

G.Gurbanmyradow, T.Rahmanow, H.Handöwletow

OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINI ELEKTRIKLEŞDIRMEK WE AWTOMATLAŞDYRMAK

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat
“Ylym” neşirýaty
2015

Gurbanmyradow G. we başg.

G79 Oba hojalyk önümçiligini elektrikleşdirmek we awtomatlaşdyrmak.

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Ylym, 2015. – 208 sah.

Okuw kitabynda hemişelik we üýtgeýän elektrik togunyň bir we üç fazaly zynjyrlary, elektrik ölçeýji abzallary we elektrik ululyklarynyň ölçenilişi, oba hojalygynda ulanylýan transformatorlar we elektrik hereketlendirijileri, awtomatikanyň we oba hojalyk önümçiliginiň awtomatlaşdyrylyşynyň esaslary, elektrik gurluşlaryny dolandyryjy we goraýjy enjamlar, oba hojalyk önümçiliginde optiki şöhleleriň elektrik çeşmeleriniň ulanyşy, ultramelewşe we infragyzyň şöhlelendiriji enjamlar, oba hojalygynda tehnologik işleri elektrikleşdirmek we awtomatlaşdyrmak, oba hojalyk maşynlarynyň we enjamlarynyň awtomatlaşdyrylan elektrik herekete getirijileri, materiallaryň elektrofiziki taýdan işlenip bejerilişi, oba hojalygynda elektrik enjamlaryny tehniki howpsuzlyk kadalaryna laýyklykda ulanmagyň düzgünleri beýan edilýär.

Kitap oba hojalygynyň ýokary okuw mekdepleriniň talyplary we okyjylaryň giň köpçüligi üçin niýetlenilýär.



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,
Baýdagyň belentdir dünýäň öňünde.

Gaýtalama:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

Gaýtalama:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

**Türkmenistanyň Prezidenti
Gurbanguly Berdimuhamedow:**

– Biz häzir Türkmenistanda milli bilim ulgamynda düýpli özgertmeler geçirmäge girişdik. Şol özgertmeleriň baş maksady türkmen ýaşlaryna dünýäniň iň ösen talaplaryna laýyk gelýän bilim ulgamyny elýeterli etmekden ybaratdyr.

GIRIŞ

“Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” milli Maksatnamasyna laýyklykda: 2030-njy ýylda Türkmenistanda jemi öndürilýän önüm 2000-nji ýyl bilen deňeşdirilende 26,4 esse artar we bir adama düşýän önümiň möçberi 8,3 esse artar, senagat önümleri 26,3 esse, oba hojalyk önümleriniň öndürilişi 17,7 esse, gurluşygyň möçberi 15,9 esse, hyzmat etmegiň möçberi 41,3 esse ýokarlanar.

2030-njy ýyla çenli döwürde elektrik energiýanyň ösüşi Türkmenistanyň isleglerini doly kanagatlandyrar, şeýle hem daşary ýurtlara elektrik energiýanyň iberilişi artar. Munuň üçin Aşgabat, Atamyrat, Türkmenbaşy, Daşoguz, Balkanabat, Sarahs şäherlerinde täze elektrik stansiýalar gurulyp işe giriziler we häzirki işleýän elektrik stansiýalaryň durky täzelener. 2030-njy ýylda Türkmenistanyň elektrik stansiýalarynyň kuwwaty 6330 mWt we olarda öndürilýän elektrik energiýanyň mukdary 31,57 mlrd kWt sagada ýeter. Bu mukdardaky elektrik energiýanyň 20 mlrd kWt sagady ýurduň öz içinde ulanylar we 11,57 mlrd kWt sagady Eýran, Türkiýe, Owganystan, Pakistan we Merkezi Aziýa ýurtlaryna iberiler.

Türkmenistanyň oba hojalygynyň ösüşi ilatyň azyk önümlere, senagatyň çig mala bolan isleglerini kanagatlandyrmaga we daşary ýurtlara haryt çykarmaga mümkinçilikleri artdyrmaga gönükdiriler. 2030-njy ýylda 2000-nji ýyl bilen deňeşdirilende suwarymly ýerleriň meýdany 4,5 mln ga ýetiriler, bugdaýyň öndürilişini 2,9 esse, pagtanyň öndürilişini 3,2 esse, gara mallaryň sanyny 3,2 esse, dowarlaryň sanyny 3,6 esse artdyrmak göz öňünde tutulýar. Bu milli Maksatnamalaryň ýerine ýetirilmeginiň netijesinde Türkmenistanyň ilatynyň ýaşaýyş derejesini dünýäniň ösen ýurtlarynyň derejesine çenli ýokarlandyrmaga mümkinçilik berer we türkmen halkynyň bagtly durmuşyny üpjün eder.

