлланилибгина қолмай, улар тўғрилагич ёки иссиқликни электр катта-

ликларига айлантирувчи ўзгарткичлар ёрдамида ўзгарувчан электр занжирда электр катталикларини ўлчаш учун ҳам ишлатилади.

2. Электромагнит тизимдаги асбоблар. Бу тизимдаги асбобларнинг қўзгалувчи қисми галтак чулғамидан ўлчанадиган ток I_x оқиб ўтганда ҳосил бўладиган магнит майдони билан ферромагнит ўзагининг ўзаро таъсири натижасида ҳаракатга келади.

Айлантириш (M_a) ва акс таъсир (M_{ca}) моментларининг тенг бўлиши

$$M_a = M_{ca}, \text{ ёки } \frac{1}{2} I_x^2 \frac{dL}{d\alpha} = W_{ca}, \quad (3.2.3)$$

шартига асосан мувозанатлашган оғиш бурчаги α қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\alpha = \frac{1}{2W_{ca}} I_x^2 \frac{dL}{d\alpha}. \quad (3.2.4)$$

(3.2.4) ифодадан кўриниб турибдики, унда $dL/d\alpha$, қўлайтмаси катнашганлиги учун электромагнит асбобларининг даражаси токибази эмас. Аммо ферромагнит ўзагининг шаклини ўзгартириш ва уни жойлаштириш ҳисобига асбоб даражасини 20 % идан бошлаб токибага жуда яқин даражага эга бўлиш мумкин.

Бу тизимдаги ишлаб чиқилган асбоблар асосан 0,5; 1,0; 1,5; ва 2,5; аниқлик синфига эга бўлиб, уларнинг хусусий қувват сарфи $2 \div 8$ Вт/ш ташкил қилади.

Бу тизим асбобларининг ўлчаш чегараларини кенгайтириш ўзгарувчан ток учун ўлчаш трансформаторлари ёрдамида бажарилади.

Электромагнит асбоблари кенг миқёсда электр занжирларидаги ўзгармас ва ўзгарувчан ток ва қучланишларни ўлчашда қўлланилмоқда. Аммо шунинг ҳам айтиш керакки, бу тизимдаги асбоблар ўзгармас ток занжиридаги ток ва қучланишнинг ўлчашига нисбатан ўзгарувчи ток занжиридаги ток ва қучланишларни ўлчашда кўпроқ фойдаланилади.

3. Электродинамик тизимдаги асбоблар. Бу тизимдаги асбобларнинг ишлаш асослари қўзгалувчи ва қўзгалмас галтаклардан ток оқиб ўтган вақтда уларнинг ўзаро таъсирига асосланади.

Электродинамик тизим асбобларининг қўзгалувчи ва қўзгалмас галтак чулғамларидан мос ҳолда I_{c1} ва I_{c2} тоқлар оқиб ўтганда айлантириш momenti таъсирида қўзгалувчи галтак ҳаракатга келади. Бу ҳаракат то

айлантириш моменти билан акс таъсир моментлари кийматлари бўйича бир-бирларига тенг бўлишмагунча ($M_a = M_{a,r}$) давом этаверади.

M_a ва $M_{a,r}$ моментлар ўзаро тенг бўлганда вужудга келадиган мувозанатлашган оғиш бурчаги α_d ўзгармас ток электр занжирлари учун қуйидагича ёзилади:

$$\alpha_d = \frac{1}{W_{c,a,r}} I_{x1} I_{x2} \frac{dM_{1,2}}{d\alpha_d} \quad (3.2.5)$$

бунда:

I_{x1} ва I_{x2} — мос ҳолда қўзғалмас ва қўзғалувчи ғалтак чулғамидан ўтаётган ток;

$M_{1,2}$ — қўзғалмас ва қўзғалувчи ғалтакларнинг ўзаро индуктивлиги.

Мувозанатлашган оғиш бурчаги α_d ўзгарувчан ток электр занжирлари учун эса қуйидагича ёзилади:

$$\alpha_d = \frac{1}{W_{c,a,r}} I_{x1} I_{x2} \cos(\widehat{I_{x1} I_{x2}}) \frac{dM_{1,2}}{d\alpha_d} \quad (3.2.6)$$

Бу тизимдаги асбоблар қўзғалувчи ва қўзғалмас ғалтак чулғамларини улаш тарҳларига қараб, электр токи, қучланиш ёки қувватларни ўлчаш учун қўлланиши мумкин. Масалан, шу тизимдаги асбобларнинг қўзғалмас ва қўзғалувчи ғалтак чулғамларини параллел улаганда (амперметр) ва улардаги фазалар бир-бирларига мос тушганда мувозанатлашган оғиш бурчаги $\alpha_{d,A}$ қуйидаги ифода ёрдамида аникланади:

$$\alpha_{d,A} = \frac{1}{W_{c,a,r}} I_x^2 \frac{dM_{1,2}}{d\alpha_{d,A}} = S_{d,A} I_x^2 \quad (3.2.7)$$

бунда $S_{d,A}$ — асбобнинг ток бўйича сезувчанлиги:

$$S_{d,A} = \frac{1}{W_{c,a,r}} \frac{dM_{1,2}}{d\alpha_{d,A}} \quad (3.2.8)$$

Қўзғалмас ва қўзғалувчи ғалтак чулғамларини кетма-кет улаганда (вольтметр) $\alpha_{d,v}$ учун қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$\alpha_{d,v} = \frac{1}{W_{c,a,r} Z_v^2} U^2 \frac{dM_{1,2}}{d\alpha_{d,v}} = S_{d,v} U^2 \quad (3.2.9)$$

бунда Z_{Σ} қўшимча резистор қаршилиги билан ғалтак чулгамлар қаршиликларининг йиғиндиси; яъни вольтметр занжирининг тўла қаршилиги;

$S_{\partial\lambda}$ асбобнинг кучланиш бўйича сезувчанлиги:

$$S_{\partial\lambda} = \frac{1}{W_{\text{гал}} Z_{\Sigma}^2} \cdot \frac{dM_{1,2}}{d\alpha_{\partial\lambda}} \quad (3.2.10)$$

Электродинамик амперметр ва вольтметрлар ўзгарувчан ток электр занжирларида ўлчаш катталикларини таъсир қийматларини кўрсатади. Бу тизимдаги асбобларнинг даражаси токибасиз бўлганлиги учун даражанинг ишга яроқли қисми фақат даражанинг 20 % дан бошлади.

Электродинамик амперметрларнинг ўлчаш чегаралари кўзгалмас ғалтак қисмларини алоҳида алмашлаб-ўлагичлар ёрдамида улаш йўли билан ёки ўзгарувчан ток учун эса ўлчаш трансформаторлари ёрдамида кенгайтирилади. Электродинамик амперметрлар қўполроқ бўлгани ва кўпроқ энергия сарф қилгани учун уларнинг ўлчаш чегараларини кенгайтиришда гармоклагич ишлатилмайди.

Бу тизимдаги вольтметрлар ўлчаш чегараларини ички ва ташқи қўшимча қаршиликлар қўллаш йўли билан жуда катта чегараларга ўзгартириш мумкин, ўзгарувчан ток кучланишларини ўлчаш учун эса бу вольтметрларнинг ўлчаш чегараси яна ўлчаш трансформаторлари ёрдамида кенгайтирилади.

Электродинамик тизимидаги асбобларининг хусусий қувват сарфи бошқа тизимдаги асбобларга нисбатан жуда катта ҳисобланади. Масалан, ўлчаш чегараси 150--250 В бўлган вольтметрнинг ва ўлчаш чегараси 5 А бўлган амперметрларнинг хусусий қувват сарфи 5--10 В·А ни ташкил қилади. Лекин бу тизимдаги асбоблар хусусий қувват сарфининг катталигига қарамадан ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирларида электр, кучланиш, қувват, давртезлик, фаза силжиши ва снғимларни ўлчашда қўлланилади.

Электродинамик асбобларнинг бир тури ферродинамик асбоблар бўлиб, уларда магнит майдонни кучайтириш учун кўзгалмас ғалтак чулгамлари электрогехник пўлатидан ясалган ясси парчалардан йиғилган магнит ўтказгич ичига жойлаштирилади. Кўзгалувчан ғалтак эса кўзгалмас ўзак атрофида бурилади. Бу асбобларнинг ташқи магнит майдонига кам сезгирлиги ва айлантириш мементи-нинг катталиги уларнинг энг яхши хусусиятларидан ҳисобланади. Ферродинамик асбобларнинг айлантириш

моментларнинг катталиги туфайли улар қайд қилувчи асбоблар сифатида қўлаб қўлланилади. Чунки қайд қилувчи асбобларда ёзини қаламиннинг қоғозга инкаланишини енгини учун анча катта момент талаб қилинади.

Умуман электродинамик асбоблар бошқа ҳамма тизимдаги ўзгарувчан ток ўлчаш асбоблари ичида энг аниқ ишлайдиган саналади. Электродинамик асбоблар асосан кўчма, ўзгарувчан ток амперметрлари, вольтметрлари ва миллиамперметрлари, ваттметрлари, ўзгармас ток электр энергиясининг ҳисоблагичлари, фазометрлар, фарадаметрлар ва давртезлик ўлчашлар сифатида қўлланилади.

Б. Асбобларнинг ўлчовшунослик тавсифларини аниқлаш. Амалий ишда асбобларнинг асосий ўлчовшунослик тавсифларига онд тузатмаларнинг, келтирилган хатоликларини, кўрфаларини ва шулар билан бир қаторда баъзи амперметр ҳамда вольтметрларнинг қаршилиқларини, хусусий қувват сарфларини аниқлаш мақсадида магнито-электрик, электромагнит, электродинамик тизимлардаги амперметр ва вольтметрлар текширилади. Қуйида мана шу ўлчовшунослик тавсифларини алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз.

1. Асбобларнинг келтирилган хатоликларини аниқлаш. Амперметрнинг тузатмаси 3.2.1- жадвалда берилган маълумотлар бўйича аниқланса, вольтметрлар учун эса тузатмалар 3.2.3 ва 3.2.5- жадвалларда берилган маълумотлар бўйича (I, II) ифодалардан фойдаланиб аниқланади:

$$\Delta_t = \delta_t = x_n \dots x_1 \quad (3.2.11)$$

буида x_1 текшириладиган асбобнинг кўрсатиши;

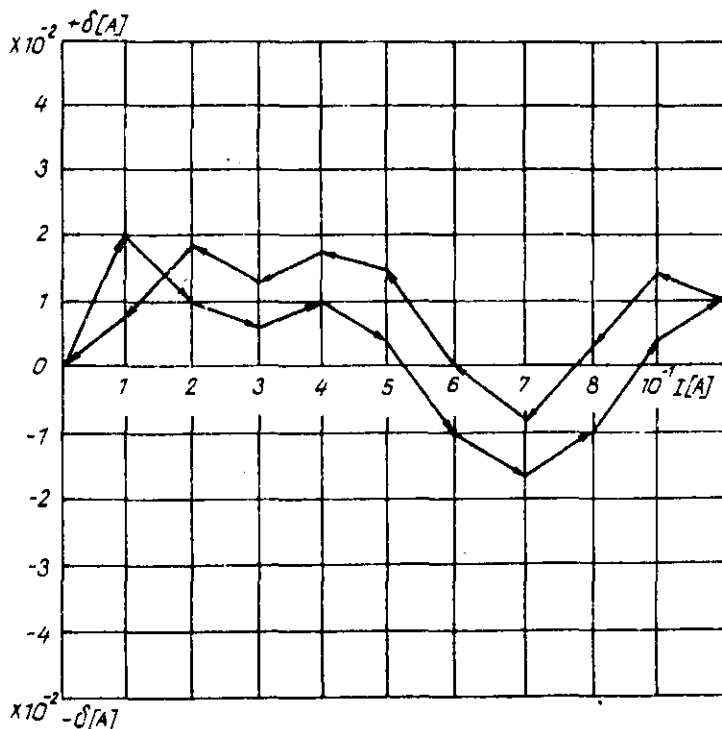
$x_n = x_n$ намуна асбобининг кўрсатиши ёки ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қиймати. Бизнинг ҳол учун X_n намуна асбоби кўрсатишининг ўртача қиймати бўлиб, у қуйидаги ифодадан фойдаланиб аниқланади:

$$x = 0,5(x_{n+1} + x_{n-1}) \quad (3.2.12)$$

Вольтметр ва амперметрларнинг тузатмалари шу асбоблардан ўлчаш катталиқларини юқорига қараб ошириб бориш вақтида ва ўлчаш катталиқларини камайтириб бориш вақтида олинган ва 3.2.1, 3.2.2 ва 3.2.5- жадвалларида келтирилган натижалар ёрдамида (3.2.11) ифодадан фойдаланиб аниқланади. Бу аниқланган тузатмалар ўзларига онд жадвалларга ёзилади.

Асбобларнинг тузатмаларининг эгри чизикларини куриш учун икк (абсцисса) ўқи бўйича текширилаётган асбоб кўрсатиши қўйилса, игрек (ординат) ўқи бўйича эса катталикларнинг ошириб борилгандаги $\Delta_{1,0}$ ва камайтириб борилгандаги Δ_{-1} тузатмалари қайд этилади ва ҳосил бўлган нукталар тўғри чизиклар ёрдамида бирлаштирилади, натижада асбобнинг тузатма эгри чизиги ҳосил бўлади.

Текширилаётган амперметрнинг тузатма эгри чизигининг кўриниши 3.2.4-расмда келтирилган.



3.2.4-расм. Текширилаётган амперметрнинг тахминий тузатма эгри чизигининг кўриниши.

3.2.1, 3.2.2 ва 3.2.5-жадвалларда келтирилган ўлчаш ва ҳисоблаш натижалари текширилаётган асбобларнинг аниқлик синфларини белгилашга имкон беради. Бунинг учун асбоб даражасининг ҳар бир рақамли белгиси учун келтирилган хатолиги (1,6) ифодага асосан ҳисоблаб топилди. Ҳисоблаш натижалари яна мос равишда 3.2.1, 3.2.3 ва 3.2.5-жадвалларига ёзилди.

Бу хатоликлардан энг катта қийматга эга бўлгани кўрсатувчи асбобларнинг аниқлик синфлари билан солиштирилади ва солиштириш натижаларига қараб текширилатган асбобнинг аниқлиги тўғрисида баҳо берилади.

2. Асбоб кўрсатишининг кўрфасини аниқлаш. Асбоб кўрсатишининг кўрфасини аниқлаш усуллари тўғрисида маълумотлар биринчи бобнинг учинчи бандида (1.3) берилган ва (1.12) ифодага асосан амперметр ва вольтметрларнинг кўрфасини аниқлаш ифодаси қуйидагича ёзилади:

амперметр учун:

$$\gamma_{\text{к.р.А}} = \frac{I_{\text{н.о.}} - I_{\text{н.к.}}}{I_{\text{н}}} \cdot 100, \quad (3.2.13)$$

вольтметр учун:

$$\gamma_{\text{к.р.В}} = \frac{U_{\text{н.о.}} - U_{\text{н.к.}}}{U_{\text{н}}} \cdot 100. \quad (3.2.14)$$

Амперметр ва вольтметр кўрфа хатоликлари $\gamma_{\text{к.р.А}}$ ва $\gamma_{\text{к.р.В}}$ нинг ҳисобланган қиймати мос ҳолдаги 3.2.1, 3.2.3 ва 3.2.5-жадвалларга ёзилади.

3. Амперметр ва вольтметр қаршиликлари ҳамда хусусий истеъмо́л қувватларини аниқлаш. а) Амперметрнинг қаршилиги ва хусусий истеъмо́л қувватини аниқлаш. Бунинг учун шу текширилатган амперметрдан ўтаётган ток I_A ва шу амперметрдаги кучланишлар тушини U_A ёзиб олинса, старли ҳисобланади (3.2.2-жадвалга қarang).

Бу ҳолда ўзгармас ток занжирлари учун қаршилик R_A ва қувват P_A қуйидаги ифодалар ёрдамида аниқланади:

$$R_A = U_A / I_A \text{ Ом}, \quad (3.2.15)$$

$$P_A = I_A \cdot U_A \text{ Вт}. \quad (3.2.16)$$

Бу (3.2.15 ва 3.2.16) ифодалар бўйича ҳисоблаш йўли билан топилган R_A ва P_A қийматлари 3.2.2-жадвалга ёзилади.

б) Вольтметрнинг қаршилиги ва хусусий истеъмо́л қувватини аниқлаш. Бунинг учун текширилатган вольтметрга кетма-кет қилиб миллиамперметр уланади ва уларга маълум кучланиш берилиб, вольтметр кўрсатган кучланиш U_A билан миллиамперметр кўрсатган ток кучи I_A ёзиб олинади (3.2.4-жадвалга қarang).

Қучланиш U билан шу вольтметрдан ўтган ток I маълум бўлгандан кейин қаршилиқ R_x ҳамда қувват P_x лар (3.2.15) ва (3.2.16) ларга ўхшаш бўлган қуйидаги ифодалар ёрдамида аниқланади:

$$R_x = U_x / I_x \text{ Ом,} \quad (3.2.17)$$

$$P_x = I_x \cdot U_x \text{ Вт.} \quad (3.2.18)$$

Бу (3.2.17) ва (3.2.18) ифодалар бўйича ҳисоблаш йўли билан топилган R_x ва P_x қийматлари 3.2.4-жадвалга ёзилади.

У. ТЕКШИРИШ УЧУН САВОДЛАР

1. Бевосита баҳоланадиган асбобларнинг ўлчаш механизмлари қандай умумий қисмларга эга?
 2. Асбобнинг қўзғатувчи қисми қандай қилиб мувозанатланади?
 3. Ўлчаш асбобларининг ўлчовшунослик тавсифларига қандай омиллар таъсир қилади?
 4. Тузатма деганда нима ни тушунаси? Мутлақ ва келтирилган хатоликлар деганда-чи?
 5. Асбоб кўрсаткичининг кўрфаси деганда нима ни тушунаси? ва у қандай қилиб аниқланади?
 6. Амперметр ва вольтметрлар қандай қаршилиқларга эга бўлиши керак ва нима учун?
 7. Ўлчаш асбоблари аниқлик даражаси бўйича қандай синфларга бўлинади?
 8. Нима учун магнитоэлектрик асбоблар ўзгарувчан ток занжирларида электр катталикларини ўлчаш учун тўғридан-тўғри қўлланилмайди?
 9. Амперметр ва вольтметрларни ҳам ўзгармас ва ҳам ўзгарувчан ток учун ўлчаш чегаралари қандай қилиб кенгайтирилади?
 10. Ўлчаш асбобларида даққалар нима учун қўлланилади?
- Адабиётлар [1,6,8,10]

3.3.3- АМАЛИЙ ИШ

ЭЛЕКТР КАТТАЛИКЛАРИНИ ЎЛЧАШ НАТИЖАЛАРИНИ ЎЛЧОВШУНОСЛИК БЎЙИЧА ИШЛАШ

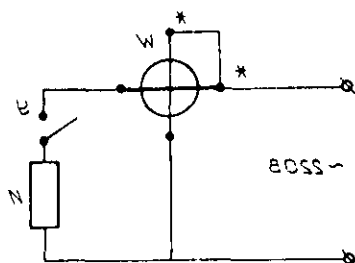
1. Ишнинг мақсади

Ишнинг асосий мақсади тадқиқот ишлари олиб борилаётганда ёки бирор асбоб текширилаётганда олинган ўлчаш натижаларининг хатоликларини баҳолаш ва ўлчанаётган катталикларининг ҳақиқий қийматларини аниқлаш имконини берадиган ўлчаш натижаларини ўлчовшунослик қонун-қоидаларидан фойдаланиб, ишлаш усуллари билан танишидан иборатдир.

II. Ишни бажариш тартиби

1. Ваттметрнинг шартли белгилари ва яхлитланган маълумотлари билан батафсил танишинг ва техник тавсифларини амалий иш дафтарига ёзиб қўйинг.

2. Ваттметрнинг доимийлигини ҳисоблаш йўли билан аниқланг.



3.3.1-расм. Қувватларни ваттметр билан ўлчаш тарҳи.

3. 3.3.1-расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва бу тарҳни ўқитувчи текшириб бергандан кейин қўллангани манбанга улаб, истеъмолчи истеъмол қилаётган қувват P ни 10-15 марта такроран ўлчанг, олинган натижаларни эса 3.3.1-жадвалга ёзинг.

3.3.1-жадвал

Қувватларни ўлчаш ва ўлчаш натижаларини қайта ишлаш

Ўлчанган натижалари		Ҳисобланган натижалари				
i	$P_{\text{ват}}$	P	P^2	$P_{\text{ср}}$	$S_{P_{\text{ср}}}$	$P_{\text{ср}}$
	Вт	Вт	Вт ²	Вт	Вт	Вт
1						
2						
...						
19						
20						
Йиғинди						

4. Ўртача арифметик қўзатиш натижаси $P_{\text{ср}}$ ни қўзатиш натижасининг тасодифий оғинилари p ва уларнинг квадратлари p^2 ни ҳисоблаш йўли билан аниқланг.

5. Кузатиш натижасининг ўртача квадрат оғиши $S_{p_{\text{а}}}$ ни ва ўлчаш натижаларининг ўртача квадратик оғиши $S_{p_{\text{а}}\text{эр}}$ ни ҳам ҳисоблаш йўли билан аниқланг.

6. Ўлчаш натижасининг ишончли хатолиги δ_p ни аниқланг.

7. Истеъмолчи истеъмол қилаётган қувват $P_{\text{в}}$ нинг ўлчаш натижасининг энг сўнгги қийматини аниқланг.

III. Амалий ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

Бу амалий ишни бажариш учун ўлчаш чегарасининг яхлитланган қийматлари кучланиш бўйича 300 В, ток бўйича 2,5 А бўлган электродинамик ваттметрдан, ўзидан ўтказа оладиган ток 2,5 А дан кам бўлмаган ва 220 В ёки ундан ортиқ кучланишга мўлжалланган истеъмолчи ҳамда узиб-улагичлардан биттадан олиб, иш учун ажратилган жойига қўйилади. Бу ерда яна шунинг айтиш керакки, истеъмолчи қисм ёки қуролма сифатида қуввати 200 Вт, 220 В ли электр чирогини қўллаш ҳам мумкин.

Иш учун ажратилган жойига қўйилган жиҳозлар техник тавсифлари бўйича бажариладиган амалий ишнинг талабига жавоб бера олишини ўқитувчи текшириб бергандан кейин 3.3.1-расмда берилган тарҳ бўйича электр занжири йиғилади. Электр занжирини йиғайтганда ваттметрнинг юлдузча билан белгиланган генератор қисмаси деб аталадиган қисмаларига аҳамият беринг. Йиғилган электр занжири фақат ўқитувчининг рухсати билан 220 В кучланишга эга бўлган манбага улашиб, ўлчаш ишлари бажарилади. Ўлчаш ишлари узиб-улагич ёрдамида 10-15 марта такроран бажарилади, олинган натижалар 3.3.1-жадвалга ёзилади.

IV. Ўлчаш натижаларини ўлчовшунослик бўйича ишлаш

Ўлчаш натижаларини ишлашдан мақсад олинган ўлчаш натижаларининг хатоликларини баҳолаш ва ўлчаш натижаларининг ҳақиқий қийматларини аниқлашдан иборатдир. Ўлчаш жараёнида бажарилган ишларнинг турига қараб, масалан, ўлчаш усулига, қўлланилаётган ўлчаш воситасининг хусусиятига, ўлчаш асбобларини кузатиш, унинг кўрсатишларини ёзиб олиш ва шунга ўхшаш бошқа сабабларга кўра олинган ўлчаш натижаларини ишлаш усуллари ҳар хил бўлади.

А. Олинган ўлчаш натижаларини ўлчаш усулларига қараб ишлаш. Ўлчаш натижаларини аниқлаш учун қўлланиладиган тадқиқот маълумотларини ишлаш усулларига қараб ўлчашлар бевосита, билвосита, биргаликда ва умумий ўлчашларга бўлинади.

Бевосита ўлчашлар. Бу усулдаги ўлчашларда ўлчанаётган катталиқ қиймати ўлчаш ишларини бажариш вақтидаги олинган тадқиқот маълумотлари бўйича аниқланади. Бевосита ўлчашлар учун мисол қилиб электр занжиридаги тоқларни амперметр билан ўлчашни кўрсатиш мумкин.

Билвосита ўлчашлар. Бу усулдаги ўлчашларда ўлчанаётган катталиқ қиймати шу ўлчанаётган катталиқ билан бевосита ўлчаш натижасида олинган қийматлар орасида маълум бўлган боғланишларга асосланиб аниқланади. Билвосита ўлчашларда ўлчаш катталиқларининг қиймати қуйидаги тенгламаларни ечиш йўли билан аниқланади:

$$x = F(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n) \quad (3.3.1)$$

бу ерда $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$, ва x_n бевосита ўлчашлардан олинган катталиқ қийматлари.

Билвосита ўлчашлар учун мисол қилиб резистор R нинг қаршилигини вольтметр ва амперметр ёрдамида ўлчашларни кўрсатиш мумкин. Бу ҳолда резисторнинг қаршилиги қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$R = U/I \quad (3.3.2)$$

Умумий ўлчашлар. Бу усулдаги ўлчашларда ўлчанаётган катталиқлар қиймати умумий ўлчашлар бир неча бир хил бўлган катталиқларни бир вақтнинг ўзида ўлчашлардан иборат бўлиб, бунда ўлчанаётган катталиқлар қиймати, яъни номаълум бўлган қийматлар бу катталиқларнинг ҳар хил бирикмаларини бевосита ўлчаш натижасида ҳосил қилинган тенгламалар тизимини ечиш йўли билан аниқланади. Бу усулдаги ўлчашларга мисол қилиб, учбурчак шаклида уланган резисторларнинг қаршилигини ўлчашни кўрсатиш мумкин. Бунда учбурчакнинг ҳар хил учлари орасидаги қаршиликлар ўлчанади ва бу учта ўлчаш натижалари бўйича резисторларнинг қаршиликлари аниқланади.

Биргаликда ўлчашлар. Бу усул, бир хил бўлмаган бир неча катталиқлар орасидаги боғланишларни аниқлаш учун уларни биратўласига ўлчашдан иборат, бунда яна тенгламалар тизими ҳам ечилади. Бу бирга-

ликда ўлчаш усулига резистор қаршилиги ҳароратга боғлиқлигини аниқлашни мисол қилиб кўрсатиш мумкин:

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2). \quad (3.3.3)$$

Бунинг учун резистор қаршилигини уч хил ҳароратда ўлчаб, ундан кейин мана шу учта ҳароратга тегишли тенгламалар тизими тузилиб, улардан боғланишларнинг R_0 , A ва B параметрлари аниқланади.

Энди ўлчаш натижаларини ишлаш бўйича аниқ бир мисол келтириш учун юқоридаги ўлчаш усулларида бевосита ўлчаш усулини кўрамиз. Умуман ўлчаш натижаларини ишлаш ўтказилган кузатишлар сонига ҳам боғлиқ бўлиб, у қиркдан кам ($n < 40$) бўлганда бир тартибда ёки қиркдан катта ($n > 40$) бўлганда эса бошқа тартибда ўлчаш натижалари ишланади.

Кузатиш сони қиркдан кам ($n < 40$) бўлганда ўлчаш натижалари қуйидаги тартибда ишланади.

1. Ўлчаш катталигининг ҳақиқий қийматини маълум бир нуктасидаги қийматини, яъни кузатиш натижаларининг ўртача арифметик қийматини аниқлаш керак.

$$x_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (3.3.4)$$

2. Кузатиш натижаларининг тасодикий оғиши ва уларнинг квадрати ҳисобланади:

$$\rho_i = x_i - x_{\text{ср}}, \quad (3.3.5)$$

бундан:

$$\rho_i^2 = (x_i - x_{\text{ср}})^2. \quad (3.3.6)$$

3. Кузатиш натижаларининг ўртача квадратик оғишининг нуктавий қиймати ҳисобланади:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{ср}})^2}. \quad (3.3.7)$$

4. Ўлчаш натижаларининг ўртача квадратик оғишининг маълум бир нуктасидаги қиймати аниқланади:

$$S_{x_{\text{ср}}}^2 = \frac{1}{n} S_x^2 = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \rho_i^2. \quad (3.3.8)$$

5. Кузатиш натижаларининг тақсимланишининг мўътадиллиги текширилади. Бу қуйидаги ифода ёрдамида амалга оширилади:

$$F_n(x_k) = \frac{K}{n+1}, \quad (3.3.9)$$

бу ерда:

$$K=1, 2, 3, \dots, n-1, n.$$

Бунинг учун (3.3.9) ифода ёрдамида аниқланган қиймат бўйича $\Phi(Z_k) = F_n(x_k)$ нормалашнинг мўътадил тақсимланиш интеграл функцияси жадвалдан [5] ҳар хил $\Phi[Z]$ учун Z нинг қийматларини аниқлаш керак, чунки шу Z нинг қиймати бўйича кузатиш натижалари тақсимланишнинг мўътадиллиги текширилади.

6. Ишончли эҳтимолликнинг маълум қийматини бериб, ўртача квадратик оғиши учун ишончли оралик ва ўлчаш натижаларининг ишончли хатоликлари аниқланади.

7. Янглиш ва кўпол хатоларга йўл қўйилганлиги аниқланса, хатоликни келтириб чиқарган ўлчаш натижаси ташлаб юборилади ва ҳисоблаш қайта тасқорланади.

8. Ўлчаш натижаси қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$x_{\gamma} = x_{\gamma p} \pm \delta_p, \quad (3.3.10)$$

ёки $\delta_p = t_p S_{\gamma}$ эҳсанлигини ҳисобга олиб, (3.3.10) ифодани тасодифий хатоликларнинг тақсимланиши мўътадил бўлган ҳол учун қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$x_{\gamma} = x_{\gamma p} \pm t_p S_{\gamma p} \quad (p = \dots; P = \dots \%). \quad (3.3.11)$$

Борди-ю, тасодифий хатоликларнинг тақсимланиши мўътадил бўлмаганда, яъни бошқа ҳоллар учун эса бу ифода қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$x_{\gamma} \approx x_{\gamma p}; (S_{\gamma p} = \dots; p = \dots). \quad (3.3.12)$$

Энди ўлчаш вақтида қилинган кузатишларни ишлаш учун мисол тарикасида электр токи I ни ўлчаш натижасида олишган миқдорларни ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қийматига қанчалик яқин эҳсанлигини кўрамиз. Ўлчаш натижалари 3.3.2-жадвалнинг иккинчи устунида келтирилган.

1. Ўлчаш катталигининг ҳақиқий қийматининг маълум бир нуктасидаги қийматини, яъни кузатишнинг ўртача арифметик маълумотларини (3.3.4) ифода ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$I_{\gamma p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} I_i = 1,5394166A = 1,53942A. \quad (3.3.13)$$

2. Кузатиш натижаларини оғишини (3.3.5) ифода ёрдамида аниқлаб, топишган қийматларни 3.3.2-жадвалнинг учинчи устунига ёзамиз ва улар йиғиндисини

Электр токининг ўлчанг натижаларини ишлаш

Ўлчанг натижалари		Хисоблаш натижалари			
i	I_i [A]	$\rho \cdot 10^{-4}$	$\rho_i^2 \cdot 10^{-8}$	I_{cp} [A]	S_i [A]
1	2	3	4	5	6
1	1,54040	+ 9,80	96,04	1,53942	$11,6225 \cdot 10^{-4}$
2	1,53807	—13,50	182,25		
3	1,53944	+ 0,20	0,04		
4	1,53855	— 8,70	75,69		
5	1,53995	+ 5,30	28,09		
6	1,54067	+12,50	156,75		
7	1,54133	+19,10	364,81		
8	1,53897	— 4,50	20,25		
9	1,53734	—20,80	432,64		
10	1,53935	— 0,70	0,49		
11	1,53867	— 7,50	56,75		
12	1,54026	+ 8,40	70,56		
йиғинди	18,47303	— 0,40	1483,36		

Эслатма: ρ нинг йиғиндиси нолга тенг бўлиши керак эди, лекин токининг ўртача киймати I_{cp} яхлитланганлиги туфайли у нолдан фарк қилиб, $-0,00004$ га тенг бўлди, яъни $\sum \rho = -0,00004$

аниқлаймиз. Бу ўринда уларнинг йиғиндиси $-0,00004$ га тенг:

$$\rho_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \rho_i = -0,00004. \quad (3.3.14)$$

Еттинчи ва тўққизинчи кузатиш натижалари қандайдир шубҳалироқ бўлиб кўрингани учун кейинчалик уларнинг кўпол хатоликка эга эмаслигини текшириб туриш керак. 3.3.2-жадвалнинг тўртинчи устунда тасодикий оғишнинг квадрати кийматини ёзиб, уларни йиғиндисини ҳисоблаймиз:

$$\rho_i^2 = \sum_{i=1}^n \rho_i^2 = 1483,36 \cdot 10^{-8}. \quad (3.3.15)$$

3. Кузатиш натижаларининг ўртача квадратик оғишини (3.3.7) ифода ёрдамида аниқланади:

$$\begin{aligned} S_i &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_i - I_{cp})^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \rho_i^2} = \\ &= \sqrt{\frac{1}{12-1} \cdot 1483,36 \cdot 10^{-8}} = 11,6225 \cdot 10^{-4} \text{ A}. \end{aligned} \quad (3.3.16)$$

4. Ўлчаш натижаси ўртача квадратик оғиши (3.3.8) ифода ёрдамида аниқланади:

$$S_{\text{к.р}} = \frac{S_1}{\sqrt{n}} = \frac{11,6225 \cdot 10^{-4}}{\sqrt{12}} = 3,35513 \cdot 10^{-4} \text{ А.} \quad (3.3.17)$$

5. Баъзартти, кузатиш сони 40 дан кам бўлса, яъни $n < 40$, у ҳолда тақсимланиш мўътадиллигини текшириш учун кузатиш натижаларини тақсимлаш статик функцияси тушунчасидан фойдаланиш керак. Бу тақсимланиш статик функциясини куриш учун тадқиқот жараёнида олинган натижаларни ўзгартирилган яъни, қайта ишланган катор деб аталадиган $I_{(1)}; I_{(2)}; \dots; I_{(n)}$ туркумларга ажратамиз. Уларнинг ҳадлари ўсиш тартибда жойлашади, яъни ҳар доим $I_{(1)} \leq I_{(2)} \leq \dots \leq I_{(n)}$ кўринишда жойлашади (3.3.3- жадвалга қаранг). Тақсимланишнинг статик функцияси $F_n(I_k)$ (3.3.9) ифода ёрдамида аниқланади:

$$F_n(I_k) = \frac{K}{n+1}, \quad (3.3.18)$$

бувда K қуйидаги қийматларга эга бўлади:

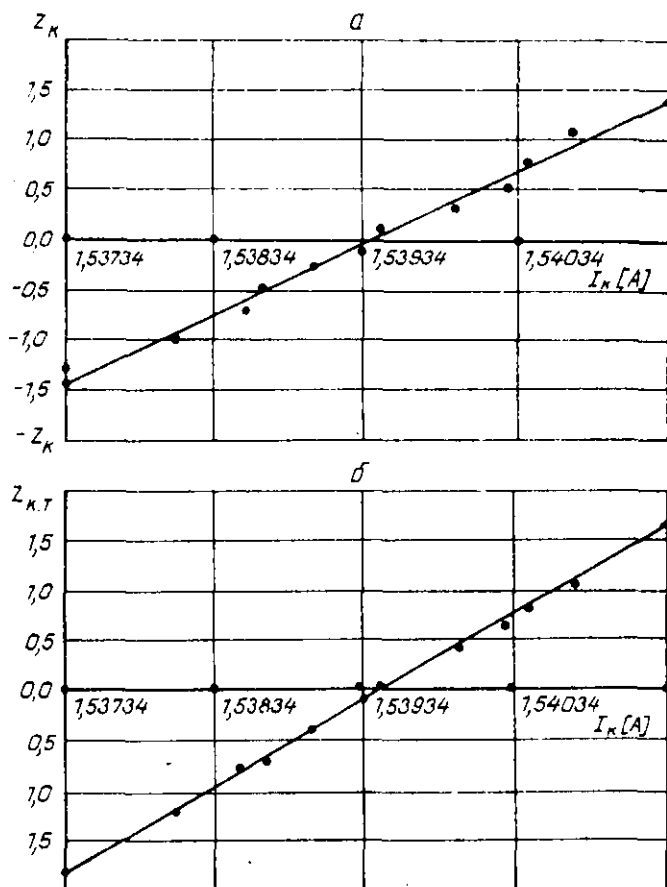
$K = 1, 2, 3, \dots, n-1, n$ демак, K учун 0 дан 12 гача бўлган қийматларни беришимиз мумкин экан ($K = 1 \dots 12$).

Борди-ю, кузатиш сонини чексиз кўпайтирсак, у ҳолда тақсимланишнинг статик функцияси эҳтимоллик бўйича ҳақиқий функция $F_k(I)$ га яқинлашади.

Кузатиш натижаларининг тақсимланиш мўътадиллигини текшириш учун $\Phi(Z_k)$ ва $F_n(I_k)$ ларни ўзаро тенг деб, тақсимланишнинг статик функцияси $F_n(I_k)$ олган қийматига тўғри келадиган Z_k нинг қийматини [5] да $\Phi(Z_k)$ учун берилган 7- жадвалдан аниқлаймиз ва унинг қийматларини 3.3.3- жадвалига ёзамиз.

Энди Z_k ва I_k ларнинг қийматларини маълум деб, уларнинг боғланиши $Z_k(I_k)$ ни кўрсатувчи чизигини чизамиз (3.3.2- расм).

Бу боғланишнинг бир неча нукталари тўғри чизикдан бир оз масофада жойлашишининг асосий сабабларидан бири кузатиш сони n нинг жуда камлигидандир ($n = 12$). Иккинчи сабаби Z_k ни жадвалдан аниқлашда йўл қўйилган хатолардир. Боғланишнинг баъзи нукталари тўғри чизикдан маълум масофада ўрин олган бўлса ҳам улар асосан бошқа боғланиш нукталари каби бир тўғри чизик бўйлаб жойлашган. Шунинг учун ҳам тақсимла-



3.3.2-расм. $Z_k = f(I_k)$ боғланишлари:
 а) жадвал маълумотлари бўйича аниқланган; б) тажриба натижалари бўйича аниқланган

нишни баъзи бир яқинлаштирилган билан мўтадил ҳисоблаш мумкин.

Энди ўзгарувчи Z ни кузатиш натижалари бўйича куйидаги ифода ёрдамида аниқлаймиз:

$$Z_k = \frac{I_k - m_1}{\sigma_1} \quad (3.3.19)$$

Агар Z ва x координаталарига Z_k ва $x_k = I_k$ қийматларини қўйганимизда, башарти тақсимланиш мўтадил бўлса Z_k ва I_k қийматларидан юзага келган нукталар

$Z_k(I_k)$ боғланишини аниқлаш

Тартиб рақами	I_k	$F_0(I_k) = \Phi(Z_k)$	Z_k	$Z_{k,T}$
1	1,53734	0,0769	-1,3097	-1,78963
2	1,53807	0,1538	-1,0216	-1,16154
3	1,53855	0,2308	-0,7387	-0,7485
4	1,53867	0,3077	-0,5030	-0,6453
5	1,53897	0,3846	-0,2940	-0,3872
6	1,53935	0,4615	-0,0968	-0,0602
7	1,53944	0,5385	+0,0968	+0,0172
8	1,53995	0,6154	+0,2940	+0,4560
9	1,54026	0,6923	+0,5030	+0,7227
10	1,54040	0,7692	+0,7387	+0,8430
11	1,54067	0,8462	+1,0216	+0,0755
12	1,54133	0,9210	+1,4342	+1,6434

битта тўғри чизик бўйлаб жойлашади. Борди-ю, шу йўл билан қурилган $Z_k(I_k)$ боғланиш баъзи эгри чизикдан иборат бўлса, у ҳолда тақсимланиш мўътадиллиги тўғрисидаги фараз тажриба маълумотларига тўғри келмайди деб ундан фойдаланмаслик керак.

(3.3.19) ифодани бизнинг ҳол учун $m_1 = I_{yp}$ ва $\sigma_1 = S_1$ эканлигини ҳисобга олиб, қуйидагича ёзамиз:

$$Z_{k,T} = \frac{I_k - I_{yp}}{S_1} \quad (3.3.20)$$

Тажриба маълумотларига асосланиб, (3.3.20) ифода ёрдамида I_k ни ҳамма қийматлари учун Z_k ни аниқлаб, $Z_{k,T} = f(I_k)$ боғланишини кўрсатувчи чизмаси 3.3.26-расмда келтирилган. Бу чизмага асосан шуни ҳам айтиш мумкинки, борди-ю, чизмада баъзи бир нукталар тўғри чизикка нисбатан бир оз масофада жойлашган бўлса, у ҳолда бу нукталарнинг бундай унча катта бўлмаган масофада жойлашишига қарамасдан тақсимланиш баъзи бир яқинлашишлар билан мўътадил деб ҳисоблаш мумкин.

6. Кузатиш натижаларининг ўртача квадратик оғишига $\alpha = 1 - q = 96\%$ (бунда α — тасодифий оғиш чегарасининг тақсимланиш оралиғи; q — қийматдорлик даражаси) ва ўртача арифметик оғишига $P = 95\%$ ишончли эҳтимоллик қиймати бериб, тақсимланишнинг озодлик даража сопи K нинг $k = n - 1 = 12 - 1 = 11$ қиймати учун (K нинг қиймати ўлчанш ёки кузатиш сонидан биттага кам бўлган

сонга тенг) Стьюдент тақсимооти $P\{|t| < t_p\} = 2 \int_0^{t_p} S(t; k) dt$

жадвалидан, Стъюдент таксимотидан ҳар хил t_p учун

$$P\{|t| < t_p\} = 2 \int_0^{t_p} S(t; k) dt \text{ нинг қийматларини берувчи}$$

жадвалидан, шунингдек χ^2 интеграл функцияси — Пирсон таксимотидан ҳар хил K ва P лар учун $\chi_{k,p}$ қийматини берувчи жадвалларидан Стъюдент касри t_p ва мувофиқлик аломати χ ларни аниқлаймиз. [5]. Бунинг учун олдин χ га тегишли бўлган P_1 ва P_2 ларни аниқлаб оламиз:

$$P_1 = \frac{1}{2} q = \frac{1-\alpha}{2} = \frac{1-0,96}{2} = 0,02; \quad (3.3.21)$$

$$P_2 = 1 - \frac{1}{2} q = 1 - \frac{1-\alpha}{2} = 1 - \frac{1-0,96}{2} = 1 - 0,02 = 0,98. \quad (3.3.22)$$

Энди жадваллардан қуйидагиларни аниқлаймиз:

$$t_p = t_{0,95} = 2,201;$$

$$\chi_{k,p_1}^2 = \chi_{11,0,02}^2 = 3,609, \quad \chi_{11,0,02} = 1,8997;$$

$$\chi_{k,p_2}^2 = \chi_{11,0,98}^2 = 22,618, \quad \chi_{11,0,98} = 4,7558.$$

Ўлчаш натижасининг ишончли хатолиги қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned} \delta_p &= \delta_{0,95} = t_{0,95} S_{lyp} = 2,201 \cdot 3,35513 \cdot 10^{-4} \text{ A} = \\ &= 7,38461 \cdot 10^{-4} \text{ A}. \end{aligned} \quad (3.3.23)$$

Қузатиш натижаларини ўртача квадратик оғиши учун ишончли оралик чегараси эса қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned} S_{l_1} &= \frac{\sqrt{n-1} S_l}{\chi_{11,0,02}} = \frac{\sqrt{12-1} \cdot 11,6225 \cdot 10^{-4}}{1,8997} = \\ &= 20,29134 \cdot 10^{-4} \text{ A}; \end{aligned} \quad (3.3.24)$$

$$\begin{aligned} S_{l_2} &= \frac{\sqrt{n-1} S_l}{\chi_{11,0,98}} = \frac{\sqrt{12-1} \cdot 11,6225 \cdot 10^{-4}}{4,7558} = \\ &= 8,10535 \cdot 10^{-4} \text{ A}; \end{aligned} \quad (3.3.25)$$

7. Токнинг бир қийматини 12 марта ўлчаганда уларнинг қийматлари бўйича энг катта хатоликка йўл қўйилгани 9- марта ўлчанганида экан (3.3.2- жадвалга қаранг), яъни: $I_v = I_{mch} = 1,53734 \text{ A}$. Мана шу 9- ўринда

бажарилган ўлчаш натижасида кўпол хатолик бориётлигини текшираимиз.

Бунинг учун аввало кийматдорлик даражасини бериб, масалан, q га 0,05 киймат бериб, яъни $q = 1 - \alpha = 0,05$ бўлганда n нинг киймати 12 га тенг бўлган ҳол учун ($n = 12$) n ўлчашининг ҳар хил сонидagi v_α нинг киймати берилган жадвалдан [5] катталиклар тақсимоти $v_{0,05}$ нинг кийматини аниқлаймиз. У 2,387 га тенг, яъни $v_{0,05} = 2,387$ экан. Тажриба натижалари бўйича эса

$$v_r = \frac{I_{xp} - I_{kpi}}{S_I} = \frac{1,53942 - 1,53734}{11,6225 \cdot 10^{-4}} = 20,8 \cdot 10^{-4} / 11,6225 \cdot 10^{-4} = 1,7896, \quad (3.3.26)$$

га тенг. Мана шу таҳлиллардан кўриниб турибдики, $v_r < v_{0,05}$, тажриба натижасида аниқланган v_r ҳисоблаш йўли ва жадвал маълумотларидан фойдаланиб, аниқланган $v_{0,05}$ дан нисбатан кичик экан, яъни $v_r < v_{0,05}$.

Шунинг учун ҳам ўлчаш натижаси $I_a = 1,53734$ А да кўпол хатолик бор дейишга ҳеч қандай асосимиз йўқ. Шундай қилиб, тажриба вақтида бажарилган ўлчаш ишининг энг сўнгги натижавий кийматини қуйдагича ёзиш мумкин:

$$I_a \approx 1,53942 \text{ А} \quad (S_{I_p} = 3,35513 \cdot 10^{-4} \text{ А}; n = 12).$$

ёки

$$I_a = I_{xp} \pm \delta_p = I_{xp} \pm t_{0,95} \cdot S_{I_p} = 1,53942 \pm 2,201 \cdot 3,35513 \cdot 10^{-4} = 1,53942 \pm 0,0007386 \text{ А} \\ (n = 12; P = 95 \%). \quad (3.3.27)$$

Бу мисолда қўлланиши керак бўлган жадваллар ўқув қўлланмасининг ҳажми чекланганлиги туфайли келтирилмади. Шунинг учун ҳам қуйида ўлчаш натижаларини ишлатиш талабалар учун тушунарли бўлган оддийроқ усулларида бири Стьюдент ўзгармас кўпайтувчиси t_p ёрдамида ўлчашнинг сўнгги натижавий киймати $P_{\text{нати}}$ ни аниқлашни кўрамиз.

Масалан: Изланаётган электр қуввати 10 марта ўлчаниб, олинган натижалар 3.3.4-жадвалнинг иккинчи устунида келтирилган. Ўлчаш натижаси хатолигининг ишончли чегараси δ_p ва ўлчанаётган қувватни натижавий

киймати $P_{w, \text{нпг}}$ ишончли эҳтимоллик $P = 0,99$ га тенг ($P = 0,99$) бўлган ҳол учун аниқлансин.

Масалани ечиш. 1. Қувват P_w нинг ўртача кийматини (3.3.4) ифода ёрдамида ҳисоблаймиз:

$$P_{w, \text{ор}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{w_i} = 100,3 \text{ Вт}$$

2. Кузатиш натижаларининг тасодифий оғиши ρ_i ни (3.3.5) ифода ёрдамида аниқлаб топилган кийматларини 3.3.4-жадвалнинг учинчи, унинг квадрати ρ_i^2 ни эса жадвалнинг тўртинчи устунига ёзамиз.