Hormatly Prezidentimiz Türkmenistanyň ilatyny dürli we ýokary hilli azyk, oba hojalyk önümleri bilen üpjün etmek üçin, önümleri gaýtadan işleýän senagaty dünýäniň häzirki zaman in kämil, ýokary öndürijilikli tehnologik enjamlary oturdylan, elektrikleşdirilen we awtomatlaşdyrylan zawodlary we fabrikleri gurdurýar. Ol kärhanalarda ulanylýan elektrik enjamlaryny ýokary öndürijilikli we ygtybarly işletmegiň usullaryny bilmeklik we gerekli hasaplamalaryny ýerine ýetirmeklik zerurlygy ýüze çykýar.

Hödürlenýän okuw kitaby oba hojalyk önümçiligini elektrikleşdirmek we awtomatlaşdyrmak dersiniň maksatnamasynyň esasynda taýýarlanyldy. Kitabyň esasy maksady oba hojalyk önümçiligini elektrikleşdirmek we awtomatlaşdyrmak dersini okaýan talyplara elektrik enjamlaryny we awtomatik gurluşlary öndürijilikli we ýokary ygtybarlylykda ulanmagyň usullaryny, ýüze çykýan näsazlyklaryny bejermegiň, düzetmegiň ýönekeý endiklerini öwretmekden ybaratdyr.

Okuw kitabynda oba hojalyk önümçiligini elektrikleşdirmek we awtomatlaşdyrmak dersine degişli esasy meselelere seredildi. Maksatnama laýyklykda düzülen temalar döwrüň ýokary talaplaryna laýyk gelýär hem-de olar beýan edilende “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” milli Maksatnamasynda oba hojalyk pudagynyň önünde goýulýan wezipelerden ugur alyndy we geljekki hünärmenleriň bilmeli meseleleri doly beýan edildi.

Talyplar kitapdan oba hojalygyny elektrikleşdirmekde we awtomatlaşdyrmakda ulanylýan ölçeýji enjamlar, elektrik we awtomatik gurluşlar, olaryň işleýiş esaslary, ýokary öndürijilikli we ygtybarly ulanylyş usullary barada gerekli maglumatlary alarlar.

I BAP

TÜRKMENISTANDA ELEKTRIK ENERGIÝASYNYŇ ÖNDÜRILIŞI, GELEJEGI WE OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINDE ULANYLYŞY

1.1. Janly organizmleriň durmuşynda elektrikleşme

Elektrik energiýasy – bu oba hojalyk önümçiligindäki ähli stasionar ýagdaýlarda geçirilýän işleriň esasy energetik bazasydyr. Oba hojalyk önümçiligi elektrik hereketlendirijileri, goraýjy we dolandyryjy enjamlary, awtomatik gurluşlary we beýleki elektrik enjamlary bilen üpjün edilendir. Gelejekde oba hojalygynda elektrik üpjünçiligi we elektrik energiýasynyň ulanyşynyň derejesiniň has hem ösmegine garaşylýar. Oba hojalygyny elektrikleşdirmegiň ösmegi bilen bir hatarda ösümçilikde, maldarçylykda, guşçulykda, ekinleri suwarmak işlerinde, ýyladyşhana-parnik önümçiliginde, önümler ýygналandan soňra, olar gaýtadan işlenende elektrik energiýasynyň ulanyşy artýar. Elektrikleşdirmegiň esasynda emele gelýän aýratyn önümçiligi awtomatlaşdyrmaklyk, awtomatlaşdyrylan akym hatarlaryny we sehleri awtomatlaşdyrmaga getirýär. Gaýtadan öndürilýän energiýanyň çeşmeleri oba hojalygyny awtomatlaşdyrmagyň uly gelejegidir. Bu energiýa ulgamlaryndan uzakda ýerleşýän oba hojalyk önümçiliginiň has ygtybarly işlemegini we ylmy-tehniki ösüşiň gazanan üstünliklerini ulanmaklyga mümkinçilik berýär. Häzirki zamanyň oba hojalygynda elektrik energiýasynyň hil we mukdar taýdan ösüşinde oba hojalygynda işleýän her bir işgäriň tehniki biliminiň bolmaklygy we energetiki soraglardan baş çykarmaklygy hökmanydyr. Bu okuw kitaby oba hojalyk önümçiliginden baş çykaryp bilýän, işine ökde, bilimli hünärmenleri taýýarlamak üçin niýetlenendir.