3. Ўлчаш натижаси хатолигининг ишончли чегараси δ_p ни аниқлаш учун биринчи навбатда ўлчаш натижаларининг ўртача квадратик оғиши $S_{p, \text{ор}}$ ни (3.3.8) ифода ёрдамида аниқлаб:

$$S_{p, \text{ор}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \rho_i^2} = \sqrt{\frac{1}{10(10-1)}} \cdot 2,04 = 0,15 \text{ Вт.}$$

сўнг Стъюдент тақсимои беришган жадвал бўйича тузилган 3.3.5-жадвалидан Стъюдент ўзгармас қўнайтувчиси t_p ни $P = 0,99$ ва $n = 10$ лар учун 3,25 га тенглиги, яъни $t_p = 3,25$ эканлиги аниқланади. Чунки δ_p t_p ва $S_{p, \text{ор}}$ ларнинг кийматларидан фойдаланибгина аниқланади. $\delta_p = t_p \cdot S_{p, \text{ор}} = 3,25 \cdot 0,15 = 0,4875 \text{ Вт.}$

4. Ўлчаш натижасининг сўнгги киймати (3.3.11) ифода ёрдамида аниқланади.

$$\begin{aligned} P_{w, \text{нпг}} &= P_{w, \text{ор}} \pm t_p \cdot S_{p, \text{ор}} = \\ &= 100,3 \pm 0,4875 \text{ Вт.} = 100,3 \pm 0,49 \text{ Вт.} \end{aligned}$$

Амалда, айниқса тадқиқот ва тажриба ишларида қўйинча шундай масалалар ҳам учраб турадики, унда катталикларнинг энг яхши ва ишончли кийматларини аниқлаш керак бўлади. Шу билан бир қаторда уларнинг турли кузатувчилар томонидан ижодхона ёки ташқи муҳитнинг ҳар хил шароитида хилма-хил турдаги ўлчаш воситалари ҳамда ўлчаш усуллари ёрдамида олинган ўлчаш натижаларининг шу ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий кийматидан оғишини баҳолаш зарурати туғилади.

3.3.4- жадвал

Электр қувватининг ўлчаш натижаларини ишлаш

Ўлчаш натижалари		Ҳисоблаш натижалари				
i	$P_{\text{в}i}$	P_i	$P_i^2 \cdot 10^{-2}$	$P_{\text{в} \cdot \text{ур}}$	$S_{P_{\text{в} \cdot \text{ур}}}$	$P_{\text{в.пл}}$
	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт
1	2	3	4	5	6	7
1	100,5	+0,2	4	100,3	0,15	$100,3 \pm 0,49$
2	100,3	+0,0	0			
3	99,4	-0,9	81			
4	100,0	-0,3	9			
5	100,8	+0,5	25			
6	101,0	+0,7	49			
7	100,6	+0,3	9			
8	99,8	-0,5	25			
9	100,4	+0,1	1			
10	100,2	-0,1	1			
Йиғин- дис:	1003,0	- 0,0	204			

3.3.5- жадвал

Стъюдент ўзгармас кўпайтувчилари

n	p							
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
2	1,00	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,659
3	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
4	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
5	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
6	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
7	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
8	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
9	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
10	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
15	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
20	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,193	2,539	2,861
25	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,707
30	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,469	2,756

Шунинг учун ҳам бошқа кузатишнинг сочилиши бўйича тенг бўлмаган каторларини ишлаш бўйича бир мисолни кўриб чиқамиз. Талабаларнинг учта гуруҳи томонидан ҳар хил тизимдаги вольтметрлар ёрдамида қучланишнинг қийматлари ўлчаш натижаларининг ўртача квадратик

огиши билан бирга олинган ва улар қуйидаги кўринишга эга:

$$\begin{aligned}U_1 &= 189,9185 \pm 0,0025 \text{ В;} \\U_2 &= 189,9135 \pm 0,0012 \text{ В;} \\U_3 &= 189,9205 \pm 0,0036 \text{ В.}\end{aligned}$$

Бу ўлчаш натижаларини баҳолаш учун уларнинг кучланишлар ўзгармас кўпайтувчиларини қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаймиз:

$$a_j = \frac{1}{\sigma_{x_j, \text{cp}}^2} : \sum_{i=1}^m \frac{1}{\sigma_{x_i, \text{cp}}^2} = \frac{n_j}{\sigma_j^2} : \sum_{i=1}^m \frac{n_i}{\sigma_i^2} \quad (3.3.28)$$

бунда $\sigma_{x_j, \text{cp}}$ — j — нчи катор кузатиш ёйилиши (дисперсияси) дан n_j марта кичкина бўлган j — нчи ўртача арифметик ёйилиш.

$$\begin{aligned}a_1 &= \frac{1}{\sigma_1^2} : \left(\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{1}{\sigma_2^2} + \frac{1}{\sigma_3^2} \right) = \frac{1}{(0,0025)^2} : \\&: \left[\frac{1}{(0,0025)^2} + \frac{1}{(0,0012)^2} + \frac{1}{(0,0036)^2} \right] = 0,17106, \quad (3.3.29)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a_2 &= \frac{1}{\sigma_2^2} : \left(\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{1}{\sigma_2^2} + \frac{1}{\sigma_3^2} \right) = \frac{1}{(0,0012)^2} : \\&: \left[\frac{1}{(0,0025)^2} + \frac{1}{(0,0012)^2} + \frac{1}{(0,0036)^2} \right] = 0,74240, \quad (3.3.30)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a_3 &= \frac{1}{\sigma_3^2} : \left(\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{1}{\sigma_2^2} + \frac{1}{\sigma_3^2} \right) = \frac{1}{(0,0036)^2} : \\&: \left[\frac{1}{(0,0025)^2} + \frac{1}{(0,0012)^2} + \frac{1}{(0,0036)^2} \right] = 0,08649. \quad (3.3.31)\end{aligned}$$

Энди (3.3.29), (3.3.30) ва (3.3.31) ифода натижаларидан фойдаланиб, кучланиш ўзгармас кўпайтувчиси a_i лар йиғиндисини

$$\sum_{i=1}^m a_i = 1, \quad (3.3.32)$$

ифода ёрдамида аниқлаб, уларнинг йиғиндиси бирга тенг ёки тенг эмаслигини текшириб кўрамиз:

$$\sum_{j=1}^m a_j = 0,17106 + 0,74240 + 0,08649 = 0,99999 \approx 1. \quad (3.3.33)$$

Демак, аниқланган кучланиш ўзгармас кўпайтувчисининг қийматлари (3.3.32) ифодада берилган тенглама талабига тўғри келар экан.

Ўлчанган кучланишнинг ўртача қиймати $U_{\text{ўр}}$ ни

$$U_{\text{ўр}} = \sum_{i=1}^n a_i U_{i\text{ўр}}, \quad (3.3.34)$$

ифода ёрдамида, унга U_1 , U_2 ва U_3 қийматларини ҳамда (3.3.29), (3.3.30) ва (3.3.31) ифодалардан a_1 , a_2 ва a_3 ларни қийматларини қўйиб топамиз:

$$\begin{aligned} U_{\text{ўр}} &= a_1 U_1 + a_2 U_2 + a_3 U_3 = 0,17106 \cdot 189,9185 + \\ &+ 0,7424 \cdot 189,9135 + 0,08649 \cdot 189,9205 = 32,48746 + \\ &+ 140,9918 + 16,4262 = 189,90548 \text{ В} \approx 189,9055 \text{ В}. \end{aligned} \quad (3.3.35)$$

Бу кучланишнинг ўртача квадратик оғиши қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned} S_{x\text{ўр}}^2 &= \frac{1}{\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{1}{\sigma_2^2} + \frac{1}{\sigma_3^2}} = \frac{1}{\frac{1}{(0,0025)^2} + \frac{1}{(0,0012)^2} + \frac{1}{(0,0036)^2}} = \\ &= \frac{1}{9,35346 \cdot 10^5} = 0,10691 \cdot 10^{-5} \text{ В}^2 = 106,91 \cdot 10^{-8} \text{ В}^2 \end{aligned} \quad (3.3.36)$$

бундан

$$\begin{aligned} S_{x\text{ўр}} &= \sqrt{S_{x\text{ўр}}^2} = \sqrt{106,91 \cdot 10^{-8}} = \\ &= 10,3397 \cdot 10^{-4} \approx 0,0010 \text{ В}. \end{aligned} \quad (3.3.37)$$

Шундай қилиб, бу усул бўйича электр кучланиш ўлчашининг натижавий қиймати $U_{\text{нат}}$ қуйидагича ёзилади:

$$U_{\text{нат}} = U_{\text{ўр}} \pm S_{x\text{ўр}} = 189,9055 \pm 0,0010 \text{ В}. \quad (3.3.38)$$

Юқорида бажарилган таҳлилларга асосланиб шуни айтишимиз мумкинки, кучланиш ўлчашининг иккинчи натижаси кучланишлар ўзгармас кўпайтувчисининг биринчи ва учинчи ўлчаш натижаларининг ўзгармас кўпайтувчисидан бир неча марта ортиб кетган. Лекин шунга қарамайдан улар кучланишнинг натижавий қиймати $U_{\text{нат}}$ ни аниқлашда қўллаганда кучланиш қийматининг вергулидан кейинги учинчи рақамнигина тўғри-лашга олиб келади, бундай кам миқдордаги ўзгаришлар ўлчаш аниқлигига мутлақо таъсир қилмайди.

V. ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Ўлчаш натижаларини ишлаганда қандай мақсадга эришилади?
 2. Ўлчаш натижаларини ишлаш ўлчаш усулларига боғлиқми?
 3. Ўртача арифметик қиймат қандай қилиб аниқланади? Нима учун ўртача арифметик қиймат ўлчаш қатталигининг ҳақиқий қиймати сифатида қабул қилинади?
 4. Кузатиш натижаларининг тасодифий огиши қандай аниқланади?
 5. Кузатиш натижаларининг ўртача квадратик огиши қандай ифода билан аниқланади?
 6. Кузатиш натижаларининг тақсимланиш мўтадиллиги қандай қилиб текширилади?
 7. Ўлчаш натижасининг ишонч ҳатоллиги қандай аниқланади?
 8. Ўлчанган қийматларда қўпол хатолик бор-йўқлиги қандай аниқланади?
 9. Ўлчаш натижасининг ишончли ҳатоллиги билан кузатиш сон орасида қандай боғланиш бор?
 10. Ўлчаш қатталигининг ҳақиқий қийматини кўрсатувчи тенгламани ёзиш.
- Адабиётлар [2.5.8.]

3.4. 4- АМАЛИЙ ИШ

ЭЛЕКТР ҚАРШИЛИКЛАРИНИ ЎЗГАРМАС ТОҚДА ЎЛЧАШ

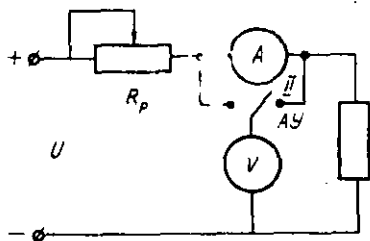
1. Ишнинг мақсади

Бу амалий ишни бажаришдан асосий мақсад электр қаршилиқларини ўлчаш усули ва воситалари билан танишиш, ўзгармас ток ўлчаш кўприкларининг тузилиши ҳамда ишлаш асосларини, уларнинг техник тавсифларини ўрганиш, Ом ли (фаол) қаршилиқларни ўлчаш учун ҳар хил шароитда қўлланиладиган усул ва воситаларнинг ўзига хос хусусиятларини ўрганишдан иборатдир.

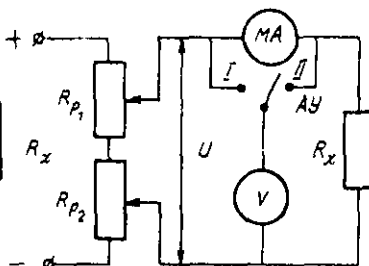
II. Ишни бажариш тартиби

1. Амалий ишда қўлланиладиган ўлчаш асбоблари ва қурilmалари билан танишиб, уларнинг техник тавсифларини амалий иш дафтарига ёзиб олинг.

2. 3.4.1- расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва бу тарҳни ўқитувчи текшириб бергандан кейин уни кучланиш манбаига улаб, ўқитувчи томонидан берилган элементнинг қаршилиги R_n ни икки усул билан ўлчанг. Олдин электр запжиридаги алмашлаб-улагич АУ ёрдамида I ҳолат бўйича, яъни вольтметрни амперметрдан олдин улаб қаршилиқни ўлчанг, ундан кейин алмашлаб-улагич АУ ёрдамида вольтметрни II ҳолат бўйича, яъни уни амперметрдан кейин улаб қаршилиқни ўлчанг. Ҳар бир усул бўйича ўлчашни уч мартадан бажариб, олинган ўлчаш натижаларини 3.4.1- жадвалга ёзинг.



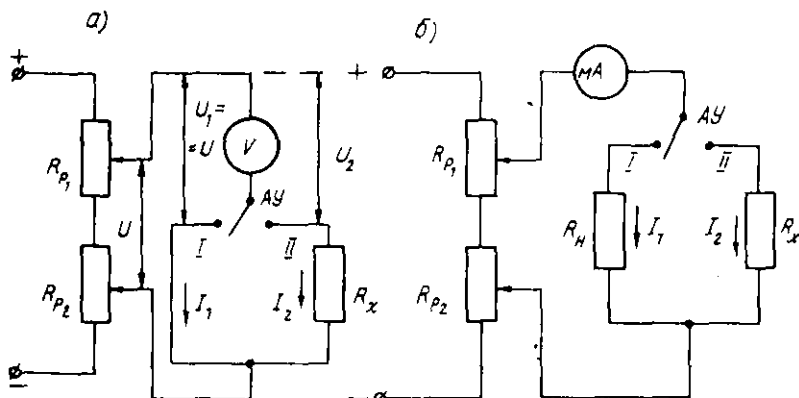
3.4.1- р а с м. Амперметр ва вольтметр усули билан ток кийматини ростлаб қаршиликларни ўлчаш.



3.4.2- р а с м. Амперметр ва вольтметр усули билан қучланиш кийматини ростлаб қаршиликларни ўлчаш.

3. 3.4.2- расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва бу тарҳни ўқитувчи текшириб бергандан кейин қучланиш манбаига улаб, берилган элементнинг қаршилиги R_x ни ўлчанг (ўлчашни худди 2- моддадагидай бажаринг) ва ўлчаш натижасида олинган маълумотларни 3.4.2- жадвалига ёзинг.

4. 3.4. 3а- расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва бу тарҳни ўқитувчи текшириб бергандан кейин қучланиш манбаига улаб, берилган элементларнинг қаршиликлари R_x (R_{x1} ва R_{x2}) ни ўлчанг. Алмашлаб-улагични олдин I ҳолат бўйича улаб, сўнг II ҳолат бўйича улаб, ўлчаш ишларини бажаринг. Ўлчаш вақтида олинган натижаларни 3.4.3- жадвалга ёзинг.



3.4.3- р а с м. Қаршиликларни битта асбоб билан ўлчаш:
а) вольтметр ёрдамида, б) миллиамперметр ёрдамида

Амперметр ва вольтметр усули билан ток кийматини ростлаб қаршилмақларини ўлчаш

Асбобларини ўлаш тарҳи	Тартиб рақами	R_{x1}						R_{x2}					
		Ўлчаш натижалари		Ҳисоблаш натижалари				Ўлчаш натижалари		Ҳисоблаш натижалари			
		$U_{\text{в}}$	$I_{\text{А}}$	$R'_{\text{в1}}$	$R_{\text{в1сп}}$	δ_1		$U_{\text{в}}$	$I_{\text{А}}$	$R'_{\text{в2}}$	$R_{\text{в2сп}}$	δ_2	
		В	А	Ом	Ом	%		В	А	Ом	Ом	%	
Вольтметр амперметрдан оқдлин уланганда	1												
	2												
	3												
Вольтметр амперметрдан кейин уланганда	1												
	2												
	3												

5. 4- моддада килинган тажрибани 3.4.3б- расмда берилган тарх бўйича такрорланг ва олинган ўлчаш натижаларини 3.4.4 жадвалга ёзинг.

6. $2 \div 5$ - моддаларда қаршиликлари ўлчанган элементларнинг қаршилиги R_{x1} ва R_{x2} ларни бевосита баҳолаш асбоблари, яъни Омметр ёрдамида уч мартадан ўлчаб, олинган натижаларни 3.4.5- жадвалга ёзинг.

7. Ўзгармас ток кўприги ёрдамида 6- моддада қаршиликлари ўлчанган элементлар R_{x1} ва R_{x2} қаршиликларини ўлчанг (3.4.5- расм) ва олинган ўлчаш натижаларини 3.4.6- жадвалга ёзинг.

8.3.4.1 $\div$ 3.4.6- жадвалларида олинган ўлчаш натижаларидан ҳисоблаш йўли билан ўлчанаётган қаршиликлар қийматларини аниқлаб, уларнинг ҳар қайсисини ўзига мос келадиган жадвалга ёзинг.

9. R_{x1} ва R_{x2} қаршиликларни ҳар хил усулда ўлчаб, олинган натижаларини бир-бири билан солиштириш ва қаршиликларни ўлчашда қайси шаронгда қайси усул кўпроқ мос келишини баҳолаш.

III. Амалий ишни бажариш учун услубий кўрсатма

I. Қаршиликларни амперметр ва вольтметр усули билан ўлчаш. Ўқитувчи томонидан қаршиликларни ўлчаш учун берилган элементларнинг қаршиликларини қанчалигини тахминан билиб, шунга қараб таъминлаш манбаининг бир неча элемент қаршиликларини ўлчаш имконига эга бўлиш учун ростланувчи қаршилик R_p ларни ва уларга мос келадиган ўлчаш асбобларини танлаш керак. Ўзгармас ток тармоғи ёки аккумулятор батареяси таъминлаш манбаи бўлиб хизмат қилиши мумкин. Ўлчанадиган қаршилик R_x лар ўйлаб Омларни ташкил этса, сизими 50 - 100 А·соат бўлган аккумулятор батареясини қўллаш мақсадга мувофиқдир (3.4.1- расм). Борди-ю, ўлчанадиган қаршилик $R_x \approx 1000$ Ом бўлса, бу ҳолда тарх (3.4.2- расм) тармоқдан таъминланади ва ўлчаш учун зарур ҳисобланган кучланиш U ростланадиган қаршилик R_{p1} ва R_{p2} лар ёрдамида олинади.

Қаршиликларни ўлчаш аниқлиги асосан шу қаршиликларни ўлчаш учун қўлланиладиган асбобларнинг аниқлигига бевосита боғлиқлигидан амалий ишни бажариш учун аниқлик даражаси юқори ҳисобланган вольт-

Амперметр ва вольтметр усули билан кучланиш қийматини ростлаб қаршиликларни ўлчаш

Асбобларини ўлаш тарзи	Тартиб рекажи	R_{X_1}				R_{X_2}			
		Ўлчаб натижалар		Ҳисоблаш натижалари		Ўлчаб натижалар		Ҳисоблаш натижалари	
		I_A	I_A	R_{11}	R_{12}	I_A	I_A	R_{11}	R_{12}
		B	A	Ом	Ом	B	A	Ом	Ом
Вольтметр амперметрдан олдин ўланганда	1								
	2								
	3								
Вольтметр амперметрдан кейин ўланганда	1								
	2								
	3								

Қаршилликларни вольтметр ёрдамида ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари		Ҳисоблаш натижалари
	Амаллаб-ўлатиш I ҳолат бўйича ўланган	Амаллаб-ўлатиш II ҳолат бўйича ўланган	
	U_1	U_2	
	B	B	
1			$R_x = R_{xy}$
2			R_x
3			$R_{xy} = R_{xy}$

Қаршилликларни миллиамперметр ёрдамида ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари		Ҳисоблаш натижалари
	Амаллаб-ўлатиш I ҳолат бўйича ўланган	Амаллаб-ўлатиш II ҳолат бўйича ўланган	
	mA	mA	
	mA	mA	
1			$R_x = R_{xy}$
2			R_x
3			$R_{xy} = R_{xy}$

Қаршиликларин Омметрлар билан ўлчаш

R_{T1}			R_{T2}		
Ўлчаш натижалари			Ўлчаш натижалари		
Ҳисоблаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари		
R'_{T1}	R''_{T1}	R'_{T2}	$R'_{T1} \mp R_{T1}$	R'_{T2}	$R'_{T2} \mp R_{T2}$
Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом

Қаршиликларин ўзгармас ток кўприги билан ўлчаш

R_{T1}			R_{T2}		
Ўлчаш натижалари			Ўлчаш натижалари		
Ҳисоблаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари		
R'_4	R'_2	R'_1	R'_4	R'_2	R'_1
Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом

метр, амперметр ва миллиамперметр танланади. Бу танланган ўлчаш асбоблари: вольтметр, амперметр ва миллиамперметрларнинг қаршиликлари маълум бўлиши керак.

Ўлчаш ишлари 3.4.1 ва 3.4.2- расмда берилган тарҳлар учун қуйидагича олиб борилади. 3.4.1- расмдаги тарҳ бўйича қаршиликлар ўлчанганда электр токи ростланувчи қаршилик, яъни реостат R_p ёрдамида ўзгартирилиб, ҳар бир қаршилик шу токнинг учта қиймати бўйича ўлчанса, 3.4.2- расмда берилган тарҳ бўйича қаршиликлар ўлчанганда икки ростланувчи қаршилик, яъни реостатлар R_{p_1} ва R_{p_2} ёрдамида кучланиш қиймати ўзгартирилиб, ҳар бир қаршилик шу кучланишнинг учта қиймати бўйича аниқланади. Иккала ҳол учун ҳам олинган ўлчаш натижалари мос ҳолда 3.4.1. ва 3.4.2- жадвалларига ёзилади. Ҳар бир ўлчанган қаршиликнинг сон қиймати $R_{x,i} = R_{x,i,p}$ ҳар бир тарҳ бўйича уч мартадан ўлчаб-олинган натижаларнинг ўртача арифметик қийматлари бўйича аниқланади:

$$R_{x,y,i} = R_{x,i,p,i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R'_{x,i}, \quad (3.4.1)$$

бунда n — ўлчашлар сони ($n=3$)

$R'_{x,i}$ — ҳар бир i тажрибада ўлчанган R_x қаршиликнинг миқдори ($i=1, 2, 3$).

2. Қаршилик ўлчашнинг битта асбоб усули. Бу усулда қаршиликлар қуйидагича ўлчанади. R_{p_1} ва R_{p_2} реостатлар ёрдамида (3.4.3а- расм) электр занжирига кучланиш U нинг учта қиймати берилади ва кучланишнинг ҳар бир қиймати бўйича қаршиликлар вольтметр ёрдамида икки мартадан, яъни алмашлаб-улагич АУнинг I ва II ҳолатларида ўлчанади.

Ўлчаш маълумотлари 3.4.3- жадвалига ёзилади, бу маълумотлар бўйича ҳисоблаш йўли билан ҳар бир тажрибада ўлчанган қаршилик R'_x нинг қиймати аниқланади, бунинг учун ўлчаш учун қўлланилган вольтметрнинг қаршилиги R_v албатта маълум бўлиши керак.

Ўлчанаётган қаршиликнинг энг сўнгги натижавий қиймати $R_{x,y} = R_{x,y,p}$ (3.4.1) ифода ёрдамида аниқланади.

Қаршиликлар битта асбоб, яъни миллиамперметр билан ўлчанганда (3.4.3б- расм) қаршиликларни ўлчашни олдинги усулидек (3.4.3а- расм) R_{p_1} ва R_{p_2} реостатлар ёр-

дамида электр занжирига кучланиш U нинг учта киймати берилди ва бу кучланишнинг ҳар бир киймати бўйича қаршилиқлар миллиамперметр ёрдамида икки мартадан, яъни алмашлаб улагич (АУ)нинг I ва II ҳолатларида ўлчанади. Ўлчаш маълумотлари 3.4.4-жадвалга ёзиб олинади ва бу маълумотлар бўйича ҳисоблаш йўли билан ҳар бир тажрибада ўлчанган қаршилиқ R'_x нинг киймати аниқланади. Бунинг учун ўлчашда қўлланилган миллиамперметрнинг қаршилиги $R_{\text{н.д}}$ албатта маълум бўлиши керак. Ўлчанаётган қаршилиқнинг энг сўнгги натижавий киймати $R_{x\text{.с}} = R_{x\text{.сп}}$ (3.4.1) ифода ёрдамида аниқланади.

Башарти, намунали қаршилиқ ўрнига қаршилиқлар магазини қўлланилса, у ҳолда кучланишнинг ҳар бир киймати учун намунали қаршилиқ R_n кийматини ростлаш йўли билан миллиамперметрнинг кўрсатишини алмашлаб-улагичнинг иккала ҳолати учун ҳам бир хил кўрсатишига олиб келинади, шунда қаршилиқлар магазини кўрсатган қаршилиқ R'_n ўлчанаётган қаршилиқ R_x га тенг бўлади. Бу ҳолда ҳам ўлчанаётган қаршилиқнинг натижавий киймати $R_{x\text{.с}}$ (3.4.1) ифода орқали аниқланади.

Ўлчанаётган қаршилиқнинг энг сўнгги киймати $R_{x\text{.с}} = R_{x\text{.сп}}$ (3.4.1) ифода ёрдамида аниқланади.

3. Қаршилиқларни Омметр билан ўлчаш. Бу усулда қаршилиқларни ўлчаш учун аввало Омметрнинг ўзи текширилиб, унинг таъминлаш манбаининг кучланиши ўзгариб қолмаганлиги ва ўлчаш асбобининг мили нулда турган-турмаганлиги текширилади. Башарти зарурат туғилса Омметр ўлчаш асбобининг мили ростланадиган қаршилиқ R_0 ёрдамида ноль ҳолига келтирилади. Шундан кейингина ўлчанадиган қаршилиқлар Омметрга уланиб ўлчаш ишлари амалга оширилади ва олинган натижалар 3.4.5-жадвалга ёзиб қўйилади. Бу усулда ҳам ўлчанаётган қаршилиқнинг энг сўнгги киймати $R_{x\text{.с}} = R_{x\text{.сп}}$ (3.4.1) ифода ёрдамида аниқланади.

4. Қаршилиқларни ўзгармас ток кўприги билан ўлчаш. Берилган элемент қаршилигини ўлчашдан олдин шу қаршилиқни ўлчаш учун қўлланиладиган ўзгармас ток ўлчаш кўпригининг қўлланмаси билан танишиб чиқиш керак. Шундан кейингина ўлчаш кўпригининг кучланиш уланадиган қисмаларини таъминлаш манбаига улаб, қаршилиқлари ўлчанадиган элементлар уланадиган қисмаларига ўлчанадиган қаршилиқ R_x уланади. Бунда ўлчаш кўприги елкаларининг энг мақбул нисбатлари танлаб олиниши керак. Ўлчаш кўприги елкаларининг энг

макбул нисбатлари R_3/R_4 бўлиб, унда ўлчаш кўпригини мувозанатлаштириш учун солиштириш елкаси R_2 нинг ҳамма қисми (ўнликлари)дан фойдаланиш лозим. Бу ҳолда ўлчанаётган қаршилиқнинг сон қиймати юқори аниқлик билан ҳисоблаб чиқилади. Ўлчанадиган қаршилиқ R_x нинг тахминий қийматига мос равишда ўлчаш кўприги елкаси нисбатининг талаб қилган қиймати ҳисобланиб, ўлчаш кўпригига қўйилади ва кўприкнинг мувозанатлана олиши текшириб кўрилади. Бунинг учун гальванометрни қисқа муддатга улаш йўли билан, яъни ўлчаш кўпригининг солиштириш елкаси қаршилиқининг кичик ва катта қийматларида гальванометрнинг мили нолдан қайси томонга огишига қараб текширилади. Борди-ю, гальванометрнинг мили қарама-қарши томонга қараб бурилса, демак, ўлчаш кўпригини мувозанатлаш мумкин. Бошқа ҳолларда эса, яъни гальванометрнинг мили елканинг ҳар хил қаршилиқларда ҳам бир томонга бурилса, ўлчаш кўпригини мувозанатлаш мумкин эмас, бундай вaктда бошқа елка нисбатига ўтишга тўғри келади.

Шундай қилиб, ўқитувчи томонидан берилган қаршилиқларни ўлчаб, олинган натижаларни 3.4.6-жадвалига ёзиб қўйинг. 3.4.6-жадвалда ўлчаш кўпригининг елкалари қуйидагича белгиланган. Қаршилиқ R_1 ни ўлчаганда ўлчаш кўпригининг елкалари R_4 , R_2 , R_3 ва R_4 л а р бўлса, қаршилиқ R_2 ни ўлчаганда эса ўлчаш кўпригининг елкалари R_1 , R_2' , R_4 ва R_2 лардир. Ҳамма ўлчаш ишлари бажарилгач, 3.4.6-жадвалдаги маълумотлар бўйича (3.4.15) ифодадан фойдаланиб, ҳисоблаш йўли билан ўлчанаётган қаршилиқ R_1 ва R_2 лари қиймати аниқланади.

IV. Ўлчовшүнослик назариясидан қаршилиқларни ўлчаш бўйича асосий маълумотлар

Қаршилиқлар электр занжирларининг энг асосий параметрларидан бири ҳисобланади. Амалда 10^{-8} Ом дан 10^{17} Ом гача бўлган қаршилиқлар ўлчаниб, улар шартли равишда кичкина — то 1 Ом гача, ўртача — $1 \div 10^5$ Ом ва катта — 10^5 Ом дан юқори бўлган қаршилиқларга бўлинади. Қаршилиқларни ўлчаш усули ва ўлчаш воситалари қаршилиқнинг қийматига аниқлик бўйича қўйилган талабларга, ўлчаш шароитлари ва бошқа омилларга қараб танланади. Ҳозирги вaктда қаршилиқларни ўлчаш

учун мавжуд бўлган усул ва воситалардан энг кўп қўлланилаётганлари куйидагилардан иборат:

- амперметр ва вольтметр усулида билвосита ўлчаш;
- битта асбоб усулида билвосита ўлчаш (вольтметр ёки амперметр ёрдамида);
- бевосита киймат аниқлаш асбоблари билан ўлчаш усули (Омметрлар ёрдамида);
- солиштириш асбоблари билан бевосита ўлчаш (ўлчаш кўприклари ёрдамида).

Куйида бу усулларнинг ҳар қайсисига изох бериш учун алоҳида-алоҳида тўхталиб ўтамиз.

1. Қаршиликларни амперметр ва вольтметр усулида ўлчаш. Қаршиликларни бу усулда ўлчаш Ом қонунига асосланган бўлиб, шу қаршилиқдаги кучланиш U_x билан ундан оқиб ўтган электр токи I_x маълум бўлса, ўлчанаётган қаршилиқ R_x нинг сон қиймати куйидаги ифода бўйича жуда осон ҳисоблаб топилади:

$$R_x = U_x / I_x. \quad (3.4.2)$$

Лекин бу (3.4.2) ифода бўйича 3.4.1 ва 3.4.2-расмларда берилган тарҳлар бўйича қаршилиқлар топилган бўлса, у ҳолда бу қаршилиқларнинг қиймати маълум камчилик билан аниқланади:

$$R'_x = U_x / I_A. \quad (3.4.3)$$

Қаршилиқларнинг ҳақиқий қийматларини топиш учун ўлчашда қўлланилган асбоблар, яъни вольтметр V , амперметр A , миллиамперметр mA ларнинг қаршилиқларини билиш шарт. Бу асбобларнинг қаршилиғи маълум бўлганда ўлчанган қаршилиқнинг ҳақиқий қиймати куйидаги ифодаларда аниқланади.

а) Алмашлаб-улагич тарҳни (3.4.1-расм).

I ҳолати бўйича уланганда:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U_x - I_A R_A}{I_A} = R'_x - R_A \quad (3.4.4)$$

б) Алмашлаб-улагич тарҳни (3.4.1 расм)

II ҳолати бўйича уланганда:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U_x}{I_A - I_x} = \frac{I_A}{I_A - I_x} \cdot \frac{R'_x R_A}{R'_x - R_A} \quad (3.4.5)$$

Бу тузатиш микдорлари (тузатма) ҳисобга олиниб, ўлчаш ишлари бир хил шароитда амалга оширилганда иккала тарҳдан олинган ўлчаш натижалари аниқлик даражалари бўйича бир хилдир. Башарти ўлчаш асбобла-

ри кириш қаршиликлари берилган бўлмаса, у ҳолда ўлчашлар маълум хатоликлар билан бажарилади. Бу ҳатто (3.4.3), (3.4.4) ва (3.4.5) ифодалардан ҳам кўриниб турибди.

Алмашлаб-улагич АУ I ҳолатга уланган вақтдаги тарх бўйича ўлчашнинг нисбий хатолиги қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\delta_1 = \frac{R'_x - R_x}{R_x} \cdot 100 = \frac{R_x - (R_x - R_A)}{R_x} \cdot 100 = R_A/R_x \cdot 100. \quad (3.4.6)$$

Алмашлаб-улагич АУ II ҳолатга уланган вақтдаги тарх бўйича ўлчашнинг нисбий хатолиги қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\begin{aligned} \delta_2 &= \frac{R'_x - R_x}{R_x} \cdot 100 \% = \frac{R_x R_v / (R_v + R_x) - R_x}{R_x} \cdot 100 = \\ &= - R_v / (R_x + R_v) \cdot 100 \end{aligned} \quad (3.4.7)$$

Бу (3.4.6) ва (3.4.7) ифодаларга асосан қуйидагиларни айтиш мумкин. 3.4.1-расмда берилган тархда алмашлаб-улагич II ҳолатга уланганда кичкина қаршиликларни, яъни I Ом гача бўлган қаршиликларни ўлчашда қўллаш мақсадга мувофиқ бўлса, 3.4.1-расмда (шунингдек 3.4.2-расмда) берилган тархнинг алмашлаб-улагичи I ҳолатга уланганда эса минглаб Ом бўлган қаршиликларни ўлчашда ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

2. Қаршиликларни битта асбоб билан ўлчаш усули. Ўлчаш асбобларининг қаршиликлари маълум бўлса, у ҳолда берилган қурилма қаршиликларини битта асбоб ёрдамида ҳам ўлчашга йўл қўйилади. Масалан, кучланиш U катталиги жиҳатидан ўзгармас, яъни $U = \text{const}$ бўлганда қаршилик R_x ни битта вольтметр билан ўлчаш мумкин (3.4.3а-расм). Алмашлаб-улагич АУ I ҳолат бўйича уланганда вольтметрнинг кўрсатиши қуйидагича ёзилади:

$$U_1 = I_1 R_v = \frac{U}{R_v} \cdot R_v = U. \quad (3.4.8)$$

Алмашлаб-улагич АУ II ҳолат бўйича уланганда эса вольтметрнинг кўрсатиши қуйидагича ёзилади:

$$U_2 = I_2 R_v = \frac{U \cdot R_v}{R_v + R_x}. \quad (3.4.9)$$

Энди вольтметрнинг иккала ҳолат учун кўрсатган маълумотлари бўйича ўлчаётган қаршилиқ қийматини ҳисоблаб топамиз:

$$R_x = R_n \left(\frac{U_1}{U_2} - 1 \right). \quad (3.4.10)$$

Қаршилиқларни 3.4.3 б- расмда берилган тарх бўйича ўлчганимизда ҳам миллиамперметрни кириш қаршилиғи R_{mA} маълум бўлса, ўлчаётган қаршилиқнинг сон қиймати худди олдингидай, икки ҳолат бўйича ўлчаниб, олинган натижалар бўйича ҳисоблаб аниқланади. Биринчи ўлчашда, яъни алмашлаб-улагич АУ I ҳолат бўйича уланганда миллиамперметрнинг кўрсатиши

$$I_1 = U / (R_n + R_{mA}), \quad (3.4.11)$$

бўлса, иккинчи ўлчашда, яъни алмашлаб-улагич АУ II ҳолат бўйича уланганда миллиамперметрнинг кўрсатиши қуйидагича ёзилади:

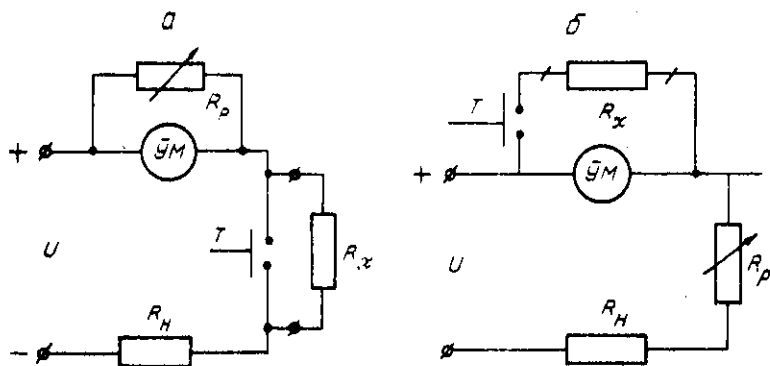
$$I_2 = U / (R_x + R_{mA}). \quad (3.4.12)$$

(3.4.11) ва (3.4.12) ифодалардан қаршилиқ R_x ни аниқлаймиз:

$$R_x = \frac{I_1}{I_2} (R_n + R_{mA}) - R_{mA}. \quad (3.4.13)$$

Борди-ю, намунали қаршилиқ R_n ўрнига қаршилиқлар магазинини олиб унинг ёрдамида қаршилиқ R_n нинг қиймати ўзгартирилиб, I_1 ва I_2 ларнинг ўзаро тенг бўлишларига эришилса ($I_1 = I_2$), яъни иккала ҳолатдаги улаш учун ҳам миллиамперметрнинг бир хил кўрсатиши таъминланса, у ҳолда миллиамперметр қаршилигини билишга ҳожат ҳам қолмайди, чунки $R_x = R_n$ бўлади. Бундай усул ўз навбатида қаршилиқларни ўлчашни анча осонлаштиради.

3. Бевосита ҳисоблаш усули, яъни қаршилиқларни Омметр ва мегомметрлар билан ўлчаш. Омметр ёрдамида бир неча килоомгача бўлган қаршилиқлар ўлчаниб, унда қўлланилган магнитоэлектрик ўлчаш механизми (ЎМ) қаршилиғи ўлчанадиган элемент, яъни резистор билан кетма-кет (3.4.4а- расм) ёки параллел (3.4.4б- расм) уланади.



3.4.4- р а с м. Қаршиликларни бевосита баҳолаш асбоблари билан ўлчаш:

а — омметр билан кетма-кет уланган тарх бўйича ўлчаш; б — омметр билан параллел уланган тарх бўйича ўлчаш.

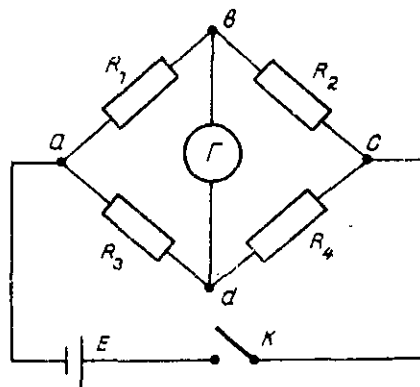
ўлчанадиган резистор R_x билан ўлчаш механизми кетма-кет уланган Омметрларнинг кўрсатиш чегараси, қаршиликни ўлчанадиган резистор R_x билан ўлчаш механизми (ΩМ) параллел уланган Омметрнинг кўрсатиш чегарасига қараганда бирмунча кенгдир. Кетма-кет уланган тархли Омметрларда даражасининг бошланиш киймати Омметр даражасининг ўнг томонида жойлашган. Аммо бу қўрилган тарх ўзига хос камчиликка эга, чунки бу тархда Омметрнинг кўрсатиши таъминлаш манбаи кучланишига ҳам боғлиқ. Шунинг учун ҳам Омметрлар кўпинча магнитоэлектрик логометрли механизмлар билан йиғилади [10] ва бундай асбоблар мегоомметрлар деб аталади. Бундай ҳолларда асбобларни электр энергия билан таъминлаш учун ўзгармас ток тармоғи ёки асбоб ичига жойлаштирилган махсус генераторларидан фойдаланиш мумкин.

Жуда катта қаршиликлар, масалан, то 10^{15} Ом гача бўлган қаршиликлар тўғридан-тўғри тераомметр деб аталадиган электрон асбоблари билан ўлчанади.

4. Қаршиликларни солиштириш усули билан ўлчаш.

Солиштириш асбобларига ўлчаш кўприклари ва потенциометрлар кириб, улар ўзларининг юқори аниқликлари билан бошқа асбоблардан фарқ қилади. Аммо бу асбоблар ҳам камчиликдан холи эмас: ўлчаш ишларини бажараётганда кузатувчи (таджикотчи) томонидан анча кўп хизмат кўрсатиш тақозо этилишдан ташқари, бу ишни амалга ошириш бирмунча мураккаб ҳамдир.

Ўлчаиш кўприги икки қисмаси ac га манба, бошқа икки қисмаси bd га эса ноль кўрсаткич, яъни гальванометр уланган электр занжиридан иборат бўлиб, унинг ёпик тўртбурчак ҳосил қилувчи тўртта R_1 , R_2 , R_3 ва R_4 қаршиликлари ўлчаиш кўпригининг елкалари деб юритилса, манба ва ноль кўрсаткич асбоби уланган қисмлари эса диагоналлار деб аталади. Ўлчанадиган қаршилик R_x ўлчаиш кўпригининг тўртта елкасидан бири бўлиши мумкин, кўпинча $R_1 = R_x$ ни ташкил этади. Ўлчаиш кўпригининг битта ёки иккита елкасидаги қаршиликни ростлаб, ўлчаиш кўпригини мувозанатлаш мумкин, мувозанатлашган ўлчаиш кўпригида эса ноль кўрсаткич асбоби нолни кўрсатади, бу эса ўз навбатида асбоб уланган диагоналда ток йўқ эканлигини билдиради. Ўлчаиш кўприги мувозанатлашганда ўлчанаётган қаршилик R_x катталиги ҳисоблаш йўли билан қолган ва қийматлари маълум бўлган учта қаршилик R_2 , R_3 ва R_4 лардан аниқланади.



3.4.5-расм.
Қаршиликларни ўзгармас
ток ўлчаиш кўприклари
билан ўлчаиш.

Энди ўзгармас ток ўлчаиш кўпригининг ишлаш асосларини кўрамиз. Ўлчаиш кўпригининг асосий тарҳи 3.4.5-расмда берилган бўлиб, ундаги тўртта қаршиликдан биттаси $R_1 = R_x$ ўлчанадиган қаршилик, қолган учтаси R_2 , R_3 ва R_4 ларнинг қаршиликлари маълум бўлиб, улардан жуда бўлмаганда биттаси ростланадиган бўлади. Ўлчаиш кўпригининг bd диагонаliga ноль кўрсаткич асбоби уланади, бу ерда шунинг ҳам айтиш керакки, ўзгармас ток ўлчаиш кўприкларида кўпинча ноль кўрсаткич асбоблари ўрнида магнитозлектрик гальванометр қўлланилади. Ўлчаиш кўпригининг ac диагонаliga эса ток манбаи E уланади.

Гальванометрдаги ток фақат ўлчаш кўприги мувозанатлашганда, яъни карама-қарши елка қаршиликларининг кўпайтмаси ўзаро тенг бўлганда нолга тенгдир:

$$R_x R_4 = R_2 R_3. \quad (3.4.14)$$

Ўлчаш кўпригининг мувозанат шартидан (3.4.14) фойдаланиб, ўлчанадиган қаршилик R_x нинг сон қиймати куйидаги ифода бўйича ҳисобланади:

$$R_x = \frac{R_3}{R_4} R_2. \quad (3.4.15)$$

Бу (3.4.15) ифодага асосан шуни айтиш мумкинки, номаълум бўлган қаршилик R_x ни ўлчаш кўприги билан ўлчаш елка нисбатлари R_3/R_4 ўзгармас бўлганда солиштириш елка қаршилиги R_2 ни ростлаш йўли билан амалга оширилади ёки бўлмаса R_x ни ўлчаш солиштириш елка қаршилиги R_2 ўзгармас бўлганда елка нисбати R_3/R_4 ларни ростлаш йўли билан амалга оширилиши мумкин. Амалда кўпинча ўлчаш кўпригини мувозанатлаштиришнинг иккала усули ҳам ишлатилади.

Ўзгармас ток ўлчаш кўприклари ҳам худди бошқа ўлчаш асбоблари сингари ўлчаш ишларини маълум хатолик билан амалга оширади, унинг нисбий хатолиги куйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\delta_H = \frac{R_{x,y} - R_{x,x}}{R_{x,x}} 100, \quad (3.4.16)$$

бунда $R_{x,y}$ — қаршиликни ўлчанган қиймати;

$R_{x,x}$ — ўлчанадиган қаршиликнинг ҳақиқий қиймати.

Ўзгармас ток ўлчаш кўприкларининг хатоликлари ўлчанадиган қаршиликнинг катта-кичиклигига, яъни чегарасига қараб, 0,005 % дан то 1,5 % гача бўлиши мумкин. Юқорида келтирилган ўлчаш кўприги ёрдамида то 10^{15} Ом гача бўлган қаршиликларни ўлчаш мумкин, лекин ўлчанадиган қаршилик бир Омдан кичик ($R_x < 1$ Ом) ва 10^{12} Ом дан катта ($R_x > 10^{12}$ Ом) бўлганда бу хатоликлар яна катталашади. Шунинг учун ҳам 1 Ом дан кичик бўлган қаршиликларни ўлчаш учун ёки аниқроғи 1 Ом дан то 10^{-8} Ом гача бўлган қаршиликларни ўлчаш учун икки каррали (кўш) ўлчаш кўприклари деб аталувчи махсус ўлчаш кўприклари қўлланилади. Жуда катта қаршиликларни ўлчаш учун, масалан, то 10^{17} Ом гача бўлган қаршиликларни ўлчаш учун эса Е 6—13 А ва Е 6—14 туридаги ва бошқа электрон тераомметрлари қўлланилади.

V. ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Ом ли қаршиликлар қайси усуллар билан ўлчанади?
2. Қандай кўринишдаги қаршилик ўлчашларга бевосита ва билвосита ўлчашлар дейилади?
3. Қаршиликларни ўлчаганда пайдо бўладиган нисбий хатоликлар қайси ифода ёрдамида аниқланади?
4. Нисбий хатоликлар миқдори ўлчанадиган қаршиликнинг катта-кичиклигига боғлиқми?
5. Ўлчанадиган қаршилик $R_x \leq 2 \cdot 10^3$ Ом бўлса, вольтметр амперметрдан олдин уланган бўлса, шунингдек ўлчаш асбобларининг қаршиликлари маълум бўлса, нисбий хатолик δ қайси ифода ёрдамида аниқланади?
6. Қаршилик R_x битта асбоб усули билан ўлчанганда $U_1 = 160$ В, $U_2 = 125$ В ва вольтметрнинг қаршилиги $R_v = 10^4$ Ом ташкил этса, ўлчанган қаршиликнинг сон қиймати канчага тенг бўлади?
7. Омметрнинг қандай афзалликлари ва камчиликлари бор?
8. Электр қаршиликларини ўлчаганда қанақа усуллар қўлланилади?
9. Ўзгармас ток ўлчаш кўприги билан кичкина қаршиликларни ($R_x < 1 \cdot 10^3$ Ом) юқори аниқликда нима учун ўлчаб бўлмайди?
10. Ўлчаш кўпригининг қандай ҳолатига унинг мувозанатлашган ҳолати дейилади?

Адабиётлар [1, 6, 8, 10].

3.5. 5- АМАЛИЙ ИШ

БЕВОСИТА БАҲОЛАШ АСБОБЛАРИ ВА ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЎЛЧАШ КЎПРИКЛАРИ ЁРДАМИДА СИҒИМ, ИНДУКТИВЛИК ВА ЎЗАРО ИНДУКТИВЛИКЛАРНИ ЎЛЧАШ

I. Ишнинг мақсади

Ишнинг асосий мақсади сиғим, индуктивлик ва ўзаро индуктивликларни ўлчаганда қўлланиладиган усуллар ҳамда ўлчаш асбобларининг тузилиши, ишлаш асослари ва амалда улардан фойдаланишга боғлиқ қўлланмалар билан танишишдан иборатдир. Хуллас, ўзгарувчан ток ўлчаш кўприklarининг тузилиши, ишлаш асослари ва ҳар томонламалик (универсаллик) хусусиятлари билан танишиб, белгиланган қоида-тартибга мувофиқ уларни амалда қўллашга эришиш амалий ишдан кўзланган бош мақсад ҳисобланади.

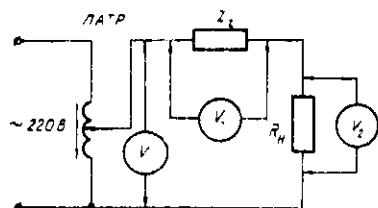
II. Ишни бажариш тартиби

1. Бу ишни бажариш учун зарур электр ўлчаш асбобларини, бошқа жиҳозларни ва таъминлаш манбаларини танлаб олиб, уларнинг техник тавсифларини амалий иш дафтарига ёзиб олинг.

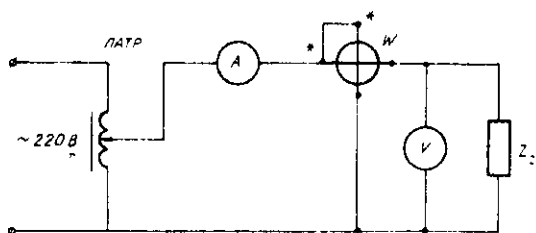
2. Ўзгарувчан ток ўлчаш кўприklarининг ишлаш асослари билан танишинг.

3. 3.5.1- расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва уни ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига

улаб, берилган ғалтак чулғамига ЛАТР ёрдамида кучланишнинг уч хил қийматини бериб ўлчаш ишларини бажаринг. Олинган ўлчаш натижаларини 3.5.1-жадвалга ёзиб қўйинг.

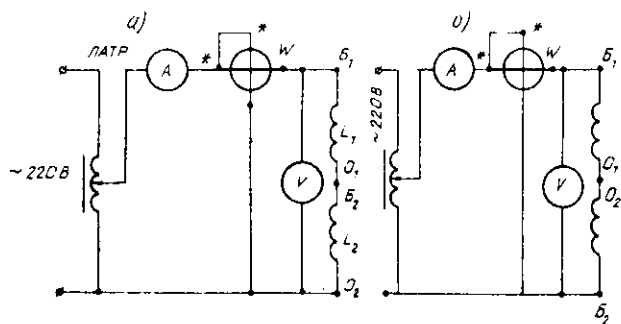


3.5.1-расм. R , X ва Z ларни учта вольтметр усули билан ўлчаш тарҳи.



3.5.2-расм. R , X ва Z ларни амперметр, вольтметр, ва ваттметрлар усули билан ўлчаш тарҳи.

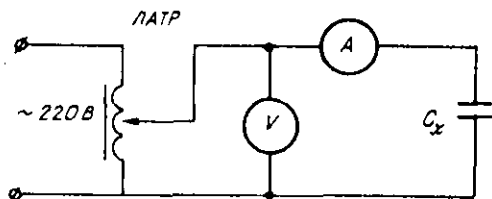
4. 3.5.2-расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва уни ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига улаб ғалтакнинг индуктивлиги ва асиллигини аниқланг, сўнгра олинган ўлчаш натижаларини 3.5.2-жадвалга ёзиб қўйинг.



3.5.3-расм. Ўзаро индуктивликни билвосита ўлчаш электр тарҳи:
а) кўк улангандан тарҳ; б) қарам қарши улангандан тарҳ.

5. 3.5.3-расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва уни ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига

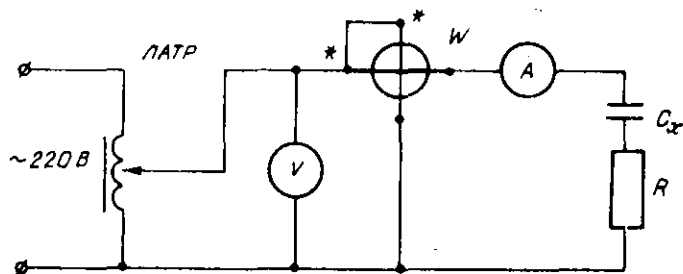
улаб, икки галтакнинг ўзаро индуктивлиги $M_{1,2}$ ни ўлчанг. Олдин уларни кетма-кет ва мос ҳолда улаб (3.5.3а- расм), сўнг кетма-кет ва қарама-қарши ҳолда улаб (3.5.3б- расм) ўлчаш ишларини бажаринг. Олинган ўлчаш натижаларини 3.5.3-жадвалга ёзинг.



3.5.4- р а с м. Конденсатор ситимини амперметр ва вольтметр усулида билвосита ўлчаш тархи.

6. 3.5.4- расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва уни ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига улаб, ЛАТР ёрдамида кучланишнинг уч марта ўзгартириб ўлчаш ишларини бажаринг. Олинган ўлчаш натижаларини 3.5.4- жадвалга ёзинг.

7. 3.5.5- расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва уни ўқитувчи текшириб бергандан кейин таъминлаш манбаига улаб, ўлчаш ишларини кучланишнинг уч хил қиймати бўйича бажаринг. Олинган ўлчаш натижаларини 3.5.5- жадвалга ёзинг.



3.5.5- р а с м. Конденсатор ситимини амперметр, вольтметр, ва ваттметр усулида билвосита ўлчаш тархи.

8. Берилган R , L ва C ларни ўзгарувчан ток ўлчаш кўприги билан ўлчанг. Шу R , L ва C ларни ўлчаган ўлчаш кўприги ёрдамида галтакларнинг ўзароиндуктивлиги ҳам- да галтакнинг асиллигини, берилган конденсаторларнинг диэлектрик исрофининг тангенс бурчагини ўлчанг.

Ўзгарувчан ток ўлчаш кўприги ёрдамида ўлчаш ишлари олиб бориш учун иш бошлашдан олдин ва ишни бажараётган вақтда унинг қўлланмасидан албатта фойдаланиш керак. Олинган ўлчаш натижаларини 3.5.6- жадвалга ёзинг

9. 3.5.1 ÷ 3.5.5- жадвалларида берилган ва 3 ÷ 8 модда тажриба натижаларига асосан ўлчанаётган катталик қийматларини ҳисоблаш йўли билан аниқланг ва уларни мос ҳолда шу 3.5.1 ÷ 3.5.5- жадвалларига ёзинг.

10. Амалий иши бўйича олинган натижаларни таҳлил қилиб, конденсаторнинг сизими, ғалтакларнинг индуктивлиги ва ўзаро индуктивликларини ўлчаш усуллариининг афзаллик ҳамда камчиликлари борасида ўз фикрингизни қисқача билдиринг.

3.5.1- жадвал

Учта вольтметр усули билан R_F , X_F , Z_F ва L_F ларни ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари				Ҳисоблаш натижалари				
	R_F	U_1	U_2	U_3	$\cos \varphi_F$	Z_F	R_F	X_F	L_F
	Ом	В	В	В		Ом	Ом	Ом	Гн
1									
2									
3									

3.5.2- жадвал

Амперметр, вольтметр ва ваттметр усулида R_F , X_F , Z_F ва L_F ларни ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари				
	U_V	I_A	P_W	Z_F	P_F	X_F	L_F	Q
	В	А	Вт	Ом	Ом	Ом	Гн	
1								
2								
3								
X ўр.								

3.5.3- жадвал

Ғалтакларнинг ўзаро индуктивликларини ўлчаш

Ғалтв қисмларини улаш	Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари		
		U_V	I_A	P_W	$X_{мос}$	$X_{к-к}$	M_{12}
		В	А	Вт	Ом	Ом	Гн
Мос ҳолда улаш	1 2 3						
$X_{ср}$ Қарама-қарши улаш	1 2 3						

$X_{ср}$

Амперметр ва вольтметр усули билан сифимни ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари		Ҳисоблаш натижалари	
	U_v	I_A	C_v	$C_{\text{х.ўр}}$
	В	А	мкф	мкф
1				
2				
3				

Амперметр, вольтметр ва ваттметр усули билан сифимларни ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари			
	U_v	I_A	P_w	Z	R	X_c	C
	В	А	Вт	Ом	Ом	Ом	мкф
1							
2							
3							
$X_{\text{ўр.}}$							

Ўзгарувчан ток ўлчаш кўприги билан R , L , C , Q , $M_{1,2}$ ва $\text{tg } \delta$ ларни ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари					
	R	L	C	Q	$M_{1,2}$	$\text{tg } \delta$
	Ом	Гн	мкф		Гн	
1						
2						
3						
$X_{\text{ўр.}}$						

III. Ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

1. Учита вольтметр усули билан берилган ғалтакнинг параметрларини ўлчаш 3.5.1-расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва уни ўқитувчи текшириб бергандан кейин 220 В кучланишга эга ўзгарувчан ток манбаига уланг, ЛАТР ёрдамида таъминлаш кучланишни ростлаб электр занжирига шу кучланишнинг уч хил қийматини U_1 , U_2 ва U_3 ларни навбатма-навбат бериб, ўлчаш ишларини бажаринг. Мана шу ўлчаш вақтида олинган маълумотлар бўйича ҳисоблаш йўли билан текшириладиган ғалтакнинг параметрлари аниқланади.

2. Амперметр, вольтметр ва ваттметр усули билан галтакнинг параметрларини ўлчаш. 3.5.2- расмда берилган электр тарҳини, 3.5.1- расмдаги тарҳда ишлатилган галтакни қўллаб йиғинг ва уни ўқитувчи текшириб бергандан кейин кучланиши 220 В га тенг ўзгарувчан ток манбаига уланг. Шундан кейин ЛАТР ёрдамида тарҳга бериладиган кучланиш 3 ёки ундан ортиқ марта ўзгартирилиб, ўлчаш асбобларининг бир неча кўрсатиши ёзиб олинади. Мана шу ёзиб олинган маълумотлар бўйича берилган галтакнинг параметрлари аниқланади.

3. Икки галтакнинг ўзаро индуктивлигини билвосита усул билан ўлчаш. Бунинг учун 3.5.3а- расмда берилган электр тарҳи йиғилади. Бу тарҳ галтаклари ўзаро кетма-кет ва мос ҳолда уланиб, тарҳ ўқитувчи томонидан текшириб берилгандан кейин кучланиши 220 В бўлган ўзгарувчан ток манбаига уланади. Шундан кейин ЛАТР ёрдамида кучланиш ўзгартирилиб, унинг бир неча (3 ёки ундан ортиқ) қийматларида ҳамма ўлчаш асбоблари кўрсатган қийматлар ёзиб олинади. Бу йиғилган тарҳ бўйича ўлчаш ишлари тугагач, тарҳ манбадан узилиб, галтаклар 3.5.3б- расмда берилган тарҳ бўйича бир-бири билан кетма-кет ва қарама-қарши қилиб уланиб, ўқитувчи яна текшириб бергандан кейин, кучланиш манбаига уланиб, кучланишнинг олдинги - 3.5.3а- расмдаги тарҳ бўйича берилган қийматлари бу тарҳга ҳам такроран берилиб, жамики ўлчаш асбобларининг кўрсатган қийматлари ёзиб олинади. Мана шу ёзиб олинган қийматлардан фойдаланиб ҳисоблаш йўли билан галтакларнинг ўзаро индуктивлиги аниқланади.

4. Амперметр ва вольтметр усули билан сифимларни ўлчаш. Бу ишни амалга ошириш учун 5.4- расмда берилган тарҳ йиғилади ва ўқитувчи текшириб бергандан кейин кучланиши 220 В бўлган ўзгарувчан ток манбаига уланади. Шундан кейин ЛАТР ёрдамида кучланиш ўзгартирилиб, унинг учта қиймати бўйича ўлчаш ишлари олиб борилади, ўлчаш давомида олинган маълумотлар жадвалга ёзиб қўйилади. Мана шу маълумотларга мувофиқ, ҳисоблаш йўли билан ўлчанаётган конденсатор сифимининг қиймати аниқланади.

5. Амперметр, вольтметр ва ваттметр усули билан сифимларни ўлчаш. Бу усулда сифимларни ўлчаш учун 3.5.5- расмда берилган электр тарҳини йиғиб, ўқитувчи текшириб бергандан кейин кучланиши 220 В бўлган, ўзгарувчан ток манбаига уланиб, ЛАТР ёрдамида кучланишнинг қийматлари ўзгартирилиб, унинг уч хил қиймати-

да ўлчаш ишлари олиб борилади. Кўчланишнинг учала киймати учун олинган натижалар 3.5.5-жадвалга ёзилади.

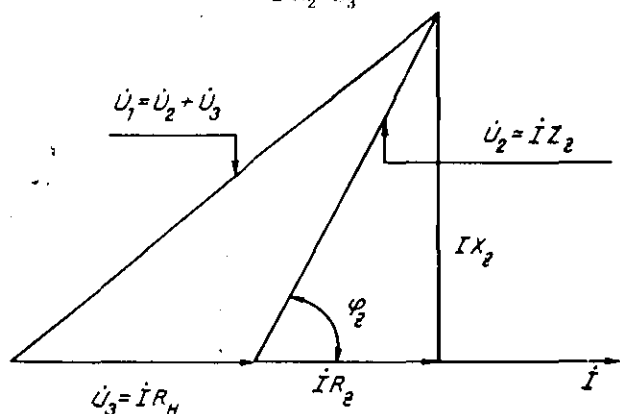
6. Амалий ишнинг 8-моддасини бажаришдан олдин берилган ўзгарувчан ток ўлчаш кўприги учун мўлжалланган қўлланма билан танишиб, ишни бажариш вақтида ҳам ана шу қўлланмадан фойдаланиш керак.

IV. Ўлчовишнослик назариясидан ўзгарувчан ток электр занжир параметрларини ўлчаш бўйича асосий маълумотлар

Ўзгарувчан ток электр занжирларини текширганда кўпинча электр занжир параметрларини кўздан кечиришга тўғри келади. Бу параметрларга фаол қаршилик, реактив қаршилик, тўла қаршилик, индуктивлик, сигим ва ўзаро индуктивликлар кирази. Бу параметрлар бевосита ва билвосита кийматларни баҳолаш, аниқлаш ҳамда солиштириш асбоблари ёрдамида ўлчанади. Бу параметрларни ўлчаш учун амалда ҳар хил кўринишдаги тархлар қўлланилади. Шулардан, яъни юқорида қайд этилган параметрларни ўлчай оладиган тархлардан баъзиларини кўриб чиқамиз.

1. Учта вольтметр усули билан ғалтак параметрларини ўлчаш. Бу усул ёрдамида берилган ғалтакнинг (3.5.1-расм) бизга керакли бўлган ҳамма параметрларни аниқлаш мумкин. Берилган тарх учун 3.5.6-расмда берилган вектор диаграммаси бўйича қуйидагиларни ёзишимиз мумкин:

$$\cos \varphi_2 = \frac{U_1^2 - U_2^2 - U_3^2}{2 U_2 \cdot U_3} \quad (3.5.1)$$



3.5.6-расм. 3.5.1-расмдаги тархнинг вектор диаграммаси.

Бу аниқланган $\cos \varphi$ ва маълум бўлган намунали R_H қаршилиқлар ёрдамида аниқланиши зарур ҳисобланган параметрлар куйидаги ифодалар кўмагида топилади:

$$I = U_3 / R_H; \quad (3.5.2)$$

$$Z_r = U_2 / I = \frac{U_2}{U_3} \cdot R_H; \quad (3.5.3)$$

$$R_r = Z_r \cos \varphi; \quad (3.5.4)$$

$$X_r = \sqrt{Z_r^2 - R_r^2}. \quad (3.5.5)$$

Таъминлаш кучланиши давр тезлиги f маълум деб, $X_r = \omega L_r$ тенгликдан ғалтакнинг индуктивлигини аниқлаймиз:

$$L_r = \frac{X_r}{\omega} = \frac{X_r}{2\pi f}. \quad (3.5.6)$$

(3.5.5) ва (3.5.6) ифодалардан ғалтакнинг асиллигини аниқлаймиз:

$$Q = X_r / R_r \quad (3.5.7)$$

Шу юкорида ёзилганларга монанд равишда учта амперметр усули билан ҳам ўзгарувчан ток занжир параметрларини аниқлаш мумкин.

2. Амперметр, вольтметр ва ваттметр усули билан ғалтак параметрларини ўлчаш. Бу усул корхоналарда, ишлаб чиқариш шароитларида ўзгарувчан ток занжири параметрларини аниқлашда кўплаб қўлланади. Бу усулда аниқланиши зарур ҳисобланган параметрлар амперметр, вольтметр ва ваттметрларнинг кўрсатиши бўйича ҳисоблаб топилади. Бунинг учун олдин ғалтакнинг тўла қаршилиги аниқланади:

$$Z_r = U_v / I_A. \quad (3.5.8)$$

Ундан кейин ғалтакнинг фаол қаршилиги аниқланади:

$$R_r = P_w / I_A^2. \quad (3.5.9)$$

(3.5.8) ва (3.5.9) ифодалардан $\cos \varphi$ аниқланади:

$$\cos \varphi = R_r / Z_r = \frac{P_w}{U_v I_A}. \quad (3.5.10)$$

¹ f – «ғалтак»нинг қисқартirilган шакли.

Қаҳонки Z , ва R , маълум бўлгандан кейин осонлик билан ғалтакнинг индуктив қаршилиғи аниқланади:

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}. \quad (3.5.11)$$

Энди таъминлаш қуқланишининг давр тезлиғи f ни маълум деб $X_L = \omega L_L = 2\pi f L_L$ тенгликдан ғалтакнинг индуктивлиғини аниқлаймиз;

$$L_L = X_L / \omega = X_L / (2\pi f). \quad (3.5.12)$$

ғалтакнинг фаол R_L ва индуктив X_L қаршилиқлари маълум бўлгандан кейин жуда осонлик билан ғалтакнинг асиллиғи аниқланади:

$$Q = X_L / R_L. \quad (3.5.13)$$

Бу усулларда бажарилган ўлчаш натижаларининг аниқлиғи асосан ўлчаш учун қўлланилган асбобларнинг аниқлиғи ва уларнинг кириш қаршилиқларига боғлиқ.

3. Икки ғалтакнинг ўзаро индуктивлиғини ўлчаш. Икки ғалтакнинг ўзаро индуктивлиғи $M_{1,2}$ ни амперметр, вольтметр ва ваттметр ёрдамида ўлчаш мумкин. Бунинг учун икки хил тажриба ўтказилади. Улардан бирида ғалтакларнинг чулғамлари ўзаро мос ҳолда уланиб (3.5.3а- расм), ҳосил қилинган электр занжиридаги ток, қуқланиш ва қувватлар ўлчанади; иккинчи тажрибада эса ғалтак чулғамлари ўзаро қарама-қарши уланиб (3.5.3б- расм), ҳосил қилинган электр занжирларидаги ток, қуқланиш ва қувватлар ўлчанади. Бу тажриба натижаларидан ҳисоблаш йўли билан ўлчашимиз керак бўлган ўзаро индуктивлик $M_{1,2}$ нинг қиймати аниқланади. Бунинг учун аввал ғалтак чулғамларининг мос уланган ҳолати учун индуктив қаршилиқни аниқлаймиз:

$$X_{L_{\text{мос}}} = \sqrt{\left(\frac{U_{V_{\text{мос}}}}{I_{A_{\text{мос}}}}\right)^2 - \left(\frac{P_{W_{\text{мос}}}}{I_{A_{\text{мос}}}^2}\right)^2}. \quad (3.5.14)$$

ундан кейин қарама-қарши уланган ҳолати учун индуктив қаршилиқни топамиз:

$$X_{L_{\text{к-к}}} = \sqrt{\left(\frac{U_{V_{\text{к-к}}}}{I_{A_{\text{к-к}}}}\right)^2 - \left(\frac{P_{W_{\text{к-к}}}}{I_{A_{\text{к-к}}}^2}\right)^2}. \quad (3.5.15)$$

Қаҳонки ғалтак чулғамлари мос улангандаги $X_{L_{\text{мос}}}$ ва қарама-қарши улангандаги $X_{L_{\text{к-к}}}$ индуктив қаршилиқлари

маълум бўлса, галтакларнинг ўзаро индуктивлиги қуйидаги ифода ёрдамида ҳисоблаш йўли билан аниқланади:

$$M_{1,2} = \frac{X_{г.мос} - X_{г.к.к}}{4\omega} \quad (3.5.16)$$

Бу ифодани (3.5.14) ва (3.5.15) ифодаларни ҳамда $\omega = 2\pi f$ эканлигини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\begin{aligned} M_{1,2} &= \frac{1}{8\pi f} \left[\sqrt{\left(\frac{U_{г.мос}}{I_{А.мос}} \right)^2 - \left(\frac{P_{г.мос}}{I_{А.мос}^2} \right)^2} - \right. \\ &\quad \left. - \sqrt{\left(\frac{U_{г.к.к}}{I_{А.к.к}} \right)^2 - \left(\frac{P_{г.к.к}}{I_{А.к.к}^2} \right)^2} \right] = \\ &= \frac{1}{8\pi f} \left(\sqrt{Z_{г.мос}^2 - R_{г.мос}^2} - \sqrt{Z_{г.к.к}^2 - R_{г.к.к}^2} \right), \quad (3.5.17) \end{aligned}$$

бунда $Z_{г.мос}$ ва $Z_{г.к.к}$ — мос ҳолда чулғамлари ўзаро мос ва қарама-қарши уланган галтакларнинг тўла қаршиликлари;

$R_{г.мос}$ ва $R_{г.к.к}$ — чулғамлари ўзаро мос ва қарама-қарши уланган галтакларнинг фаол қаршиликлари.

4. Сигимларни ўлчаш. Сигимларни билвосита усулида ўлчаш тархларидан икки тури 3.5.4 ва 3.5.5-расмларда берилган. Борди-ю сигимни билвосита усулида 3.5.4-расмда берилган тарх бўйича ўлчайдиган бўлсак, у ҳолда конденсатордаги фаол исрофни ҳисобга олмай сигим қийматини амперметр ва вольтметрлар кўрсатган қийматлар бўйича қуйидаги ифода ёрдамида ҳисоблаб аниқлаш мумкин:

$$C_x = \frac{I_A}{\omega U_A} \quad (3.5.18)$$

Конденсаторнинг сигими ва унинг диэлектрик исрофини амперметр, вольтметр ҳамда ваттметрлар кўрсатган қийматлари бўйича ҳисоблаш йўли билан аниқлаш мумкин. Бунинг учун 3.5.5-расмда берилган тархдан фойдаланилади. Бу ҳолда конденсаторнинг сигими қуйидаги қаршилиқлар орқали аниқланади:

Тўла қаршилиқ:

$$Z_c = U_{\text{с}} / I_{\text{Ас}} \quad (3.5.19)$$

Фаол қаршилик:

$$R = P_{w.c.} / I_{A.c.}^2 \quad (3.5.20)$$

Бу (3.5.19) ва (3.5.20) тенгламалардан сисгим қаршиликларини аниқлаймиз:

$$X_c = \sqrt{Z_c^2 - R^2} = \sqrt{\left(\frac{U_{v.c.}}{I_{A.c.}}\right)^2 - \left(\frac{P_{w.c.}}{I_{A.c.}^2}\right)^2} \quad (3.5.21)$$

Борди-ю, таъминлаш қучланишининг давртезлиги маълум бўлса, у ҳолда X_c куйидаги кўринишда ёзилади:

$$X_c = \frac{1}{\omega C_x} = \frac{1}{2\pi f C_x} \quad (3.5.22)$$

Энди (3.5.21) ва (3.5.22) тенгламаларни биргаликда ечиб конденсатор сисгимини аниқлаймиз:

$$C_x = \frac{1}{\omega \sqrt{Z_c^2 - R^2}} = \frac{I_{A.c.}^2}{2\pi f \sqrt{U_{v.c.}^2 I_{A.c.}^2 - P_{w.c.}^2}} \quad (3.5.23)$$

Конденсаторнинг диэлектрик исрофи $P_{w.c.d.}$ ($C_x = C$ эканлигини ҳисобга олган ҳолда) куйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$P_{w.c.d.} = I_{A.c.} U_{v.c.} \cos \phi = I_{A.c.}^2 \frac{1}{\omega C} \operatorname{tg} \delta_x \quad (3.5.24)$$

бунда:

$$\operatorname{tg} \delta_x = \frac{P_{w.c.d.}}{I_{A.c.}^2 \frac{1}{\omega C}} = \frac{\omega C P_{w.c.d.}}{I_{A.c.}^2} \quad (3.5.25)$$

Конденсаторнинг сисгими ва диэлектрик исрофи билвосита ўлчаш усули билан ўлчаганда ўлчаш ншлари юкори бўлмаган аниқликларда амалга оширилади, яъни ўлчаш ншлари бу усулда олиб борилганда талаб қилинган даражада аниқликка эришиб бўлмайди.

Ўзгарувчан электр занжир параметрлари анча юкори аниқлик билан ншлайдиган солиштириш ва бевосита баҳолаш асбоблари ёрдамида ўлчанади.

V. ТЕКНИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Ўзгарувчан ток электр занжир параметрлари қандай усуллар билан ўлчанади?

2. Ғалтакнинг индуктивлигини ўлчаганда нима учун электр занжирига ваттметр улангани?

3. Ғалтакнинг индуктивлиги ва ўзаро индуктивликларини ўлчаётганда нима учун ғалтакларнинг актив қаршиликлари аниқланади?

4. Ғалтак индуктивлигини ўлчаётганда вольтметр усули билан ўлчаётганда бу ўлчашларга қандай хатолик манбалари таъсир қилади?

5. Ғалтакнинг индуктивлигини амперметр, вольтметр ва ваттметр усули билан ўлчаганда бу ўлчашларга таъсир қиладиган хатоликларнинг асосий манбаларини айтинг.

6. Ғалтак чулғамлари ўзаро мос ва қарама-қарши уланганда уларнинг индуктив қаршиликлари қандай ифодалар билан аниқланади?

7. Бир ғалтакни ўзгармас ток занжирига улаганда амперметр $I_A = 1,5$ А, вольтметр $U_L = 45$ В ларни кўрсатган бўлса, шу ғалтакни частотаси $f = 50$ Гц бўлган ўзгарувчан ток занжирига улаганимизда амперметр $I_A = 3,1429$ А, вольтметр эса $U_L = 220$ В ларни кўрсатган. Мана шу асбобларни кўрсатишларига қараб ғалтакнинг индуктивлигини аниқланг.

8. Конденсатор сизимини ўлчайдиган усуллари айтинг.

9. Конденсаторнинг диэлектрик сифофи қандай усуллар билан ўлчанади?

10. Ўзгарувчан ток занжирларининг қайси параметрлари ўзгарувчан ток ўлчаш кўприклари ёрдамида ўлчанади?

Адабиётлар. [1, 6, 8, 10].

3.6.6- АМАЛИЙ ИШ

ЭЛЕКТРОН НУРЛИ ОСЦИЛЛОГРАФЛАРИНИ ЎРГАНИШ ВА ЎЛЧАШ ИШЛАРИДА УЛАРНИ ҚЎЛЛАШ

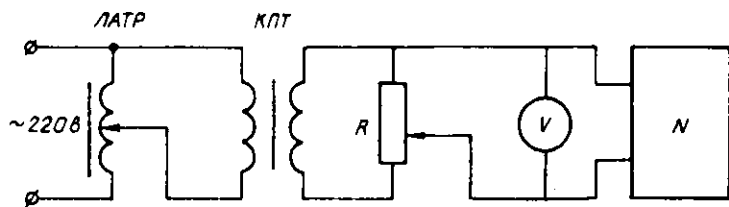
1. Ишнинг мақсади

Бу амалий ишни қилишдан мақсад электрон нур осциллографи (ЭНО)нинг тузилиш ва ишлаш асосларини, шунингдек уни ўлчаш ишларида амалда қўллаш усуллари-ни ўрганишдан иборатдир.

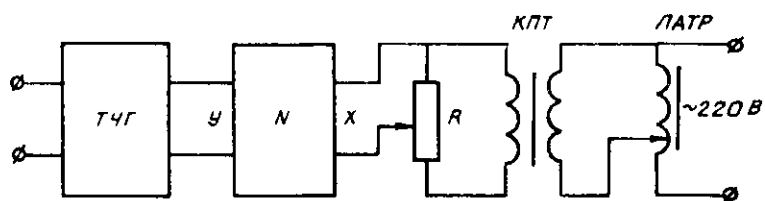
II. Ишни бажариш тартиби

1. Электрон нур осциллографининг тузилиши ва ишлаш асослари билан танишиб, унинг олд томонига жойлашган ҳар бир бошқариш ҳамда узиб-улаш учун мўлжалланган қисмларининг ишлаш ва уларни ишлатиш йўллари-ни билиб олинг.

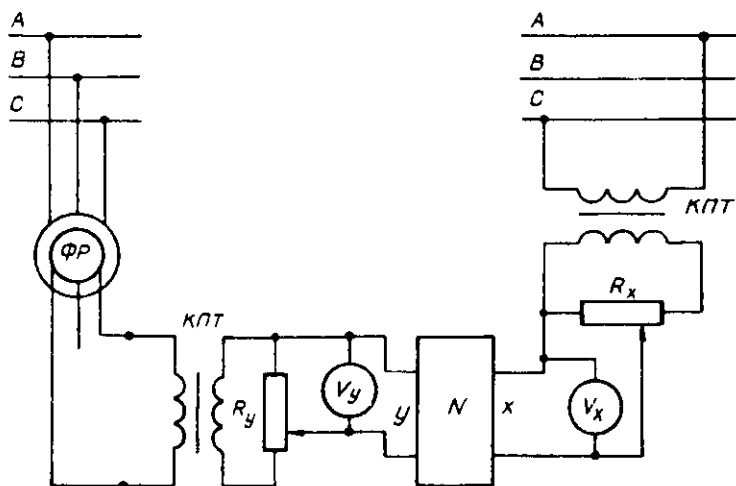
Башарти, текинрилувчи кучланиш сиз тажрибада ишлатаётган осциллографнинг кириш қисмига бериладиган кучланиш миқдоридан катта бўлса, кучланиш бўлгичлар ёрдамида уни зарур даражагача камайтиришни унутманг. Айниқса осциллограф билан ишлаганда техника хавфсизлигини таъминлаш мақсадида асбобнинг кириш қисмига бериладиган катта кучланишлар ишораларни кучланишни пасайтирувчи трансформаторлар КПТ (3.6.1, 3.6.2 ва 3.6.3- расмларга қаранг) орқали беришни унутманг.



3.6.1-р а с м. ЭНО нинг селувчанлигини аниклаш тархи.



3.6.2-р а с м. Лиссажу шакли бўйича давртезликларни аниклаш тархи.



3.6.3-р а с м. Фаза силжиш кинематики аниклаш тархи.

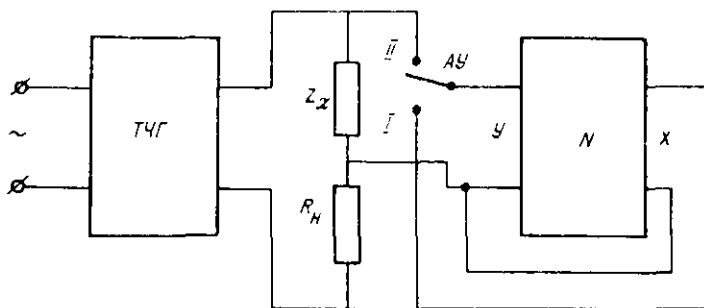
2. Бу ишда қўлланиладиган ЭНО ва бошқа ҳамма асбоб-ускуналарнинг техник маълумотларини амалий ишн дафтарингизга ёзиб қўйинг.

3. Электрон нур осциллографи — ЭНО ни ишга тайёрланг. Бу ишни бажариш учун берилган услубий кўрсатманинг 1- бандига амал қилинг.

4. Ҳрганилаётган ЭНО нинг сезувчанлигини тажриба йўли билан аниқланг. Бу ишни бажариш учун 3.6.1- расм- да берилган тархни йиғиб, ўқитувчи текшириб бергани- дан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, ўлчаш ишларини бажарасиз, олинган натижаларни эса 3.6.1- жадвалга ёзиб қўйинг. Бу ўлчаш натижалари бўйича ЭНОнинг $S_u = f_1(n_u)$ ва $S_x = f_2(n_x)$ эгри чизикларини курунг, бунда n_u ва n_x — қучайтиришни ростловчи ростлагич туткичининг ҳолатини билдиради.

5. Лиссажу шакли бўйича берилган электр занжирида- ги ўзгарувчан токнинг давртезлигини аниқланг. Бу ишни бажариш учун 3.6.2- расмда берилган тархни йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейин уни таъминлаш манбаига улаб, ўлчаш ишларини бажаринг. Ўлчаш вақтида олинган маълумотларни 3.6.2- жадвалга ёзиб қўйинг.

6. ЭНО ни қўлаб электр занжиридаги фаза силжиши- ни аниқланг. Бу ишни бажариш учун 3.6.3- расмда берилган тархни йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, ўлчаш ишлари- ни бажаринг ва олинган натижаларни 3.6.3- жадвалга ёзинг.



3.6.4- расм. ЭНО ёрдамида электр занжир параметрларини аниқлаш тархи.

7. ЭНО ёрдамида электр занжирининг Z , R , X ва L параметрларини аниқланг. Бу параметрларни аниқлаш

учун 3.6.4- расмда берилган тархни йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, ўлчаш ишларини бажаринг. Ўлчаш вақтида олинган маълумотларни 3.6.4- жадвалига ёзинг.

8. Амалий ишнинг 4, 5, 6 ва 7- моддаларида олинган маълумотлар бўйича тегишли ҳисоблаш ишларини бажаринг ва олинган натижаларнинг ҳар қайсисини ўзига тегишли жадвалига ёзинг.

9. Бу амалий иши бўйича амалга оширилган тажриба ва ҳисоблаш ишларини таҳлил қилиб, ЭНО нинг камчилик ҳамда афзалликларини, унинг ўлчаш техникасидаги аҳамияти тўғрисида ўз фикрингизни қисқача баён этинг.

3.6.1- ж а д в а л

ЭНО нинг сезувчанлигини аниқлаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари		
	қучайтарин тузилишнинг ҳолати		экрандаги белкининг узунлиги	кириш кучларини, В		сезувчанлик, мм/В
	n_y	a_x	h , мм	U_2	U_1	$S_y = \frac{h_y}{2 \sqrt{2} U_1}$

3.6.2- ж а д в а л

ЭНО ёрдамида ўзгарувчан ток давртезлигини аниқлаш

Тартиб рақами	Берилган		Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари $f = \frac{n_x}{n_y} f_H$, Гц
	намунали дээр тегалик f_H , Гц	нисбат h_x/h_y	лиссажу шаклининг кўриниши	n_x	n_y	
1		1/1				
2		2/1				
3		3/1				
4		4/1				

Фаза снajiш қиймaтлaрини aннклaш

Тaриб рaқaм	Улaш нaтижaлaри					Хисoблaш нaтижaлaри			
	вoльтмeтpлaрини л кyрсaтмaни		жoрaндaги ўлчoвлaрини нaтижaмaлaри						
	U_0	U_1	U_2	b	a	x_2/b_2	b/a	$\sin \varphi$	φ
	B	B	мм	мм	мм				рад
1									
2									
3									

Электр занжир параметрларини аниқлаш

Тaриб рaқaм	Бeрилгaн		Улaш нaтижaлaри				Хисoблaш нaтижaлaри (ўртaчa қиймaт бўйичa)									
	дaвp қaриш-тeзлик		AУ 1-хoлaтдa		AУ 2-хoлaтдa											
	f	R_H	n_1	n_2	u_1	u_2	a	b	U_0	U_1	I	φ	Z_1	R_1	L_1	
	Гц	Ом	мм	мм	мм	мм	мм	мм	B	B	A	рад.	Ом	Ом	Ги	
1																
2																
3																

III. Ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

Бу амалий ишни бошлашдан олдин ижодхонада бор бўлган қўлланма ва маълумотномалардан ЭНО нинг ишлари асослари, бошқариш, ростлаш ва созлаш қурилмалари жойлашган қисмлари ҳамда уларни ишлатиш йўллари билан пухта танишиб чиқиш керак.

1. ЭНО ни ишга тайёрлаш.

а) ЭНО кутисининг орқа томонида жойлашган ва осциллографни кучланиш манбаига улаш учун мўлжалланган қисмининг алмашлаб-улагични тармоқ кучланишига мос келадиган кучланиш ҳолатига келтиринг.

б) Бошқариш туткичларини бураб қуйидаги ҳолатларга қўйинг: равшанлик ростлагичини — ўнг томонига охиригача буранг; фокуслаш ростлагичини ўрта ҳолатга қўйинг; У ўқи бўйича кучайтирувчи кучайтиргич ростлагичини ноль ҳолатига қўйинг; Х ўқи бўйича кучайтирувчи кучайтиргич ростлагичини 2 ёки 3 бўлинимасига тўғрилаб қўйинг; ёйилма чегараларининг қайта улагичини 30—130 сонларига тўғрилаб қўйинг; «Тармоқ» ва «Нур» («Сеть» ва «Луч») ёзувли узиб-улагичларни ишдан ташқари ҳолатга (паст томонга босиб, ўчган ҳолатга) тўғрилаб қўйинг.

в) Махсус, алохидалаштирилган эгилувчан сим (шнур) ёрдамида ЭНО ни электр тармоғига уланг. «Тармоқ» («Сеть») деб ёзилган узиб-улагични иш ҳолатига тўғрилаб, яъни узиб-улагичнинг туткичини юқорига кўтариб, уни уланган ҳолатга қўйинг. Бунда ЭНОнинг ишора чирокчаси ёниши керак. ЭНОнинг ички қисмлари 2—3 дақиқа вақт орасида қизигандан кейин «Нур» («Луч») деб ёзилган узиб-улагични иш ҳолатига тўғрилаб қўясиз. Шунда осциллографда ҳамма нарсa жойида бўлса, унинг экранида йўгон ва равшан чизик пайдо бўлади. Борди-ю осциллограф экранида бундай чизиклар бўлмаса, бундай ҳоллар нурнинг ЭНО экранидан маълум даражада огганида содир бўлади, бу нурни керакли ҳолатга келтириш учун «У ўқи» («Ось У») деб ёзилган бошқариш қисмининг туткичини энг чекка ҳолатидан, бошлаб секин у ёки бу томонга 20—30° га буранг. Шу билан бир вақтда «Х ўқи» («ось Х») бошқариш қисмининг туткичини секин ва охиригача бураб боринг. Шундай йўл билан экранда нур пайдо қилинади.

г) «Равшанлик» («Яркость») ва «фокус» сўзлари ёзилган ростлаш элементларининг туткичлари ёрдамида экрандаги чизикнинг йўгонлиги ва равшанлиги керакли даражада ростланади.

д) Энди: «Текшириш ишораси» («Контрольный сигнал») қисмасини алохидаланган симлар ёрдамида У ўқи (тик) бўйича кучайтиргич У нинг кириш қисмаларини уланг. «Сусайтириш» («Ослабление») сўзи ёзилган узиб-улагични 1:1 ҳолатга тўғрилаб қўйинг. У ва Х ўқлари бўйича кучайтирувчи кучайтиргичларининг ростловчи туткичалари ёрдамида У ва Х ўқлари бўйича тасвири зарур қийматигача ўзгартиринг.

е) «Мослаштириш» («Синхронизация») сўзи ёзилган узиб-улагични «тармоқдан» («от сети») ёки «ички» («внутр») сўзи ёзилган томонга тўғрилаб бураб қўйинг. Мослаш тебраниш кенглигини ростлаш қисмининг туткичини 3 - 4 бўлинмага тўғрилаб қўйиб, ёйилма чегараларини кетма-кет улаб ва секин бир текисда ёйилма давртезлигини ўзгартириб экранда ҳаракат қилмайдиган синусоида тасвирга эга бўлишга эришинг.

Шундай қилиб, текшириш ишораси бўйича экранда олинган синусоида тасвир бўйича ЭНО нинг экрандаги тасвирининг сифати ва осциллографнинг алохида бошқариш қисмларининг мўътадил ишлаши текширилади. Борди-ю ЭНО нинг ҳамма бошқариш ва ростлаш қисмлари қоникарли даражада ишлаётган бўлса, у ҳолда осциллограф ўлчаши ишларини бажариш учун тайёр ҳисобланади. Шундан кейин амалий ишнинг кейинги моддасини бажаришга киришиш мумкин.

2. ЭНОнинг сезувчанлигини тажриба йўли билан аниқлаш. ЭНО нинг сезувчанлиги 6.1- расмда берилган тарҳ ёрдамида аниқланади. Шунинг учун бу тарҳ йиғилиб ўқитувчи томонидан текширилиб берилгандан кейин У ўқи бўйича кучайтирувчи кучайтиргичнинг кириш қисмига саноат давртезлигига эга бўлган ва қиймати электрон вольтметри ёрдамида аниқланадиган қучланиш берилади. Шундан сўнг осциллографнинг «сусайтириш» сўзи ёзилган узиб-улагичини бураб, 1:100 ҳолатга тўғрилаб қўйиб, У ўқи бўйича кучайтирувчи кучайтиргич, яъни тик чизик (вертикал) канали бўйича кучайтирувчи кучайтиргич ростлагичи туткичини бураб 1 ҳолатга тўғрилаб қўйиш керак, лекин бу вақтда ётиқ чизик (горизонтал) канали бўйича кучайтирувчи кучайтиргич ростлагичи туткичи 0 ҳолатда бўлиши лозим, бу вақтда экранда ЛАТР орқали берилган кириш қучланишининг иккиланган тебраниш кенглигининг тасвири вужудга келади. Экранда ҳосил қилинган чизиклар, узунликларининг геометрик ўришларини масштаб тўри бўйича аниқлаб, қучланиш қиймати вольтметр ёрдамида ўлчаб олинади. Бу ўлчаши ишларини тик чизик (вертикал) канали бўйича

кучайтирувчи кучайтиргич ростлагичи туткичининг қолган 5 та ҳолати учун такрорлаш керак. Лекин бу бешала ҳолат учун ҳам экрандаги чизикларнинг узунлигини ўзгартирмасдан ушлаб туриш керак [6].

Осциллографнинг ётиқ оғиш каналининг сезувчанлиги ҳам худди шунга ўхшаш усул билан аникланади. Бу тажриба ишидаги қиладиган фарқ шундаки, бунда ётиқ чизик узунлиги ўзгаришсиз ушлаб турилиб, ЛАТР дан олинган кучланишнинг осциллографнинг Х киришига берилади.

Ўлчаш натижаларидан фойдаланиб, қуйидаги ифода

$$S_u = h/U \text{ мм/В} \quad (3.6.1)$$

ёрдамида текширилатган кучланишнинг иккиланган тебраниш кенглигининг экрандаги тасвири эканлигини ҳисобга олиб, осциллографнинг тик ва ётиқ чизиклар бўйича кучайтиргичларининг сезувчанликлари аникланади:

$$S_x = \frac{h_x}{2\sqrt{2}U_x} \text{ мм/В}, \quad (3.6.2)$$

$$S_y = \frac{h_y}{2\sqrt{2}U_y} \text{ мм/В}. \quad (3.6.3)$$

Олинган маълумотлар 6.1-жадвалга ёзилади ва бу маълумотлар бўйича $S_u = f_1(n_u)$ ва $S_x = f_2(n_x)$ боғланишларни кўрсатувчи эгри чизиклар чизилади. Бу боғланишлардаги n ҳарфи кучайтиргич ростлагичи туткичининг ҳолатини билдиради.

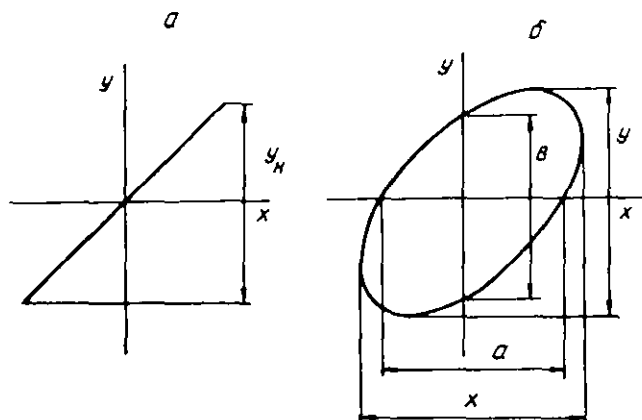
3. ЭНО ёрдамида ўзгарувчан ток давртезлигини аниклаш. Бу ишни бажариш учун 6.2-расмда берилган тарх йиғилиб, ўқитувчи томонидан текширилиб берилгандан кейин ЛАТР дан олинган намунали давртезлик f_n нинг ростланувчи кучланишнинг осциллографнинг ётиқ чизиклар каналининг кириш қисмига берилади, ўлчанадиган давртезлиكنинг кучланиши товуш давртезликли генератордан осциллографнинг тик чизиклар каналининг кириш қисмига берилади. Экрандаги ҳосил қилинган шаклларнинг барқарор тасвирини олиш учун товуш давртезликли генератор (ТДГ)ни олдиндан 15-30 дақиқа вақт оралиғида қиздириб, осциллографнинг ёйилма генераторини эса ўчириб қўйиш керак эканлигини ҳам ҳисобга олиб қўйиш керак. Тик чизиклар каналининг кириш қисмига бериладиган номатълум давртезлик f_x осциллограф экранда ҳосил қилинган Лиссажу шаклининг параметрлари бўйича аникланади:

$$f_x = \frac{n_x}{n_y} f_0 \text{ Гц.} \quad (3.6.4)$$

Шунинг учун ҳам ҳосил қилинган тасвир шакллари 3.6.2- жадвалга чизиб, бошқа ўлчаш натижасида олинган маълумотлар ҳам шу жадвалга ёзиб қўйилади. Шу жадвалдаги маълумотларга асосан ўлчанаётган давр-тезликларнинг сон қийматлари аниқланади.

4. Электр занжирларидаги фаза силжиш қийматларини ЭНО ёрдамида аниқлаш. Бу ишни бажариш учун 3.6.3- расмда берилган тарҳни йиғиб, уни ўқитувчи текшириб бергандан кейин электр тармоғига улаб, реостат R_y ва R_x лар ва вольтметр U_y ва U_x лар ёрдамида керак бўлган кучланишларни ҳосил қилиш лозим. Шундан сўнг фаза ростлагичнинг қўзғалувчи қисми (ротори)ни аста-секин бураб, осциллограф экранда эллипснинг тасвири-ни ҳосил қилиш керак. Сўнг эллипснинг жойлашиш ҳолати ва унинг ўлчамлари бўйича фаза силжишининг қиймати аниқланади. Шунинг учун ҳам фаза ростлагич қўзғалувчи қисмининг 3 ёки 5 хил ҳолати учун қилинган тажриба маълумотлари ва шу маълумотлар бўйича қилинган ҳисоблаш натижалари 3.6.3- жадвалга ёзилади.

5. Ўзгарувчан ток электр занжирининг параметрларини ЭНО ёрдамида ўлчаш. Бу масалани ҳал қилиш учун 3.6. 4- расмда берилган электр тарҳини йиғиб, ўқитувчи текшириб бергандан кейингина у зарур кучланиш манбаига уланади. Шундан кейин осциллографнинг ёйиш генератори ЕГ чикишидаги кучланишни ўзгартирмасдан товуш дарвтезликли генератор ТДГ чикиш қисмига уланган ва R_n , Z_x қаршиликларга эга бўлган қурилмалардаги кучланишлар тушиши U_n ва U_x ларни алмашлаб-улагич АУ ёрдамида навбатма-навбат осциллографнинг Y ўқи бўйича унинг тик (вертикал) кириш қисмига бериб (узатиб) ўлчанади. Осциллографнинг пластиналарига олдин намунали резистор (фаол қаршилик кўрсаткич) R_n даги кучланиш тушиши U_n берилади, бунинг учун алмашлаб улагич (АУ) I ҳолат бўйича уланади. Шу вақтда экранда тўғри чизик пайдо бўлади. Ундан кейин тик чизик (вертикал) канали кучайтиргичи ростланиб, олиннадиган ётиқ чизикнинг (3.6.5а- расм) тик Y ўқидаги сояси (проекцияси) U_n осциллограф сезувчанлигини аниқлашда экранда белгиланган чизик узунлигига тенг бўлиши керак. Борди-ю, экранда тўғри чизик ҳосил бўлмаса, у ҳолда осциллографнинг Y ва X ўқлари бўйича кучайтиргичларнинг фаза силжишлари бир хил бўлмайди.



3.6.5-р а с м . Осциллограф ёрдамида электр занжир параметрларини аниқлаш.

Худди шу усул ва тушунчалар ёрдамида ётиқ чизиқнинг X ўқидаги соясининг ўлчамлари ҳам аниқланади. Ба- шарти, алмашлаб-улагич АУ II ҳолат бўйича уланган бўлса, у ҳолда экранда эллипс (3.6.5а-расм) пайдо бўлади, натижада намунали ва ўлчаш қаршиликларида- ги кучланишлар тушиши U_H ва U_X ларнинг давртезликлари бир хил, фаза силжиши эса Z_X нинг хусусиятига боғлиқ бўлади.

Ўлчаш ишлари ўқитувчи томонидан берилган давртез- ликнинг учта қиймати бўйича бажарилади ва ўлчаш натижалари 3.6.4- жадвалга ёзиб қўйилади. Мана шу ёзиб олинган маълумотлар бўйича номаълум резистор Z_X нинг параметрлари ҳисоблаб топилади. U_H ва U_X кучла- нишларни ҳисоблаганда албатта олдиндан аниқланган U ўқиға тегишли канал, яъни тик канал сезувчанлиги ҳисобга олинади.