Elektrik işjeňligi bu janly materiýanyň aýrylmaz häsiýetidir. Elektromagnit meýdany ähli janly organizmleriň nerw, myşsa, we beýleki öýjüklerini generirleýär. Nerw öýlüklerinde oýanmaklyk we togtamaklyk elektrik hadysalary bilen bilelikde bolup geçýär we biologik toklar döreýär. Bu toklary galtaşmalar usuly arkaly jandarlaryň myşsalaryna we nerwlerine elektrodлары galtaşdyryp ölçäp bolýar. Mundan hem başga janly organizmleriň daşynda biologik potensiallaryň elektrik we biologiki toklary ölçäp bolýar. Gurbaganyň ýüreginiň, myşsalarynyň, nerwleriniň daşynda, çybynлары, arylaryň uçýan wagtlarynda olaryň töwereginde elektrik meýdanynyň ýüze çykýanlygy kesgitlendi.

Balyklarda elektromagnit meýdanynyň emele gelmegi has ösendir. Häzirki wagtda balyklaryň 300-den köp görnüşi biologik elektrik meýdanyny döretmäge we ulanmaga ukyplydyrlar. Olardan ugor, skat, som, we amerikan ýyldyzjygy atly balyklar güýçli elektrik meýdanly balyklara degişlidir. Ugur balygy naprýaženiýesi 1200 W we 1,2 A bolan elektrik razrýadyny döredip bilýär. Kislorody az bolan

suwlarda ugor balygy aw edende yzygiderli güýçli elektrik razrýadyny döredip jandarlary öldürýär. Bu balygyň awunyň oňa golaýlamagy razrýadyň täsir etmegi bilen düşündirilýär. Ugor balyklary suwy elektrikleşdirýärler we kisloroda baýlaşdyrýarlar. Kislorod bolsa bu balygyň iýýän gurbagalaryny, balyklaryny özüne çekýär. Elektrik razrýadyny emele getirmegi onuň dem alşyny ýeňňilleşdirýär. Razrýad döreýän wagtynda onuň endamynda elektroliz hadysasy bolup geçýär. Emele gelen kislorod onuň gany bilen ähli endamyna ýaýraýar. Wodorody ol žabralarynyň üsti bilen çykarýar. Balyklaryň köp görnüşi gowşak elektromagnit meýdanyny emele getirýär. Olar bu meýdanlary ugur tapmak we aragatnaşyk etmek üçin ulanýarlar. Balyklaryň emele getirýän elektrik meýdanlarynyň mehanizmlerini we häsiýetnamalaryny öwrenmekligiň örän uly ylmy we amaly ähmiýeti bardyr. Bu ylmy – barlag işleriniň netijeleri balyklary ösdürmekde, balyk tutmakda, balyklary elektrik usuly bilen tutmagyň we kowmagyň enjamlaryny döretmeklikde ulanyş bilner.

Ösümliklerde elektrik hadysalary uly orun tutýar. Ösümlikler kesilen wagtynda “kesme toklary” ýüze çykýarlar. Ýapraklaryň, baldaklaryň, kökleriň kesilen ýerleri kadaly üstlere garanda otrisatel zarýadlanýarlar. Meselem: galwanometr kesilen almanyň gabygynyň we ýüreginiň arasynda potentsiallaryň tapawudynyň ýüze çykýanlygyny görkezýär. Kaştanyň, temmäkiniň, kädiniň ýapraklarynyň ortaky damarlarynda ýapragyň gök ýerine görä položitel zarýadlanandygyny görkezýär. Ösümlikleriň elektrik ritmleri bellidir. Meselem: ýaş nohudyň kökünüň bir ujuny suwly gaba çümdürip, onuň ahyryndan daşlaşýan birnäçe nokatlar bilen daşky gurşawyň arasyndaky potentsiallary ölçense, onda bu ululyk 5...20 min period bilen yrgyldaýar. Yrgyldynyň amplitudasy kökün ujundan daşlaşdygyça kiçelýär, ýygylgy bolsa daşky gurşawyň temperaturasyna bagly bolýar. Elektrik togy bilen ösümlikleriň ösüşini çaltlandyrmak has-da gyzyklydyr. Ösümlikleriň baldaklaryndan tok goýberilende, onuň diňe bir ösüş 5...30% artman, eýsem ösümlik tarapyndan kaliý, kalsiý, fosfatlaryň siňdirilişiniň güýçlenýändigini hem öwrenildi. Täsir edilişde toguň akýan ugruna baglylygy belli edildi. Ylmy-barlag işleri toprak bilen atmosferanyň arasynda döreýän elektrik potentsiallaryň tapawudynyň fotosinteziniň intensiwligine täsir edýändigini belli edildi. Topragyň atmosfera görä otrisatel zarýadlanmagy näçe uly bolsa, şonça-da fotosinteziniň intensiwligi ýokary bolýar. Ösümlikde položitel potentsialyň berilmegi fotosinteziniň intensiwligini peseldýär.