3.6.4- жадвалдаги ҳисобланиши керак бўлган катталик ва параметрлар қуйидаги ифодаalar ёрдамида аниқланади:

$$U_H = \frac{y_H S_y}{2\sqrt{2}} \text{ В}; \quad (3.6.5)$$

$$U_X = \frac{y_X S_y}{2\sqrt{2}} \text{ В}; \quad (3.6.6)$$

$$I = U_H / R_H \text{ А}; \quad (3.6.7)$$

$$\varphi = \arcsin \frac{b}{y}; \quad (3.6.8)$$

$$Z_x = U_x / I \text{ Ом}; \quad (3.6.9)$$

$$R_x = Z_x \cos \varphi; \quad (3.6.10)$$

$$X_L = Z_x \sin \varphi = \omega L_x. \quad (3.6.11)$$

Энди таъминлаш кучланиш давртезлигини маълум деб (3.6.11) дан индуктивликни аниқлаймиз;

$$L_x = \frac{1}{\omega} Z_x \sin \varphi = \frac{1}{2\pi f} Z_x \sin \varphi. \quad (3.6.12)$$

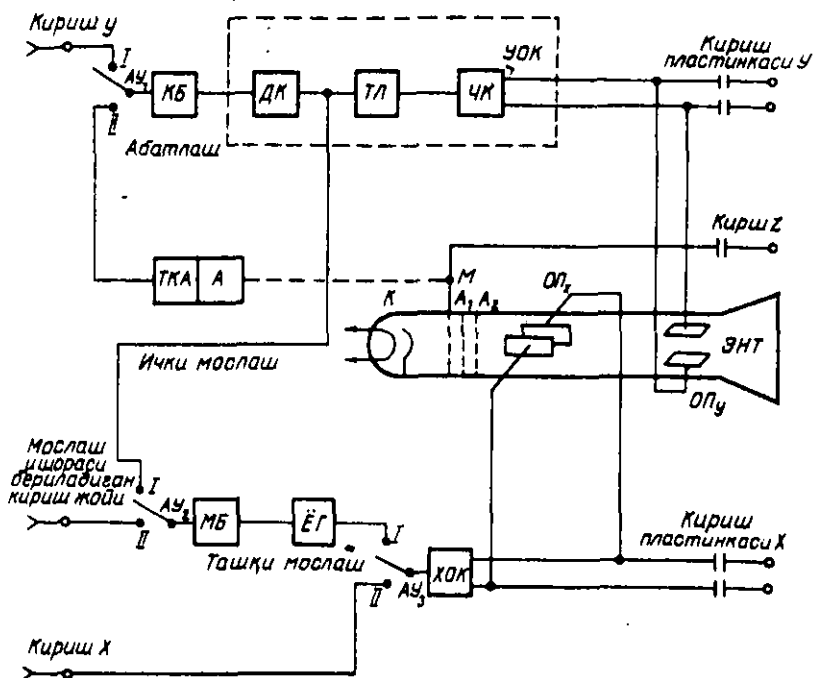
IV. Ўлчовшunosлик назариясидан ЭНО тўғрисида асосий маълумотлар

Электрон нур осциллографи электр ишораларини оддий кўз билан кузатиш, уларни ўлчаш ва қайд қилиш учун мўлжалланган ЭНО лари давртезлик доираларининг жуда кенглиги, юқори сезувчанлиги ва жуда катта кириш қаршилигига эгаллиги билан алоҳида ажралиб туради. Мана шу афзалликлар ЭНО ларини ўлчаш техникасида жуда кенг миқёсда қўлланилишига олиб келади. Шунинг учун ҳам ҳозирги вақтда Ҳамдўстлик таркибига кирган мустақил давлатларда тавсифлари ва қандай ишга мўлжалланганликларига қараб, бир-бирларидан фарқ қиладиган ҳар хил турдаги осциллографлар ишлаб чиқарилмоқда.

1. ЭНО ларининг тузилаши ва ишлаш асослари

Қўлланма ҳажми чекланган бўлгани учун ҳам қуйида амалда беҳад кенг миқёсда қўлланиладиган ҳарёқлама (универсал) ЭНО нинг тузилиш ҳамда ишлаш асослари билан танишамиз.

ЭНОнинг соддалаштирилган функционал тарҳи 3.6.6-расмда берилган бўлиб, у қуйидаги қисмлардан, яъни электрон нур трубкаси ЭНТ, кириш кучланиш бўлғичи КБ, дастлабки кучайтиргичи ДК, тўхтатиш линияси ТЛ ва чиқиш кучайтиргичи ЧК лардан ташкил топган У ўқи бўйича, яъни тик оғиш кучайтиргичи УОК, мослаш (синхронизация) блоки МБ, ёйиш генератори ЕГ, Х ўқи бўйича ётик оғиш кучайтиргичи ХОК ва тебраниш кенглиги абатлагичи (калибратори) ТКА ва давомийлик абатлагичи ДА лардан ташкил топган. ЭНОнинг бу элементларидан электрон нур трубкаси ЭНТнинг ишлаш асосларини кўрамиз. ЭНТ осциллографнинг ўлчаш элементи ҳисобланиб, унинг ёрдамида текишириладиган жара-



3.6.6- р а с м. Электрон нурли осциллографнинг тuzилиш тархи.

ён кўринадиган тасвирга айлантирилиб берилadi. ЭНТ сида йўналган электрон оқимини ҳосил қилиш ва уларни ингичка нур кўринишига келтириш ишлари ЭНТ сининг энсиз ингичкароқ томонга жойлаштирилган катод К, модулятор М ва икки анод A_1 ва A_2 ёрдамида амалга оширилади. Экран Э да ёритувчи нуктанинг ёркинлиги катод К га нисбатан модулятор М ёрдамида ростланади. Бу иш «Яркость» яъни «ёркин» сўзи ёзилган осциллограф қисми тутқичини бураш йўли билан амалга оширилади. Фокуслаш ишлари модулятор М ва фокусловчи деб аталадиган биринчи анод A_1 лар ёрдамида амалга оширилади. Анод A_1 нинг потенциали «Фокус» сўзи ёзилган тутқичини бураш йўли билан ростланади.

Электронларни илгарилама ҳаракат йўналиши бўйича зарур тезликка тезлатувчи деб аталадиган биринчи анод A_1 ва иккинчи анод A_2 лар билан катод К орасидаги потенциаллар фарқи ҳисобига эришилади.

A_1 ва A_2 анодларнинг потенциаллари катод K га нисбатан мусбатдир. Яна шуни ҳам айтиш керакки, A_2 потенциалли иш жараёнида A_1 потенциалига нисбатан 2—5 барабар кўп бўлиб, ўзгартирилмасдан ушлаб турилади.

ЭНТ сида нур шу трубканинг ўзаро бир-бирларига нисбатан тик бўлган (перпендикуляр) текисликларида жойлаштирилган икки жуфт оғдириш пластина ОПу ва ОПх лари ёрдамида бошқарилади. ОПу пластиналарига текшириладиган кучланиш, ОПх пластиналарига эса аррасимон ёювчи кучланиш берилади. Оғдирувчи пластиналарга I В кучланиш берилганда ёритувчи нуктанинг экран марказига нисбатан силжиш қиймати h га ЭНТ сининг сезувчанлиги S_u дейилади ва у қуйидагича аниқланади:

$$S_u = h/U \text{ мм/В.} \quad (3.6.13)$$

Хозирги замон осциллографларида сезувчанлиги $S_u = 0,1 \div 1,5 \text{ мм/В}$ бўлган ЭНТ лари қўлланилмоқда.

Текшириладиган ишора КБ ва УОК ларни ўз ичига олган $У$ ўқи бўйича оғиш канали яъни тик оғиш каналининг кириши $У$ га берилади. УОК нинг чиқиш кучланиши тик оғдириш пластинаси ОПу га келиб трубкада электрон нури оғишини $У$ ўқи бўйича бошқаради. УОК кучайиши дастлабки кучайтиргич ДК билан таъминланади, чиқиш кучайтиргичи ЧК эса асосан кучайтириладиган ишорани оғдирувчи пластиналарга бериладиган бошқариш кучланишига айлантириш учун хизмат қилади.

Осциллографнинг кириш қисми $У$ да ўзгарувчан ишора бўлганда электрон нур экранда тик чизиқни чизади. Текшириладиган ишоранинг вақт бўйича ёйилган тасвири ни олиш учун нурни X ўқи бўйича тоқибали (бир текисдаги) тезлик билан силжитиш керак. Бу иш ОПх оғдирувчи пластиналарга чизикли ўзгарувчан бўлган аррасимон кучланиш бериш йўли билан амалга оширилади. U_x ва U_y кучланишларнинг даврлари ўзаро тенг бўлса, у ҳолда осциллограф экранда текшириладиган ишоранинг бир даврга тегишли бўлган қисмининг тасвири пайдо бўлади. Агар аррасимон кучланиш U_x нинг даврини n мартагача оширсак, у ҳолда экранда текшириладиган ишорамизнинг n даврли тасвири пайдо бўлади.

Кенг доирадаги давртезликларда ишораларни текшириш ёйиш генератори ЕГ да олдиндан мўлжалланган аррасимон кучланиш давртезликларини қайта улаш йўли билан таъминланади. Бу текшириладиган ишораларни керакли бўлган вақт масштабида кузатиш ўтказишга имкон яратади. Генераторнинг чиқиш кучланиши ЭНТ да

электрон нурни бошқариш ва керакли ўлчамдаги тасвирни ҳосил қилиш учун зарур қийматгача ХОК да кучайтирилади. Осциллографда тасвирнинг турғун (барқарор) лигини таъминлаш учун мослаш блоки МБ бўлиб, у текширилаётган жараён давртезлигига мос ҳолда ЕГ генератор давртезликни ўзгартиришга олиб келади. Осциллографда, яна ташқи манбадан (ташқи мослаш) ЕГ генераторини ҳам ишга тушириш кўзда тутилган. Бунинг учун осциллограф «Мослаштириш кириши» («Вход синхронизации») сўзи ёзилган алоҳида кириш қисмга ва алмашлаб-улагич АУ₂ га эга.

Осциллографларнинг ишлатилиш имкониятларини ошириш учун уларда электрон нурларни бошқаришга имкон берадиган кўшимча кириш қисмлари мавжуд. Жуда кўпчилик осциллографларда нурнинг Х ўқи бўйича оғишини бошқариш мумкинлиги имконияти кўзда тутилган. Бунинг учун осциллографларда «Х кириш» («Вход Х») мавжуд бўлиб, унга ташқи бошқарувчи кучланиш берилади. Бу ишни бажариш учун алмашлаб-улагич АУ₃ ни II ҳолат бўйича улаш керак (3.6.6- расм). Осциллографда яна ЭНТ пластиналаридаги ташқи кучланишларни бевосита (тўғридан-тўғри) узатишга имкон берадиган Х кириш пластинаси ва У кириш пластинаси қисмлари ҳам мавжуд.

Ўлчаш аниқлигини ошириш учун осциллографларда ёйиш ва оғиш ўзгармас кўпайтувчиларининг яхлитланган қийматларини белгилаш ва назорат қилишга имкон берадиган тебраниш кенглиги абатлагичи ТКА ва давомийлик абатлагичи ДА лари мавжуд.

Оғиш бурчаги ўзгармас кўпайтувчисини текшириш учун алмашлаб-улагич АУ, II ҳолатга, яъни «абатлаш» («калибровка») сўзи ёзилган ҳолат бўйича уланади. УОК кучайтиришини ўзгартириб экранда нурнинг нормаланган оғишига эришилади, бу эса ўз навбатида оғиш ўзгармас кўпайтувчисига мос бўлган белгилашга олиб келади.

Абатловчи импульс даври бўйича текшириш ёки ёйилма ўзгармас кўпайтувчисининг нормалашган қийматини белгилаш мумкин.

2. Икки кучланиш орасидаги фаза силжиш бурчагини аниқлаш.

Борди-ю, оғдириш пластиналарига бир хил давртезлигига эга бўлган $U_x = U_{x.m} \sin \omega t$ ва $U_y = U_{y.m} \sin (\omega t + \varphi)$ кучланишларни берсак нурнинг ётиқ, яъни Х ўқи бўйича оний оғиши қуйидаги кўринишда бўлади:

$$X_1 = S_x U_{x.m} \sin \omega t = X_2 \sin \omega t, \quad (3.6.14)$$

У ўқи бўйича эса:

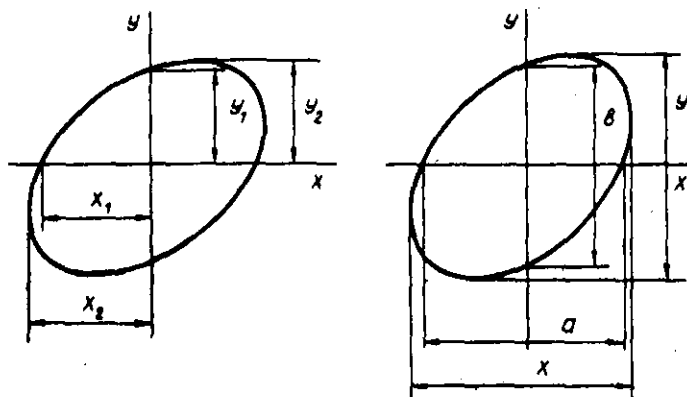
$$Y_1 = S_y U_{y.m} \sin(\omega t + \psi) \approx Y_2 \sin(\omega t + \varphi), \quad (3.6.15)$$

бунда:

S_x ва S_y — ЭНТ сининг X ва Y ўқлари бўйича сезувчанлиги;

X_2 ва Y_2 — X ва Y ўқлари йўналиши бўйича нурнинг тебраниш кенглиги бўйича оғишидир.

Фаза силжиш бурчаги φ га боғлиқ ва тўғри чизикдан эллипсгача бўлган Лиссажу шаклидаги тасвирлар ЭНО экранида пайдо бўлади. Осциллограф экранидан олинган



3.6.7-расм. Фаза силжиш бурчакларининг қийматини аниқлашга тегишли бўлган чизмалар.

эллипс кўринишдаги тасвир бўйича (3.6.7-расм) бизга керакли фаза силжиш бурчагини қуйидаги ифодалар ёрдамида аниқлаймиз:

$$\sin \varphi = \frac{y_1}{y_2} = \frac{x_1}{x_2}, \quad (3.6.16)$$

ёки

$$\sin \varphi = \frac{b}{y} = \frac{a}{x}. \quad (3.6.17)$$

Энди бу $\sin \varphi$ дан бурчак φ ни аниқлаймиз:

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{x} = \arcsin \frac{b}{y}. \quad (3.6.18)$$

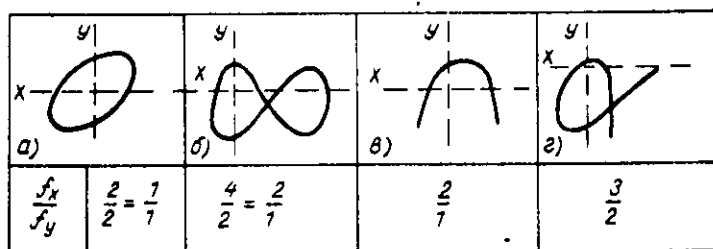
Бу усул фаза силжиш бурчагининг 0 дан то π гача бўлган ораликдаги қийматларини аниқлашга имкон

беради, лекин силжиш бурчаги ишорасини аниқлашга имкон бермайди.

3. Лиссажу шакли бўйича давртезликларни улчаш. Агар огдириш пластиналарига бир-биридан фазалари бўйича маълум бурчакка силжиган ва давртезликлари ҳар хил, ўзгарувчан кучланишлари берилиб, бунинг устига яна бу кучланиш давртезликларининг нисбати бутун сондан иборат бўлса, у ҳолда ЭНО нинг экранида маълум шаклга эга, ҳаракатсиз тасвир кўринади, мана шу тасвир Лиссажу шакли деб аталади.

Лиссажу шаклининг ташки кўриниши бериладиган кучланишларининг эгри чизиги шаклининг ўзгаришига, фаза силжиш бурчагига, уларнинг давртезликларига ва давртезлик хислатларига боғлиқ.

Демак, осциллограф экранидан олинган Лиссажу шакли (3.6.8- расм) бўйича ва огдириш пластиналарига берилган кучланишлардан бирининг маълум давртезлиги f_x ёрдамида номаълум бўлган иккинчи кучланиш давртез-



3.6.8- расм. Лиссажу шакли бўйича f_x ни аниқлашга тегишли бўлган чизмалар.

лик f_x ни аниқлаш мумкин. Бунинг учун ҳаёлда тасвир орқали ётик ва тик (горизонтал ва вертикал) тўғри чизикларини ўтказиш кифоя, аммо бу тўғри чизиклар шаклининг тугун нукталаридан ўтмаслиги ёки шу шаклга уринма ҳам бўлмаслиги керак.

Бу Лиссажу шакли билан кесишишидан ҳосил бўлган нукта сонларининг нисбати огдириш пластиналарига берилган U_y ва U_x кучланиш давртезликларининг нисбати-га тенг. Масалан, 3.6.8- расмнинг б) катагида берилган Лиссажу шакли учун куйидагиларни ёзиш мумкин:

$$\frac{f_x}{f_y} = \frac{4}{2} = \frac{2}{1}, \quad (3.6.19)$$

ёки бундан:

$$f_x = 2f_y. \quad (3.6.20)$$

Умуман, ЭНОларни қўллаб, бошқа электр катталик ва параметрларни ўлчаш мумкин, шулар билан бир қаторда осциллограф ёрдамида ноэлектрик катталикларни ҳам ўлчаш мумкин. Бунинг учун турли ўзгарткичлар ёрдамида олдиндан ҳар хил ноэлектрик катталиклар электрик катталик ва параметрларига айлантириб олинади, сўнгра бу электр катталик ҳамда параметрлар осциллограф ёрдамида ўлчаниб, ундан олинган натижалар бўйича ўлчанаётган ноэлектр катталик киймати аниқланади.

ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Осциллограф деганда нимани тушунасиз ва унинг қандай турларини биласиз?
 2. ЭНТ снинг тузилиш ва ишлаш асосларини тушунтиринг.
 3. Қайси қисмлар ёрдамида ЭНТ снинг электрон нурининг ёркинлиги ва фокуси ростланади?
 4. Осциллографнинг S_v сезувчанлиги қандай аниқланади ва катта-кичиклиги нималарга боғлиқ?
 5. Икки кучланиш орасидаги фаза снгиш бурчаги осциллограф ёрдамида қандай ўлчанади?
 6. Қандай усул билан осциллограф экранда ҳаракатсиз тасвир ҳосил қилинади?
 7. Кучланиш осциллограф ёрдамида қандай ўлчанади?
 8. Осциллограф экранда текширилаётган синусоидал кучланишнинг тасвири ҳосил қилинган бўлиб, унинг иккиланган тебраниш кенглиги 8 см га тенг. Осциллографнинг сезувчанлиги $S_v = 1$ мм/В бўлса, шу текширилаётган кучланишнинг таъсир киймати қанчага тенг бўлади?
 9. Осциллограф экрандаги тасвир эллипс шаклида бўлиб, ёйиш кучланишининг давр тезлиги $f_e = 100$ Гц бўлса, бу ҳолда кириш ишораси давртезлиги f_x қанчага тенг бўлади?
 10. Осциллографлар ёрдамида қанака физик катталиклар ўлчанади?
- Адабиётлар [1, 6, 8, 10].

3.7.7- АМАЛИЙ ИШ

БИР ФАЗАЛИ ИНДУКЦИОН ЭЛЕКТР ҲИСОБЛАГИЧНИИ ТЕКШИРИШ ВА ЎЗГАРУВЧАН ТОК ЗАНЖИРЛАРИДАГИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯЛАРИНИ ЎЛЧАШ

1. Ишнинг мақсади

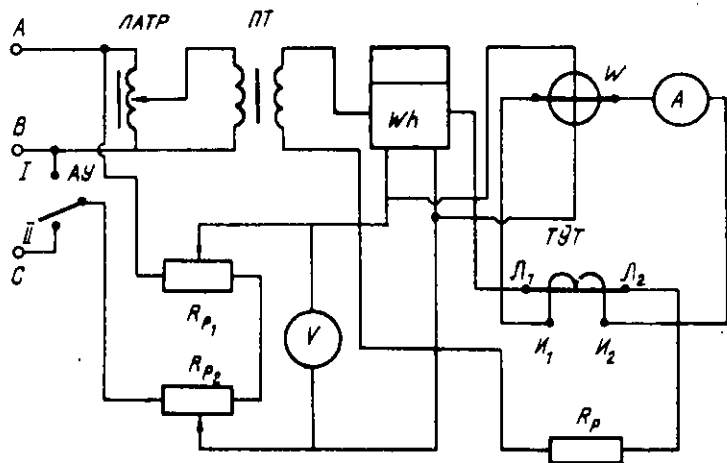
Бир фазали ўзгарувчан ток электр занжирларидаги электр энергияни ўлчаш усуллари билан танишиб, бир фазали индукцион электр ҳисоблагичининг тузилиши ва ишлаш асосларини ўрганиш ҳамда бу ҳисоблагични текшириш усуллари билан танишиш мазкур амалий ишнинг асосий мақсадидир.

II. Ишни бажариш тартиби

1. Бу амалий ишни бажариш учун керакли бўлган асбоб-ускуналар ва ёрдамчи жиҳозларни иш учун ажратилган жойига тўпланг ва улар билан танишиб, шу бажарилаётган ишга ярокли эканлигини аниқланг. Борди-ю, бирор асбоб ёки жиҳознинг ишга яроксиз эканлиги сезилса, дарҳол уни бошқаси билан алмаштинг.

Ишга тааллуқли жамики ўлчаш асбоб ва ёрдамчи жиҳозларнинг техник маълумотларини амалий иши дафтарингизга ёзиб қўйинг.

2. 3. 7. 1-расмда берилган тархни йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, ишни бажаришга киришинг. Биринчи навбатда



3.7.1-расм. Индукцион ҳисоблагич ёрдамида электр энергиясини ўлчаш.

текширилаётган ҳисоблагични ишга тайёрлаш мақсадида 15 дақиқа давомида қиздиринг. Бунинг учун унга йўл қўйилган чегарадаги яхлитланган қийматга эга кучланиш ва ток беринг. Шу вақтда, яъни $t=0$ да ҳисоблагич кўрсатган маълумот W_0 ни ва бошқа асбоблар кўрсатган маълумотларни ёзиб қўйинг. 15 дақиқа ўтгандан кейин (яъни $t=15$ дақиқа) ҳисоблагич кўрсатган маълумоти W_{15} ни яна ёзиб олинг.

3. Электр ҳисоблагич кўзгалувчи қисмининг ўз-ўзидан айланиб кетиши (ҳисоблаши) ни текширинг, яъни ҳисоблагичнинг кўзгалувчи қисми истеъмолчи ҳеч қандай энергия олмаган вақтда ҳам айланиш ёки айланмаслигини аниқланг.

4. Электр хисоблагичининг бошлангич сезувчанлигини, яъни хисоблагичнинг кўзгалувчи қисмини айлантира оладиган (харакатга келтирадиган) энг кичкина (истеъмолчи истеъмол қилган) энергия микдорини аниқланг.

5. Йўл қўйилган энг катта кучланишда ва истеъмолчи истеъмол қилган энергияларнинг яхлитланган (йўл қўйилган энг катта) қиймати 10, 20, 40, 60, 80, 100, 150 ва 200 % ларида $\cos \varphi = 1$ бўлган ҳол учун электр хисоблагичининг ҳақиқий доимийлигини аниқланг. Ўлчаш натижаларини эса 3.7. 1- жадвалига ёзинг.

6. Йўл қўйилган энг катта кучланишда ва истеъмолчи истеъмол қилган энергияларнинг яхлитланган қиймати бўйича 15, 30, 50, 70 ва 100 % ларида $\cos \varphi = 0,5$ яъни кучланиш билан ток орасидаги фаза силжиш бурчаги 60° ($\varphi = 60^\circ$) га тенг бўлган ҳол учун электр хисоблагичининг ҳақиқий доимийлигини аниқланг. Ўлчаш натижаларини 3.7.1- жадвалга ёзиб олинг.

7. Бу ишнинг 5 ва 6- банд тажрибалари маълумотлари бўйича хисоблагичнинг хатолигини аниқланг. $\cos \varphi = 1$ ва $\cos \varphi = 0,5$ ҳол учун хатоликни истеъмолчидан ўтаётган токка (юкламага) боғлиқлигини кўрсатувчи эгри чизигини кўринг.

III. Ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

1. 3.7.1- жадвалда бир фазали индукцион хисоблагични текшириш ва ўзгарувчан ток электр занжиридаги энергияни ўлчаш тархи берилган бўлиб, унда қуйидаги белгилашлар қўлланилган:

3.7.1- ж а д в а л

Индукцион хисоблагич ёрдамида электр энергиясини ўлчаш

Тартиб рақами	$\cos \varphi$	Ўлчаш натижалари										Хисоблаш натижалари		
		U		I	P	N_t	t_1	t_2	t_3	$t_{\text{ур}}$		C_9	C_x	Δ
		В	%	А	Вт	А/л	сек	сек	сек	сек		Вт/сек/А/л	Вт/сек/А/л	%
1	1													
2														
3														
4														
5	0,5													
6														
7														
8														
9	0,5													
10														
11														
12														

ЛАТР — ижодхона (лаборатория) автотрансформатори; ПТ — пасайтирувчи трансформатор 220/12 В; W_h — текширилаётган бир фазали индукцион ҳисоблагич; W_n — намунали ваттметр; ТУТ — ток ўлчаш трансформатори; V — вольтметр; A — амперметр; R_p — истеъмолчи қарши-лигини ростлаш учун мўлжалланган реостат (юкламани ростловчи реостат); R_{p_1} ва R_{p_2} — ваттметр ва ҳисоблагич-ларнинг параллел чулғамларига бериладиган кучланишни ростлаш учун мўлжалланган юкори Омли реостатлар; АУ — алмашлаб-улагич.

3.7.1-расмда берилган электр тарҳини йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейин биринчи навбатда ҳисоблагичнинг кўрсатиб турган қийматлари W_0 ни ёзиб олиб, таъминлаш манбаига уланг ва яхлитланган қийматга эга бўлган кучланиш $U = U_n$ ва ток $I = I_n$ ларни ҳисоблагичга бериб, 15 минут вақт давомида уни киздириб ишлатишга тайёрланг. Мана шу ҳисоблагични киздириш вақтида ҳар бир гуруҳ талабалари ўзларига ўқитувчи томонидан берилган керакли бўлган юкламаларни ток ўлчаш трансформаторларининг ўзгармас кўнайтувчисини ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаб чиқишлари керак.

Ўн беш дақиқали вақт ўтгандан кейин яна ҳисоблагичнинг кўрсатиши W_{15} ни ёзиб олиш керак. Ҳисоблагичнинг W_{15} ва W_0 кўрсатишлари бўйича унинг ҳисоблаш йўриғининг мўътадил ишлаши аниқланади:

$$W_{15} - W_0 = P_w t \quad \text{кВт.с.}, \quad (3.7.1)$$

бунда:

P_w — намунали ваттметр ёрдамида ўлчанган электр занжирининг ҳақиқий қуввати, бу қувват ҳисоблагичнинг кизиш вақтида, яъни 15 дақиқа ўзгартирмасдан турилади;

t — ҳисоблагични киздириш учун кетган ва дақиқа ўлчagич ёрдамида олинган вақт.

Ҳисоблагичнинг ҳисоблаш йўриғининг тўғри ишлашига ишонч ҳосил қилганингиздан кейин амалий ишининг кейинги бандини бажаришга киришинг.

2. Индукцион ҳисоблагич кўзғалувчи қисмининг ўз-ўзидан айланиб кетишини текшириш учун 3.7.1-расмда берилган тарх йиғилиб, фақат R_p реостати узиб қўйилиб, алмашлаб улагич АУ 1 ҳолат бўйича уланади. Йиғилган тарх ўқитувчи томонидан текшириб берилгандан кейин таъминлаш манбаига уланади ва R_{p_1} ва R_{p_2} реостатлари

ёрдамида яхлитланган кучланишга нисбатан 110 % бўлган ($U=1,1U_n$) кучланиш ҳисоблагич ва бошқа ёрдамчи жиҳозлардан ташкил топган тарҳга берилади. Натижада мана шу кучланиш $U=1,1U_n$ да ҳисоблагич кўзгалувчи қисмининг айланиш ёки айланмаслиги кузатилади. Бординю, шу $U=1,1U_n$ кучланишда ҳисоблагичнинг кўзгалувчи қисми айланмаса ёки бир айланишнинг маълум қисмига айланса, ёки тўлиқ бир айланиб тўхтаса ва бошқа айланмаса, у ҳолда бундай ҳисоблагич кўзгалувчи қисмларида ўз-ўзидан айланиши йўқ эканлигини билдиради.

3. Электр ҳисоблагичнинг бошланғич сезувчанлигини аниқлаш учун унинг кириш қисмига яхлитланган кучланиш берилиб, ундан ўтадиган ток эса аста-секин нолдан бошлаб R_p реостати ёрдамида то ҳисоблагич лаппаги тўхтамасдан айланишини таъминлай оладиган даражагача кўпайтириб борилади. Мана шу вақтда ҳисоблагичнинг кўзгалувчи қисмини кўзгалувчи қуввати $P_{к.у.}$ қийматини ёзиб олиш керак.

Бу тажрибани бажариш учун ҳисоблагичнинг ток занжирига уланган ўлчаш асбоблари ва ёрдамчи жиҳозлари қуйидаги талабларга жавоб бериши керак;

— Яхлитланган токи $I_{д.я.}$ ҳисоблагич токи $I_{х.я.}$ нинг 2—5 % ига тўғри келадиган, яъни $I_{д.я.} = (2-5) 10^{-2} I_{х.я.}$ ва аниқлик даражаси юқори бўлган амперметрлар ишлатилиши керак;

— ростланувчи юклама ёки ростланувчи истеъмолчи вазифасини бажараётган реостат R_p ўрнига электр занжирида ҳисоблагичдан ўтадиган яхлитланган ток $I_{д.я.}$ нинг 0,1 ÷ 5 % қисмига тенг бўлган токни олишга имкон берадиган реостат ишлатилиши керак.

4. Электр ҳисоблагичнинг ҳақиқий доимийлиги C_x 3.7.1-расмда берилган, тарҳ бўйича икки ҳол учун аниқланади, улардан биринчиси $\cos\varphi=1$ бўлганда, иккинчиси эса $\cos\varphi=0,5$ бўлганда.

Қуйида бу ҳақиқий доимийликларни аниқлашни алоҳида-алоҳида кўрамиз.

а) Электр ҳисоблагичнинг ҳақиқий доимийлигини $\cos\varphi=1$ да аниқлаш учун алмашлаб-улагич АУ ни 1 ҳолат бўйича улаб, яхлитланган кучланиш $U=U_n$ ҳисоблагич ва ваттметрларнинг параллел занжирига берилиб ўзгаришсиз ушлаб турилади ва истеъмолчи қаршилиги реостат

R_p ёрдамида ўзгартирилиб, яхлитланган юкламанинг ток ўлчаш трансформатори ўзгармас кўпайтувчисини ҳисобга олиб, ваттметр бўйича 10 % ни қўйиш керак. Мана шу юкламада ҳисоблагич лаппагининг айланишини 50—60 секунд кузатиб, унинг айланиш сони N ни ёзиб олиш керак. Шу билан бир каторда электр занжиридаги амперметр, вольтметр ва ваттметрларни кўрсатишини ҳам 3.7.1-жадвалга ёзиб қўйиш лозим. Бу тажрибани юкламанинг яхлитланган қиймати бўйича 20,40, 60,80, 100,150 ва 200 % учун такрорланг.

б) Электр ҳисоблагичининг ҳақиқий доимийлиги C_x ни $\cos\varphi=0,5$ да аниқлаш учун алмашлаб-улагич АУ II ҳолат бўйича уланади, кейинги бажариладиган ишлар тартиби эса олдинги $\cos\varphi=1$ учун қилинган тажриба ишларига ўхшаш бўлиб, фақат бу тажриба юкламанинг яхлитланган қиймати бўйича 15,30, 50,75 ва 100 % учун бажарилади. Тажриба ва ҳисоблаш натижалари 3.7.1-жадвалга ёзилади.

Қилинган тажриба натижаларидан фойдаланиб, ҳисоблаш йўли билан электр ҳисоблагичининг ҳақиқий доимийлигини аниқлаймиз:

$$C_x = \frac{P_i \cdot t}{N_i} \cdot \text{Вт сек/айл.} \quad (3.7.2)$$

Электр ҳисоблагичи лаппагининг N_i марта айланиши учун кетган вақт t уч марта ўлчаб олинган вақтнинг ўртача арифметик қиймати билан аниқланади:

$$t_{\text{ор}} = \frac{1}{3} (t_1 + t_2 + t_3). \quad (3.7.3)$$

Электр ҳисоблагичининг ҳақиқий доимийлиги C_x ва ҳисоблагичининг қўлланма маълумотлари бўйича ҳисоблаш йўли билан аниқланадиган яхлитланган доимийлик C_n маълум бўлса, ҳисоблагичининг нисбий хатолиги қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\delta = \frac{C_n - C_x}{C_x} \cdot 100 \%. \quad (3.7.4)$$

Тажриба вақтида қилинган ва 3.7.1-жадвалда берилган кузатиш ҳамда ҳисоблаш натижалари бўйича

хатоликларни юкламаларнинг ўзгаришига боғлиқлигини кўрсатувчи эгри чизикларини $\cos\varphi=1$ ва $\cos\varphi=0,5$ лар учун куринг.

Башарти, индукцион ҳисоблагични текширганда олинган натижалар техник шартларига қониқарсиз жавоб берса, у ҳолда ҳисоблагичда баъзи ростлаш ишлари бажарилади: камчиликлари иложи борича камайтирилиб, текшириш натижалари техник шартларга қониқарли жавоб берадиган индукцион ҳисоблагич даражасига олиб келинади.

IV. Ўлчовшунослик ва электр ўлчаш назариясидан электр ҳисоблагичлари бўйича асосий маълумотлар

Электр ҳисоблагичлари интегралловчи асбоблардан бўлиб, улар маълум вақт оралиғида оқиб ўтган электр миқдорини ва электр энергиясини ўлчаш учун мўлжалланган. Ўзгарувчан ток занжирлари учун мўлжалланган индукцион туридаги электр энергия ҳисоблагичи ва ўзгармас ток занжирлари учун мўлжалланган электродинамик туридаги электр ҳисоблагичлари амалда энг кўп ишлатиладиган электр ҳисоблагичлардан ҳисобланади.

Бир фазали индукцион ҳисоблагич, асосан кетма-кет А ва параллел В деб номланган электромагнитлардан, индукцион ҳисоблагичнинг ўкига маҳкамланган алюмин лаппак Л дан ва тўхтатувчи (тормозловчи) ўзгармас магнит, яъни тўхтатгич М лардан ташкил топган. Агар индукцион ҳисоблагичнинг чулғамларини электр занжирига уласак, у вақтда юкламанинг фойдали (актив) қувватини ўзгаришига мутаносиб равишда ҳисоблагичнинг лаппаги айланади. Борди-ю, t вақт орасида электр занжирида фойдали қувват P мавжуд бўлса, у ҳолда сарф қилинган электр энергияси қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$W=P \cdot t=C_e N. \quad (3.7.5)$$

Бу (3.7.5) ифодадан кўриниб турибдики, сарф қилинган электр энергияси шу t вақт ичидаги ҳисоблагич лаппагининг айланиш сони N га мутаносиб экан. Демак, ҳисоблагич лаппагининг айланиш сони маълум бўлса, истеъмолчидан сарф бўлган электр энергиясини ҳисоблаш йўли билан аниқлаш мумкин экан.

(3.7.5) ифодадаги ўзгармас кўпайтувчи C_x ҳар бир ҳисоблагич учун тахминан доимий ўзгармас ҳисобланади, шунинг учун ҳам у ҳисоблагичнинг ҳақиқий доимийлиги деган ном билан юритилади.

(3.7.5) ифодадан кўриниб турибдики, ҳисоблагичнинг ҳақиқий доимийлиги C_x сон қиймати бўйича лаппакни бир айланиш вақтида тармоқда сарф бўлган электр энергиясига тенг бўлиб, у қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$C_x = \frac{W}{N_t} = \frac{P \cdot t}{N_t} \quad \text{Вт.сек/айл.} \quad (3.7.6)$$

Яна ҳисоблагичларда яхлитланган доимийлиги C_n ҳам мавжуд бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$$C_n = \frac{1}{K} \quad \text{Вт.сек/айл,} \quad (3.7.7)$$

бунда:

K — ҳисоблагичнинг узатиш сони бўлиб, у ҳисоблагичнинг ҳисобот қурилмаси кўрсатишининг ўзгаришига мос келадиган лаппакнинг айланиш сонини электр занжирида сарф бўлган электр энергия бирлигига нисбати билан аниқланади.

Электр ҳисоблагичининг яхлитланган доимийлиги C ҳисоблагичнинг дақисида берилган узатиш сони бўйича аниқланади;

$$C_n = \frac{1}{K} = \frac{1 \text{ кВт} \cdot C}{N_{\text{кВт} \cdot C}} = \frac{1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ сек.}}{N_{\text{кВт} \cdot C}} \quad (3.7.8)$$

бунда

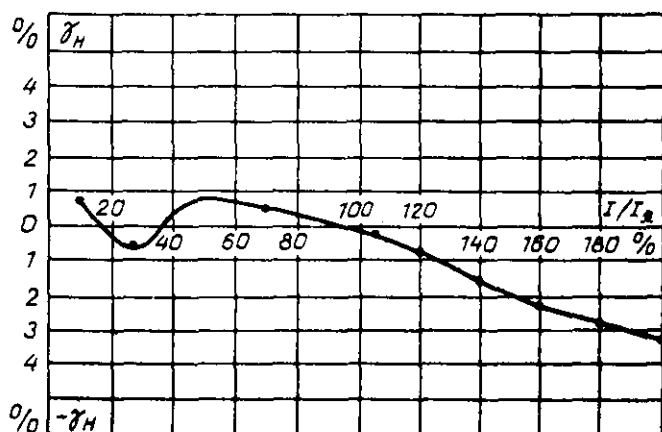
$N_{\text{кВт} \cdot C}$ — 1 кВт.с энергияга мос келадиган ҳисоблагич лаппагининг айланишлар сони.

Электр ҳисоблагичларнинг яхлитланган C_n ва ҳақиқий C_x доимийликлари маълум бўлса, у ҳолда ҳисоблагичларнинг нисбий хатоликлари қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\delta = \frac{C_n - C_x}{C_x} 100 \% \quad (3.7.9)$$

Бу хатолик асосан ҳисоблагичнинг қўзғалувчи ва қўзғалмас қисмлари орасидаги ишқаланишга боғлиқ бўлиб, у айниқса оз микдордаги юкламада анча катта микдорни ташкил этади.

Электр ҳисоблагичнинг нисбий хатолиги δ ни кўргазма-ли, яъни яққол қўзга кўриниб туриши учун унинг юкламага боғлиқлигини кўрсатувчи $\delta = f(I/I_n)$ кўриниш-даги боғланишни $\cos \varphi = 1$ бўлган ҳол учун қуриш мумкин. Ҳисоблагич нисбий хатолигининг тахминий эгри чизиги



3.7.2-расм. Индукцион ҳисоблагич нисбий хатолигининг тахминий эгри чизиги.

3.7.2-расмда берилган бўлиб, у кўпинча ҳисоблагичнинг юклама берадиган тавсифи деб ҳам юритилади.

Индукцион ҳисоблагичининг энг аҳамиятли ўлчовшунослик тавсифларидан бири унинг бошланғич сезувчанлиги $S_{\delta.c.}$ ҳисобланади. Бу бошланғич сезувчанлик $S_{\delta.c.}$ яхлитланган кучланишда ҳисоблагич лаппагининг тўхтатмасдан айланишга олиб келадиган энг кичкина қўзғатувчи қувват $P_{к\delta}$ ни яхлитланган қувват P_n нисбати билан аниқланади:

$$S_{\delta.c.} = \frac{P_{к\delta}}{P_n} 100 \% = \frac{I_{к\delta}}{I_n} 100 \% \quad (3.7.10)$$

Давлат андозасига асосан ҳисоблагичнинг бошланғич сезувчанлиги биринчи синф ҳисоблагичлари учун яхлит-

ланган юкламасига нисбатан 0,5 % дан катта бўлмаслиги керак, бошқа синфдаги ҳисоблагичлар учун эса 1 % дан ошмаслиги керак.

ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Электр энергиясини ўлчаш учун қандай усул ва асбоблар мавжуд?
 2. Бир фазали индукцион ҳисоблагичнинг ишлаш асосларини гапириб беринг.
 3. Ҳисоблагичнинг яхлитланган доимийлиги C_n ва ҳақиқий доимийлиги C_x нимани билдиради ва улар қандай ифодаalar билан аниқланади?
 4. Нима учун ҳисоблагичнинг юкламаси ўзгариши билан ҳақиқий доимийлик C_x нинг қиймати ўзгаради?
 5. Ҳисоблагич лаппагиниң ўз-ўзидан айланиш сабаби нимада ва уни қандай усуллар билан йўқ қилиш мумкин?
 6. Ҳисоблагичнинг айлантириш моменти фойдали юкламага мутаносиб бўлиши учун қандай шартлар бажарилиши керак?
 7. Ҳисоблагичнинг нисбий ҳатолиги қандай ифода билан аниқланади?
 8. Ҳисоблагичнинг бошланғич сезувчанлиги деганда нима ни тушуна-сиз ва у қандай усуллар билан аниқланади?
 9. Ҳисоблагичнинг тўхтатиш моменти нима билан ҳосил қилинади?
 10. Ҳисоблагичнинг юкламали тавсифи деганда нима ни тушуна-сиз ва у қандай аниқланади?
- Адабиётлар [1.6, 8.10].

3.8. 8- АМАЛИЙ ИШ

БИР ВА УЧ ФАЗАЛИ ЎЗГАРУВЧАН ТОҚ ЗАНЖИРЛАРИДАГИ ФОЙДАЛИ ҚУВВАТЛАРНИ ЎЛЧАШ

I. Ишнинг мақсади

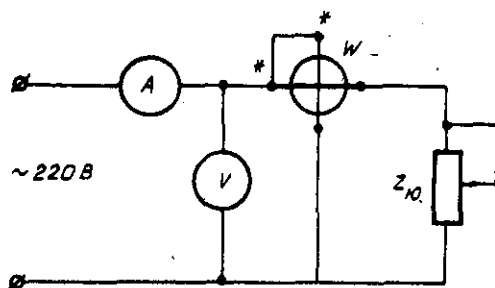
Ишнинг асосий мақсади бир ва уч фазали ўзгарувчан ток занжирларидаги фойдали қувватларни ўлчаш усулла-ри билан танишиб, амалда бир фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали қувватларни ваттметрлар ёрдамида ўлчаш, юкламалари юлдузча ва учбурчак усулларида уланган уч фазали ўзгарувчан ток занжирларидаги фойдали қувватларни битта ваттметр ҳамда иккита ваттметр билан ўлчаш усулларини қўллаб ўлчаш ишлари ўрганилади.

II. Ишни бажариш тартиби

1. Бажарилаётган амалий ишларига тегишли бўлган ўлчаш асбоблари ва ёрдамчи жиҳозларни иш учун ажратилган жойига тўплаб, уларнинг шу амалий ишига

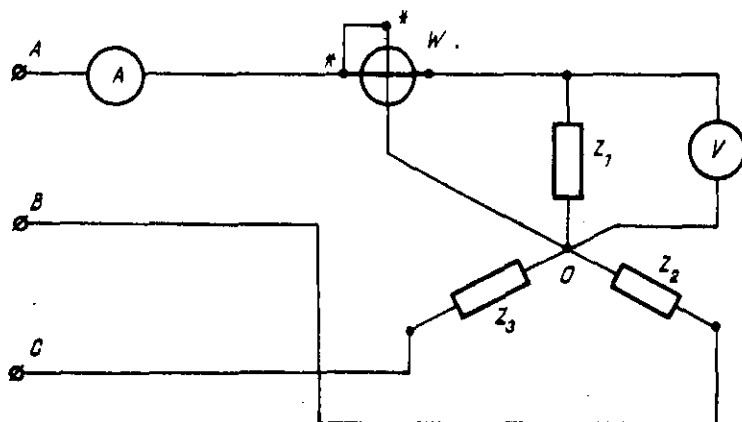
ярокли ёки ярокли эмаслигини текшириб кўринг, техник маълумотларини амалий иши дафтарингизга ёзиб қўйинг.

2. Бир фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали кувватни ваттметр ёрдамида ўлчанг. Бу ишни бажариш учун 3.8.1-расмда берилган тархни йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, ўлчаш ишларини бажаринг. Ўлчаш натижаларини 3.8.1-жадвалга ёзинг.

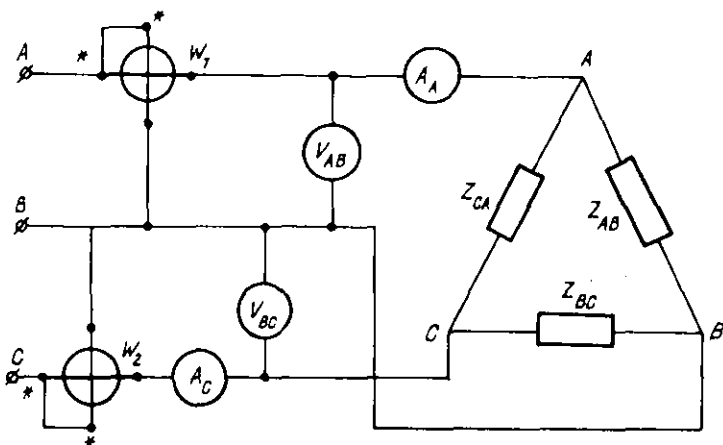


3.8.1-расм. Бир фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали кувватни ўлчаш.

3. Ҳч фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали кувватни битта ваттметр усули билан ўлчанг. Бу ишни бажариш учун 3.8.2-расмда берилган тархни йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, ўлчаш ишларини бажаринг. Ўлчаш натижаларини 3.8.2-жадвалга ёзинг.



3.8.2-расм. Ҳч фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали кувватни битта ваттметр усули билан ўлчаш.



3.8.3-расм. Уч фазали ўзгарувчан ток занжирининг фойдали кувватни иккита ваттметр усули билан ўлчаш

4. Уч фазали ўзгарувчан ток занжирининг фойдали кувватни иккита ваттметр усули билан ўлчаш. Бу ишни бажариш учун 3.8.3-расмда берилган тархн йнгнинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, ўлчаш ишларини бажаринг. Ўлчаш натижаларини 3.8.3-жадвалга ёзинг.

5. Тажриба натижаларидан фойдаланиб, ҳисоблаш йўли билан қуйидагиларни:

а) 3.8.1-жадвал бўйича электр занжирининг тўла S , реактив Q қувватлари ва ток I билан кучланиш U орасидаги фаза силжини бурчаги φ ларни аниқланг.

б) 3.8.2-жадвал бўйича - уч фазали ўзгарувчан ток электр занжирининг битта фазасидаги тўла қувват $S_{\Delta\phi}$ ни, кучланиш $U_{\Delta\phi}$ ва ток I_{Δ} орасидаги фаза силжини бурчаги φ ни, уч фазали ўзгарувчан ток занжирининг тўла фойдали куввати P_{Σ} ларни аниқланг.

в) 3.8.3-жадвали бўйича - кучланиш U_{AB} ва ток I_{Δ} орасидаги φ_1 бурчакни, кучланиш U_{CB} ва I_{Δ} ток орасидаги φ_2 бурчакни, уч фазали тизимнинг тўла фойдали куввати P_{Σ} ларини аниқланг.

6. Бу ишнинг 2,3 ва 4-бандларида қилинган тажриба ва ҳисоблаш натижалари бўйича уларнинг диаграммаларини тузинг.

3.8.1-жадвал

Бир фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали қувватни ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари		
	U	I	$P_{\text{д}}$	S	φ	Q
	В	А	Вт	В·А	град	ВАр
1						
2						

3.8.2-жадвал

Уч фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали қувватни битта ваттметр усули билан ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари		
	$U_{\text{ДС}}$	$I_{\text{Д}}$	$P_{\text{Ф}}$	$U_{\text{ДС}}$	φ	$P_{\text{д}}$
	В	А	Вт	В·А	град	Вт
1						
2						

3.8.3-жадвал

Уч фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали қувватни иккита ваттметр усули билан ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари					Ҳисоблаш натижалари			
	$U_{\text{ДВ}}$	$I_{\text{Д}}$	$P_{\text{Д}}$	$U_{\text{СВ}}$	$I_{\text{В}}$	$P_{\text{В}}$	$\varphi_{\text{Д}}$	$\varphi_{\text{В}}$	$P_{\text{сум}}$
	В	А	Вт	В	А	Вт	град	град	Вт
1									
2									

III. Ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

1. Бир фазали ўзгарувчан ток занжирларидаги фойдали қувватларни ваттметрлар ёрдамида ўлчаш. Бу ишда юклама ўрнида параметрлари яхлитланган, қиймати бўйича таъминлаш манбаи параметрларига тўғри келадиган ростланувчи реостатлар, электр чиқокли реостатлар, бир неча чулғамлардан ташкил топган ғалтаклар бўлиши мумкин.

Кучланиш U билан ток I орасидаги фаза ситжиш бурчаги φ ни топиш учун занжирда вольтметр V билан амперметр A қўлланилади. Буни қуйидаги ифодалардан ҳам кўриш мумкин:

$$P_w = UI \cos \varphi, \quad (3.8.1)$$

бунда:

$$\cos \varphi = \frac{P_w}{UI}. \quad (3.8.2)$$

(3.8.2) ифодадан бурчак φ қуйидагича аникланади:

$$\varphi = \arccos \frac{P_w}{UI}. \quad (3.8.3)$$

Умуман бу ишни бажариш учун 3.8.1- расмда берилган тарх йиғилади, ўқитувчи текшириб бергандан кейингича уни таъминлаш манбаига улаб, ўлчаш ишлари юклама-нинг 3- 4 хил қиймаглари учун бажарилади. Олинган натижалар эса 3.8.1- жадвалга ёзилади.

2. Уч фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали қувватни битта ваттметр усули билан ўлчаш. Бу ишни бажариш учун 3.8.2- расмда берилган тарх йиғилади. Тархда истеъмочилар ўрнида ростланадиган реостатлар, электр чирокли реостатлар, ўрамлар сонни етарлича бўлган чулғамли галтаклардан учтадан қўллаш мумкин, фақат уларнинг яхлитланган параметрлари таъминлаш манбаига улаш учун етарли бўлсин. Танлаб олинган юкламалар юлдузча усулида уланади.

Йиғилган тарх ўқитувчи томонидан текшириб берилгандан кейингича таъминлаш манбаига уланади ва ўлчаш ишлари бажарилади. Ўлчаш вақтида олинган натижалар эса 3.8.2- жадвалга ёзилади.

3. Уч фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали қувватни икки ваттметр усули билан ўлчаш. Бу ишни бажариш учун яхлитланган параметрлари етарли бўлган ваттметр, вольтметр ва амперметрлардан иккитадан, худди шу ўлчаш асбобларидек параметрлари шу ишни бажаришга етарли бўлган истеъмочилардан учтаси олиниб, 3.8.3- расмда берилган тарх йиғилади ва ўқитувчи текшириб бергандан кейингича таъминлаш манбаига уланиб, ўлчаш ишлари истеъмочиларнинг 3- 5 хил қийматлари учун бажарилади. Ўлчаш натижалари эса 3.8.3- жадвалга ёзилади.

IV. Ўлчовшunosлик асослари ва электр ўлчаш назариясидан асосий маълумотлар

1. Бир фазали ўзгарувчан ток занжирларидаги фойдали қувватларни ваттметрлар ёрдамида ўлчаш. Борди-ю, $u = U_m \sin \omega t$ кучланишга ва $i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$ токка эга занжирга электродинамик ваттметрни уласак, бу ҳолда ваттметрнинг қўзғалмас ғалтагидаги ток истеъмолчидан ўтадиган токка тенг бўлиб, у ҳам $i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$ кўринишда ёзилади. Ваттметрнинг параллел занжиридаги ток эса қуйидагича кайд қилинади:

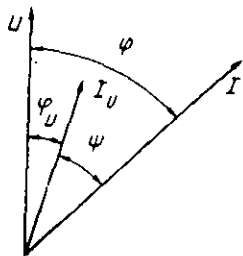
$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{R_1 + R_K} \sin(\omega t - \varphi_0) = I_{1m} \sin(\omega t - \varphi_1), \quad (3.8.4)$$

бунда: Z_1 — ваттметр параллел занжирининг тўла қаршилиги;

R_1 — ваттметрнинг параллел чулғамининг қаршилиги;

R_K — шу параллел чулғамга кетма-кет уланган қўшимча қаршилик.

φ_1 — кучланиш U ва ток I_1 лар орасидаги фаза силжиш бурчаги 3.8.4-расмга қаранг.



3.8.4-расм. Фойдали қувват электродинамик ваттметрнинг вектор диаграммаси.

Ваттметр қўзғалувчи қисмининг бурилиш бурчаги қуйидаги ифода билан ёзилади:

$$\alpha = \frac{1}{W} I_1 \cos \varphi \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}, \quad (3.8.5)$$

бунда φ — I ва I_1 тоқлар орасидаги фаза силжиш бурчаги ($\varphi = \varphi - \varphi_1$, 3.8.4-расмга қаранг).

Борди-ю, кучланишга тегишли бўлган занжирнинг қаршилиги ўзгармас бўлса, у ҳолда ток I_1 кучланиш U га мутаносибдир. Шунга асосланиб (3.8.5) ифодани қуйидагича ёзишимиз мумкин:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{1}{W} I U Z_1^{-1} \frac{dM_{1,2}}{d\alpha} \cos(\varphi - \varphi_0) \cos \varphi_1 = \\ &= K I U \cos(\varphi - \varphi_1) \cdot \cos \varphi_1, \end{aligned} \quad (3.8.6)$$

бунда: $K = \frac{1}{W(R_1 + R_K)} \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}$ — ваттметрнинг доимийлиги.

Ваттметрнинг параллел занжирдаги электр токи шу

занжирдаги кучланиш билан фазалари бўйича мос тушганда, яъни $\varphi_1 = 0$ ёки $\varphi_1 = \varphi$ бўлганда (3.8.6) ифода қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$\alpha = KUI \cos \varphi = KP. \quad (3.8.7)$$

Ваттметрнинг параллел занжирида фаза силжиш бурчаги мавжуд бўлганда (3.8.6) ва (3.8.7) ифодалардан унинг кўрсатиш киймати қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$P_1 = UI \cos(\varphi - \varphi_1) \cdot \cos \varphi_1. \quad (3.8.8)$$

Фаза силжиш бурчаги нолга тенг, яъни $\varphi_1 = 0$ бўлганда ваттметр кўрсатган киймат қуйидагича ёзилади:

$$P = UI \cos \varphi. \quad (3.8.9)$$

Бу (3.8.8) ва (3.8.9) ифодалардан кўришиб турибдики, ваттметр ўзгарувчан ток занжирларидаги фойдали қувватни маълум хатолик билан ўлчар экан.

Ваттметрнинг нисбий бурчак хатолиги қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\begin{aligned} \delta_x &= \frac{P_1 - P}{P} 100 \% = \frac{UI \cos(\varphi - \varphi_1) \cos \varphi_1 - UI \cos \varphi}{UI \cos \varphi} \cdot 100 = \\ &= \left[\frac{\cos(\varphi - \varphi_1) \cos \varphi_1}{\cos \varphi} - 1 \right] 100. \end{aligned} \quad (3.8.10)$$

Бу (3.8.10) ифоданинг ўнг томонини бир қанча тригонометрик ўзгартиришдан кейин φ_1 ни жуда кам киймати учун (кўпинча φ_1 ни киймати 40° – 50° дан ошмайди) $\cos \varphi_1 \approx 1$ ва $\sin \varphi_1 \approx \varphi_1$ тенглаб ваттметрнинг нисбий бурчак хатолигини қуйидагича ёзамиз:

$$\delta_x = \varphi_1 (\text{г} \varphi). \quad (3.8.11)$$

Бу (3.8.11) ифодадан кўришиб турибдики, фаза силжиш бурчаги $\varphi 90^\circ$ га яқинлашиб борган сари бурчак φ_1 нинг жуда кам кийматида ҳам ваттметр хатолиги δ_x нинг киймати анча катта бўлади.

Энди (3.8.9) ифодадан $\cos \varphi$ ни аниқлаймиз:

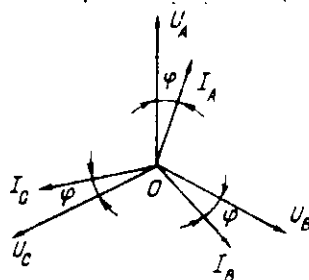
$$\cos \varphi = \frac{P}{UI}, \quad (3.8.12)$$

бундан ток I билан кучланиш U орасидаги фаза силжиш бурчаги φ ни аниқлаймиз:

$$\varphi = \arccos \frac{P}{UI} \quad (3.8.13)$$

(3.8.13) ифода орқали аниқланадиган бу φ бурчакнинг катта-кичиклигига қараб, тўла қувватнинг қанча қисми зарур ишларни бажарадиган фойдали қувват эканлигини билиш мумкин.

2. Уч фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали қувватни битта ваттметр усули билан ўлчаш. Уч фазали ўзгарувчан ток занжири уч симли бўлиб, унинг фазаларидаги юкчалмалари ўзаро тенг бўлса, у ҳолда бундай уч фазали занжирнинг фойдали қуввати битта ваттметр усули билан ўлчанади. Уч фазали занжирда кучланишлар тизими симметрик бўлиб, фазаларидаги юкчалмалар ўзаро тенг бўлса, у ҳолда битта фазадаги фойдали қувватни ўлчаб, олинган натижани 3 га кўпайтириб уч фазали занжирнинг умумий фойдали қуввати аниқланади.



3.8.5-расм.
3.8.2-расмда берилган тарх вектор диаграммаси.

Уч фазали ўзгарувчан ток занжирларидаги фойдали қувватларни ўлчашнинг бир неча турлари мавжуд бўлиб, масалан, агар занжирнинг ноль нуктасидан фойдаланиш имконияти мавжуд вақтда занжирнинг фойдали қуввати 3.8.2-расмда берилган тарх бўйича ўлчанади, борди-ю, ноль нуктасидан фойдаланиш имконияти йўқ бўлса ёки электр энергия истеъмолчилари учбурчак шаклида уланса, у ҳолда

бундай занжирлардаги фойдали қувват сунъий ноль нуктасини қўллаш йўли билан ўлчанади. Мавжуд уч фазали ўзгарувчан ток занжиридаги фойдали қувватларни битта ваттметр усули билан ўлчаш турларидан баъзиларини кўраимиз.

Агар уч фазали занжирнинг ноль нуктасидан фойдаланиш имкони бўлса, у ҳолда бундай занжирнинг фойдали қувватини ўлчаш битта ваттметр билан бажарилади (3.8.2-расм). Мана шундай электр занжирининг вектор диаграммаси 3.8.5-расмда берилган диаграмма кўринишига эга.

Уч фазали ўзгармас ток занжиридаги фойдали қувват битта ваттметр усули билан ўлчанганда ваттметрнинг

юктамалар билан кетма-кет уланган чулгами оркали фаза токи I_ϕ окиб ўтади, параллел уланган чулгами эса фаза кучланиши U_ϕ билан таъминланган бўлади.

Мана шу ҳолатда ваттметр кўрсатган киймат қуйидагича ёзилади:

$$P_w = P_\phi = I_\phi U_\phi \cos \varphi, \quad (3.8.14)$$

бундан:

P_ϕ — битта фазанинг фойдали қуввати;

φ — фаза кучланиши U_ϕ ва фаза токи I_ϕ лари орасидаги фаза силжиш бурчаги.

Уч фазали занжирнинг тўла фойдали қуввати ваттметр кўрсатган ва (3.8.14) ифодада келтирилган кийматни учга кўпайтириш йўли билан аниқланади:

$$P_\Sigma = 3P_w = 3P_\phi = 3I_\phi U_\phi \cos \varphi = \sqrt{3} U_\Delta I_\Delta \cos \varphi \quad (3.8.15)$$

Энди уч фазали электр занжиридаги ноль нуқтасидан фойдаланишни имконияти бўлмаган ҳол учун фойдали қувватларни ўлчашнинг бошқа усулини кўрамиз. Мана шундай усуллардан бирининг тарҳи 3.8.6- расмда келтирилган. Бу тарҳ бўйича ваттметр чулгамини кучланиш U_{AB} га улаганимизда, яъни алмашлаб-улагич АУ ни I ҳолати бўйича улаганимизда ваттметр ўлчаган қувват қуйидагича ёзилади (3.8.6- расм а ва б қисмларга қаранг):

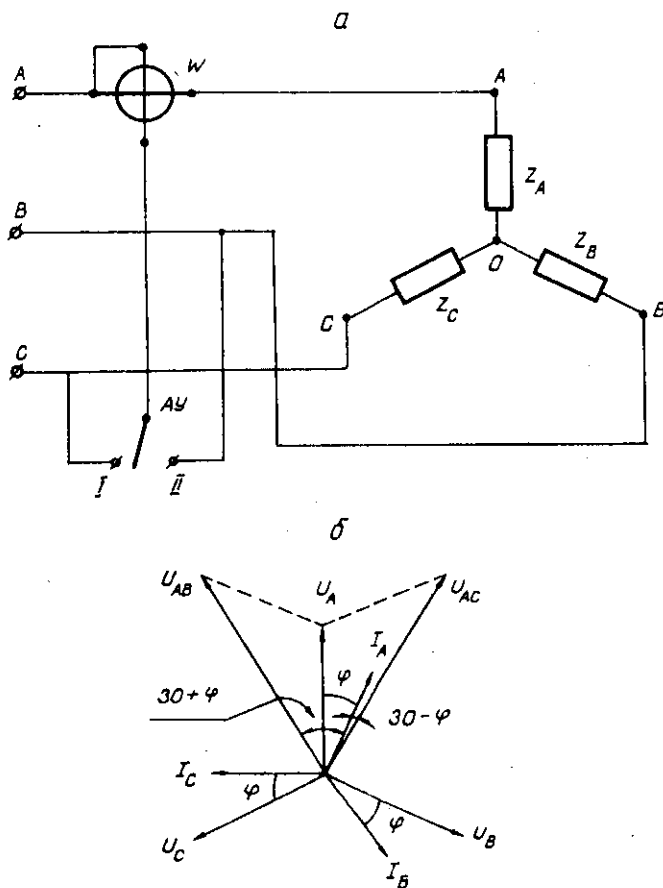
$$P_w^I = I_\Delta U_\Delta \cos (30^\circ - \varphi) \quad (3.8.16)$$

Ваттметрнинг параллел занжирини кучланиш U_{AB} га улаганимизда, яъни алмашлаб-улагични АУ ни II ҳолат бўйича улаганимизда ваттметр ўлчаган қувват қуйидагича ёзилади (3.8.6- расмнинг а ва б қисмларига қаранг):

$$P_w^{II} = I_\Delta U_\Delta \cos (30^\circ + \varphi). \quad (3.8.17)$$

Ваттметр кўрсатган кийматлари йнгиндиси уч фазали ток занжирининг фойдали қувватини беради:

$$\begin{aligned} P_\Sigma &= P_w^I + P_w^{II} = I_\Delta U_\Delta \cos (30^\circ - \varphi) + I_\Delta U_\Delta \cos (30^\circ + \varphi) = \\ &= I_\Delta U_\Delta [\cos (30^\circ - \varphi) + \cos (30^\circ + \varphi)] = \\ &= I_\Delta U_\Delta 2 \cos 0,5 [(30^\circ + \varphi) + (30^\circ - \varphi)] \cos 0,5 \times \\ &\quad \times [(30^\circ + \varphi) - (30^\circ - \varphi)] = I_\Delta U_\Delta 2 \cos 30^\circ \cos \varphi = \\ &= \sqrt{3} I_\Delta U_\Delta \cos \varphi. \end{aligned} \quad (3.8.18)$$

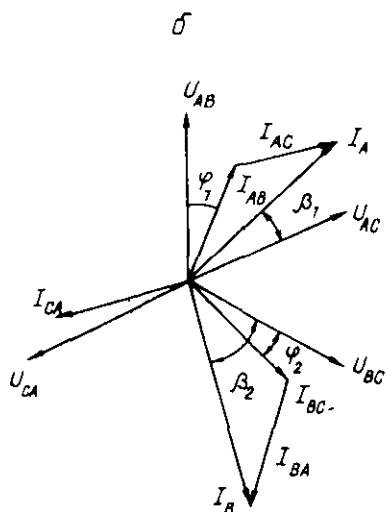
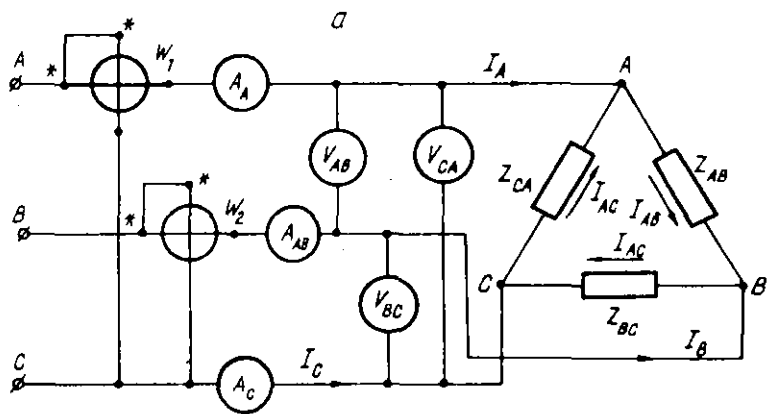


3.8.6-ра с м. Үч фазали ўзгарувчан ток занжирларидаги кувватларни ўлчаш:

a - ёлчил тархи, b - вектор диаграммаси.

3. Үч фазали ўзгарувчан ток занжирларидаги фойдали кувватларни икки ваттметр усули билан ўлчаш. Бу усул симметрияга эга бўлмаган ва уч фазали уч симли ток занжирларида фойдали кувватларни ўлчаш учун ишлатилади.

3.8.7 а-расмда икки ваттметр ёрдамида фойдали кувватларни ўлчашни кўрсатувчи электр тархи келтирилган бўлиб, бу тарх бўйича ваттметр W_1 ва W_2 ларнинг кўрсатган қийматлари қуйидагича ёзилади:



3.8.7- р а с м. Фойдали қувватни икки ваттметр билан ўлчаш:

а) ўлчаш асбобларини ва истермоҳиларини ўлчаш тарҳи, б) шу тарҳнинг вектор диаграммаси

$$P_{w_1} = U_{A_0} I_A \cos \beta_1, \quad (3.8.19)$$

$$P_{w_2} = U_{B_0} I_B \cos \beta_2. \quad (3.8.20)$$

Уч фазали занжирнинг умумий фойдали қуввати P_{Σ} иккала ваттметр кўрсатган қийматларни қўшиб йўли билан аниқланади:

$$P_{\Sigma} = P_{w_1} + P_{w_2} = U_{A_0} I_A \cos \beta_1 + U_{B_0} I_B \cos \beta_2. \quad (3.8.21)$$

Борди-ю, фаза токлари I , кучланишлари U ва фаза бурчаклари мос ҳолда ўзаро тенг, яъни уч фазали занжир тўлиқ симметрияга эга бўлса, у ҳолда 3.8.7 б-расмда берилган вектор диаграммасидан $\beta_1 = 30^\circ - \varphi$ ва $\beta_2 = 30^\circ + \varphi$ ларини ёзиш мумкин. Энди β_1 ва β_2 ларининг қийматларини (3.8.21) ифодага қўйиб, уч фазали занжирнинг фойдали қувватини қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\begin{aligned} P_{\Sigma} &= P_{w_1} + P_{w_2} = U_L I_L \cos(30^\circ - \varphi) + U_L I_L \cos(30^\circ + \varphi) = \\ &= U_L I_L 2 \cos 30^\circ \cos \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi. \end{aligned} \quad (3.8.22)$$

Борди-ю, уч фазали ўзгарувчан ток занжирларида истеъмолчилар юлдуз шаклида уланган бўлганда ҳам уларнинг фойдали қуввати юқорида ёзилгандай икки ваттметр ёрдамида ўлчанади, бу ваттметрларнинг кўрсатган қийматлари ва занжирнинг умумий фойдали қуввати истеъмолчилари учбурчак шаклида уланган уч фазали ток занжирлари учун ёзилган (3.8.19 - 3.8.22) ифодалар ёрдамида аниқланади.

ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Бир фазали ўзгарувчан ток занжирларидаги фойдали қувват қандай ўлчанади?
2. Уч фазали ўзгарувчан ток занжирларидаги фойдали қувватларни ўлчашнинг қандай усуллари бор?
3. Қандай ҳолларда уч фазали ток занжирларининг фойдали қувватлари битта ваттметр усули билан ўлчанади?
4. Уч фазали ток занжирларида қандай шароитларда сунъий нуль нуктаси қўлланилади?
5. Қандай ҳолларда уч фазали ток занжирларининг фойдали қувватлари икки ваттметр билан ўлчанади?
6. Уч фазали ўзгарувчан ток занжирларининг умумий фойдали қуввати қандай ифодалар ёрдамида аниқланади?

7. Кучланиш ва тоқлар орасидаги фаза ситжиш бурчаги φ қандай аниқланади?

8. Электр занжирларининг вектор диаграммалари қандай ва нима учун тузилади?

9. Истеъмолчилари юлдуз ва учбурчак шаклларида уланган уч фазали ток занжирларининг тўла фойдали қувватларини ўлчаш усулларидаги умумийлик нимада?

10. Электр занжирларининг фойдали қувватларини ўлчаётганда пайдо бўладиган нисбий хатоликлар қандай ифода ёрдамида аниқланади?

Алабейлар (1,6, 8,10).

3.9. 9- АМАЛИЙ ИШ

ЎЗГАРМАС МАГНИТ МАЙДОНИНИНГ МАГНИТ КАТТАЛИКЛАРИНИ ЎЛЧАШ

1. Ишнинг мақсади

Бу амалий ишнинг бажаришдан мақсад магнит оқими Φ , магнит индукцияси B , магнит майдон кучланганлиги H ва вақт бирлиги ичида ўзгармас бўлган магнит майдонининг бошқа магнит катталикларини ўлчаш усулларини ўрганишдан иборатдир.

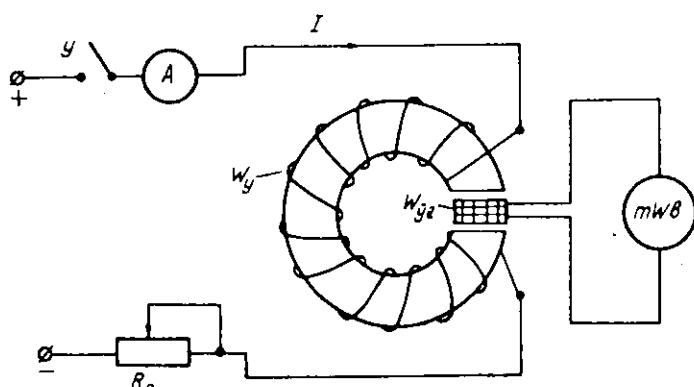
II. Ишни бажариш тартиби

1. Бу амалий ишнинг бажариш учун керак бўлган ўлчаш асбоблари ва ёрдамчи жиҳозларни иш учун ажратилган жойига қўлаб, уларни шу ишни бажаришга яроқли эканлигини текшириб кўринг ва асосий техник тавсифларини амалий иш дафтарингизга ёзиб олинг.

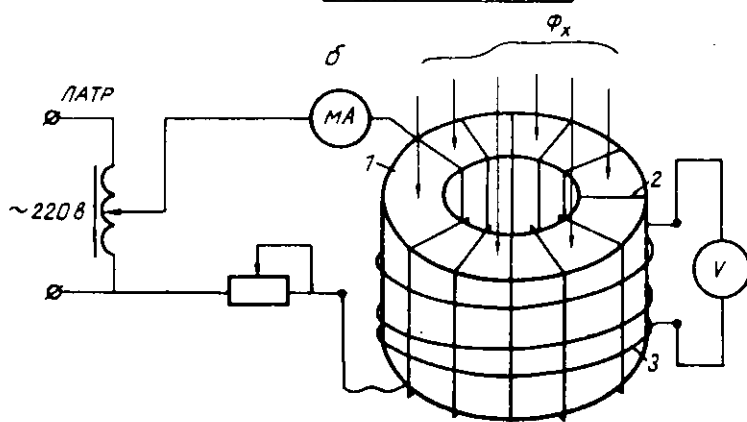
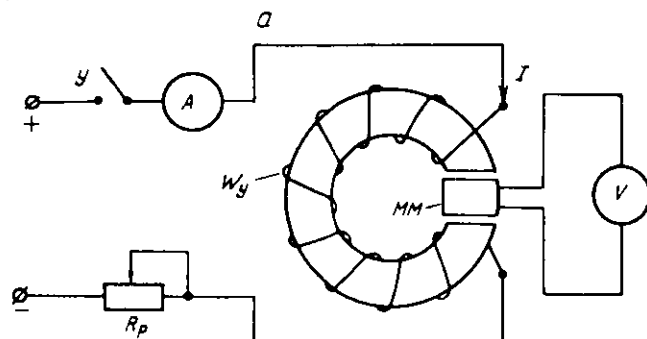
2. 3.9. 1- расмда берилган тархни йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейингига уни кучланиш манбаига улаб, ўлчаш ишларини бажаринг, яъни веберметр ёрдамида ўзгармас магнит оқимининг 3- 4 хил қийматини ўлчанг. Ўлчаш натижасида олинган маълумотларни 3.9.1- жадвалга ёзинг.

3. 2- банддаги тажрибани ўлчаш феррозондлари ёрдамида такрорланг, яъни ўзгармас магнит оқимининг 3-4 хил қийматини магнит модулятор ёрдамида ўлчанг. Бу ишни бажариш учун 3.9. 2- расмда берилган тархни йиғинг ва ўқитувчи текшириб бергандан кейингига уни кучланиш манбаига улаб, ўлчаш ишларини бажаринг. Ўлчаш натижасида олинган маълумотларни 3.9. 2- жадвалга ёзинг.

4. 3.9.1 ва 3.9.2- жадвалларда берилган ўлчаш натижаларидан фойдаланиб, шу жадвалларда кўрсатилган ва топилгани зарур магнит катталиклари Φ , B , H ларни ҳисоблаш йўли билан аниқланг.



3.9.1-р а с м. Ўзгармас магнит оқимини милливеберметр билан ўлчаш.



3.9.2-р а с м. Ўзгармас магнит майдон оқимини магнит модулятор ёрдамида ўлчаш:
а) ўлчаш тарҳи; б) магнит модуляторнинг электр тарҳи

5. Милливеберметр ёрдамида ўлчанган магнит катталиклари (3.9.1-жадвал) билан магнит модулятор ёрдамида ўлчанган магнит катталиклари ва ҳисоблаш йўли билан аниқланган магнит катталикларини бир-бири билан солиштириб, ҳар қайсисининг афзаллик ҳамда камчилик томонларини гапириб беринг.

3.9.1-жадвал

Ўзгармас магнит оқимини милливеберметр билан ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари					
				Ўлчаш бўйича ҳисоблаш натижалари			Тахлилини ҳисоблаш натижалари		
	I	α_1	α_2	$\Phi_{\Sigma \chi}$	$B_{\Sigma \chi}$	$H_{\Sigma \chi}$	Φ_T	B_T	H_T
	A	булинма	булинма	Bб	Tа	A, м	Bб	Tа	A, м
1									
2									
3									
4									

3.9.2-жадвал

Ўзгармас магнит оқимини магнит модулятор ёрдамида ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари					
				Ўлчаш бўйича ҳисоблаш натижалари			Тахлилини ҳисоблаш натижалари		
	I	χ	I_m	$\Phi_{\Sigma \chi}$	$B_{\Sigma \chi}$	$H_{\Sigma \chi}$	Φ_T	B_T	H_T
	χ	B	A	Bб	Tа	A, м	Bб	Tа	A, м
1									
2									
3									
4									

III. Ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

1. Ўзгармас магнит оқимини милливеберметр билан ўлчаш. Милливеберметр ёрдамида ўзгармас магнит оқимини ўлчаш учун аввало шу милливеберметр учун мўлжалланган қўлланма билан танишиб, сўнгра 3.9.1-расмда берилган тархни йиғиш керак. Йиғилган тархни ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни ўзгармас ток манбаига улаб, сўнгра ўлчаш ишларини олиб

боринг. Ўзгармас ток таъминлаш манбаи сифатида аккумулятордан фойдаланиш мумкин.

Магнит окими қийматини аниқлаш учун қуйидаги ишларни бажариш керак:

а) Милливеберметр милининг бошланғич ҳолатидаги кўрсатган қиймати бўлинмалар α_1 кўринишда қайд қилинади; шундан кейин узиб-улагич У ёрдамида текшириლაётган занжир манбага уланиб, ўлчаш асбоби милининг оғишига мос келган бўлинмалар α_2 ёзиб олинади. Ана шу маълумотлар бўйича ўлчанаётган ўзгармас магнит окими Φ_1 нинг қиймати ҳисоблаш йўли билан аниқланади:

$$\Phi_1 = \frac{C_{\Phi}(\alpha_2 - \alpha_1)}{W_{\lambda_1}} \text{ Вб}, \quad (3.9.1)$$

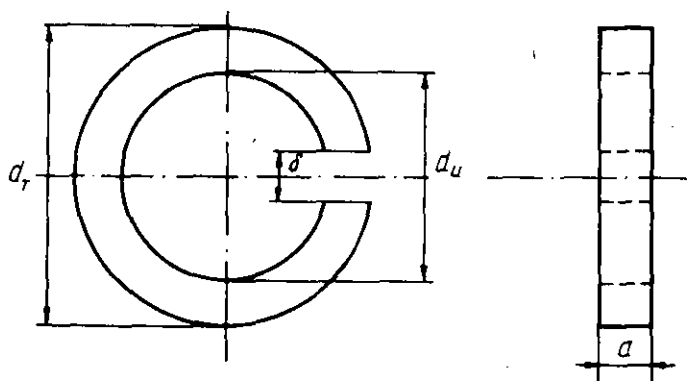
бунда:

W_{λ_1} ўлчаш ғалтагидаги чулғамининг ўрамлар сони;

C_{Φ} милливеберметрнинг бир бўлинмасига тўғри келадиган ва милливеберларда ўлчанадиган шу милливеберметрнинг доимийлиги.

Амперметр кўрсатган қийматларини 3.9.1-жадвалга ёзиб олинг.

б) Магнит индукциясини аниқлаш учун магнит окимининг қиймати ўлчаб аниқланган ва текшириш учун қўлланилаётган намуналарни кўндаланг кесим юзлари S ни топиш учун уларнинг геометрик ўлчамлари етарли даражада берилган бўлиши керак (3.9.3-расм).



3.9.3-расм. Намуна узгичининг геометрик ўлчамларини кўрсатувчи шакллар.

Мана шулар топилгандан кейингина магнит индукцияси ҳисоблаш йўли билан аниқланади.

Башарти, магнитланиш эгри чизигини қуриш керак бўлиб қолса, у ҳолда W_1 ўрамлар сонига эга магнитловчи чулғамга бериладиган ток I ни реостат R_p ёрдамида нолдан бошлаб то унинг энг катта қийматигача ўзгартириб ($0 < I \leq I_{\text{крит}}$), тахминан шу токнинг 10--12 қиймати учун магнит оқими ўлчаб олинади ва амперметрнинг кўрсатган қийматлари ҳам ёзиб олинади. Шу ўлчаш натижаларидан фойдаланиб, намуна магнит моддасининг магнитлаш эгри чизигини ҳисоблаш йўли билан қурилади.

2. Ўзгармас магнит оқимини магнит модулятор ёрдамида ўлчаш. Магнит модуляторининг тузилиш тарҳи 3.9.26-расмда берилган бўлиб, унда кўндаланг магнит майдони ўрамлар сони W_n бўлган модуляция чулғами ёрдамида ҳосил қилинади. Ўрамлар сони W_1 бўлган ўлчаш чулғами модуляция чулғамининг устига унга нисбатан тик равишда жойлаштирилган. Бу икки чулғам бир-бирига нисбатан тик жойлашгани учун улар ўзаро магнит боғланишга эга эмас. Шунинг учун ўлчанадиган магнит оқими йўқ бўлганда, яъни $\Phi_d = 0$ да ўлчаш чулғами W_1 нинг чиқишида Э Ю К нолга тенг бўлади. Бу эса ўз навбатида ўлчаш чулғами W_1 нинг чиқишида факат ўлчанадиган магнит оқими Φ_d га мутаносиб бўлган Э Ю К e_n вужудга келишини кўрсатади. Мана шу Э Ю К электрон вольтметр ёрдамида ўлчанади ва олинган ўлчаш натижалари 3.9.2-жадвалга ёзиб қўйилади.

Ҳисоблаш ишларини бажариш учун магнит модуляторнинг юмшоқ магнит моддасидан ясалган ўзагининг геометрик ўлчамлари, модуляция чулғами W_n ва ўлчаш чулғами W_1 нинг ўрамлар сони берилган бўлиши керак. Бундан ташқари, намуна магнит-модуляторининг ўзаги қандай моддадан ясалгани ҳақида ҳам ёзиб қўйилиши керак.

IV. Ўлчовшүнослик асослари ва электр ўлчаш назариясидан асосий маълумотлар

Магнит майдонининг асосий магнит катталиклари бўлиб, магнит оқими Φ , магнит индукцияси B , магнит қучланишлари H , магнит юритувчи қуч F ва бошқалар

хисобланади. Бу катталиклардан магнит индукцияси B билан магнит кучланганлиги H орасидаги боғланиш куйидаги ифодаalar билан аниқланади: Ҳавосиз бўшлиқда (вакуумда):

$$B = \mu_0 H. \quad (3.9.2)$$

Нисбий магнит сингдирувчанлиги μ га эга мухитда:

$$B = \mu_0 \mu H, \quad (3.9.3)$$

бунда:

μ_0 — ҳавосиз бўшлиқнинг магнит сингдирувчанлиги бўлиб, у кўпинча магнит доимийлиги деб ҳам юритилади:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Г/М.}$$

Магнит оқими Φ магнит индукцияси B билан куйидагича боғланган:

$$\Phi = SB, \quad (3.9.4)$$

ёки

$$B = \frac{1}{S} \Phi, \quad (3.9.5)$$

бунда:

S — магнит оқими оқиб ўтадиган жойнинг кўндаланг кесим юзаси.

Мухитда магнит майдонининг асосий катталиклари магнит индукцияси B , магнит майдонининг кучланганлиги H ва магнитланганлик I дан иборат бўлиб, улар ўзаро куйидагича боғланган:

$$B = \mu_0 (H + I). \quad (3.9.6)$$

1. Магнит катталикларини веберметр билан ўлчаш. Ўзгармас магнит оқимларини ўлчаш учун кўпинча веберметр деб аталадиган магнитоэлектрик турига тегишли ўлчаш асбоби ишлатилади. Унинг ишлаш тартиби куйидагича: W_x , ўрамлар сонига эга ўлчаш ғалтагини веберметрга улаганимизда биринчи навбатда ўлчанаётган магнит оқими нолга тенг бўлганда, яъни $\Phi_x = 0$ да ўлчаш ғалтаги ҳаракатланаётган вақтда веберметрнинг

милн бошланғич ҳолатда, яъни α_1 бурчакни кўрсатиб турган бўлса, ўлчанадиган магнит оқими Φ_x п а й д о бўлгандан кейин ўлчаш ғалтаги ҳаракатланиб турган вақтда бу ғалтакка илашган магнит оқимининг ўзгариши натижасида веберметр тўртбурчак асосли ғалтагида (рамкасида) электр ток кучи ўзгаради, бу ўзгариш ўз навбатида веберметр тўртбурчак асосли ғалтагини ўлчанадиган магнит оқими Φ_x га мутаносиб равишда маълум α_2 бурчакка бурилишга олиб келади. Веберметр ёрдамида магнит оқими $\Delta\Phi_x$ ни аниқлаш учун ўлчаш асбоби кўрсатган микдорларнинг фарқи $\Delta\alpha$ олинади:

$$\Delta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1, \quad (3.9.7)$$

бунда: α_1 ва α_2 — мос равишда веберметрнинг ўлчанадиган магнит оқими Φ_x берилгандан олдин α_1 ва кейинги α_2 кўрсатган оқиш бурчаклари.

Энди $\Delta\alpha$ ни ўлчанаётган магнит оқими Φ_x орқали аниқлаймиз:

$$\Delta\alpha = \frac{W_{\phi,r}}{BSW_{p,q}} \Phi_x = \frac{W_{\phi,r}}{C_\phi} \Phi_x, \quad (3.9.8)$$

бунда: C_ϕ — веберметрнинг доимийлиги бўлиб, кўпинча вебернинг бўлинмаларга нисбати билан ифодаланади ($B6/6\text{ўл.}$);

B — тўртбурчак асосли ғалтак ҳаракат қиладиган ҳаво бўшлиғидаги магнит индукцияси;

$W_{p,q}$ — тўртбурчак асосли ғалтак чулғамининг ўрамлар сони;

S — тўртбурчак асосли ғалтак юзаси бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$$S = R_p \cdot l_p, \quad (3.9.9)$$

бунда: R_p — тўртбурчак асосли ғалтак радиуси; l_p — тўртбурчак асосли ғалтак узунлиги.

Энди (3.9.8) ифодадан ўлчанаётган магнит оқими Φ_x қийматини аниқлаймиз:

$$\Phi_x = \frac{1}{W_{\phi,r}} C_\phi \cdot \Delta\alpha. \quad (3.9.10)$$

Борди-ю, магнит оқими Φ_x ни ўлчашда веберметр ўрнига милливеберметр қўлланса, у ҳолда (3.9.10) ифода қуйидагича ёзилади:

$$\Phi_x = \frac{1}{W_{\Sigma r}} C_{\Phi} \Lambda \alpha \cdot 10^{-3} \text{ Вб.} \quad (3.9.11)$$

Магнит оқимини ўлчаш учун қўлланиладиган веберметр кўчма асбоб ҳисобланади, унинг даражаси магнит оқими бирлиги бўйича даражаланганлиги учун ҳам, у тузилиш жиҳатидан ниҳоятда оддий, шу боис унда ўлчаш ишлари жуда қулайлик билан бажарилади; айниқса, веберметр кўрсатишининг катта чегараларда бўлиши, бунинг устига-устак ўлчашнинг занжир қаршилиги ва оқим илашишининг ўзгариш вақтига боғлиқ эмаслиги каби кўрсаткичлар бу асбобнинг магнит оқимларини ўлчашдаги афзалликларини акс эттиради.

Аммо веберметрда сезувчанлик ва аниқлик даражасининг нисбатан камлиги унинг асосий камчиликларидан бири ҳисобланади.

Фотоэлектрик веберметрлар бу айтилган камчиликлардан бирмунча холи бўлиб, шу боис улар магнит катталикларини ўлчашда кенг қўлланилмоқда. Шунингдек ҳозирги вақтда магнит катталикларини юқори аниқлик билан ўлчашда Холл самараси (эффекти) ва феррезонд (магнит модуляторлари) ларидан ҳам фойдаланилаётир.

2. Магнит катталикларини магнит модуляторлари ёрдамида ўлчаш. Амалда кўпинча магнит оқими Φ магнит индукцияси B магнит кучланганлиги H каби ўзгармас магнит майдон катталикларини ўлчашга тўғри келади. Бу ишни амалга ошириш учун мўлжалланган асбоблар етишмаганда уларнинг қийматини ҳар қандай ижодхонада магнит модулятори ёки Холл элементи ёрдамида ўлчаш мумкин. Магнит катталикларини Холл элементи ёрдамида ўлчаш тўғрисидаги маълумотлар [2,3, 4,10] да жуда яхши берилган. Шунинг учун ҳам бу ерда фақат магнит катталикларини магнит модуляторлари ёрдамида ўлчашни кўриб чиқамиз. Магнит модулятори (ММ)нинг тузилиш тарҳи 3.9.2- расмда берилган; у магнит моддасидан ясалган ва ичи ғовак цилиндрсимон магнит ўтказгич 1 дан ўрамлар сони W_m га тенг, модуляцияловчи чулғам 2 дан ва ўрамлар сони W_g га тенг бўлган ўлчаш чулғами 3 лардан иборат бўлиб, ММ даги чулғамлар магнит ўтказгичга бири-бири билан трансформация боғланишига эга бўлмайдиган қилиб жойлаштирилган.

Бу магнит модулятори ўлчанадиган магнит оқими Φ_x нинг йўлига қўйилганда магнит оқими Φ_x магнит ўтказгич 1 дан ўтганда магнит модуляторнинг магнит сингдирувчанлиги μ модуляцияловчи ўзгарувчан ток I_m таъсирида даврий ўзгариш натижасида магнит ўтказгич 1 даги ўзгармас магнит оқими Φ_x магнит сингдирувчанлик μ ўзгариши бўйича ўзгарадиган магнит оқимига айланиб, модулятор ўлчаш чулғамининг чиқишида қуйидаги ифода билан аникланадиган e_q Э Ю К ни ҳосил қилади:

$$e_q = W_y \frac{d\Phi_x}{dt} = W_y S_x \frac{dB_x}{dt} = W_y S_x H_x \mu_0 \frac{d\mu_{ст}}{dt}; \quad (3.9.12)$$

бунда:

S_x — ўзгармас магнит оқими Φ_x йўлидаги ММ магнит ўтказгичининг қўндаланг кесим юзаси;

$\mu_{ст}$ — ММ магнит ўтказгичининг статик магнит сингдирувчанлиги;

H_x — ўлчанадиган магнит оқими Φ_x нинг магнит кучланганлиги.

Ўлчанадиган магнит оқими Φ_x ни модуляцияловчи магнит оқими Φ_m га нисбатан жуда кичик ($\Phi_x \ll \Phi_m$) эканлигини ҳисобга олиб, статик магнит сингдирувчанлик $\mu_{ст}$ ни ММ нинг магнит ўтказгичи моддасининг магнитлаш эгри чизиги $B_m = f(H_m)$ дан фойдаланиб аниқлаймиз.

Агар статик магнит сингдирувчанлик қуйидаги ифода орқали аниқланишини ҳисобга олсак:

$$\mu = B_m / H_m = \mu_{кат} (1 - \xi + \xi \cos 2\omega t), \quad (3.9.13)$$

бунда:

$$\xi = - \frac{\mu_{кат} \mu_{хич}}{2\mu_{кат}} \leq 0,5. \quad (3.9.14)$$

у ҳолда бу ифодаларни ҳисобга олиб, (3.9.12) ифодадан қаралаётган модуляторнинг ўлчаш чулғами чиқишидаги Э Ю К e_q нинг иккинчи гармоникаси тебраниш кенглиги киймати учун қуйидаги ифодани ёзиш мумкин:

$$E_{2m} = 2\omega \xi W_y S_x \mu_0 \mu_{кат} H_x \quad (3.9.15)$$

(3.9.13), (3.9.14) ва (3.9.15) ифодаларда қўлланилган ўзгармас кўпайтма ξ қўндаланг модуляцияли модуляторлар учун $0,4 \div 0,45$, га тенг деб қабул қилинади, яъни $\xi = 0,4 \div 0,45$.

(3.9.15) ифодадан ўлчанмоқчи бўлган магнит кучланганлиги куйидагича аниқланади:

$$H_x = \frac{E_{2m}}{2\omega\xi W_y S_x \mu_0 \mu_{\text{кат}}} \quad (3.9.16)$$

Аммо кўп ҳолларда модулятор чиқишдаги кучланишнинг давр тезлик таъминлаш манбаининг давртезлигига тенг бўлиши талаб қилинади. Бу талаб модуляция токи I_m ни ярим ўтказгичли диод орқали ўтказиш йўли билан амалга оширилади. Бу ҳолда модуляторнинг юмшоқ магнит моддасидан ясалган ўзагининг магнит қаршилиги иккиланган давртезлик билан ўзгармасдан фақат модуляция токи I_m нинг давртезлигига тенг давртезлик билан ўзгаради. Мана шу вақтда модуляторни чиқиш ишорасининг ўргача қиймати $E_{\text{ўр}}$ куйидаги ифода билан аниқланади:

$$E_{\text{ўр}} = 2f W_y S_x H_x \mu_0 (\mu_{\text{кат}} - \mu_{\text{кич}}). \quad (3.9.17)$$

Бу (3.9.17) ифодадан ўлчанадиган ўзгармас магнит майдони кучланганлигини аниқлаймиз:

$$H_x = \frac{E_{\text{ўр}}}{2f W_y S_x \mu_0 (\mu_{\text{кат}} - \mu_{\text{кич}})}, \quad (3.9.18)$$

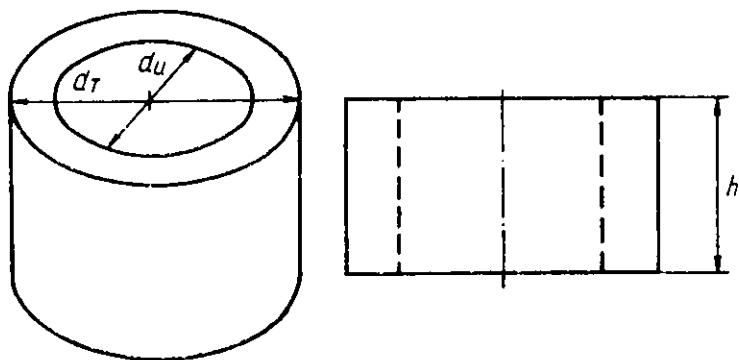
f — модуляция токининг давртезлиги.

Агар текшириладиган намунани модулятор жойлаштириладиган ҳаво бўшлиғида ўлчанадиган магнит окими Φ_x нинг кучланганлиги H_x маълум бўлса, у ҳолда ҳаво магнит сингдирувчанлиги μ_0 ни қўллаб, шу ҳаво бўшлиғидаги ўлчанадиган магнит окими Φ_x нинг магнит индукцияси B_x ни куйидаги ифода ёрдамида осонгина аниқлаш мумкин:

$$B_x = \mu_0 H_x, \quad (3.9.19)$$

ёки бу (3.9.19) ифодани (3.9.18) ни ҳисобга олиб, қуйидаги кўринишда қайта ёзамиз:

$$B_x = \frac{E_{\gamma p}}{2fW_y S_x (\mu_{\text{э.квт.}} - \mu_{\text{э.кнч.}})} \quad (3.9.20)$$



3.9.4-расм. Магнит модулятор ўзагининг геометрик ўлчамларини кўрсатувчи шакллар.

Энди модуляторнинг магнит модласидан ясалган ўзагининг кўндаланг қесим юзаси S_x ни 3.9.4-расмда берилган геометрик ўлчамлар ёрдамида аниқлаймиз:

$$S_x = \frac{1}{4} \pi (d_\tau^2 - d_u^2), \quad (3.9.21)$$

бунда:

d_τ ва d_u — мос ҳолда модулятор ўзагининг ташқи ва ички диаметрлари.

Ўлчанаётган магнит оқими Φ_x нинг магнит индукцияси B_x ва у оқиб ўтган юза S_x маълум бўлса, у ҳолда бундай ўлчанадиган магнит оқимлари ҳисоблаш йўли билан аниқланади:

$$\Phi_x = B_x S_x, \quad (3.9.22)$$

Бу (3.9.22) ифодани (3.9.20) ифодадан фойдаланиб, қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\Phi_x = \frac{E_{\gamma p}}{2fW_y (\mu_{\text{э.квт.}} - \mu_{\text{э.кнч.}})} \quad (3.9.23)$$

Умуман микдорий жиҳатдан унча катта бўлмаган ўзгармас магнит майдони катталикларини ўлчашда тузилиши бўйича унча мураккаб бўлмаган ҳар хил турдаги феррозондлар қўлланилади. Бундай феррозондларнинг тузилиши, ишлаш асослари ва уларни амалда қўллаш йўл-йўриклари адабиёт [2,8, 10] ларда жуда яхши берилган бўлиб, улар билан мустақил равишда танишиш сизнинг ўзгармас магнит майдон катталикларини ўлчаш бўйича олган билим доирангизни анча кенгайтишига олиб келади.

ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Ўзгармас магнит майдони катталикларини ўлчашнинг қандай усуллари бор?

2. Магнит моддасининг статик сингдирувчанлиги қандай аникланади?

3. Магнит оқими, магнит кучланганлиги, магнит индукцияси ва магнит юритувчи кучлар халқаро бирликлар тизими (ХБТ) бўйича қандай бирликларда ўлчанади?