1.2. Türkmenistanyň elektroenergetika pudagynyň ösüşi

Türkmenistanyň elektroenergetika pudagy öz başlangyjyny Hindiguş suw elektrik merkezinden (stansiýasyndan) alyp gaýdýar. Bu stansiýa 1910-njy ýylda ulanmaga berlen. Onda her biriniň kuwwaty 400 kWt bolan üç sany gidrogenerator oturdyran. Stansiýanyň öndürýän energiýasyny Baýramaly şäherindäki ýag,

sabyn, pagta arassalaýan zawodlary hem-de Russiýa patyşasynyň ol ýerdäki mülkünü ýşyklandyrmak maksady bilen, 1911-nji ýylda naprýaženiýesi 16 kW bolan elektrik geçiriji liniýa ulanmaga berilýär.

1913-nji ýylda Baýramaly, Mary we Aşgabat şaherlerinde umumy kuwwaty 336 kWt bolan üç sany dizel elektrik stansiýalar gurulýar. Şeýle elektrik stansiýalar 1933-1937-nji ýyllar aralygynda Türkmenbaşyda, Serdarda, Daşoguzda, Türkmenabatda, Atamyratda hem gurulýar. 1941-nji ýylda Türkmenistanda umumy kuwwaty 36 müň kWt bolan 109 sany elektrik stansiýa bolupdyr.

1941-1945-nji ýyllaryň urşunyň başlanmagy bilen Tuapse şaherindäki nebiti gaýtadan işleýän zawod Türkmenbaşy şaherine göçürilip getirilýär. Bu zawody elektrik energiýasy bilen üpjün etmek üçin Türkmenistanda ilkinji ýylylyk elektrik stansiýasy gurulýar.

1948-nji ýylda Murgap derýasynda kuwwaty 600 kWt bolan Gowşutbent, 1954-nji ýylda kuwwaty 3200 kWt bolan Kolhozbent suw elektrik stansiýalary gurulýar. Bu elektrik stansiýalaryň öndürýän elektrik energiýalaryny bir energetiki ulgama birleşdirmek üçin uzynlygy 94 km, naprýaženiýesi 35 kW bolan Kolhozbent-Gowşutbent-Mary elektrik geçiriji liniýasy ulanmaga berilýär.

1958-nji ýylda Abadan ýylylyk elektrik stansiýasynyň birinji nobatdakysy gurlup işe girizilýär, uzynlygy 25 km bolan naprýaženiýesi 110 kW Abadan-Aşgabat elektrik geçiriji liniýasy ulanmaga berilýär.

1961-nji ýylda Daşoguz welaýaty naprýaženiýesi 110 kW elektrik geçiriji liniýa bilen Merkezi Aziýa we Günorta Gazagystana birleşen energetik ulgama birleşdirildi.

Günbatar Türkmenistanyň nebit çykaryjy kärhanalaryny elektrik energiýasy bilen üpjün etmek maksady bilen gaz turbina bilen herekete getirilýän, kuwwaty 40 müň kWt bolan Balkanabat elektrik stansiýasy gurlup işe girizildi. 1965-nji ýylda kuwwaty 170 müň kWt bolan Türkmenbaşy ES-2 işläp başlady.

Mary welaýatynda tebigy gazyň örän uly kâniniň tapylmagy netijesinde, 1967-nji ýylda Mary ýylylyk elektrik stansiýasynyň gurluşygyna başlanyldy. Onuň birinji nobatdaky gurluşygynda her biriniň kuwwaty 210 müň kWt bolan 6 sany energoblok işe goýberildi.

1966-1970-nji ýyllar aralygynda uzynlygy 800 km, naprýaženiýesi 220 kW bolan Garaköl-Baýramaly-Mary-Tejen-Aşgabat elektrik geçiriji liniýa ulanmaga berildi.

Bu liniýa arkaly Türkmenistan, Merkezi Aziýa we Günbatar Gazagystan energetiki ulgama birleşdirildi.