4. Веберметрнинг тузилиши ва ишлаш асосларини гапириб бering.

5. Магнит модулятори нима ва унинг қандай турлари бўлади?

6. Ҷрамлар сони 50 га тенг, чулғамли ўлчаш ғалтаги ўзгармас магнитдан узоклаштирилганда доимийлиги $C_{\phi} = 0,3 \cdot 10^{-3}$ Вб/бўлин, бўлган веберметрнинг қўзғалувчи қисми ҳаракатга келиб, унинг мили 70 бўлинмани кўрсатган бўлса, шу ўзгармас магнитнинг магнит оқими Φ_x нинг қиймати қанчага тенглигини аниқланг.

7. Ўзгармас магнит майдони кучланганлиги Холл элементи ёрдамида қандай ўлчанади?

8. Ўзгармас магнит майдони катталиклари магнит модулятори ёрдамида қандай ўлчанади?

9. Магнит модуляторининг чиқишидаги кучланиш давртезлиги модуляцияловчи токнинг давртезлигига қандай қилиб тенг қилиб олинади?

10. Текширилаётган намунанинг ҳаво бўшлиғидаги ўзгармас магнит майдон кучланганлиги H_x маълум бўлса, шу ҳаво бўшлиғидаги магнит индукцияси B_x ва магнит оқими Φ_x нинг қиймати қандай ифодалар ёрдамида аникланади?

Адабиётлар [2,3, 4,8, 10]

3.10 10- АМАЛИЙ ИШ

МАГНИТ МОДДАСИНИНГ ДИНАМИК ТАВСИФИНИ АНИҚЛАШ

1. Ишнинг мақсади

Бу амалий ишнинг асосий мақсади магнит моддасининг динамик тавсифини аниқлаш учун энг кўп қўлланиладиган усул ва воситалар билан танишиш ҳамда магнит моддасининг асосий магнитланиш эгри чизигини, шунингдек, гистерезис сиртмоқларини электрон осциллограф ёрдамида олиш йўллариини ўрганишдан иборатдир.

II. Ишни бажариш тартиби

1. Амалий ишни бажариш учун 3.10.1 ва 3.10.2- расмда берилган тарҳлар бўйича зарур ўлчаш асбоблари ва ёрдамчи жиҳозларни иш столларига тўплаб, текшириб қўринг ва шу ишни бажаришга уларнинг яроқли эканлигига ишонч ҳосил қилганингиздан сўнг ҳар қайси асбоб ва жиҳозларни техник тавсифларини амалий иш дафтарингизга ёзиб олинг.

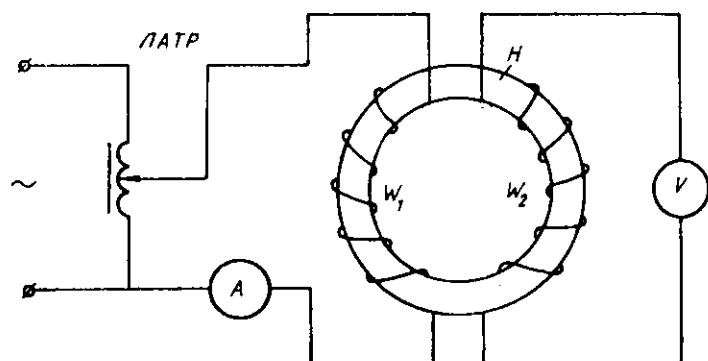
2. Магнит моддасининг магнитланиш эгри чизиги $B_m = f(H_m)$ ни амперметр ва вольтметр усули билан қуриш учун 3.10. 1- расмда берилган тарҳини йиғинг, сўнгга ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, магнитловчи чулғамдаги токни ЛАТР туридаги автотрансформатор ёрдамида 0 дан то текшириладиган намунанинг магнит моддаси тўйинишга олиб келадиган ток қиймати $I_{кат}$ гача ўзгартириб бориб, токнинг шу $I = 0 \div I_{кат}$ оралиғидаги қийматларидан $10 \div 12$ таси учун ўлчаш асбоблари кўрсатган қийматларни 3.10. 1- жадвалга ёзиб қўйинг.

3.3.10.2- расмда берилган тарҳни йиғинг, (техника хавфсизлигини таъминлаш учун кучланишни пасайтирувчи трансформатор — КИТ улашни унутманг) йиғилган тарҳни ўқитувчи текшириб бергандан кейингина таъминлаш манбаига улаб, электрон осциллограф экранида ўқитувчи томонидан берилган намуна магнит моддасининг магнитланиш асосий эгри чизиги ва гистерезис сиртмоғини ҳосил қилинг. Ўлчаш натижаларини 3.10.2- жадвалга ёзинг. Осциллограф экранидан магнитланиш эгри чизиги ва гистерезис сиртмоқларини амалий иш дафтарига чизиб олинг.

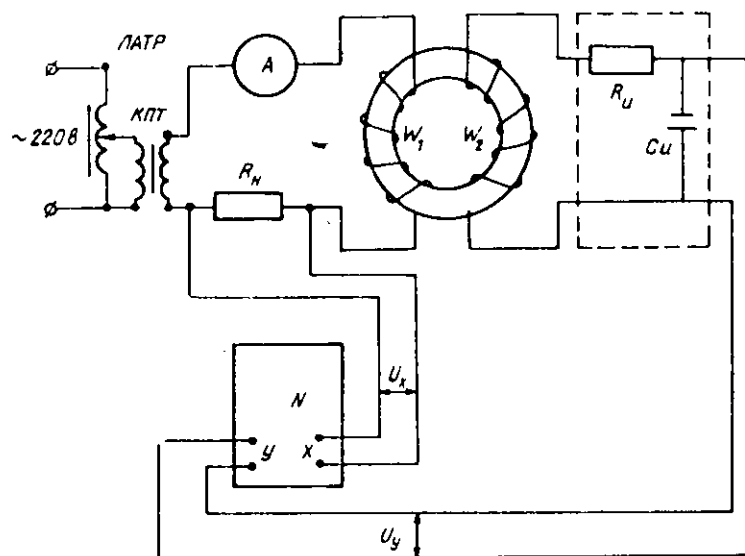
4. Ишнинг 2- банди бўйича қилинган тажриба маълумотлари бўйича намунадаги магнит индукцияси B_m ни, магнит майдон кучланганлиги H_m ни магнит юритувчи куч F_m ни, магнит оқими Φ_m ни ва намунанинг тўла қаршилиги Z_m ҳисоблаш йўли билан аниқланг.

5. Ишнинг 4- банди бўйича олинган натижалардан фойдаланиб, магнитланиш эгри чизиги $B_m = f(H_m)$ ни қуриш.

6. Ишнинг 3- банди бўйича қилинган тажриба натижалари бўйича олинган маълумотлардан фойдаланиб текшириладиган намуна учун магнит индукцияси B_m ва магнит



3.10.1- р а с м . Магнит тавсифини амперметр ва вольтметр усули билан аниқлаш.



3.10.2- р а с м . Магнит тавсифларини электрон осциллограф ёрдамида аниқлаш.

кучланганлик H_m нинг сон қийматини аниқланг ва намуна магнитланишнинг асосий эгри чизигини қуринг.

7. Осциллограф ёрдамида олинган маълумотлар бўйича намунанинг гистерезис ва уярма тоқлари бўйича солиштирма исрофларини аниқланг.

8. Амперметр ва вольтметрлар усули билан ҳосил килинган магнитланиш эгри чизиги билан электрон осциллограф ёрдамида олинган магнитланиш эгри чизигини солиштиринг, уларнинг афзаллик ва камчиликлари тўғрисидаги ўз хулосангизни ҳисобот қобирасига ёзиб қўйинг.

3.10.1-жадвал

Магнит тавсифини амперметр ва вольтметр усули билан аниқлаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари		Ҳисоблаш натижалари				
	I	U	B_m	H_m	F_m	Φ_m	Z_m
	A	B	Tл	A/м	A·уярм	Bс	T_n^{-1}
1							
2							

3.10.2-жадвал

Магнит тавсифини электрон осциллографи ёрдамида аниқлаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари		Ҳисоблаш натижалари				
	A_x	C_y	B_m	H_m	H_c	P_T	P_U
	ММ	ММ	Tл	A/м	A/м	Bт/Н ¹	Bт/Н ¹
1							
2							

Эслатма: 1. A_x ва C_y — мос ҳолда осциллограф экрандаги шаклнинг x ва y ўқлари бўйича ўлчамлари.

III. Ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

1. Магнит моддасидан ясалган намуналарнинг магнит тавсифини аниқлаш. Бу ишни бажариш учун 3.10.1-расмда берилган тарҳда кўрсатилган электр ўлчаш асбоблари ва бошқа ёрдамчи жиҳозларни иш учун ажратилган жойга тўплаб, магнит тавсифи аниқланиши керак бўлган магнит моддасидан ясалган намуна ўқитувчидан олиниб.

тарх йиғилади. Ўқитувчи томони, ан берилган намуна — Н нинг шакли ҳалқа кўринишида бўлиб, у магнит тавсифи аниқланадиган модданинг юпка туноқа тахтачалари (пластинкалари)дан йиғилган бўлиб, унга ўрамлар сони W_1 бўлган магнитловчи чулғам ва ўрамлар сони W_2 бўлган ўлчаш чулғамлари бир текисда, яъни токибали қилиб ўралган.

Магнитловчи чулғам W_1 дан ўтаётган ток электродинамик тизимга тегишли амперметр ёрдамида ўлчаниб, ўлчаш чулғами W_2 чиқишидаги ЭЮК эса электрон вольтметр билан ўлчанади.

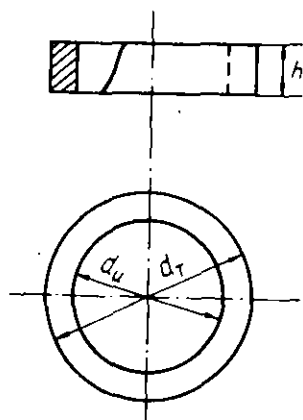
Вольтметрни танлашда албатта унинг кириш қаршилиги катта, хусусий истеъмоли қиладиган қуввати эса кам бўлишига аҳамият бериш керак. Шунинг учун ҳам бизнинг текшираётган тархимиз учун вольтметрнинг тўғрилагичлиги тизимга тааллуқли нусхасини қўллаш мақсадга мувофиқдир. Чунки бундай вольтметрнинг кириш қаршилиги катта ва истеъмоли қиладиган қуввати унча катта бўлмаганлиги учун ҳам бу вольтметрнинг кўрсатиши ўлчаш чулғами W_2 нинг чиқишидаги ЭЮК $E_{\text{эр}}$ га жўта яқин ҳисобланади.

Магнитловчи чулғам W_1 га бериладиган токни ростлаш учун ростланувчи реостатлар ўринга магнитловчи ток $i(t)$ нинг эгри чизигининг синусоидал шаклини ўзгартириб қолишдан саклайдиган ЛАТР-1 туридаги ижодхона автотрансформаторларидан фойдаланиш тажриба ишларида аниқсиз яхши натижаларга олиб келади.

Тажриба натижасида олинган маълумотларни 3.10.1-жадвалга ёзиб қўйинг.

Ҳар бир магнит тавсифи аниқланиши зарур моддадан ясалган намуналарнинг магнитловчи чулғам ўрамлар сони W_1 ўлчаш чулғами ўрамлар сони W_2 ва намунанинг геометрик ўлчамлари: ташқи диаметри d_1 , ички диаметри d_2 ва унинг қалинлиги a лар берилан бўлиши керак (3.10.3-расмга қараң).

2. Намунанинг магнитла-ниш эгри чизиги ва гистерезис сиртмоғини аниқлаш. Бу ишни амалга ошириш учун 3.10.2-



3.10.3-расм. Намунанинг геометрик ўлчамлари.

расмда берилган тарх йиғилади. Тархда берилган намуна-
ли резистор R_n нинг қаршилиги 50: 60 Ом, намунанинг
ўлчаш чулғами чиқишига уланган интеграллаш занжири-
даги R_n нинг қаршилиги 90 кОм ва конденсатор C_n нинг
сигми 2 мкФ га тенг ёки шу кўрсатилган миқдорларга
яқин бўлиши керак. Тажриба ишини бошлашдан олдин
осциллограф давртезлик ёйилмаси ростлагичининг узиб-
улагичини «Узилган» («Выкл.») ҳолатига қўйиш керак.
Ана шундан кейин ЛАТР тутқичини ҳаракатга келтириб,
электр занжирида магнитловчи чулғам учун йўл қўйилгай
ток қийматидан ошиб кетмайдиган, экрандаги тасвири эса
осциллограф экрани доираси чегарасидан чиқиб кетмайдиган
даражадаги токни ҳосил қилиш учун етарли кучланиш
қиймати ана шу электр занжирига берилади. Шу пайтда
осциллограф экранда ҳосил қилинган сиртмоқни чизиб,
кучайтиргич тутқичи қўйилган ҳолатини амалий иши
дафтарига ёзиб қўйинг. Шу билан бир қаторда тажриба
вақтида олинган ҳамма маълумотларни 3.10.2-жадвалга
ёзинг. Жадвалда келтирилган C_n ва A_n ҳарфлари мос
ҳолда осциллограф экрандаги тасвири X ва Y ўқлари
бўйича ўлчамларини ақс эттиради.

Тажриба маълумотлари ва қабул қилинган m_x , m_y ,
масштаблар, тарх элементлари параметрлари W_1 , W_2 ,
 R_n , C_n , намуна магнит моддасининг геометрик ўлчамлари
кабиларни ҳисобга олиб, намуна магнит индукцияси B ни
ва магнит кучланганлиги H ни ҳисоблаш йўли билан сон
қийматларини аниқлаб, намуна магнит моддаси магнитла-
нишининг асосий эгри чизиги $B=f(H)$ ни қурунг.

IV. Ҳалловчинослик асослари ва электр ўлчаш назариясидан магнит моддасининг динамик тавсифини аниқлаш бўйича асосий маълумотлар

Магнит моддасининг динамик тавсифи бу ўзгарувчан
магнит майдонида аниқланган тавсифдан иборат бўлиб,
у магнит моддасининг сифатигагина эмас, балки қисман
бўлса-да бир қанча бошқа омилларга ҳам боғлиқдир.
Масалан, намунанинг шакли ва геометрик ўлчамларига,
магнитланиш майдонининг давртезлиги ҳамда эгри чи-
зиғининг шакли ва шу каби бошқа омилларга ҳам
боғлиқдир.

Магнит моддасининг динамик тавсифининг асосий моҳияти шундан иборатки, бу тавсифга қараб, намуна магнит моддасини берилган аниқ магнитланиш шарт ва шароитлари учун яроқли ёки яроқсиз эканлигини аниқлаш мумкин.

1. Магнит моддасининг динамик тавсифини амперметр ва вольтметр усулида аниқлаш. Саноат давртезлигига эга бўлган ўзгарувчан магнит майдонли магнит моддасининг динамик тавсифини оддийгина бўлган амперметр ва вольтметр усули билан аниқлаш мумкин. Бунинг учун эса 3.10.1-расмда берилган электр тархидан фойдаланилади.

Магнит майдони кучланганлигининг энг катта қиймати магнитлаш чулғами W_1 нинг ўрамлар сопи ва унга берилган ток I миқдори ҳамда намунанинг геометрик ўлчамларидан фойдаланиб қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$H_m = -\frac{W_1 I \sqrt{2}}{l_{\text{ср}}} A/m, \quad (3.10.1)$$

бунда:

I — магнитланиш токининг таъсир қиймати (А);

W_1 — магнитланиш чулғамининг ўрамлар сопи (ўрам);

$l_{\text{ср}}$ — магнит занжиридаги асосий ишчи магнит окими-нинг босиб ўтадиган йўлининг ўртача узунлиги (м). Бу ўртача узунликни 3.10.3-расмда берилган намунанинг геометрик ўлчамларидан фойдаланиб, қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаймиз:

$$l_{\text{ср}} = \frac{1}{2} \pi (d_r + d_u) m, \quad (3.10.2)$$

бунда:

d_r ва d_u — мос ҳолда намунанинг ташқи ва ички диаметрлари.

Намунадаги магнит индукция B_m ўлчаш чулғами W_2 чиқишдаги вольтметр билан ўлчаб аниқланган электр юритувчи кучининг ўртача қиймати $E_{\text{ср}}$ ёрдамида ҳисоблаш йўли билан аниқланади:

$$B_m = \frac{E_{\text{ср}}}{4f W_2 S_n} T_A \quad (3.10.3)$$

бунда:

$E_{\text{ср}}$ — ўлчаш чулғами чиқишдаги ЭЮК нинг ўртача қиймати (В);

W_2 - ўлчаш чулгамининг ўрамлар сони (ўрам);

I - магнитловчи токнинг давртезлиги (Гц);

S_n - намунанинг кўндаланг кесими юзи (m^2). Бу юза

3.10.3-расмда берилган намуна геометрик ўлчамларидан фойдаланиб, қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$S_n = a \cdot h = \frac{1}{2} h (d_r - d_s) m^2, \quad (3.10.4)$$

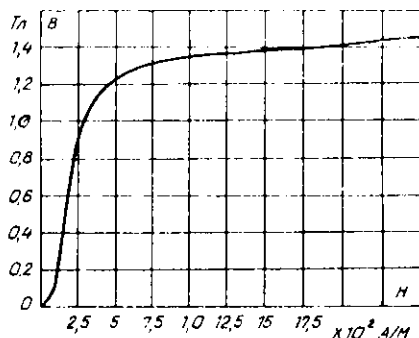
бунда:

a - намунанинг эни (м);

h - намунанинг калинлиги (м).

Энди магнитловчи занжир орқали маълум миқдордаги электр токини ўтказиб ва ўлчаш чулгами W_2 чиқишидаги ЭЮК ни вольтметр ёрдамида ўлчаб (3.10.1) ва (3.10.3) ифодалар ёрдамида намунада ҳосил бўлган магнит майдони магнит индукцияси B_m ни ва магнит кучланганлиги H_m ни аниқлаш мумкин. Бу ҳисоблаш натижаларидан фойдаланиб, $B = f(H)$ кўринишидаги магнитланиш эри чизигини қуриш мумкин. Мисол тариқасида қурилган бундай эгри чизикдан бирининг ташқи кўриниши 3.10.4-расмда келтирилган.

3.10. 4-расм.
Текширилаётган намуна-
нинг магнитланиш эгри
чизиги.



Ўзгарувчан магнит майдонида магнит моддаси сингдирувчанлигининг тебраниш кенглиги қиймати μ магнит индукциясининг энг катта қиймати B_m ни магнит майдони кучланганлигининг энг катта қиймати H_m га нисбати билан аниқланади ва у қуйидагича кўринишда ёзилади:

$$\mu = \frac{B_m}{\mu_0 H_m}, \quad (3.10.5)$$

бунда:

μ_0 - магнит доимийлиги, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Намунадан оқиб ўтаётган магнит оқими Φ_m (3.10.3) ва (3.10.4) ифодалардан фойдаланиб, ҳисоблаш йўли билан қуйидагича аниқланади:

$$\Phi_m = B_m \cdot S_m = \frac{E_{\text{ўр}}}{4\pi W_2} B\delta. \quad (3.10.6)$$

Намунадаги магнит юритувчи куч (МЮК) магнитловчи ток I нинг қийматини магнитлаш чулғамининг ўрамлар сони W_1 га кўпайтириш йўли билан аниқланади:

$$F_m = I \cdot W_1 A \cdot \text{ўрам}. \quad (3.10.7)$$

Магнит оқими йўлидаги намунанинг тўла қаршилиги қуйидагича аниқланади:

$$Z_m = \frac{F_m}{\Phi_m} = - \frac{4W_1 W_2 H}{E_{\text{ўр}}} \Gamma_m^{-1}. \quad (3.10.8)$$

Магнит моддасининг динамик тавсифини аниқлаш учун юкорида келтирилган амперметр ва вольтметр усули ёрдамида намунадаги исрофларни аниқлаб бўлмаслиги ҳамда магнит майдони индукциясини ўлчаганда йўл кўйилган 10—15 % хатолиги бу усулнинг асосий камчилиги ҳисобланади. Аммо бу усул ўзининг оддийлиги билан бошқа усуллардан ажралиб туради ва уни ҳар қандай ижодхона шаронтида ҳам магнит моддаларининг магнитланиш эгри чизикларини аниқлаш учун осонгина қўллаш мумкин. Шунинг учун ҳам у, юкорида айтилган камчиликларга қарамасдан, ҳозирги вақтда магнит моддаларининг магнитланиш эгри чизигини аниқлашда энг кўп қўлланиладиган усуллардан бири ҳисобланади.

2. Магнит моддасининг динамик тавсифини осциллограф ёрдамида аниқлаш. Магнит моддасининг тавсифини осциллограф усули билан аниқлаш ўзининг оддийлиги ва кўргазмалилиги билан бошқа усуллардан фарқ қилади. Бу усул қўлланилганда жуда катта доирадаги давртезликли динамик эгри чизикларни расмга олиш ва оддий кўз билан кузатиш имкони туғилади. Бундан ташқари, бу усул ёрдамида ҳар хил омилларнинг таъсири ва магнитланиш тартибларини ўзгартириш натижасида магнит моддасининг динамик сиртмоғининг шакли ҳамда ўлчамларининг ўзгаришини ҳам кузатиш мумкин. Шунинг учун ҳозирги вақтда бу усул (электрон нурли осциллографлар — ЭНО) магнит моддаларининг динамик тавсифини аниқлашда кенг қўлланилмоқда.

ЭНО экраннда $B=f(H)$ нинг сиртмоғини ҳосил қилиш учун осциллографнинг X киришига намуна магнит моддасини магнитловчи магнит майдони кучланганлиги H га мутаносиб бўлган кучланиш берилади:

$$U_x = U_{R_n} = iR_n = \frac{R_n l_{yp}}{W_1} H_1 \quad (3.10.9)$$

бунда:

W_1 — магнитловчи чулғамнинг ўрамлар сони;

H_1 — магнитловчи майдон кучланганлигининг оний қиймати;

l_{yp} — текширилаётган намуна магнит оқими босиб ўтган йўлининг ўртача қиймати бўлиб, у (3.10.2) ифода ёрдамида аниқланади.

ЭНО нинг кириш қисми Y га, яъни тик пластинкасига намуна магнит индукциясининг оний қиймати B_1 га мутаносиб бўлган кучланиш берилади. Бу ишни бажариш учун чулғам W_2 билан кириш қисм Y орасига интеграллаш занжирчаси $R_u C_u$ уланади. Мана шу интеграллаш занжирчасидаги конденсатор кучланишининг оний қиймати қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$U_c = U_y = \frac{W_2 S_u B_1}{R_u C_u} \quad (3.10.10)$$

Магнит индукцияси B ва кучланганлиги H ни топиш учун осциллографни даражалашга тўғри келади. Бунинг учун осциллографнинг X ва Y киришига навбатма-навбат маълум бўлган синусоидал кучланиш берилиб, m_y ва m_x масштаблар $B/\text{мм}$ ларда ҳисоблаб олинади:

$$m_y = \frac{2\sqrt{2} U_y}{n_y} \quad (3.10.11)$$

$$m_x = \frac{2\sqrt{2} U_x}{n_x} \quad (3.10.12)$$

бунда:

U_y ва U_x — мос ҳолда осциллографнинг X ва Y кириш қисмларига бериладиган кучланишларнинг таъсир қиймати;

m_y ва m_x — берилган кучайтиришнинг ўзгармас кўпайтувчиси бўйича осциллографга берилган кучланишнинг

иккиланган тебраниш кенглигига мос келадиган X ва Y ўқлари бўйича ёруклик чизикларининг узунлиги (мм).

Масштаб m_y ва m_x лар маълум бўлгандан кейин магнит майдонининг кучланганлиги H (А/мм) ҳамда индукцияси B (Т) қуйидаги ифодалар ёрдамида аникланади:

$$H_m = \frac{m_x W_1 A_x}{R_n l_{\text{пр}}}, \quad (3.10.13)$$

$$B_m = \frac{m_y R_n C_n}{W_2 S_n} C_y, \quad (3.10.14)$$

бунда:

A_x ва C_y — мос ҳолда магнит майдон кучланганлиги ва индукциясининг осциллограмма ёрдамида олинган қиймати, яъни кучланганлик H ва индукция B нинг осциллограф экранидаги X ва Y ўқлари бўйича ўлчамларидир ($A_n = A_x$ ва $C_n = C_y$).

Осциллограф ёрдамида олинган осциллограммадан фойдаланиб, магнит моддасининг гистерезис ва уярма токлар бўйича бўладиган солиштирма исрофини (B_t/H_t) қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаймиз [6]:

$$P_{t,y} = \frac{F_{t,c} m_b m_f}{\gamma}, \quad (3.10.15)$$

бунда:

$F_{t,c}$ — гистерезис сиртмоғининг юзи, м^2 ;

$m_b = m_y$ ва $m_n = m_x$ — мос ҳолда B ва H ларнинг Y ва X ўқлари бўйича масштаблари, Тл/мм ва А/мм²;

γ — намуна моддасининг солиштирма оғирлиги, $\text{Н}_1/\text{мм}^3$;

f — таъминлаш токининг давртезлиги, Гц.

Осциллограф экранидаги тасвирнинг X ва Y ўқлари бўйича $m_n = m_x$ ва $m_b = m_y$ масштабларини аниқлаш учун тебраниш кенглик вольтметри ёрдамида намунали қаршилик R_n даги кучланишлар тушишининг энг катта қиймати $U_{t,n}$ аникланиб ўлчаш чулғами W_2 чиқишидаги кучланиш эса ўртача қиймат ўлчайдиган вольтметр ёрдамида ўлчанади. Мана шу ўлчашлардан кейин юқорида айтилган масштаблар қуйидаги ифодалар ёрдамида аникланади:

$$m_n = m_x = \frac{U_{m.n} W_1}{R_n I_{sp}} \cdot \frac{1}{A_n}, \quad (3.10.16)$$

$$m_n = m_y = \frac{U_{w2.sp}}{4f S_n W_2} \cdot \frac{1}{C_n}. \quad (3.10.17)$$

Бундай усулда даражалаш интегралловчи занжирчадаги хатоликни йўқ қилишга олиб келади.

Гистерезис сиртмоғининг йўл қўйилган энг катта чегарасига мос келадиган токни автотрансформатор ёрдамида электр занжирига бериб, осциллограф экранига гистерезис сиртмоғи ҳосил қилинади ва у намуна магнит моддасининг тавсифини ҳисоблаш йўли билан аниқлаш учун чизиб олинади.

ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Магнит моддаси деганда нимани тушунаси ва уларнинг қандай турлари мавжуд?
 2. Юмшқ магнит моддаси бошқа турдаги магнит моддасидан нима билан фарқ қилади?
 3. Текшириладиган моддалардан ясалган намунага қандай талаблар қўйилади?
 4. Магнит сингдирувчанлик деб нимага айтилади ва улар қандай турларга бўлинади?
 5. Ўзгарувчан магнит майдонида магнит моддасининг магнит сингдирувчанлиги қандай усулларда аниқланади?
 6. Магнит моддасининг динамик ва статик тавсифлари орасида қандай фарқ бор?
 7. Магнитланиш эгри чизиги қандай усулларда аниқланади?
 8. Қандай катталикларга магнит катталиклари дейилади ва улар қандай бирликларда ўлчанади?
 9. Ўзгармас ҳамда ўзгарувчан магнит майдонларининг магнит катталиклари қандай усул ва ўлчаш асбоблари ёрдамида ўлчанади?
 10. Магнит моддасининг динамик тавсифини осциллограф усулида олишнинг қандай афзалликлари бор?
- Адабиётлар 1, 2, 3, 6, 10]

3.11. 11- АМАЛИЙ ИШ

ЭЛЕКТРОМАГНИТ ТУРИДАГИ ЎЗГАРТКИЧЛАР ЁРДАМИДА ЧИЗИҚЛИ ВА БУРЧАКЛИ СИЛЖИШЛАРНИ ЎЛЧАШ

1. Ишнинг мақсади

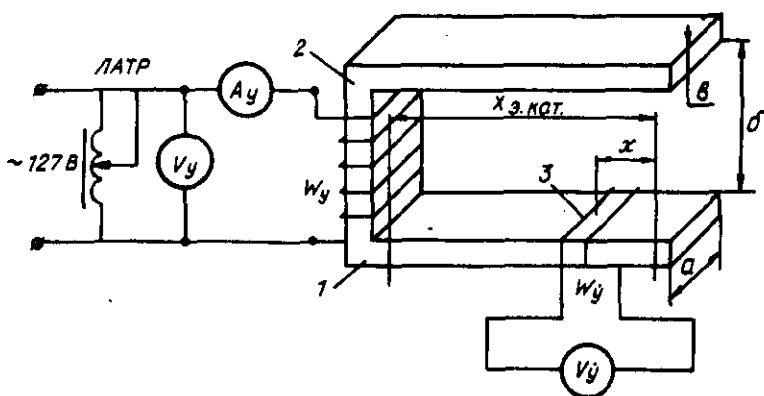
Ишнинг асосий мақсади чизикли ва бурчакли силжишларни ўлчашда кўп қўлланиладиган ўзгарткичларнинг тузилиши ҳамда ишлаш асосларини ўрганишдан, айниқса уларнинг асосий турларидан бири ҳисобланган электро-

магнит ўлчаш ўзгарткичларидан амалда фойдаланиш усули ва тархлари билан танишиб, уларнинг ўлчовшунослик тавсифини аниқлашдан иборатдир.

II. Ишни бажариш тартиби

1. Бу амалий ишни бажариш учун зарур ҳисобланган ўлчаш асбоблари, ўлчаш ўзгарткичлари ва ёрдамчи қурилмаларни иш учун ажратилган жойга тўплаб, шу ишни бажариш учун уларнинг яроқли эканлигини текширинг, техник маълумотларини амалий иш дафтарингизга ёзиб қўйинг.

2. Чизикли силжишни қўзғалувчи қисми чулғамдан иборат ўзгарткич ёрдамида ўлчанг. Бу ўлчашни бажариш учун 3.11.1-расмда берилган тархни йиғинг, ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни таъмилаш манбаига улаб, ўлчаш ишларини бажаринг. Ўлчаш вақтида чизикли

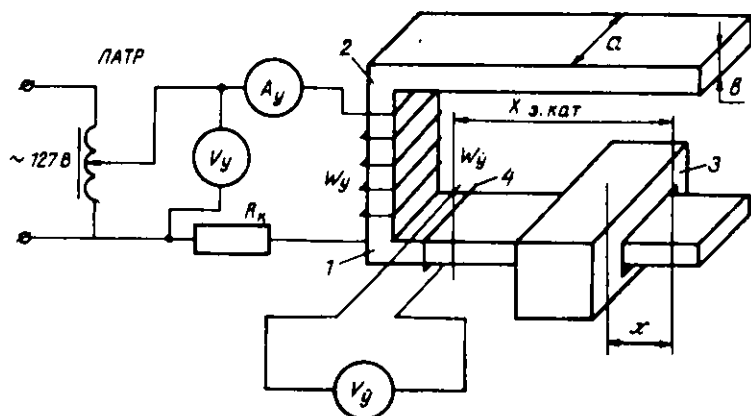


3.11.1-расм. Чизикли силжишни трансформатор туридаги ўтказкич ёрдамида ўлчаш.

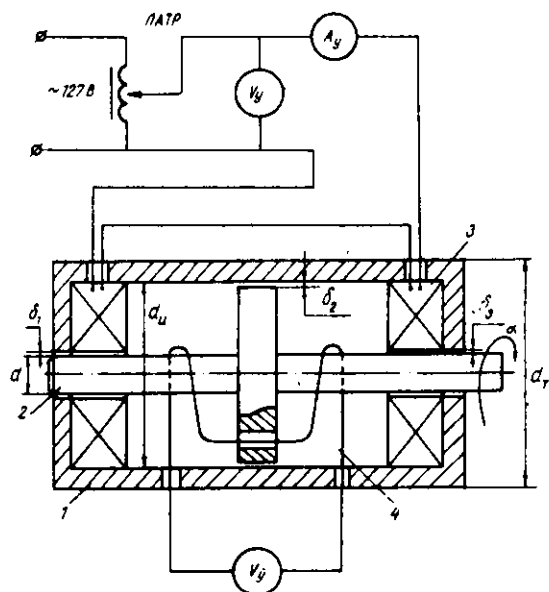
силжиш доирасининг 10—12 та токибали нуқталарига тўғри келадиган маълумотларни 3.11.1-жадвалга ёзинг.

3. Чизикли силжишни қўзғалувчи қисми тўсиқдан иборат ўзгарткич ёрдамида ўлчанг. Бу ишни бажариш учун шу амалий ишининг 2-бандидаги тажрибани 3.11.2-расмда берилган тарх учун такрорланг ва олинган натижаларни 3.11.2-жадвалига ёзиб қўйинг.

4. Бурчакли силжишни трансформатор туридаги ўзгарткич ёрдамида ўлчанг. Бу ишни бажариш учун 3.11.3-расмда берилган тархни йиғинг, ўқитувчи текшириб бер-



3.11.2- рас м. Чизикли силжишнин тўсикли силжиш қисмига эга бўлган трансформатор туридаги ўзгарткич ёрдамида ўлчаш.



3.11.3- ра с м. Бурчак силжишнини трансформатор туридаги кўзгалувчи қисми кўп айланувчи ўзгарткич ёрдамида ўлчаш.

3.11.1- жадвал

Чизикли силжишни (3.11.1- расмдаги тарх бўйича) ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари					Ҳисоблаш натижалари		
	x	U_y	I_y	E_{y1}	E_{y2}	$E_{\alpha, n}$	$E_{\alpha, x}$	$Y_{\alpha, k}$
	мм	В	А	В	В	В	В	%
1								
2								
11								

Эслатма: E_{y1} ва E_{y2} — мос ҳолда X ни 0 дан $X_{\text{кат}}$ гача ўзгартириб ўлчанган ва X ни $X_{\text{кат}}$ дан 0 гача ўзгартириб ўлчанган ЭЮК лар.

3.11.2- жадвал

Чизикли силжишни (3.11.2- расмдаги тарх бўйича) ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари					Ҳисоблаш натижалари		
	x	U_y	I_y	E_{y1}	E_{y2}	$E_{\alpha, n}$	$E_{\alpha, x}$	$Y_{\alpha, k}$
	мм	В	А	В	В	В	В	%
1								
2								
11								
12								

3.11.3- жадвал

Бурчак силжишни ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари					Ҳисоблаш натижалари		
	α	U_y	I_y	E_{y1}	E_{y2}	$E_{\alpha, n}$	$E_{\alpha, x}$	$Y_{\alpha, k}$
	даража	В	А	В	В	В	В	%
1								
2								
.								
.								
.								
11								
12								

гандан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, ўлчаш ишларини бажаринг. Ўлчаш вақтида силжиш доирасининг 10—12 та токибали нуқталарига тўғри келадиган маълумотларни 3.11.3-жадвалга ёзинг.

5. Ишнинг 3, 3, 4-бандларида бажарилган ўлчаш натижалари бўйича ўзгарткичларнинг ўлчаш чулғамлари чиқишидаги ЭЮК ларни натижавий қийматлари — $E_{\text{ч.н}} = E_{\text{ч.ч.}}$, $E_{\text{т.н}} = F_{\text{ч.н.}}$ ва $E_{\text{б.н}} = E_{\alpha, \text{н}}$ ларни аниқлаб, уларни уйғотиш токи I_y ларнинг берилган қийматлари бўйича ўлчаш чулғамлари чиқишидаги ҳисоблаш йўли билан аниқланган $E_{\text{ч.хис}} = E_{\text{ч.х.}}$, $E_{\text{т.хис}} = E_{\text{т.х.}}$ ва $E_{\alpha, \text{хис}} = E_{\alpha, \text{х.}}$ ЭЮК лари билан солиштиринг, ўзгарткичларнинг келтирилган $\gamma_{\text{ч.х.}}$, $\gamma_{\text{т.х.}}$ ва $\gamma_{\alpha, \text{х.}}$ хатоликларини аниқланг. Ҳисоблаш йўли билан аниқланган натижаларни мос келишига қараб 3.11.1, 3.11.2 ва 3.11.3-жадвалларга ёзиб қўйинг.

6. 3.11.1, 3.11.2 ва 3.11.3-жадвалларда келтирилган тажриба ва ҳисоблаш натижалари бўйича $E_{\text{ч.н}} = f(x)$ ва $E_{\alpha, \text{н}} = f(x)$, $E_{\text{т.н}} = f(x)$ ва $E_{\text{т.н}} = f(x)$, $E_{\alpha, \text{н}} = f(\alpha)$ ва $E_{\alpha, \text{х}} = f(\alpha)$ эгри чизикларини қуринг ва бу тажриба ҳамда ҳисоблаш йўллари билан қурилган эгри чизикларни бир-бири билан солиштиринг.

III. Ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

1. Ўлчаш асбоблари, ўзгарткичлари ва ёрдамчи қурилмалар билан танишганда қуйидагиларга аҳамият бериш керак:

а) тархда қўлланиладиган амперметр ва вольтметрларнинг ўлчаш чегараси шу ўлчаш ишларини бажаришга етарли, бинобарин, уларнинг аниқлик даражаси юқори бўлиши керак;

б) ёрдамчи қурилма ЛАТР иложи борида кам қувватли, кучланишларни 0 дан то зарур қийматгача, яъни тахминан 20—25 В гача ўзгартириб бориш имконини берадиган бўлсин. ЛАТР нинг чиқишидаги кучланиш ўзгариб турмасин, бунинг учун унинг кўзғалувчи қисмининг ишончли ишлашига аҳамият бериш лозим;

в) ўлчаш ўзгарткичларининг кўзғалувчи қисмлари эркин ва талаб қилинган йўналишдан оғмасдан силжиши керак. Бу ўзгарткичларнинг чиқишидаги ЭЮК $E_{\text{ч.х.}}$, $E_{\text{т.х.}}$ ва $E_{\alpha, \text{х.}}$ ларни ҳисоблаш йўли билан аниқлаш учун уйғотиш чулғами ўрамлар сони W_y , кўзғалувчи

ўлчаш чулғами ўрамлар сони W_y , ўзгарткич магнит ўзакларининг геометрик ўлчамлари ва улар тайёрланган магнит моддаларининг солиштирама магнит каршилиги ρ_m ва ўзгарткич чиқишидаги ЭЮК ларни аниқлаш учун зарур ҳисобланган бошқа параметрлар ҳам берилган бўлиши керак.

2. Ишнинг 2- бандида кўйилган талабни, яъни 1- тажриба ишини бажариш учун 3.11.1- расмда берилган тарҳ йиғилади, ўқитувчи текшириб бергандан кейингина у 127 В кучланишга эга ўзгарувчан ток манбаига уланиб, ўқитувчи томонидан берилган кучланиш қиймати ЛАТР ёрдамида ҳосил қилиниб, W_y ўрамлар сонига эга уйғотиш чулғамига берилади. Шундан кейин W_y ўрамлар сонига эга кўзғалувчи ўлчаш чулғами 0 дан то кўзғалиш чегарасининг энг катта қиймати, яъни $x=0:-x_{y,кат.}$ ораликда силжитиб, бу силжишнинг ҳар бир 10 мм ёки 20 мм оралиғи учун ўлчаш чулғамига уланган вольтметрлар кўйилган қиймат E_{y1} ёзиб қўйилади. Кўзғалувчи чулғамининг силжиш оралиғининг энг катта қийматига эришганда, яъни $x=X_{y,кат.}$ бўлгандан кейин бу кўзғалувчи чулғам орқа томонга то $x=0$ бўлгунча аста-секин силжитамиз, бу ҳолда ҳам силжиш оралиғининг ҳар бир 10 мм ёки 20 мм га тўғри келган ЭЮК лари ёзиб олинади.

Силжиш $x=0:-x_{y,кат.}$ нинг олдин 0 дан $x_{y,кат.}$ гача, кейин $x_{y,кат.}$ дан 0 гача бўлган оралиқларини алоҳида-алоҳида, ўлчаб, олинган ЭЮК E_{y1} ва E_{y2} ларнинг қийматларидан фойдаланиб, ўлчашнинг натижавий ўртача қиймати $E_{y,ор} = E_{y,н}$ ни аниқлаймиз. Ўлчаш ўзгарткичда кўзғалувчи қисм ўрнида чулғам қўлланилганлиги учун $E_{y,н}$ ни $E_{ч,н}$ билан белгилаб, қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаймиз:

$$E_{y,н} = E_{ч,н} = \frac{1}{2} (E_{y1} + E_{y2}). \quad (3.11.1)$$

Тажриба йўли билан аниқланган ЭЮК $E_{y,н}$ маълум бўлгандан кейин уни ҳисоблаш йўли билан ҳам аниқлаб, ўлчаш ўзгарткичининг келтирилган хатолиги аниқланади:

$$\gamma_{ч,к} = \frac{E_{ч,н} - E_{ч,к}}{E_{ч,н}} 100, \quad (3.11.2)$$

бунда: E_{α_x} — ўзгарткич кўзгалувчи ўлчаш чулғамининг $x = x_{\alpha_{кат}}$ ҳолати учун яхлитланган ЭЮК: E_{α_x} — ў л ч а ш чулғамининг чиқишидаги ҳисоблаш йўли билан аниқланган ЭЮК.

Ўлчаш ва ҳисоблаш натижасида олинган маълумотлар 3.11.2-жадвалига ёзилади.

3. Амалий ишидаги 2-тажриба 3.11.2-расмда берилган тарх бўйича худди олдинги биринчи тажрибага ўхшаш бажарилади, фақат бу тажрибада ўлчаш чулғами $x = x_{\alpha_{кат}}$ бўлган ҳолатга, яъни ўлчаш чулғами уйғотиш чулғамига ёнма-ён ёки унга жуда яқин қилиб жойлаштирилади, ўзгарткичнинг П-симон (3.11.2-расм) магнит ўтказгичининг ўзаро параллел бўлган ўзакларидан битта-сига тўсик қийдирилади. Бу тўсик ўз навбатида ўзакнинг сиртида $x = 0$ дан $x = x_{\alpha_{кат}}$ гача, яъни $x = x_{\alpha_{кат}}$ дан $x = 0$ гача бемалол силжий оладиган бўлиши керак. Бу тажрибадаги ўлчаш ва ҳисоблаш ишларини худди олдинги тажрибадагидай бажариб, олинган натижалар 3.11.2-жадвалга ёзиб қўйилади.

4. Бурчак силжишларни электр ўлчаш асбоблари ва ўлчаш ўзгарткичлари ёрдамида ўлчаш учун 3.11.3-расмда берилган электр тархи йиғилади, ўқитувчи текшириб бергандан кейингина у кучланиши 127 В бўлган ўзгарувчан ток манбаига уланиб, ЛАТР ёрдамида уйғотиш чулғамига ўқитувчи томонидан белгиланган кучланиш берилади. Шундан кейин ўзгарткичнинг кўзгалувчи қисмини 0° дан ($\alpha = 0$) бошлаб то унинг бурилиши мумкин бўлган чегарасининг энг катта қиймати, яъни $\alpha = \alpha_{\alpha_{кат}}$ гача буриб, ўлчаш чулғамида ҳосил бўлган ЭЮК $E_{\alpha_{\phi 1}} = E_{\phi 1}$ вольтметр ёрдамида ўлчанади. Лекин ўзгарткичнинг кириш чулғамига берилаётган кучланиш қийматини катта-кичиклигига қараб ўлчаш чулғами чиқишидаги ЭЮК лар милливольтметрлар билан ҳам ўлчаниши мумкин. Ўлчаш вақтида бурчак бўйича силжишининг ҳар бир 30° ига тўғри келадиган қиймати $E_{\alpha_{\phi 1}}$ ни амалий иши дафтарига ёзиб қўйилади. Бу ўлчаш $\alpha = 0$ дан то $\alpha = \alpha_{\alpha_{кат}}$ гача давом эттирилади, ниҳоят $\alpha = \alpha_{\alpha_{кат}}$ бўлгандан кейин ўзгарткич кўзгалувчи қисмини $\alpha = \alpha_{\alpha_{кат}}$ дан то $\alpha = 0$ гача айлантириб бу ҳолда ҳам бурилиш бурчагининг ҳар бир 30° учун ўлчаш чулғами чиқишидаги ЭЮК $E_{\alpha_{\phi 2}} = E_{\phi 2}$ вольтметр билан ўлчаниб, олинган натижалар 3.11.3-жадвалга ёзилади. Ўлчаш чулғами чиқишидаги

ЭЮК E_{y1} ва E_{y2} лар маълум бўлгандан кейин ўзгарткич қўзғалувчи қисмининг айланиш чегарасининг ҳар бир 30° га тўғри келадиган натижавий ЭЮК $E_{\alpha n}$ лар куйидаги ифода ёрдамида ҳисоблаб аниқланади:

$$E_{\alpha n} = \frac{1}{2} (E_{\alpha y1} + E_{\alpha y2}). \quad (3.11.3)$$

Бу тажриба йўли билан аниқланган ЭЮК $E_{\alpha n}$ лар ўзгарткич қўзғалувчи қисмининг α нинг 0 қийматидан то унинг энг катта бурилиш қиймати $\alpha_{\text{кат}}$ гача бурилганда ўлчаш чулғами чиқишида ҳосил бўлган ва ҳисоблаш йўли билан аниқланган ЭЮК $E_{\alpha x}$ билан солиштирилиб, ўзгарткичнинг келтирилган хатолиги $\gamma_{\alpha k}$ аниқланади:

$$\gamma_{\alpha k} = \frac{E_{\alpha n} - E_{\alpha x}}{E_{\alpha n}} 100, \quad (3.11.4)$$

бунда $E_{\alpha n}$ — ўзгарткич қўзғалувчи қисмининг $\alpha = \alpha_{\text{кат}}$ ҳолати учун ўлчаш чулғами чиқишидаги яхлитланган ЭЮК. Бунда ЭЮК нинг ҳақиқий қиймати ўрнида ҳисоблаш йўли билан аниқланган ЭЮК қабул қилинган. Бу тажрибада амалга оширилган ўлчаш ва ҳисоблаш ишларининг натижалари 3.11.3-жадвалга ёзиб қўйилади.

5. Бу амалий ишининг 3.11.1, 3.11.2 ва 3.11.3-жадвалларида келтирилган тажриба ва ҳисоблаш натижаларидан фойдаланиб,

$$E_{\alpha n} = f(x) \text{ ва } E_{\alpha x} = f(x), E_{\tau n} = 1(x) \\ \text{ва } E_{\tau x} = f(x), E_{\alpha n} = f(\alpha) \text{ ва } E_{\alpha x} = f(\alpha)$$

эгри чизикларини кураимиз. Тажриба йўли билан қурилган эгри чизикларни ҳисоблаш йўли билан қурилган эгри чизиклар билан солиштирамиз.

IV. Ҳаловишунослик назариясидан силжишларни электр усули билан ўлчаш бўйича асосий маълумотлар

Нозлектр катталикларни электр усули билан ўлчаш кўп ҳолларда уларни электр катталикларга айлантиришга асосланган. Мана шу вазифани бажариш учун мўлжалланган қурилма ўлчаш ўзгарткичлари дейилади.

Бу ўлчаш ўзгарткичлари ўз навбатида икки туркумга, яъни параметрик ва генератор ўлчаш ўзгарткичларига бўлинади.

Параметрик ўлчаш ўзгарткичларида ўлчанадиган ноэлектрик катталиклар қаршилик, индуктивлик, сиғим ва шунга ўхшаш электр параметрларидан бирига айлантирилади. Бу туркумдаги ўлчаш ўзгарткичларига потенциометрлар, реостатлар, иссиқлик ўлчаш резисторлари, тензорезисторлар, фоторезисторлар, сиғимли ва электромагнитли ўзгарткичлар ҳамда шу каби бошқа ўзгарткичлар киради. Параметрик ўлчаш ўзгарткичларини ишлатиш учун албатта таъминлаш манби керак бўлади.

Генератор ўлчаш ўзгарткичларида ўлчанадиган ноэлектрик катталиклар ЭЮК га айлантирилади ва уларга иссиқлик ўлчаш элементлари, фотоэлементлар, индукцион ва пьезоэлектрик ўзгарткичлари ва шу каби ноэлектрик катталикларни ЭЮК га айлантирувчи қурилмалар киради.

Қуйида параметрик ўлчаш ўзгарткичлари туркумига кирувчи электромагнитли ўзгарткичлардан чизикли ва бурчакли силжишларни ЭЮК га айлантириб берадиган трансформатор туридаги ўлчаш ўзгарткичининг ишлаш асосларини қура미з. Бу турдаги ўзгарткичларнинг қўзғалувчи қисми чулғам, тўсик, магнит моддасидан ясалган ўзак ва доимий магнит бўлиши мумкин [2, 3, 4, 10, 11], аммо қўлланманинг хажми чекланганлиги учун бу ерда амалий ишнинг бу бандида фақат қўзғалувчи қисми чулғам ва тўсикдан иборат бўлган ўзгарткичларнинг туринигина кўриб чиқамиз.

1. Қўзғалувчи қисми чулғамдан иборат бўлган трансформатор туридаги ўлчаш ўзгарткичлари. Бу ўзгарткичлардан бирининг соддалаштирилган тузилиш тарҳи 3.11.1-расмда берилган бўлиб, у магнит моддасидан ясалган П-симон магнит ўтказгич 1 дан, уйғониш чулғами 2 дан ва ўлчаш чулғами 3 ларидан ташкил топган. Ўлчаш чулғами эса ўз навбатида П-симон магнит ўтказгичнинг бир-бирига параллел бўлган ўзақларидан бирининг сирти бўйлаб эркин силжий оладиган қилиб жойлаштирилган.

Энди бу ўзгарткичнинг ишлаш асосларини қурамиз, бунинг учун биринчи навбатда ўрамлар сони W_1 дан иборат бўлган уйғотиш чулғами ўзгарувчан ток манбаига уланади ва П-симон магнит ўтказгич ўзақлари оралиғи бўйлаб туташадиган магнит оқими Φ ҳосил қилинади. Бу магнит оқимининг энг катта қиймати П-симон магнит ўтказгичнинг $x = x_{\text{квт}}$ координатадаги кесимга тўғри келса, энг кичкина қиймати эса $x = 0$ координатадаги кесимга тўғри келади.

Қўзғалувчи ғалтак, яъни ўлчаш чулғами 3 П-симон магнит ўтказгичининг ўзакларининг биттасига кийдириб, унинг сирти бўйлаб силжитилганда унинг илашиш оқими ўзгаради, бу ўзгариш ўз навбатида ўлчаш чулғамида индукцияланган ЭЮК нинг ўзгаришига олиб келади, буни қуйидаги ифодадан ҳам кўриш мумкин:

$$E_q = -j\omega\Phi W_y = -j\omega \frac{I_y W_y W_\delta}{Z_\mu}, \quad (3.11.5)$$

бунда:

Z_μ — магнит оқими Φ йўлидаги магнит қаршилиқлар йиғиндиси бўлиб, у икки қаршилиқдан иборатдир:

$$Z_\mu = Z_{\mu,n} + Z_{\mu,\delta} \quad (3.11.6)$$

Бу қаршилиқлардан ўзгарткич магнит тузилмасининг пўлат қисмининг магнит қаршилиги $Z_{\mu,n}$ ҳаво бўшлиғи магнит қаршилиги $Z_{\mu,\delta}$ дан бирмунча кичик, яъни $Z_{\mu,n} \ll Z_{\mu,\delta}$ эканлигини ҳисобга олсак, у ҳолда (3.11.5) ифодадаги Z_μ қаршилиқ ўрнига қуйидаги ифода ёрдамида аниқланадиган $Z_{\mu,\delta}$ қаршилиқни ёзиш мумкин:

$$Z_{\mu,\delta} = \frac{\delta}{\mu_0 a \cdot x}, \quad (3.11.7)$$

бунда:

δ — П-симон магнит ўтказгичнинг бир-бирига параллел бўлган ўзаклари орасидаги ҳаво бўшлиғининг узунлиги;

a — П-симон магнит ўтказгич ўзакларининг эни;

x — қўзғалувчи ғалтак ҳолатини белгиловчи координата.

Ифода (3.11.7) ни (3.11.5) ифодага қўйиб, қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$E_q = -j\omega \frac{I_y W_y W_\delta \mu_0 a}{\delta} x, \quad (3.11.8)$$

ёки бу ифодадан $\mu_0 a \delta^{-1}$ ҳаво бўшлиғининг солиштирма магнит ўтказувчанлиги q эканлигини ҳисобга олиб, уни қуйидаги кўринишда қайта ёзамиз:

$$E_q = -j\omega I_y W_y W_\delta q x = S_x, \quad (3.11.9)$$

бунда:

$$S = -j\omega I_y W_y W_{yq} \text{ — ўзгарткичнинг сезувчанлиги.}$$

Бу (3.11.9) ифодага асосан шуни айтиш мумкинки, қаралаётган кўзгалувчи чулғамли трансформатор туридаги ўлчаш ўзгарткичининг статик тавсифи токибали экан.

2. Кўзгалувчи қисми тўсикдан иборат бўлган трансформатор турдаги ўзгарткич. Бу ўзгарткичнинг содда-лаштирилган тузилиш тарҳи 3.11.2-расмда берилган бўлиб, унинг асосий қисмларига магнит ўтказгич 1, уйғотиш чулғами 2, ўлчаш чулғами 3 ва тўсик 4 лар киради. Тўсик 4 П-симон магнит ўтказгич ўзақларидан бирига эркин силжий оладиган қилиб қийдирилган бўлиб, у мис, алюмин ва шу каби магнит бўлмаган юқори электр ўтказувчанликка эга моддадан ясалган.

Энди бу тўсикли ўзгарткични ишлаш асосларини қўрамиз, бунинг учун биринчи навбатда ўзгарткичнинг уйғотиш чулғамига ўзгарувчан ток I_y берилиб, ўзгарткич магнит тузилмасида магнит оқими вужудга келтирилади. Бу магнит оқимининг бир қисми тўсикни кесиб ўтиб, унда уярма ток ҳосил қилади. Мана шу уярма ток таъсирида ишчи магнит оқими Φ_n йўналишига қарама-қарши йўналишга эга бўлган магнит оқимини вужудга келтиради. Натижада ўзакнинг тўсик қамаб олган жойида ва тўсикнинг орт томонида, (тўсикнинг фаол қаршилиги Z_r) жуда кичкина (ҳисобга олмаса ҳам бўладиган миқдоргача қамайган) магнит оқими вужудга келади.

Тўсикнинг магнит қаршилиги асосан уйғотиш тоқининг давртезлиги ω га ва тўсикнинг фаол қаршилиги Z_r ларга боғлиқ:

$$Z_{r,r} = \omega Z_r^{-1} \quad (3.11.10)$$

Амалда кўпинча тўсикнинг ўзакни қамаб олган жойида магнит оқими нолга тенг ёки нолга жуда яқин бўлгани учун бундан кейинги таҳлил ишларимизда шартли равишда шу ўзакни тўсик қамаб олган жойидаги магнит оқимини нолга тенг деб ҳисоблаймиз.

Энди $Z_{r,n} < Z_{r,d}$ эканлигини ҳисобга олиб, ишчи магнит оқими Φ_n ни қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаймиз:

$$\Phi_n = I_y W_y \mu_0 a \delta^{-1} \cdot x. \quad (3.11.11)$$

Бу магнит оками таъсирида ўлчаш чулғамида ЭЮК индукцияланади:

$$E_r = -j\omega\Phi_n W_y = S_r x. \quad (3.11.12)$$

Бу (3.11.12) ифодада S_r ўзгарткичининг сезувчанлиги бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$$S_r = -j\omega I_y W_y W_g \mu_0 \delta^{-1} a. \quad (3.11.13)$$

Борди-ю, уйғотиш чулғамига кучланиш U_y берилса, у ҳолда уйғотиш чулғамидаги ток қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$I_y = \frac{U_y}{R_y + R_k + j\omega W_y^2 \mu_0 \delta^{-1} x}, \quad (3.11.14)$$

бунда:

R_k — уйғотиш чулғами билан кетма-кет уланган қўшимча қаршилиқ бўлиб, у уйғотиш чулғамидаги ток I_y ни тўсиқнинг ҳолати (координатаси)га боғлиқ бўлмаслиги учун қўлланилади (3.11.2-расмда бу қаршилиқ — R_k кўрсатилмаган).

Агар ўлчаш ўзгарткичининг магнит ўтказгичини ёпик (берк) қилиб тайёрланиб, уйғотиш чулғами икки қисмдан иборат бўлиб, улар дифференциал улаш тарҳи бўйича уланганда қўшимча қаршилиқ R_k дан фойдаланишга ҳожат ҳам қолмайди. Бундай тузилишга эга ўзгарткичларда уйғотиш ва ўлчаш чулғамлари ўрамлар сони бир хил бўлган икки қисмдан иборатдир, улар мос ҳолда ўзаро кетма-кет ва қарама-қарши уланади.

Қўзғалувчи қисми чулғам ва тўсиқлардан иборат ўлчаш ўзгарткичлари ҳар хил қурилма қисмларини чизикли силжиш ҳолатларини ўлчаш ва назорат қилиб туриш учун кенг қўламда ишлатилиб, ўлчаш, назорат қилиш ва ростлаш тизимларида эса бу ўзгарткичлар сезувчан воситалар сифатида ҳам кўплаб қўлланилмоқда.

3. Қўзғалувчи қисми бурчакли силжишга эга бўлган ўлчаш ўзгарткичлари. Бу ўлчаш ўзгарткичлари турига тегишли бўлган ўзгарткичлардан бирининг соддалаштирилган тузилиш тарҳи 3.11.3-расмда берилган бўлиб, у ўзаро ўқдош бўлган икки цилиндрсимон магнит ўтказгич 1 ва 2 дан, икки қисмдан иборат бўлган ва ўзаро кетма-кет ва мос ҳолда уланган уйғотувчи чулғам 3 дан ва худди шу уйғотувчи чулғамга ўхшаш икки қисмдан иборат ва ўзаро

кетма-кет ва мос ҳолда уланган ўлчаш чулғами 4 дан иборатдир.

Бу бурчак силжишли ўлчаш ўзгарткичининг ишлаш асоси куйидагича, агар ўрамлар сони W_y бўлган уйғотиш чулғамига электр токи I_y ни берсак, ўзгарткич магнит тузилмасида магнит оқими Φ пайдо бўлади ва у куйидаги ифода билан аниқланади:

$$\Phi = I_y W_y G. \quad (3.11.15)$$

Қўзғалмас цилиндрсимон магнит ўтказгичнинг ички диаметри бирмунча катта бўлганда ҳаво орқали туташадиган сочилувчи магнит оқимларини ҳисобга олмаса ҳам бўлади, мана шу ҳол учун магнит оқими Φ йўлидаги магнит ўтказувчанлик қўидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$G = \frac{1}{Z_{\mu.n.} + Z_{\mu\delta}} = \frac{1}{\frac{\rho_{\mu n} l_n}{S_n} + \frac{\sum \delta}{S_\delta \mu_0}} \quad (3.11.16)$$

бунда:

l_n — магнит оқими Φ нинг магнит тузилмаси пўлат қисмидаги йўлининг узунлиги; $\sum \delta$ — магнит оқими Φ йўлидаги ҳаво бўшлиғи узунликлари йиғиндиси; $\rho_{\mu.n.}$ — ўзгарткич магнит моддасининг солиштирама магнит қаршилиги; S_n ва S_δ — мос ҳолда магнит оқими Φ йўлидаги ўзгарткичнинг пўлат қисмининг қўндаланг кесим юзи ва ҳаво бўшлиғининг юзи.

Ўзгарткичнинг қўзғалувчи қисмини маълум бурчакка айлантирганимизда ўлчаш чулғамининг ўрамлар сони ўзгаради:

$$W_y = W'_y \frac{\alpha}{2\pi}, \quad (3.11.17)$$

бунда:

W'_y — ўлчаш чулғамининг бир вақтда ўралувчи ўрамлар сони;

α — ўзгарткич қўзғалувчи қисмининг айланиш (бурилиш) бурчаги

Мана шу ўлчаш чулғамида магнит оқим Φ таъсирида ЭЮК индукцияланади:

$$e = -W_y \frac{d\Phi}{dt}, \quad (3.11.18)$$

бу ифодани ечиб, ундан ЭЮК нинг таъсир қийматини аниқлаймиз:

$$E_y = -j\omega\Phi W_y. \quad (3.11.19)$$

Бу ифодани (3.11.15), (3.11.16) ва (3.11.17) ифодадарни ҳисобга олиб, қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$E_y = -j\omega\Phi W_y \frac{\alpha}{2\pi} = \frac{-j\omega I_y W_y U_y \cdot \alpha}{2\pi \left(\frac{\rho_{\mu n} l_n}{S_n} + \frac{\sum \delta}{S_\delta \mu_0} \right)} = S_\alpha \cdot \alpha, \quad (3.11.20)$$

бунда:

S_α — кўзгалувчи қисми бурчакли силжишга эга бўлган ўлчаш ўзгарткичининг сезувчанлиги:

$$S_\alpha = \frac{-j\omega I_y W_y W_y}{2\pi \left(\frac{\rho_{\mu n} l_n}{S_n} + \frac{\sum \delta}{S_\delta \mu_0} \right)}. \quad (3.11.21)$$

Мазкур (3.11.20) ва (3.11.21) ифодадардан ЭЮК E_y билан ўзгарткичининг бурилиш бурчаги α ўзаро чизикли боғланганлиги кўриниб турибди, яъни бу мисол тариқасида кўрилган бурчакли силжишга эга бўлган ўлчаш ўзгарткичи тоқибали статик тавсифига эга экан.

ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Чизикли ва бурчакли силжишлар қандай ўлчаш ўзгарткичлари билан ўлчанади?
 2. Қандай ўзгарткичлар электромагнит туридаги ўлчаш ўзгарткичлари ҳисобланади?
 3. Трансформатор туридаги чизикли силжишли ўзгарткичларнинг статик тавсифи қандай аниқланади?
 4. Ўлчаш ўзгарткичининг сезувчанлиги деганда нимани тушунасиш ва у қандай аниқланади?
 5. Кўзгалувчи қисми чулғамдан, тўсикдан ва магнит моддасидан ясалган узакдан иборат чизикли силжишли ўлчаш ўзгарткичларининг қандай афзалликлари ва камчиликлари бор?
 6. Бурчакли силжишли ўлчаш ўзгарткичларининг ишлаш асослари тартибини гапириб беринг.
 7. Трансформатор туридаги ўлчаш ўзгарткичларини қўлланиш доирасини гапириб беринг.
 8. Параметрик ўлчаш ўзгарткичларига қанака ўлчаш ўзгарткичлари кирди?
 9. Ўлчаш ўзгарткичлари автоматик ростлаш ва назорат тизимларида қандай мақсадларда қўлланилади?
 10. Ўлчаш ўзгарткичларининг қайси кўрсаткичлари уларнинг ўлчовшunosлик тавсифи ҳисобланади?
- Адабиётлар [2, 3, 4, 10, 11].

АВТОМАТИК ЎЛЧАШ КЎПРИГИ ВА ПОТЕНЦИОМЕТР ЕРДАМИДА ҲАРОРАТНИ ЎЛЧАШ

1. Ишнинг мақсади

Бу амалий ишни бажаришдан асосий мақсад но-электрик катталикларни электр усули билан ўлчаш учун қўлланиладиган параметрик ва генератор ўлчаш ўзгарткичларининг, автоматик потенциометр ва ўлчаш кўприкларининг тузилиши ҳамда ишлаш асослари билан танишишдан иборатдир.

II. Ишни бажариш тартиби

1. Шу амалий ишни бажариш учун керак бўлган ўлчаш асбоблари, ўлчаш ўзгарткичлари ва бошқа ёрдамчи қурилмаларни бир жойга тўплаб, уларни шу ишга яроқли эканлигини текширинг, техник маълумотларини амалий иш дафтарингизга ёзиб қўйинг.

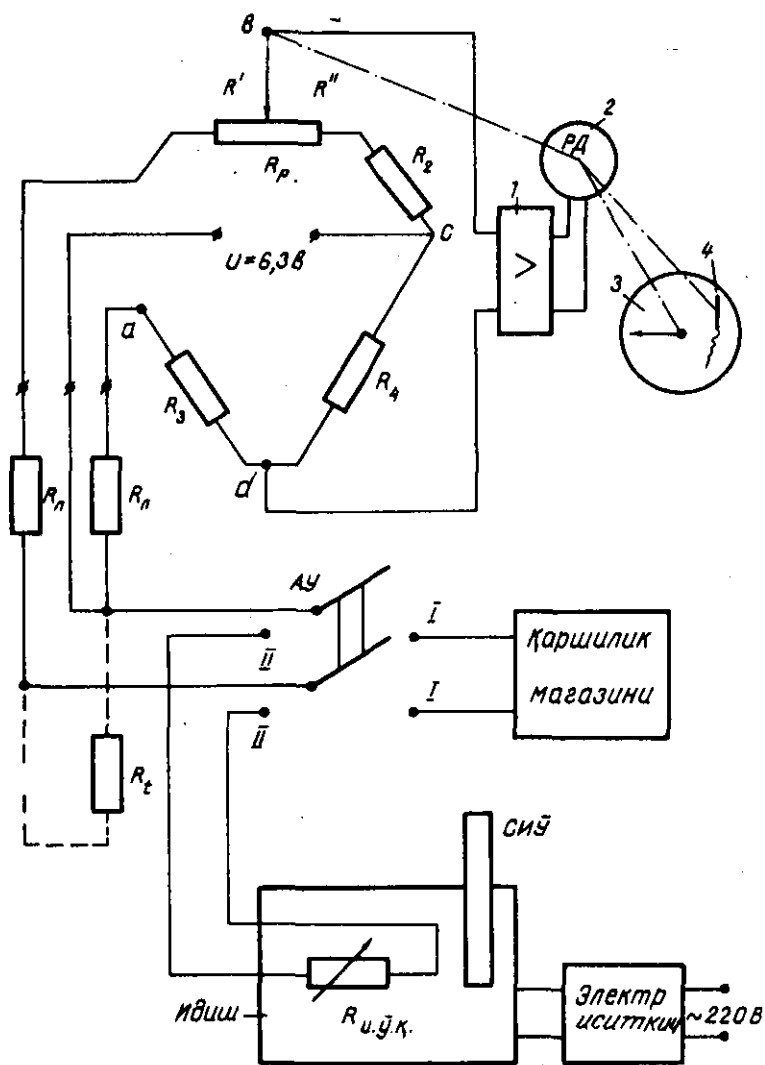
2. Автоматик ўлчаш кўприги ва потенциометрларни, иссиқлик ўлчаш қаршилиқ (ИЎҚ) лари ва иссиқлик ўлчаш жуфтлик (ИЎЖ) ларини қондага амал қилган ҳолда тўғри ишлатиш учун тегишли қўлланмалар билан танишинг, асбоб ва ўлчаш ўзгарткичларига оид зарур маълумотларни ёзиб олинг.

3. Автоматик ўлчаш кўпригини ишга тайёрланг. Шундан кейин 3.12.1- расмда берилган тарҳни йиғинг, ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, қуйидаги ўлчаш ишларини бажаришга киришинг:

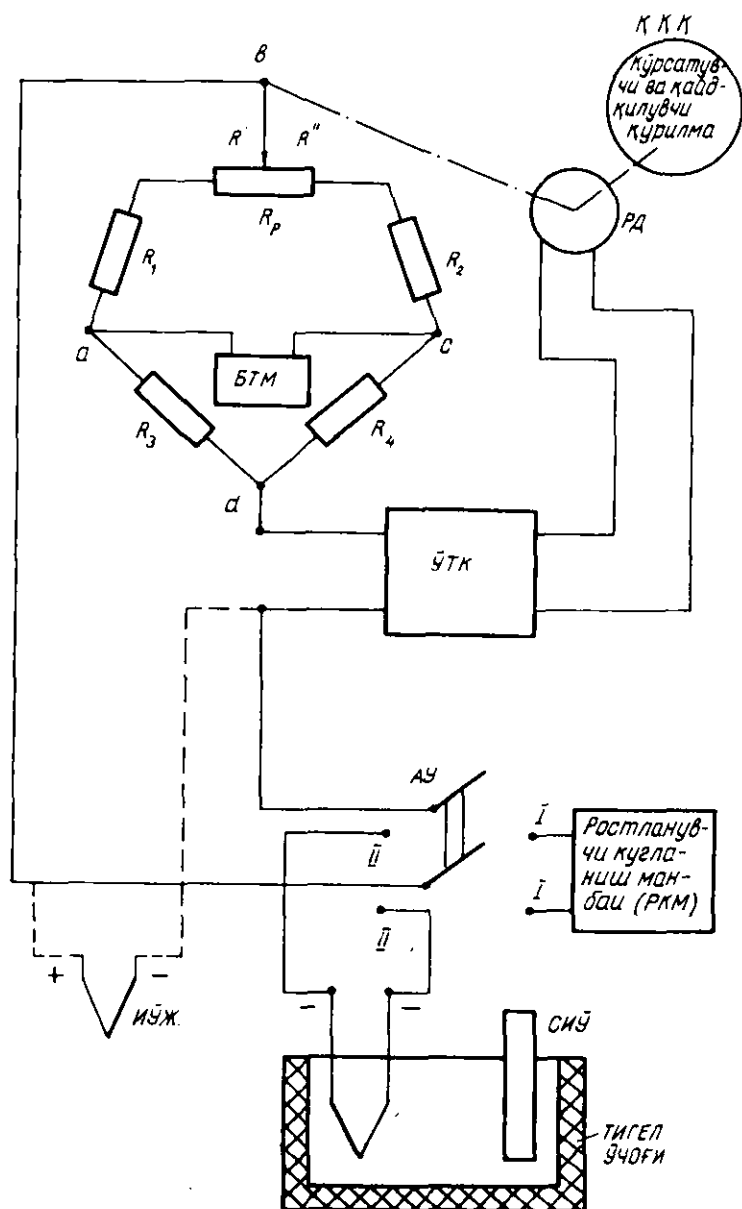
а) Намунали қаршилиқ магазини ёрдамида автоматик ўлчаш кўпригининг хатолигини аниқланг. Шунинг учун тарҳдаги алмашлаб-улагич АУ ни I — I ҳолат бўйича улаб, олинган ўлчаш натижаларини 3.12.1- жадвалга ёзинг.

б) Ўқитувчи томонидан берилган иссиқлик ўлчаш қаршилиги ёрдамида ҳароратни ўлчанг. Бу ишни бажариш учун алмашлаб-улагич АУ II — II ҳолат бўйича уланади. Бу тажрибада сувнинг бошланғич ҳарорати T_6 дан то қайнаш ҳарорати $T_{кат} = T_k$ гача ўлчанади ва ҳароратнинг ҳар бир 10°C ўзгаришига тўғри келадиган вақт t ёзиб олинади. Умуман ўлчаш натижасида олинган маълумотларни 3.12.2- жадвалига ёзиб қўйинг.

4. Автоматик потенциометрни ишга тайёрланг. Шундан сўнг 3.12.2- расмда берилган тарҳни йиғинг, ўқитувчи текшириб бергандан кейингина уни таъминлаш манбаига улаб, қуйидаги ўлчаш ишларини бажаришга киришинг:



3.12.1- р а с м . Автоматик ўлчаш кўпригининг соддаштирилган ўлчаш тархи.



3.12.2-расм. Автоматик потенциометрини соддалаштирилган ўлчаш тархи.

а) ЭЮК манбаи ва бошқа ёрдамчи қурилмалар ёрдамида автоматик потенциометрнинг хатоликларини аниқланг. Бу ишни бажариш учун 3.12.2- расмда берилган тархдаги алмашлаб-улагич АУ I — I ҳолат бўйича уланади. Ўлчаш натижасида олинган маълумотларни 3.12.3- жадвалга ёзиб қўйинг.

б) Ўқитувчи томонидан берилган иссиқлик ўлчаш жуфтлиги ёрдамида ҳароратларни ўлчанг. Бу ишни бажариш учун 3.12.2- расмда берилган тархдаги алмашлаб-улагич АУ II — II ҳолат бўйича уланади. Ўлчаш натижасида олинган маълумотларни 3.12.4- жадвалга ёзинг.

5. 3.12.1- жадвалида келтирилган тажриба натижаларидан фойдаланиб, $R_t = f(T_t)$ кўринишдаги боғланишнинг эгри чизигини қуринг ва автоматик ўлчаш кўпригининг асосий хатолигини аниқланг.

6. 3.12.2- жадвалида келтирилган тажриба натижаларидан фойдаланиб, автоматик ўлчаш кўпригининг келтирилган хатолиги γ_k ни аниқланг. Бу ишни бажаришда ҳароратни ҳақиқий қиймати сифатида симболи иссиқлик ўлчагич (СИЎ) кўрсатган ҳарорат $T_{\Sigma 2}$ қабул қилинади. Исишнинг $T_{\Sigma 2} = f(t)$ кўринишдаги боғланиш эгри чизигини қуринг ва уни автоматик ўлчаш кўприги диаграммасида чизилган эгри чизиқ билан солиштиринг.

7. 3.12.3- жадвалда берилган тажриба натижаларидан фойдаланиб, автоматик потенциометрнинг келтирилган хатолигини аниқланг.

8. 3.12.4- жадвалда берилган тажриба натижаларидан фойдаланиб, иссиқлик ўлчаш жуфтлигини даражалаш эгри чизиги $E_k = f(t^\circ)$ ни қуринг. Бу ишни бажариш учун олдин $E_k = f(t^\circ)$ эгри чизигини қуриб, шу тажрибадан қўлланилаётган иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг совуқ учи учун тузатма ΔE_k ни аниқланг.

3.12.1- жадвал

Автоматик ўлчаш кўпригининг хатолигини аниқлаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари
	T_{x-1}	$R_k = T_{x-1}$	$T_{\Sigma 1}$	γ_k
	даража	Ом	даража	%
1				
2				
3				
4				
5				

3.12.2-жадвал

Иссиқлик ўлчаш қаршилиғи ёрдамида ҳароратни ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари
	$T_{\chi 2}$	$T_{y 2}$	t	γ_k
	даража	Ом	даража	%
1				
2				
3				
4				
.				
.				
11				
12				

3.12.3-жадвал

Автоматик потенциометрнинг хатолиғини аниқлаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари			Ҳисоблаш натижалари
	$T_{\chi 3}$	$T_{\chi 3} \approx E_{\chi 3}$	$E_{\chi 1}$	γ_k
	даража	мВ	мВ	%
1	0			
2	50			
3	100			
.				
.				
8	350			
9	400			
10	450			

3.12.4-жадвал

Иссиқлик ўлчаш жуфтлиғи ёрдамида ҳароратни ўлчаш

Тартиб рақами	Ўлчаш натижалари		Ҳисоблаш натижалари		
	$T_{\chi 4}$	$E_{\chi 4}$	$I_{\chi 4} \approx E_{\chi 4}$	$\Delta E_{\chi 4}$	γ_k
	даража	мВ	мВ	мВ	%
1					
2					
3					
.					
.					
9					
10					

III. Ишни бажариш учун услубий кўрсатмалар

1. Ҳароратни автоматик ўлчаш кўприги билан ўлчаш. Бу ишни бажариш учун қуйидаги тажриба амалга оширилиши керак.

а) Автоматик ўлчаш кўпригини ишга тайёрлаш ва унинг хатолигини аниқлаш. Автоматик ўлчаш кўпригини ишга тайёрлаш учун уни кучланиш манбаи бўлган тармоққа улаб, 15—20 дақиқа давомида қизитиш керак. Ана шундан кейингига ўлчаш кўприги текширилади, агар зарур бўлиб қолса, кўрсатувчи ва қайд қилувчи қисмлари бир-бирига мосланади, яъни механикавий полга келтирилади. Автоматик ўлчаш кўпригининг мўътадил ишлашига ишонч ҳосил қилингандан кейин ўқитувчининг рухсати билан унга алмашлаб-улагич АУ ёрдамида намуна қаршилик магазини (ҳар бирининг қаршилиги улаш симлари қаршилигига тенг, яъни 2,5 Омдан иборат) икки резистор орқали уланади. Бу вақтда алмашлаб-улагич АУ 1—1 ҳолат бўйича уланган бўлади. Намуна қаршилик магазини ёрдамида иссиқлик ўлчаш қаршилигининг даражалаш жадвали бўйича қаршиликлар қиймати $R_{х.э.кн}$ дан то $R_{х.маг}$ гача ўзгартириб берилади. Ўлчаш ишлари ўлчаш кўприги дақисидаги ҳамма рақам белгилари бўйича бажарилиши керак. Ўлчаш натижаларини 3.12.1-жадвалга ёзинг. 3.12.1-жадвалга ёзиб олинган ўлчаш натижалари бўйича $R_k = f(t_{\varphi 1})$ кўрилишдаги боғланиш эгри чизиги қурилади ва автоматик ўлчаш кўпригининг келтирилган хатолиги γ_k қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\gamma_k = \frac{T_{\varphi 1} - T_{y1}}{T_0 - T_6} \cdot 100 \%, \quad (3.12.1)$$

бунда:

$T_{\varphi 1}$ — ҳароратнинг ўлчанган қиймати, яъни автоматик ўлчаш кўпригининг кўрсатган қиймати, °C;

T_{y1} — ҳароратнинг ҳақиқий қиймати ($T_{\varphi} = T_{y1}$), °C (ҳароратнинг ҳақиқий қиймати иссиқлик ўлчаш қаршилигининг даражалаш жадвалидан олинади);

T_0 — ўлчаш кўприги даражасининг охириги қиймати, °C;

T_6 — ўлчаш кўприги даражасининг бошланғич қиймати, °C.

б) Хароратни иссиқлик ўлчаш қаршилiligини қўллаб ўлчаш. Бу ишни бажариш учун биринчи навбатда автоматик ўлчаш қўпригига алмашлаб улагич АУ ёрдамида иссиқлик ўлчаш қаршилiligи (бу вақтда алмашлаб-улагич АУнинг 11 - 11 ҳолатига тўғри келади) уланади. Шундан сўнг иссиқлик ўлчаш қаршилiligи сув тўлдирилган идишга туширилади. Идишдаги сув эса электр иситкич ёрдамида иситилади. Тайёрланган ишнинг тўғри эканлигини ўқитувчи текшириб бергандан кейингисини тажриба ишларини бажаришга киришинг. Тажриба вақтида симобли иссиқлик ўлчагичи кўрсатиши T_{λ_2} ни. ўлчаш қўприги кўрсатиши T_{λ_2} ва хароратнинг хар 10°C га ўзгариши учун сарф бўлган вақтни дахзаўлчагич (секундўлчагич) ёрдамида ўлчаб, 3.12.2-жадвалга ёзиб қўйинг. Тажриба ишлари тамом бўлганидан кейин ўлчаш қўприги чизган диаграммдан хароратнинг вақт бирлиги ичида ўзгаришини кўрсатувчи эгри чизиқ чизилган қозон қисмини йиртиб олиб, ундан тажриба натижаларини қайта ишлаш учун керак бўладиган бу эгри чизиқни амалий иш дафтарингизга чизиб олинг.

3.12.2 жадвалида келтирилган тажриба натижаларидан фойдаланиб, $T_{\lambda_2}=f(t)$ кўринишдаги бўғланиш оркали сувнинг иссиқ эгри чизигини қуринг ва уни ўлчаш қўприги диаграммасидан олган эгри чизиқ билан солиштиринг.

2. Хароратни автоматик потенциометр билан ўлчаш. Бу иш қуйидаги тартибда амалга оширилади.

а) Автоматик потенциометрнинг ишга тайёрлаб, унинг ҳатоллигини аниқлаш керак. Бунинг учун даставвал автоматик потенциометрнинг ўзгарувчан ток тармоғига улаб, бир оз қизигандан кейин, унинг кўрсатувчи ва қайд қилувчи милларининг ҳолати потенциометр даражасининг бошланишига тўғри келишини, яъни потенциометрнинг механик поли текширилиб, тажриба ишларини бажаришга тайёрланади. Шундан кейин алмашлаб-улагич АУ (1 - 1 ҳолат бўйича улашиб) ёрдамида автоматик потенциометрнинг E_{λ} қисмасига иссиқлик ўлчаш жуфтлиги ўрнига ростланувчи қучланиш малбаи РКМ уланади (3.12.2-расм). РКМ ёрдамида автоматик потенциометрга иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг даражалаш жадвалидан $E_{\lambda}(E_{\lambda}=T_{\lambda_1})$ ЭЮК берилади. Мана шу вақтда ЭЮК E_{λ} га мувофиқ равишда потенциометр милди турган жойини ўзгартиради ва ўлчаган ЭЮК E_{λ_1} қийматини кўрсатади. Ўлчаш натижаларини 3.12.3-жадвалга ёзиб қўйилади. 3.12.3-жадвалидаги маълумотларга асосан шунинг эътибор

мумкинки, ЭЮК E_g ва E_{cl} лар ўзаро тенг эмас, демак, автоматик потенциометр ЭЮК ларни маълум хатолик билан ўлчар экан. Автоматик потенциометрнинг мана шу хатолиги куйидаги ифода билан аниқланади:

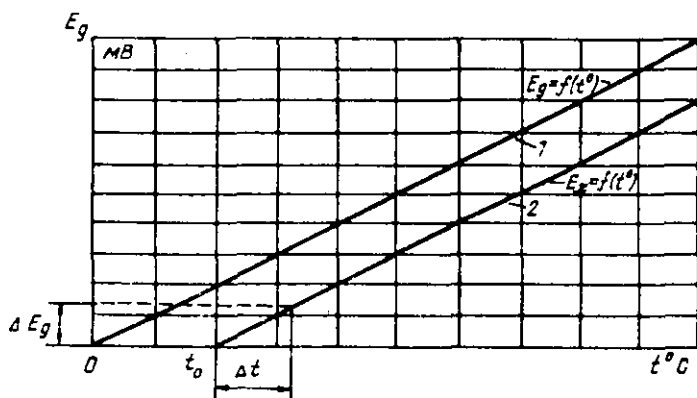
$$\gamma_k = \frac{E_k - E_{cl}}{U_n} \cdot 100, \quad (3.12.2)$$

бундан:

E_g - даражалаш жадвали бўйича иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг ЭЮК, мВ. Бизнинг ҳол учун E_g ЭЮК ўлчанадиган ЭЮК нинг ҳақиқий қиймати E_{cl} ўрнида қабул қилинади, яъни $E = E_{cl}$; E_{cl} ўлчанган ЭЮК нинг қиймати, мВ; U_n потенциометр даражасининг юқори чегарасига тўғри келадиган кучланишнинг яхлитланган қиймати, мВ.

Ҳисоблаш натижалари ҳам шу 3.12.3- жадвалга ёзиб олинади.

3.12.3- жадвалда келтирилган тажриба ва ҳисоблаш



3.12.3- расм. Иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг даражалаш эгри чизиги.

маълумотларидан фойдаланиб, даражалаш эгри чизиги деб аталадиган ва $E_g = f(t^\circ)$ кўринишга эга бўлган боғланишни қуриш. Бу боғланишни қураётганда, албатта, иссиқлик ўлчаш жуфтлигини совуқ уланган жойнинг ҳарорати ўзгармаслиги ($t_0^0 = 0$) керак. Мана шу йўл билан қурилган иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг даражалаш эгри чизиги 3.12.3-расмда (1-эгри чизиги) берилган.

б) Ҳароратни иссиқлик ўлчаш жуфтлиги ёрдамида ўлчаш. Бу ишни бажарни учун алмашлаб-ўлагич АУ ёрдамида (II- II ҳолат) автоматик потенциометрнинг E_x қисмасига тигел ўчоғига жойлаштирилган иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг чиқиб қисмалари уланади. Тарх ва тигелд ўчоғи электр тармоғига тўғри уланганлигини ўқитувчи текшириб бергандан кейингина ўчоқ $400 - 450^\circ$ қизитилади. Ўчоқ ҳароратининг бошланғич даражаси T_0 ҳолатдан $400 - 500^\circ$ гача қизишини симобли иссиқлик ўлчагич (СИЎ) ёрдамида назорат қилиниб, кузатилган натижалар, яъни симобли иссиқлик ўлчагичининг кўрсатиши T_{x1} ва потенциометр кўрсатган E_{x1} қийматлари (уларнинг 8-10 нуқталаридаги қийматлари) ёзиб қўйилади. Яна шу жадвалга ҳароратнинг T_{x4} қиймагларига мос келган E_{x4} ЭЮК лар иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг даражалаш жадвалидан ($T_{x4} = E_{x4}$) ёзиб олинади. Мана шу ЭЮК E_{x4} ўлчанадиган ЭЮКнинг ҳақиқий қиймати ҳисобланади ($E_{x1} = E_x$).

Бизнинг тажрибада иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг совуқ уланадиган қисми ўзаро уланмаган бўлиб, улар бизни ўраб турган, яъни хона ҳароратида бўлганлиги учун иссиқлик ўлчаш жуфтлигини даражалаш эгри чизигини куриш учун тузатиш миқдори ΔE_x ни аниқлаб, уни ҳам ҳисобга олишимиз керак. Лекин иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг совуқ учлари жойлашган муҳитнинг ҳарорати $t_0 = 0^\circ$ дан фарқ қилгани учун иссиқлик ЭЮК тузатма ΔE_x миқдорига кам бўлади. Мана шу тузатма миқдори ΔE_x ни аниқлаш учун иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг совуқ учлари жойлашган муҳит ҳарорати t° берилган ҳол учун $E_{x2} = f(t^\circ)$ боғланиш эгри чизигини куриш керак ва бу эгри чизикдан (3.12.3-расм, 2- эгри чизиги) мана шу ҳарорат t° га мос келадиган ΔE_x нинг қийматини аниқлаш керак. Бу аниқланган тузатма ΔE_x ни тажриба йўли билан аниқланган иссиқлик ЭЮК E_{x2} нинг ҳамма қийматларига қўшиб чиқиб керак, яъни:

$$E_x = E_{x2} + \Delta E_x. \quad (3.12.3)$$

Ана шундан кейин иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг $E_x = f(t^\circ)$ боғланишга эга бўлган ҳақиқий эгри чизигини куриш мумкин (3.12.3-расм, 1-эгри чизиги).

Энди 3.12.4- жадвалда келтирилган тажриба ва ҳисоблаш бўйича олинган маълумотлардан фойдаланиб, авто-

матик потенциометрнинг келтирилган хатолигини аниқлаймиз:

$$\gamma_k = \frac{E_x - E_{x2} - \Delta E_k}{U_n} \cdot 100, \quad (3.12.4)$$

бунда:

ΔE_k — даражалаш жадвали бўйича иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг эркин учлари ҳароратига мос келадиган ЭЮК, яъни ΔE_k бу иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг совуқ учлари жойлашган ҳарорат учун тузатмадир, мВ;

E_k — берилган иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг даражалаш жадвалидан олинган ўлчанадиган ЭЮК нинг ҳақиқий қиймати ($E_k = E_k$), мВ.

IV. Ўлчовшunosлик назариясидан ҳароратларни ўлчаш бўйича асосий маълумотлар

Электр усули билан ўлчанадиган ноэлектрик катталиклардан амалда энг кўп учрайдиганларидан бири ҳароратни ўлчашдир.

Ҳарорат деб, жисмнинг иссиқлик ҳолатини ифодаловчи физик катталиikka айтилади. Борди-ю, жисмнинг иссиқлиги ўзгарса, у ҳолда бундай жисмнинг хоссаси ҳам ўзгаради. Масалан, жисм иссиқлигининг ўзгариши унинг ҳажми, электр қаршилиги, электр заңжирининг ёпик контурида эса иссиқлик ЭЮК, нурланишининг жадаллашиши ва бошқа ўзгаришларга олиб келади. Жисмларнинг бундай хоссалари ҳароратларни ўлчаш учун қўлланиладиган ўлчаш ўзгарткичлари ва асбобларининг яратилишида асос қилиб олинган. Шунинг учун ҳам ҳароратни ўлчаш учун ишлатиладиган асбоблар уларда қўлланилган физик хоссаларга қараб қуйидаги турларга бўлинади:

а) Кенгайиш иссиқлик ўлчагичлари бу турдаги асбоблар жисмларнинг кенгайиш хоссаларига асосланган бўлиб, уларда иссиқлик таъсирида ҳажм ўзгаради, яъни жисмнинг қизикли ўлчаш ўзгаради. Бундай асбоблар $-200 \div +500^\circ\text{C}$ гача бўлган ҳароратни ўлчаш учун қўлланилади.

б) Манометрик иссиқлик ўлчагичлар. Бу турдаги асбоблар ёпик ҳажмга эга бўлган идишлардаги газ, суюқлик ёки буг босимларининг иссиқликка боғлиқ ҳолда ўзгаришига асослангандир. Бу турдаги асбоблар $-120 \div +650^\circ\text{C}$ гача бўлган ҳароратларни ўлчаш учун қўлланилади.

в) Иссиқлик ўлчаш қаршиликли асбоблар. Бу турдаги асбобларда қўлланилган ўлчаш ўзгарткичлари, иссиқлик ўлчаш қаршиликлари ўтказгич ва яримўтказгичларда иссиқлик таъсирида электр қаршиликларининг ўзгаришига асосланган. Бу турдаги ўлчаш асбоблари $-200 \div +650^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратни ўлчашда ишлатилади.

г) Иссиқлик ўлчаш жуфтликли асбоблар. Бу турдаги асбобларда қўлланилган ўлчаш ўзгарткичлари, яъни иссиқлик ўлчаш жуфтликлари ҳар хил иссиқлик электродларининг уланган жойининг иссиқлиги ўзгарганда уларда ЭЮК ҳосил бўлишига асосланган. Бу турдаги асбоблар, яъни иссиқлик ўлчаш жуфтликли ҳарорат ўлчаш асбоблари $-50 \div +2000^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратни ўлчашда фойдаланилади.

д) Пирометр (оловўлчагич). Бу турдаги ҳарорат ўлчаш асбобининг ишлаш асослари жисмларнинг иссиқлик таъсирида нурланишларини ўлчашга асосланган. Пирометр жуда катта чегарадаги, яъни $+800^{\circ}\text{C}$ дан то 6000°C гача бўлган ҳароратни контактсиз усулда ўлчаш учун қўлланилади.

Бу юқорида келтирилган ҳарорат ўлчаш асбобларининг амалда қўлланилаётган бошқа қўлаб турлари мавжуд; қўш металл иссиқлик ўлчагичи ана шулар жумласидандир. Аммо бу турдаги ўлчаш асбоблари ўлчаш аниқликларига ишбатаи қўйилган талаб унчалик катта бўлмаган жойлардагина ҳароратни ўлчаш учун фойдаланилади.

Юқорида номлари келтирилган ҳар хил турдаги ҳарорат ўлчаш асбобларидан иссиқлик ўлчаш қаршиликли ва иссиқлик ўлчаш жуфтликли ўлчаш ўзгарткичларига эга ўлчаш асбоблари ўлчаш техникасида ҳароратни аниқлаш учун кенг миқёсда қўлланилмоқда. Шунинг учун ҳам қуйида маъна шу иссиқлик ўлчаш қаршиликли ва иссиқлик ўлчаш жуфтликли ўлчаш ўзгарткичларининг ишлаш тартиби ҳамда қўлланиш доирасини кўриб чиқамиз.

1. Иссиқлик ўлчаш қаршиликлари. Иссиқликларни ўлчаш учун қўлланиладиган ўзгарткичларидан иссиқлик ўлчаш қаршиликларининг (ИЎҚ) ишлаш асослари ўтказгич ва яримўтказгичларнинг ҳарорат ўзгаришига монанд равишда уларнинг электр қаршиликлари ўзгаришига асосланган бўлиб, улар мис ёки платинадан тайёрланган, ингичка симлардан асос (каркас)га бифилар қилиб ўралган ва гилоф ичига жойлаштирилган қурилмадан иборатдир. Бу иссиқлик ўлчаш қаршилигининг 0°C даги

қаршиликнинг билган ҳолда, унинг қаршилигини ўлчаб, у жойлашган муҳит ҳароратини аниқлаш мумкин. ИЎҚ нинг сезувчанлиги бу иссиқлик ўлчагич тайёрланган модда қаршиликнинг иссиқлик ўзгармас кўпайтувчиси орқали аниқланади. Масалан, платина симидан тайёрланган ИЎҚ ўзгарткичнинг қаршилиги ҳарорат 1°C га ўзгарганда тахминан $0,36\%$ га ўзгаради. ИЎҚ тайёрланган ашёнинг электр қаршилиги билан ҳарорат орасидаги боғланишини қуйидаги ифода ёрдамида кўрсатиш мумкин:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \quad (3.12.5)$$

R_t - симининг t ҳароратдаги қаршилиги ($R_t = R_t$), Ом;

R_0 - симининг 0°C ҳароратдаги қаршилиги, Ом;

α - қаршиликнинг ҳарорат ўзгармас кўпайтувчиси, масалан, мис учун $\alpha_{\text{м}} = 4,28 \cdot 10^{-3} 1/^{\circ}\text{C}$; платина учун $\alpha_{\text{п}} = 3,94 \cdot 10^{-3} 1/^{\circ}\text{C}$.

Платинадан ясалган симни 0°C дан то 500°C гача қиздирилганда унинг электр қаршилиги тахминан уч мартага яқин ортса, мис симни 0°C дан 100°C гача қиздирилганда унинг электр қаршилиги фақат 1,5 барабар кўпаяди.

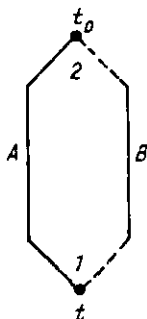
Иссиқлик ўлчаш қаршилиги диаметри $0,07$ мм платина симидан ёки диаметри $0,1$ мм мис симидан тайёрланган сезувчан элементдан иборатдир. Тасоифий бўзилишдан сақлаш учун ИЎҚ нинг сезувчан элементлари мудофаа гипсофига жойлаштирилади. ИЎҚ нинг юқори қисмида эса уларни ўлчаш асбобларига ўлаш учун мўлжалланган қуйма алюминдан иборат ўлаш қисми мавжуд.

Мис симидан тайёрланган ИЎҚ асосан -50°C дан то $+180^{\circ}\text{C}$ гача ҳароратни ўлчаш учун қўллansa, платина симидан тайёрланган ИЎҚ эса 200°C дан то $+650^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратни ўлчаш учун ишлатилади.

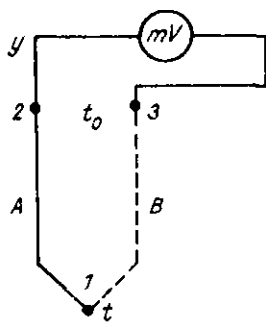
Андоза ИЎҚ лар сезувчан элементларининг қаршиликлари 0°C да мис симдан тайёрланганда 53 Ом ва 100 Омни платина симидан тайёрланганда эса $10,46$ Ом ва 100 Омни ташкил этади. Сезувчан элементларнинг 0°C даги қаршиликларига қараб ИЎҚ беш хил андоза даражасига бўлинади ва қуйидагича белгиланади: 20, 21, 22, 23 ва 24. ИЎҚ лари учун ўлчаш асбоблари сифатида мувозанатланувчи ўлчаш қўриқлари ва доғометрлар қўлланилади. Яримўтказгичли иссиқлик қаршиликлари учун эса ўлчаш асбоби сифатида мувозанатланмайдиган ўлчаш қўриқларидан фойдаланилади.

2. Иссиқлик ўлчаш жуфтликлари. Ҳар хил моддалардан ясалган икки ўтказгични қиздириб, бир-бирига тегизганда улардан биринчисида эркин электронлар,

иккинчисиданга нисбатан хажм бирлигича ортик бўлгани учун бу электронлар биринчи ўтказгичдан иккинчи ўтказгичга ўтади. Шундай қилиб, биринчи ўтказгич мусбат заряд билан, иккинчиси эса манфий заряд билан зарядлана бошлайди. Иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг ҳарорати ўлчанадиган муҳитга ўрнатиладиган, яъни ҳар хил турдаги икки ўтказгичнинг бир-бирига уланган жойи — 1 ни иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг ишчи қисми ёки иссиқ уланма қисми дейилади. Иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг иккинчи уланган қисми 2 ни эса эркин учлари ёки совуқ уланма қисми дейилади.



3.12.4-расм. Иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг электр тархи.



3.12.5-расм. Иссиқлик ўлчаш жуфтлиги электр занжирига ўлчаш асбобини улаш тархи.

Икки хил моддадан ясалган ўтказгич А ва В лардан ташкил топган иссиқлик электр занжирда (3.12.4-расм) ҳар хил ҳароратда уларнинг уланмаларида тўрт хил иссиқлик ЭЮК ҳосил бўлади:

- 1) Ҳарорат t га эга бўлган А ва В ўтказгичларининг уланган жойидаги иссиқлик - ЭЮК;
- 2) Ҳарорат t_0 га эга бўлган А ва В ўтказгичларининг уланган жойидаги иссиқлик - ЭЮК;
- 3) Ўтказгич А даги иссиқлик - ЭЮК;
- 4) Ўтказгич В даги иссиқлик - ЭЮК.

А ва В ўтказгичлардан ташкил топган ёшиқ занжирдаги иссиқлик - ЭЮК ларининг йиғиндиси иссиқлик ўлчаш жуфтлигини уланган жойлари t_0 ва t гача қиздирилганда қуйидагича аниқланади:

$$E_{AB(t_0)} = E_{AB(t)} + E_{BA(t_0)}, \quad (3.12.6)$$

бунда:

$E_{AB(t, t_0)}$ - занжирдаги йиғинди иссиқлик ЭЮК;

$E_{AB(t)}$ ва $E_{BA(t_0)}$ - ўтказгичларнинг уланган жойларида ҳосил бўладиган натижавий иссиқлик ЭЮК.

Занжирдаги йиғинди иссиқлик ЭЮК ҳар хил ҳароратга эга бўлган иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг уланган жойларида вужудга келган натижавий иссиқлик - ЭЮК ларнинг айирмасига тенг.

Иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг уланган жойларидан бирининг ҳарорати ўзгартирмасдан ушлаб турилса, масалан, $t_0 = \text{const}$ бўлса, $E_{AB(t, t_0)} = f(t) - \text{const}$ ёки $E_{AB} = f(t)$ га эга бўламиз. Шундай қилиб, қаралаётган иссиқлик жуфтлиги учун даражалаш йўли билан иссиқлик ўлчаш жуфтлиги ЭЮК билан ҳарорат орасидаги боғланишни аниқлаш мумкин.

Иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг ЭЮК лари унча катта эмас, chunkи ҳарорат 1°C га ўзгарганда бу ЭЮК $0,01 - 0,06$ мВ ни ташкил этади. Аммо бу ЭЮК миқдор жиҳатидан унча катта бўлмаса ҳам ўлчаш асбоблари, яъни милливольтметрлар ёки потенциометрлар ёрдамида ўлчаш учун етарлидир. Лекин иссиқлик ўлчаш жуфтликларини ўлчаш асбобларига улаш учун уларнинг электр занжирларини ишлаб чиқиш талаб қилинади. Мана шундай иссиқлик ўлчаш жуфтлигини ўлчаш асбобига уланганини кўрсатувчи электр занжири 3.12.5-расмда келтирилган. Бу расмдаги электр занжирига қараб шунини айтиш мумкинки, иссиқлик ўлчаш жуфтлигида учта уланган қисми мавжуд бўлиб, улардан бири, яъни 1-учи иссиқ, 2 ва 3-учлари эса совуқ учлар ҳисобланади. Иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг бу учларидан 2 ва 3-учлари ўзгармас ва бир хил ҳароратда бўлиши керак.

Мавжуд иссиқлик ўлчаш жуфтликлари бир-биридан иссиқлик электродлари билан фарқ қилганлиги учун улар ўлчаш чегаралари билан ҳам бир-бирларидан фарқ қилади. Ҳозирги вақтда андоза бўйича иссиқлик ўлчаш жуфтликларининг хромель-копелли (ХК), хромель-алюмелли (ХА), платинородий-платинали (ПП - 1), платинородили (ПР - 30/6) турлари ишлаб чиқилмоқда ва улар андоза бўйича даражаланишларга эга.

3. Автоматик ўлчаш кўприги. Автоматик ўлчаш кўприги ўлчаш параметрларини қаршиликларга айлантириб берадиган ҳар хил ўлчаш ўзгаришлари билан ишлайдиган асбоб бўлиб, у бўйича иссиқлик ўлчаш қаршиликлари билан ишлаганда иккиламчи асбоб вазифасини ўтайди. Автоматик ўлчаш кўпригининг ўлчаш

кўприги тарҳи R_3 , R_4 ва R_2 резисторларга эга учта елкадан ва ўлчанадиган қаршилик R_i дан иборат тўртинчи елка ҳамда ростланувчи қаршиликка эга бўлган реохорд R_p лардан иборатдир. Ўлчаи кўприги тарҳининг а ва с нукталарига кўприкни электр энергияси билан таъминловчи манба уланган.

Ўлчаи кўпригига иссиқлик ўлчаи қаршилиги R_i уч симли тарх бўйича уланган, чунки бундай усулда улаш ташки мухит таъсирида улаш симлари қаршилиги ўзгаришидан ҳосил бўладиган ҳарорат хатолиги қийматининг камайишига олиб келади.

Ҳарорати назорат қилинадиган жойни ҳарорати ўзгараганда иссиқлик ўлчаи қаршилигининг қаршилиги ўзгаради ва оқибатда ўлчаи кўприги ўлчаи тарҳининг мувозанати бузилади. Пировардда ўлчаи кўприги тарҳининг bd диагоналинда чиқини ишораси пайдо бўлади, бу ишора кучайтиргич (1) ёрдамида кучайтирилиб, реверсив двигателъ (2) га берилади. Реверсив двигателъ РД ўз навбатида ростланувчи қаршиликка эга бўлган реохорд R_p нинг кўзгалувчи қисмини у ёки бу томонга, то ўлчаи кўприги тарҳи мувозанатлашмагунча, яъни тарҳининг bd диагоналиндаги ишора нолга тенг бўлушга қадар силжитади. Реверсив двигателни реохорд R_p нинг кўзгалувчи қисми билан бир вақтда яна автоматик ўлчаи кўпригининг кўрсатувчи (3) ва қайд қилувчи (4) қисмлари билан ҳам боғланган. Ўлчаи кўпригининг тарҳи мувозанатлашганда автоматик ўлчаи кўпригининг милли ўлчанаётган ҳарорат T_i нинг қийматини кўрсатади.

Ҳозирги вақтда ишлаб чиқиляётган автоматик ўлчаи кўприкларининг ўзиёзар турлари ЭМП, ЭМД ва кўрсатувчи ЭМВ турлари мавжуд. Автоматик ўлчаи кўприкларни яна биратўласига бир нечта нуктадаги (жойдаги) ҳароратни ўлчаи ва ёзиб олиш сонига қараб бир нуктали ва кўп нуктали (3, 6, 12 ва 24 нуктали) автоматик ўлчаи кўприкларига бўлинади. Ўлчаи натижаларини ёзиб берадиган диаграммаларининг шаклига қараб, тасма диаграммали автоматик ўлчаи кўприкларига (ЭМП ва МС турлари) ва лаппак диаграммали автоматик ўлчаи кўприкларига (ЭМД тури) бўлинади.

4. Автоматик потенциометрлар. Автоматик потенциометрлар андоза даражаланишига эга бўлган иссиқлик ўлчаи жуфтликлари билан ва нурланиш (радиацион) пирометрлар билан биргаликда ҳароратни ўлчаи, қайд қилиш ва ростлаиш учун қўлланилади. Автоматик потенциометрлар яна ҳар хил турдаги физик катталикларни ўзгармас ток ва кучланишларга айлантириб берадиган

ўзгарткичлари учун иккиламчи ўлчаш асбоблари сифатида ҳам ишлатилади.

Ҳозирги вақтда саноатимизда бир нуктали ва кўп нуктали (3, 6, 12 ва 24 нуктали) автоматик потенциометрлар ишлаб чиқарилмоқда. Бундай автоматик потенциометрларда бу асбобни ўлчаш жойига (нуктасига) улашиш учун мўлжалланган алмашлаб-улагич билан таъминланган мана шу алмашлаб-улагич туткичини кўл билан бураб ҳоҳлаган жойдаги (нуктадаги) ҳароратни ўлчаш (ЭИВ туридаги асбоб) ёки бу вазифани автоматик равишда бажариш ҳам мумкин. (ЭПП, ПСР туридаги асбоблар.)

Автоматик потенциометрнинг соддалаштирилган тарҳи 3.12.2-расмда келтирилган бўлиб, ўлчаш тарҳини қиймати бўйича ўзгармас бўлган ишчи ток билан таъминлаш учун кўприк шаклидаги тарҳнинг ас диагоналига барқарорлаштирилган таъминлаш манбаи (БТМ) уланган.

Ўлчаш тарҳининг иккинчи бд диагоналидан кўприк шаклидаги тарҳнинг ўрнини коловчи (компенсацияловчи) ЭЮК E_k олинади ва бу ЭЮК иссиқлик ЭЮК E_t билан таққосланади. Борди-ю, ЭЮК лар ўзаро тенг бўлишмаса, уларнинг фарқи ΔE ҳосил бўлади ва у қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\Delta E = E_k - E_t. \quad (3.12.7)$$

Бу ЭЮК ларнинг фарқи ΔE ўзгармас ток кучайтиргичи УТК ёрдамида кучайтирилиб, реверсив двигателига берилади. Реверсив двигатели РД ўз навбатида реохорд R_r нинг кўзгалувчи қисмини то ЭЮК ларнинг фарқи ΔE нолга тенг бўлгунча у ёки бу томонга силжитади. Реверсив двигатель реохорд R_r нинг кўзгалувчи қисми билан бир қаторда унга мутаносиб равишда автоматик потенциометрнинг кўрсатувчи ва қайд қилувчи қисмларининг кўзгалувчи элементларини ҳам силжитади.

Борди-ю, ҳарорати назорат қилинадиган жойнинг ҳарорати ўзгарса, унга мутаносиб равишда иссиқлик ўлчаш жуфтлигининг чиқишидаги ЭЮК ҳам, яъни ўлчанадиган ЭЮК E_k нинг миқдори ҳам ўзгаради. Демак, ҳароратнинг ўзгариши билан E_t ва E_k ЭЮК лар орасидаги тенглик бузилади ва яна ЭЮК лар фарқи ΔE пайдо бўлади. Бу ЭЮК ΔE УТК ёрдамида кучайтирилиб, реверсив двигатели РД га берилади. Реверсив двигатель РД яна реохорд R_r нинг кўзгалувчи қисмини то кўприк тарҳининг чиқишидаги ЭЮК E_k ўлчанаётган ЭЮК E_t га тенг бўлгунча қадар, яъни ΔE нолга тенг бўлгунча қадар у ёки бу томонга силжитади. Ўлчанадиган катталик

ЭЮК E_x нинг миқдори ўзгарганда автоматик потенциометрнинг юқорида айтилган иш тартиби то $E_k = E_x$ яъни $\Delta E = 0$ бўлмагунча такрорланаверади.

ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

1. Ҳароратни ўлчаш учун қандай асбоблар ва ўлчаш ўзгарткичлари қўлланилади?
 2. Иссиқлик ўлчаш қаршиликларининг қандай турлари бор?
 3. Иссиқлик ўлчаш қаршиликлари учун қандай асбоблар ўлчаш асбоблари ҳисобланади ва нима учун?
 4. Мис ва платина симларидаги ясалган иссиқлик ўлчаш қаршиликли ўзгарткичлар қандай ўлчаш чегарасига эга?
 5. Ҳароратни ўлчаш учун иссиқлик ўлчаш жуфтликларининг қандай турлари қўлланилади?
 6. Қандай миқдорга эга бўлган ҳарорат иссиқлик ўлчаш жуфтликларини ёрдамида ўлчанади?
 7. Иссиқлик ўлчаш жуфтликлари учун иккиламчи ўлчаш асбоби сифатида қандай асбоблар ишлатилади?
 8. Автоматик ўлчаш кўпригининг ишлаш асосларини таърифлаб беринг.
 9. Автоматик потенциометрнинг ишлаш асосларини изоҳлаб беринг.
 10. Автоматик ўлчаш кўприклари ва потенциометрларнинг қандай таъсирлари уларнинг ўлчовчинослик таъсирлари ҳисобланади?
- Алабидлар [1, 2, 6, 10, 11].

IV БОБ

АМАЛИЙ ИШЛАРНИ БАЖАРИШ УЧУН КЕРАК БЎЛАДИГАН БАЪЗИ МАЪЛУМОТЛАР

4.1. ХАЛҚАРО БИРЛИКЛАР ТИЗИМИ

Халқаро бирликлар тизими (ХБТ) энг қулай бўлганлиги учун ҳам фан ва техниканинг барча соҳаларини ўз ичига олади. ХБТ да механик, иссиқлик, электр ва бошқа катталиклар ўзаро боғланган. ХБТ нинг асосий ва ҳосила бирликлари амалий ўлчашлар учун бағоят қулай. Шунинг учун ҳам ХБТ ҳозирги вақтда халқ хўжалигининг ҳамма тармоқларида, амалий мақсадда, шунингдек таълим соҳасида ҳам 1963 йил 1 январдан бошлаб кенг қўламда қўлланилмоқда. Шу биле корхоналарда ҳамма ўлчаш воситалари ХБТ бирликлари ва 8.417-81 Давлат андозаси талабларига жавоб берадиган даражада қилиб ишлаб чиқарилмоқда. Мазкур андоза физик катталиклар бирликларининг халқаро тизими бирликларидан фойдаланишни жорий этди.

Халқаро бирликлар тизимида еттига асосий бирлик ва ноккита қўшимча бирлик қабул қилинган.

Халқаро бирликлар тизимининг асосий бирликларига узунлик бирлиги — метр, масса бирлиги — килограмм, вақт бирлиги — секунд, ток кучи бирлиги — ампер, термодинамик иссиқлик (ҳарорат) бирлиги — Кельвин, мода миқдори бирлиги — моль ва ёруғлик кучи бирлиги — кандела қиради ва улар қуйидагича таърифланади:

Метр — Криптон 86 атомининг $2P_{10}$ ва $5d_5$ сатҳлари орасидаги ўтишга мос бўлган нурланишининг ҳавоСИ сўриб олинган бўшлиқ (вакуум)даги тўлқин узунлигидан 1650763,73 марта катта бўлган узунлик 1 метр деб қабул қилинган.

Килограмм — Килограмм халқаро тимсолининг (прототипининг) массаси 1 килограммдир.

Секунд — Цезий 133 атоми асосий ҳолатининг икки ўта нозик сатҳлари орасидаги ўтишга мос бўлган нурланиш давридан 9192631770 марта катта вақт 1 секунд деб қабул қилинган.

Ампер — 1 ампер ток ҳавоси сўриб олинган бўшлиқдаги бир-биридан 1 м масофада жойлашган икки параллель чексиз узун, лекин кесими жуда кичик бўлган тўғри ўтказгичдан ўтганда ўтказгичнинг ҳар бир метр узунлигида $2 \cdot 10^{-7}$ Н ўзаро таъсир кучини вужудга келтиради.

Кельвин — Сувнинг учланма нуктасини тавсифловчи термодинамик ҳароратнинг $\frac{1}{273,16}$ улуши 1 кельвин деб қабул қилинган.

Моль — Углерод-12 нинг 0,012 кг массасидаги атомлар сонига тенг тузулма (структуравий) элемент (масса, атом, молекула ёки бошқа зарра) лардан ташкил топган турдаги модданинг миқдори 1 моль деб қабул қилинган.

Кандела — $540 \cdot 10^{12}$ Гц давртезликли монохроматик нурланиш чиқараётган манба ёруғлигининг энергетик кучи $\frac{1}{683}$ Вт бўлган йўналишдаги ёруғлик кучи 1 кандела (шам) деб қабул қилинган.

Халқаро бирликлар тизимининг қўшимча бирликларига эса янги бурчак бирлиги — радиан ва фазовий бурчак бирлиги — стерadian киради ва улар қуйидагича таърифланади.

Радиан — айлана узунлиги радиусига тенг бўлган ёйни ажратадиган икки радиус орасидаги бурчак 1 радиан деб қабул қилинган ($1 \text{ рад} = 57^\circ 17' 44,8''$).

Стерadian — Учи шар марказида бўлган ва шу шар сиртидан шар радиусининг квадрати R^2 га тенг юзли сиртни ажратувчи фазовий бурчак 1 стерadian деб қабул қилинган.

Юқорида келтирилган халқаро бирликлар тизимининг асосий ва қўшимча бирликлари ва уларнинг халқаро ва ўзбекча қисқача белгилари 4.1-жадвалда келтирилган.

Энди бирликларнинг улушлари ва қарралари, уларнинг амалда қўлланилишини кўриб чиқамиз. Халқаро бирликлар тизими бирликларининг улушлари ва қарраларини ҳосил қилиш 8.417-81 Давлат андозаси асосида ХБТ бирликлари 10 нинг тегишли даражасига қўнайтириш йўли билан амалга оширилади, уларнинг номлари эса бирликларнинг номлари олдида олд қўшимчани қўйиш натижасида ҳосил қилинади. Бирликларнинг улушлари ва қарралари олд қўшимчаларининг номи халқаро ва ўзбекча белгилари, уларнинг қайси тил ва сўзлардан келиб чиқishi 4.2-жадвалда берилган.

Халқаро тизимдаги асосий қўшимча бирликлар

Гартиб рақами	Катталик		Катталашини ҳисоб бирлиги		
	номи	ўлчами	номи	бегилиши	
				халқаро	ўзбекча
1	2	3	4	5	6
<i>I. Асосий бирликлар</i>					
1	Узунлик	L	метр	m	м
2	Масса	M	килограмм	kg	кг
3	Вакт	T	секунд	s	с
4	Электр ток кучи	I	ампер	A	А
5	Термодинамик температура	Θ	Кельвин	K	К
6	Модда миқдори	N	моль	mol	моль
7	Еруслик кучи	J	кандела	cd	кд
<i>II. Қўшимча бирликлар</i>					
1	Ясси бурчак		радиан	rad	рад
2	Фазовий бурчак		стерадиан	Sr	ср

Э с л а т м а : Кельвин ҳароратидан (бегилиши K) ташқари, Цельсий (бегилиши t) ҳароратини қўллашга руҳсат этилади. Ҳароратлар фарқи ҳам Кельвин (K) да ёки Цельсий даражасида (°C) да фойдаланиши мумкин.

Улуш ва қаррали бирликлар шундай қабул қилинадикки уларда катталиклар сон қийматларининг чегаралари 0,1 дан 1000 гача бўлиши керак. Масалан, $I = 5,5 \cdot 10^{-5} \text{ A}$ электр ток кучи $I = 5,5 \cdot 10^{-5} \text{ A} = 55 \text{ мкА} = 0,055 \text{ мА} = 55\,000 \text{ нА}$ кўринишларда ёзилиши мумкин, аммо булардан 55 мкА кўринишида ёзилганини олишга тўғри келади, чунки бошқа қолган кўринишда ёзилганларининг сон қийматлари кўрсатилган доирасига тўғри келмайди. Яна шунини айтиш керакки, бирлиkning номига икки ёки ундан ортиқ олд қўшимча қўллаш мумкин эмас. Масалан, «микро-микроамперметр» дейиши мумкин эмас, балки $10^{-6} \times 10^{-6} \text{ A}$ ни 10^{-12} A шаклига келтириб, «пикоампер» деб аташ лозим. Умуман ХБТ бирлик белгиларининг ёзиш тартиби 8.417 - 81 Давлат андозасида жуда яхши берилган.

Юқорида қайд қилинган етти асосий бирликдан фойдаланиб, бошқа физик катталикларининг ўлчов бирликлари ҳосил қилинади.

**Ўнга қаррали ва улушли бирликларни ҳосил қилишда
фойдаланиладиган қўпайтувчилар ва олд қўшимчалар**

Қўпай тувчи	Қўпайтувчининг номи	номи	Олд қўшимча			
			көпайткичи		белгиси	
			алфавит билан	көпайткичдан	халқаро	Ўзбекида
1	2	3	4	5	6	7
10^{18}	квинтиллион	жса	олти (марта 10^3 дан)	юнон	E	Э
10^{15}	квадриллион	пета	беш (марта 10^3 дан)	«	P	П
10^{12}	триллион	тера	тоғи катга	«	T	Т
10^9	миллиард	гига	жудд катга	«	G	Г
10^6	миллион	мега	катга	«	M	М
10^3	минг	кило	минг	«	k	к
10^2	юз	теко	юз	«	h	г
10^1	ун	дека	ўн	«	da	да
10^{-1}	ўндан бир	деци	ўн	лотин	d	д
10^{-2}	юздан бир	санти	юз	«	C	С
10^{-3}	мильдан бир	милли	минг	«	m	м
10^{-6}	миллиондан бир	микро	кичик	юнон	μ	мк
10^{-9}	миллиарддан бир	нано	мити	лотин	n	н
10^{-12}	триллиондан бир	пико	шиккото (кичкина)	италиян	p	п
10^{-15}	квадриллиондан бир	фемто	ўн беш	дания	f	ф
10^{-18}	квинтиллиондан бир	атто	ўн саккиз	«	a	а

Ўлчов бирлиги изланаётган физик катталик катнашган шўндай ифодани танлаш лозимки, унда мазкур физик катталикдан бошқа барча физик катталикларнинг ўлчов бирлиги маълум бўлсин. Масалан, электр зарядининг ўлчов бирлигини топиш учун қуйидаги ифодадан фойдаланиш мумкин:

$$Q = I \cdot T, \quad (4.1)$$

бунда: I — электр токи, унинг ўлчов бирлиги ампер бўлиб, A ҳарфи билан белгиланади;

T — вақт, унинг ўлчов бирлиги секунд бўлиб, s ҳарфи билан белгиланади.

Бу ифоданинг ўнг томонидаги физик катталикларнинг ўлчов бирликларини қўямиз, яъни электр зарядининг ўлчов бирлиги:

$$[Q] = [I] \cdot [T] = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ c} = 1 \text{ Кл.}$$

Мазкур ифода қуйидагича ўкилади: Электр зарядининг ўлчов бирлиги 1 Кулон.

Физик катталикнинг ўлчами мазкур катталикнинг асосий катталиклар билан қандай боғланганлигини кўрсатади

4.1-жадвалининг учинчи устунида келтирилган ҳарфлар асосий катталиклар ўлчамининг белгисидир. Бинобарин, ихтиёрий физик катталикнинг ўлчамлиги мана шу етти ҳарф ёрдамида кўрсатилади. Масалан, электр қаршилигининг ўлчами $\frac{1}{\text{Кулон} \cdot \text{метр}}$ тарзида аниқланади. Зеро кучланиш ва ток ўлчамининг белгиларидан фойдаланиб, электр қаршилигининг ўлчами учун $\text{L}^2\text{MT}^{-3}\cdot\text{I}^{-3}$ ни ҳосил қиламиз. Халқаро бирликлар тизимининг ҳосила бирликлари асосий бирликлар билан боғланишини ифодаловчи физик қонуниятларидан топилди. Бунда ўзгармас кўпайтувчи ўлчамига эга эмас ва бирга тенг деб олинishi керак. Халқаро бирликлар тизимининг энг муҳим ҳосила бирликларидан бўлган электр ва магнит катталикларининг ҳосила бирликлари 4.3-жадвалда келтирилган.

Энди 4.3-жадвалда берилган ХБТнинг электр ва магнит катталиклари учун берилган ҳосила бирликларининг таърифларини кўрамиз [7, 9].

1. Электр токи зичлигининг бирлиги ампернинг квадрат метрга нисбати бўлиб, у бир Ампер ток кучининг қўндаланг кесими юзи 1 м^2 бўлган ўтказкичда бир текисда тақсимланишида ҳосил бўлган электр токи зичлигига тенг.

2. Электр токи қизикли зичлигининг бирлиги ампернинг метрга нисбати бўлиб, у 1 А ток кучининг кенглиги 1 м бўлган юпка ўтказкич кесимидан бир текисда тақсимланишидан ҳосил бўлган электр токининг қизикли зичлигига тенг.

3. Электр микдори (электр заряди) нинг бирлиги Кулон бўлиб, у 1 А ток кучининг ўтказкич қўндаланг кесими орқали 1 с вақт ичида ўтган электр микдорига тенг.

4. Электр зарядининг фазовий зичлиги бирлиги Кулоннинг куб метрга нисбати бўлиб, у 1 Кл га тенг заряднинг фазода 1 м^3 ҳажмида бир текисда тақсимланишидаги электр зарядининг фазовий зичлигига тенг.

5. Электр зарядининг сирт зичлиги бирлиги Кулоннинг квадрат метрга нисбати бўлиб, у юзаси 1 м^2 бўлган сирт бўйича 1 Кл га тенг заряднинг бир текисда тақсимланишидан ҳосил бўлган электр зарядининг сирт зичлигига тенг.

6. Қутбланганлик (қутбланиш) нинг бирлиги ҳам Кулоннинг метр квадратига нисбати билан ифодаланади.

7. Диполнинг электр моментининг бирлиги Кулон кўнайган метр бўлиб, у ҳар қайсисининг заряди 1 Кл га тенг бўлган ва бири иккинчисидан 1 м масофада жойлашган диполларнинг электр моментига тенг.

8. Электр силжишининг оқими бирлиги Кулон бўлиб, у ички бўшлиқ бўйлаб 1 Кл эркин зарядига эга бўлган ёник сирт орқали ҳосил қилинган электр силжиш оқимига тенг.

9. Электр силжишининг бирлиги Кулоннинг квадрат метрга нисбати бўлиб, у кўндаланг кесими 1 м² юза орқали ўтадиган электр силжиш оқими 1 Кл бўлган электр силжишига тенг.

10. Электр кучланишининг бирлиги вольт бўлиб, у қисмларидан 1 А ўзгармас ток кучи ўтганда ва 1 Вт қувват сарфланадиган электр занжирининг қисмларидаги электр кучланишига тенг.

11, 12, 13. Электр потенциали, электр потенциаллар фарқи ва электр юритувчи куч бирликлари ҳам вольтларда ифодаланди.

14. Электр майдон кучланганлигининг бирлиги вольтнинг метрга нисбати бўлиб, у оралиги 1 м бўлган ва майдон кучланганлиги чизикларида жойлашган икки нуқта оралигида 1 В потенциаллар фарқи ҳосил қиладиган бир жишли электр майдон кучланганлигига тенг.

15. Электр сизими бирлиги фарада бўлиб, у 1 Кл заряд конденсаторда 1 В кучланиш ҳосил қиладиган конденса- торнинг электр сизимига тенг.

16. Мутлақ диэлектрик сингдирувчанликнинг бирлиги фараданинг метрга нисбати бўлиб, у 1 В/м кучланган- ликка эга бўлган электр майдони 1 Кл/м² электр силжишни ҳосил қила оладиган мутлақ диэлектрик сингдирувчанликка тенг.

17. Электр доимийлигининг бирлиги ҳам фараданинг метрга нисбати билан ифодаланади.

18. Электр қаршилигининг бирлиги Ом бўлиб, у ток кучи 1 А бўлган ўзгармас ток 1 В кучланишнинг тушишига олиб келадиган электр занжир қисмидаги электр қаршили- гига тенг.

19. Солиштирма электр қаршилигининг бирлиги Ом кўнайган метр бўлиб, у электр занжирининг бир хил моддадан тайёрланган узунлиги 1 м ва кўндаланг кесим юзи 1 м² бўлган қисмининг қаршилиги 1 Ом модданинг солиштирма қаршилигига тенг.

20. Электр ўтказувчанликнинг бирлиги сименс бўлиб, у 1 Ом қаршиликка эга бўлган электр занжир қисмининг электр ўтказувчанлигига тенг.

21. Солиштирма электр ўтказувчанлигининг бирлиги

Электр ва магнит катталикларнинг ҳосилда бирликлари

Тартиб рақами	Катталик		Бирлик				Амалда қўлланиладиган бирликлар
	Номи	Ҳлчами	Белгиси	Номи	Ўзбекча	Халқаро	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Электр токининг зичлиги	$L^{-2}I$	J	ачирнинг метр квадратига нисбатан	A/м ²	A/м ²	MA/м ² , KA/м ² A/м ² , A/м ²
2	Электр токининг чиллиқли зичлиги	$L^{-1}I$	A	ачирнинг метрга нисбатан	A/м	A/м	KA/м, A/м, A/см
3	Электр микдори (Электр заряди)	IT	Q	Кулон	Кл	C	мКл, Кл, мкКл, нКл, пКл
4	Электр зарядининг фазвий зичлиги	$I^{-3}TI$	ρ	Кулоннинг куб метрга нисбатан	Кл/м ³	C/м ³	МКл/м ³ , Кл/м ³
5	Электр зарядининг сирт зичлиги	$L^{-2}TI$	τ	Кулоннинг метр квадратига нисбатан	Кл/м ²	C/м ²	Кл/м ² , мКл/м ²
6	Қутбланганлик	$L^{-2}TI$	P	Кулоннинг метр квадратига нисбатан	Кл/м ²	C/м ²	Кл/м ²
7	Ушбу зичлининг электр momenti	LT	ρ_s	Кулон қўлайган метр	Кл·м	C·м	Кл·м
8	Электр сўлжишнинг оқими	TI	ψ	Кулон	Кл	C	мКл, Кл, мкКл нКл, пКл
9	Электр сўлжиш	$L^{-2}TI$	D	Кулоннинг метр квадратига нисбатан	Кл/м ²	C/м ²	Кл/м ² , мКл/м ²

10	Электр кудданышы	$I^2 R t$	U	Вольт	В	V	ГВ, МВ, кВ, В, мВ, мкВ, нВ
11	Электр потенциалы	$I^2 R t$	U	Вольт	В	V	ГВ, МВ, кВ, В, мВ, мкВ, нВ
12	Электр потенциалдар фаржы	$I^2 R t$	U	Вольт	В	V	ГВ, МВ, кВ, В, мВ, мкВ, нВ
13	Электр кыргычу куч	$\frac{I^2 R}{t}$	E	Вольт	В	V	ГВ, МВ, кВ, В, мВ, мкВ, нВ
14	Электр майдон кучтангандыгы	$\frac{I^2 R}{t}$	E	Вольтнинг метрга нис- баты	В/м	V/m	МВ/м, кВ/м, В/м, мВ/м, мкВ/м, В/см
15	Электр сыйым	$\frac{I^2 R}{t}$	C	Фарада	Ф	F	Ф, мкФ, нФ, пФ
16	Мутлак диэлектрикнинг синди- руу-сыйымы	$\frac{I^2 R}{t}$	ϵ_a	Фараданинг метрга нис- баты	Ф/м	F/m	Ф/м
17	Электр доимийлиги	$\frac{I^2 R}{t}$	ϵ_a	Фараданинг метрга нис- баты	Ф/м	F/m	Ф/м
18	Электр каршылыгы	$\frac{I^2 R}{t}$	R (фаол) X (реакт) Z (тйла)	Ом	Ом	Ω	ТОм, ГОм, МОм, КОм, Ом, МОм, мКОм
19	Солиштырма электр каршылыгы	$\frac{I^2 R}{t}$	ρ	Ом куйлаган метр	Ом · м	$\Omega \cdot m$	ГОм · м, МОм · м, КОм · м, Ом · м, Ом · см, МОм · м, мКОм · м, нОм · м

1	2	3	4	5	6	7	8
20.	Электр ўтказувчанлиги	$\frac{T^2 I^2}{L^2 M}$	G (фазл) B (реакт) У (ўла)	Сименс	См	S	кСм, См, мСм
21.	Солиштирма электр ўтказувчанлиги	$\frac{T^2 I^2}{L^3 M}$	γ	Сименснинг метрга нисбати	См/м	S/m	МСм/м, кСм/м, См/м, мкСм/м
22.	Магнит оқими	$\frac{L^2 M}{T^2 I}$	Φ	Вебер	Вб	Wb	Вб, мВб
23.	Магнит индукцияси	$\frac{M}{T^2 I}$	B	Тесла	Тл	T	Тл, мТл, мкТл, нТл
24.	Магнит юритувчи куч	I	F(Gm)	Ампер	A	A	кА, А, mA
25.	Магнит потенциаллар фарқи	I	F(Gm)	Ампер	A	A	кА, А, mA
26.	Магнит майдонининг куланганлиги	$\frac{I}{L}$	H	Ампернинг метрга нисбати	A/m	A/m	кА/м, А/м, A/mm
27.	Индуктивлик	$\frac{L^2 M}{T^2 I^2}$	L	Генри	Гн	H	Гн, мГн, мкГн, нГн, пГн
28.	Ўзаро индуктивлик	$\frac{L^2 M}{T^2 I^2}$	M	Генри	Гн	H	Гн, мГн, мкГн, нГн, пГн
29.	Мушлақ магнит силдирувчанлиги	$\frac{I M}{T^2 I^2}$	μ_a	Генрининг метрга нисбати	Гн/м	H/m	Гн/м, мкГн/м, нГн/м
30.	Магнит доимийлиги	$\frac{I M}{T^2 I^2}$	μ	Генрининг метрга нисбати	Гн/м	H/m	Гн/м, мкГн/м, нГн/м

31.	Электр токининг магнит моменти	L^2_I	μ	Ампер кўпайган метр квадрат	$A \cdot m^2$	$A \cdot m^2$	$A \cdot m^2$
32.	Дипольнинг магнит моменти	L^2_I	m	Ампер кўпайган метр квадрат	$A \cdot m^2$	$A \cdot m^2$	$A \cdot m^2$
33.	Магнитлангачлик	$\frac{I}{L}$	H	Ампернинг метрга нисбат	A/m	A/m	$KA/m, A/m, A/mm$
34.	Магнит қаршилти	$\frac{T^2 I^2}{L^2 M}$	R_m	Ампернинг вебержа нисбат	A/Wb ёки H^{-1}	A/Wb ёки H^{-1}	G^{-1}
35.	Магнит ўтказувчанлиги	$\frac{L^2 M}{T^2 I^2}$	Λ	Вебернинг амперга нисбат	Wb/A ёки G_H	Wb/A ёки H	G_H, mG_H, mG_H, nG_H
36.	Электромангнит энергияси	$\frac{L^2 M}{T^2}$	W	Жоуль	J	J	$кВт \cdot с$
37.	Фойдали қувват	$\frac{L^2 M}{T^3}$	P	Ватт	$Вт$	W	$ГВт, МВт, кВт, Вт$ $мВт, маВт$
38.	Реактив қувват	$\frac{L^2 M}{T^3}$	Q	Вар	$Вар$	Var	$вар$
39.	Тўла қувват	$\frac{L^2 M}{T^3}$	S	Вольт кўпайган ампер	$V \cdot A$	$V \cdot A$	$V \cdot A$

сименснинг метрга нисбати бўлиб, у электр занжирининг бир хил моддadan тайёрланган узунлиги 1 м ва қўйдаланг кесим юзи 1 м^2 қисмининг электр ўтказувчанлиги 1 См бўлган модданинг солиштирма электр ўтказувчанлигига тенг.

22. Магнит оқимининг бирлиги вебер бўлиб, у то 0 гача камайиб 1 Ом қаршиликка эга электр занжирга уланган симларнинг қўйдаланг кесими орқали 1 Қд электр микдори ўтишини таъминлайдиган магнит оқимига тенг.

23. Магнит индукциясининг бирлиги тесла бўлиб, у қўйдаланг кесими 1 м^2 юза орқали ўтган оқими 1 Вб бўлган магнит индукциясига тенг.

24. Магнит юритувчи кучнинг бирлиги ампер бўлиб у 1 А ток кучига эга ўзгармас ток занжири билан уланган ёппак занжирдаги магнит юритувчи кучга тенг.

25. Магнит потенциаллари фарқи ҳам амперларда ифодаланади.

26. Магнит майдон кучланганлигининг бирлиги ампернинг метрга нисбати бўлиб, у $1/\pi$ А ток кучи ўтадиган ва бир текисда тақсимланган чулғамли узун галтак (сөленоида) марказидаги магнит майдон кучланганлигига тенг, (бувида π — узунлиги 1 м бўлган галтак сөленоида қисмидаги чулғам ўрамлар сони).

27. Индуктивлик бирлиги генри бўлиб, у ток кучи 1 А бўлганда 1 Вб га тенг магнит оқим вужудга келадиган электр занжирнинг индуктивлигига тенг.

28. Ўзаро индуктивлик бирликлари ҳам генриларда ифодаланади.

29. Мутлақ магнит сиңдирувчанлигининг бирлиги генрининг метрга нисбати бўлиб, у 1 А/м магнит майдон кучланганлигида 1 Тл магнит индукцияси вужудга келадиган муҳитнинг мутлақ магнит сиңдирувчанлигига тенг.

30. Магнит доимийлигининг бирлиги ҳам генрининг метрга нисбати билан ифодаланади.

31. Электр токи магнит моментининг бирлиги ампер кўпайган метр квадрат бўлиб, у текисликда ётган (жойлашган) 1 м^2 юзали контур орқали ўтадиган 1 А электр ток кучининг магнит моментига тенг.

32. Диполнинг магнит моменти ҳам ампер кўпайган метр квадратларда ифодаланади.

33. Магнитлашганликнинг бирлиси ампернинг метрга нисбати бўлиб, у $1 \text{ А} \cdot \text{м}^2$ магнит моментига эга 1 м^3 ҳажмидаги модданинг магнитлашганлигига тенг.

34. Магнит қаршичилигининг бирлиги ампернинг веберга нисбати бўлиб, у 1 А магнит юритувчи кучда 1 Вб магнит

окими ҳосил бўладиган магнит занжирининг магнит қаршилигига тенг.

35. Магнит ўтказувчанлигининг бирлиги вебернинг амперга нисбати бўлиб, у 1 А/Вб магнит қаршиликли магнит занжирининг магнит ўтказувчанлигига тенг.

36. Электроманит энергиясининг бирлиги жоуль бўлиб, у 1 Ж нисга тенг (эквивалент) бўлган электро-магнит энергияга тенг.

37. Фойдали қувватнинг бирлиги ватт бўлиб, у 1 Вт механик қувватга тенг (эквивалент) бўлган фойдали қувватга барабар.

38. Реактив қувватнинг бирлиги вар бўлиб, у $\sin \varphi = 1$, ток кучи 1 А ва қучланиши 1 В бўлгандаги реактив қувватга тенг.

39. Тўла қувватнинг бирлиги вольт кўпайган ампер бўлиб, у ток кучи 1 А ва қучланиши 1 В бўлгандаги тўла қувватга тенг.

4.2. ИССИҚЛИКНИ ЎЛЧАШ ҚАРШИЛИК ВА ЖУФТЛИКЛАРИ ҲАҚИДА ҚИСҚАЧА МАЪЛУМОТЛАР

Ноэлектрик катталиклардан бири бўлган ҳароратларни ўлчаш иссиқликларини ўлчаш қаршиликли ва жуфтликли ўзгарткичлари ёрдамида электр асбоблари билан амалга оширилади.

Иссиқлик мувозанати шароитида сим ҳарорати ҳамда қаршилиги фақат токка боғлиқ бўлмасдан, балки атрофдаги муҳитни бениловчи физик катталикларга бевосита тааллуқлидир. Шу билан ҳам иссиқлик ўлчаш қаршиликли ўзгарткичлардан ҳароратни ўлчашда фойдаланилади. Улар асосан ҳарорат ўзгармас кўпайтувчи катта бўлган симлардан ясалади. Сим пластмасса ёки слюда асосга ўралиб, химоя қобилигига жойлаштирилади. Бу қобиликнинг ўлчамлари билан шакли иссиқлик ўлчаш қаршиликларини ишлатилиш шароити ва вазифаларига қараб ҳар хил бўлади.

Иссиқлик ўлчаш қаршиликли ўзгарткичлар асосан 50 ёки 100 Ом ли қилиб тайёрланади, бу ўзгарткичнинг қаршилиқ миқдорининг ўзгаришига қараб, унинг ҳарорати ҳамда уни ўраб турган муҳит ҳароратлари аниқланади. Бу ўзгарткичлар 200°C дан то $+650^\circ\text{C}$ гача бўлган ҳароратни ўлчашда қўллаб қўлланилади.

Иссиқлик ўлчаш жуфтлиги электр ўтказувчи ҳар хил жишели ўзаро улашган икки қисмдан тuzилган ҳарорат

(иссиклик) ўзгарткичи бўлиб, унинг ишлаши Зеебек самарасига асосланган ўзгарткич қисмларининг кавшарланган учлари турли ҳароратларда бўлса, иссиклик ЭЮК вужудга келади. Бу ЭЮК нинг катталиги иссиклик ўлчаш жуфтлигининг кавшарланган учлари, яъни ишчи учи билан эркин учлари ўрнатилган жойларининг ҳарорат фарқига ҳамда ўтказгични ясаш учун ишлатилган моддаларнинг табиатига боғлиқ бўлади.

Иссиклик ўлчаш жуфтликлари тайёрланган ҳар хил сим жуфтликлари улар қўлланиладиган ҳароратнинг катта-кичиклигига қараб куйидаги кўринишда қўлланилади: 300°C гача бўлган ҳароратларни ўлчаш учун мис-константан жуфтликлари қўлланилса, 800°C гача бўлган ҳароратларни ўлчаш учун темир — копель ёки хромель — копель жуфтликлари ишлатилади. 1300°C гача ҳароратларни ўлчаш учун хромель-алюмель жуфтликлари қўлланилса, 1600°C гача бўлган ҳароратларни ўлчаш учун эса платина (оқ олтин) — платинародий жуфтликларидан фойдаланилади. 1800°C гача бўлган ҳароратларни ўлчаш учун платина — родий жуфтликлари қўлланилади.

Иссиклик жуфтликлар қотишмаларининг таркиби, масалан, копель 56,5 % Si — 43,5 % Ni; хромель 90 % Ni + 10 % Cr, алюмель 1 % Si + 2 % Al + 17 % Fe + 2 % Mn + 78 % Ni, бўлган моддалардан тайёрланган симлар жуфтлигидан иборатдир. Бу иссиклик ўлчаш жуфтликларини механик шикастланиш ва ҳар хил салбий таъсир этадиган ҳаво ва моддалардан сақлаш учун улар жез, пўлат, чинни ёки бошқа моддалардан ясалган химоя гилофларига жойлаштирилади.

Демак, иссиклик ўлчаш жуфтликлари бир-бирларидан, биринчидан, улар тайёрланган электродларнинг моддалари билан фаркланса, иккинчидан, ўлчаш чегарасининг ҳар хиллиги билан ҳам ўзаро тафовут этиши юқоридаги баёндан ҳам кўриниб турибди. Шунинг учун ҳам ҳозирги вақтда хромель-копельли (ХК) хромель-алюмельли (ХА), платинародий — платинали (III — I), платино-родийли (IIР - 30/6) ва бошқа турдаги иссиклик ўлчаш жуфтликлари ишлаб чиқарилмоқда. Булар халқ хўжалигининг ҳамма соҳаларида ҳароратларни ўлчашда кенг микёсда қўлланилмоқда.

Э с л а т м а: Ушбу қўлланманинг ҳажми чекланганлиги учун унда иссиклик ўлчаш қаршиликлари ва иссиклик ўлчаш жуфтликларининг даражаланишига оид жадваллар келтирилмади.

АДАБИЁТЛАР

1. Алукер Ш. М. «Практикум по электрическим измерениям». М.: «Колос», 1969. 216 с. ил.
2. Ахроров Н. А. «Автоматик ростлаш ва назорат қилиш системаларининг контактсиз компенсацияловчи ўзгарткичлари». Т.: «Ўқитувчи», 1987. 224 б.
3. Ахроров Н. А. «Бесконтактные автокомпенсационные преобразователи». Учебное пособие часть I Ташкент, 1979. 100 с.
4. Ахроров Н. А. «Бесконтактные преобразователи электрических и неэлектрических величин». Учебное пособие, Ташкент, 1985. 80 с.
5. Бурдун Г. Д., Марков Б. Н. «Основы метрологии» М.: Изд-во стандартов, 1975. 336 с 1985. 256 с. ил.
6. Кравцов А. В., Рыбинский Ю. В. «Электрические измерения». М.: «Колос», 1979. 351 с.
7. Олейникова Л. Д. «Единицы физических величин в энергетике» Точность воспроизведения и передачи: Справочное пособие. М.: «Энергоатомиздат», 1983. 232 с.
8. «Основы метрологии и электрические измерения». Под редакцией Е. М. Душина. Л.: «Энергоатомиздат». Ленинград. отделение, 1987. 480 с.
9. Тюрин Н. И. «Выделение в метрологию». Учебное пособие. — М.: Изд-во стандартов, 1985. 248 с.
10. «Электрические измерения». Под редакцией А. В. Фрежке и Е. М. Душина Л.: «Энергия». Ленинградское отделение, 1980. 392 с.
11. «Электрические измерения неэлектрических величин». Под редакцией П. В. Новикова. Л.: «Энергия», 1975. 576 с.
12. «Справочник по электроизмерительным приборам». Под редакцией К. К. Илюхина. Л.: «Энергия», 1973. 704 с.

М У Н Д А Р И Ж А

Кириш	3
I б о б. Ўлчовшunosлик асослари ва электр ўлчашлар тўғрисида умумий маълумотлар	
1.1. Асосий қоида ва тушунчалар	5
1.2. Электр ўлчаш асбобларининг таснифи	8
1.3. Ўлчаш воситаларининг ўлчовшunosлик тавсифи	12
1.4. ЭЎА ларининг шартли белгилари	19
II б о б. Амалий ишларини бажариш ва уларнинг ҳисоботларини расмийлаш қоидалари	
2.1. Электр ўлчаш ижодхоналарида ишлаш қоидалари	29
2.2. Техника хавфсизлиги қоидалари	31
2.3. Электр токи билан шикастланганда кўрсатиладиган биринчи ёрдам чоралари	34
2.4. Амалий ишларини бажаришда қўлланиладиган қўшимча қурilmаларни таъинлаш	34
2.5. Амалий ишининг тарҳини йиғилдан олдин қилинадиган баъзи ишлар	43
2.6. Амалий ишлари бўйича электр тарҳларини йиғиш	44
2.7. Амалий ишлари бўйича ҳисоботлар тайёрлаш	46
III б о б. Амалий ишлар ва уларнинг услубий кўргазмалари	
3.1. 1- Амалий иш. Амперметр, вольтметр ва ваттметрларнинг доимийликларини аниқлаш ва уларни қўллаш	48
3.2. 2- Амалий иш. Ўлчовшunosлик тавсифларини аниқлаш учун ҳар хил тизимдаги амперметр ва вольтметрларни текшириш	60
3.3. 3- Амалий иш. Электр катталикларини ўлчаш натижаларини ўлчовшunosлик бўйича ишлаш	75
3.4. 4- Амалий иш. Электр қаршилликларини ўзгармас токда ўлчаш	91
3.5. 5- Амалий иш. Бевосита баҳолаш асбоблари ва ўзгарувчан ток ўлчаш қўприклари ёрдамида сизим, индуктивлик ва ўзаро индуктивликларни ўлчаш	107

3.6. 6- <i>Амалий иш.</i> Электрон пурли осциллографларини ўрганиш ва ўлчаш ишларида уларни қўллаш	118
3.7. 7- <i>Амалий иш.</i> Бир фазали индукцион электр ҳисоблагичнинг текшириши ва ўзгарувчан ток ланжирларидаги электр энергияларини ўлчаш	134
3.8. 8- <i>Амалий иш.</i> Бир ва уч фазали ўзгарувчан ток ланжирларидаги фойдали қувватларни ўлчаш	143
3.9. 9- <i>Амалий иш.</i> Ўзгармас магнит майдонининг магнит катталикларини ўлчаш	155
3.10. 10- <i>Амалий иш.</i> Магнит моддасининг динамик таъсифини аниқлаш	166
3.11. 11- <i>Амалий иш.</i> Электромагнит туридаги ўзгарткичлар ёрдамида чизикли ва бурчакли силжишларни ўлчаш	177
3.12. 12- <i>Амалий иш.</i> Автоматик ўлчаш кўприги ва потенциалометрлар ёрдамида ҳароратни ўлчаш	191

IV бўб. Амалий ишларини бажариш учун керак бўладиган баъзи маълумотлар

4.1. Халқаро бирликлар тизими	208
4.2. Иссиқликни ўлчаш қаршиллик ва жуфтликлари ҳақида қисқача маълумотлар	219
Адабиётлар	221

Нугман Ахроров

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ОСНОВАМ МЕТРОЛОГИИ
И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

На узбекском языке

Издательство «Ўзбекистон» — 1994, 700 129, Ташкент, Навои, 30.

Мухаррир М. Шарипов
Бадний мухаррир И. Кученкова
Техник мухаррир С. Собирова
Мусаххих М. Мажидхужаева

Теринга берилди 22.03.93. Босишга рухсат этилди 25.11.93. Формати 84×108¹/₃₂. «Литературная» гарнитурда юқори босма усулида босилди. Шартли бек. д. 11,76. Нашр. д. 12,14. Тиражи 5000. Закла № 449/Ўзбекистон шартнома асосида.
«Ўзбекистон» нашриёти, 700129, Топкент, Навоий кўчаси, 30. Нашр № 197-92

Ўзбекистон Республикаси Давлат матбуот кумитаси ижарадаги Топполиграфкомбинатда териб.

“Ўзгипрозем” Картфабрикасида босилди. Топкент, Муқимий кўчаси, 182.