Günbatar Türkmenistanyň senagat kärhanalaryny elektrik energiýasy bilen üpjün etmek maksady bilen uzynlygy 523 km, naprýaženiýesi 220 kW bolan Aşgabat-Serdar-Goturdepe elektrik geçiriji liniýasy guruldy.

Mary elektrik stansiýanyň öndürýän elektrik energiýasynyň belli bir bölegini Merkezi Aziýa, Günbatar Gazagystan elektrik ulgamyna bermek üçin uzynlygy 369 km, naprýaženiýesi 500 kW Mary-Garaköl elektrik geçiriji liniýasy guruldy.

Ýurdumyzyň Garaşsyzlyk ýyllarynda Daşoguz welaýatyny özümizde öndürilýän elektrik energiýasy bilen üpjün etmek üçin naprýaženiýesi 500 kW bolan Mary-Seýdi-Daşoguz elektrik geçiriji liniýasy gurlup işe girizildi.

Biziň ýurdumyz EKO agzalary bolan ýurtlara (Eýran, Türkiýe, Owganystan, Pakistan we Merkezi Aziýa) bitewi energetika ulgamyny döretmekligi teklip etdi.

Bu teklibiň esasynda Balkanabat-Eýran, Sarahs-Eýran, Mary-Maşat, Atamyrat-Owganystan naprýaženiýesi 220 kW bolan elektrik geçiriji liniýalary guruldy we üstünlikli işleýär. Uzynlygy 1150 km, naprýaženiýesi 500 kW bolan Türkmenistan-Owganystan-Pakistan elektrik geçiriji liniýasyny gurmaklyk meýilleşdirilýär.

“Türkmenistany syýasy, ykdysady we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” milli Maksatnama laýyklykda 2020-nji ýylda Türkmenistanyň elektrik stansiýalarynyň kuwwaty 3.3mln kWt-dan 6,4 mln kWt ýetiriler. Olarda öndürilýän elektrik energiýa 13,25 mld kWt sagatdan 31,6 mld kWt sagada ýetiriler. Bu öndüriljek elektrik energiýanyň 20,0 mld kWt sagady ýurduň öz içinde ulanylar, 11,6 mld kWt sagady bolsa daşary ýurtlara satylar.

Öňde goýlan bu sepgitlere ýetmek üçin ýurdumyzda täze elektrik stansiýalary gurlar we häzirki işleýän elektrik stansiýalarda durky täzelenen we tehniki-energetiki görkezijileri ýokarlandyrylan energobloklary oturtmaklyk göz önünde tutulýar.

2005-2020-nji ýyllar aralygynda kombinirlenen iş aýlawly gäzturbinaly, kuwwaty 374 müň kWt bolan täze elektrik stansiýalar Atamyratda, Aşgabatda, Tagtabazarda, Balkanabatda, Türkmenbaşyda we Sarahsda gurlup işe girizmeklik meýilleşdirilýär.

Bugturbinaly energobloklaryň jemi bahasy 870 mln, gäzturbinalary energobloklaryň bahasy 840 mln, ABŞ-ýň dollaryna deňdir. Bu energobloklaryň jemi bahasy 1,71 mlrd ABŞ dollaryna barabar bolar.

Bu elektrik stansiýalarda öndürilýän elektrik energiýasyny kabul edijilere ýetirmek üçin Abadan, Aşgabat, Atamyrat elektrik stansiýalarda naprýaženiýesi 220 kW, kuwwaty 2x125 müň kWA, Mary we Balkanabat elektrik stansiýalarda naprýaženiýesi 400 kW, kuwwaty 4x163 müň kWA, Türkmenbaşy we Daşoguz elektrik stansiýalarda naprýaženiýesi 500 kW, kuwwaty 4x163 müň kWA bolan transformatorlar oturdylar.

2008-2020-nji ýyllarda Aşgabat-Abadan (uzynlygy 24 km), Pelwert-Atamyrat (uzynlygy 80 km), Mary-Tagtabazar (200 km), Tagtabazar-Serhetabat (100 km), Parahat-Pelwert (140 km), Atamyrat-Andhoý (80 km), Aşgabat-Balkanabat (430 km), Belek-Balkanabat (75 km, naprýaženiýesi 220 kW); Aşgabat-Ýerbent-Daşoguz (350 km, naprýaženiýesi 110 kW); Mary-Maşat (164 km), Balkanabat-Gonbat (220 km, naprýaženiýesi 400 kW) we Türkmenbaşy-Daşoguz (uzynlygy 650 km,

naprýaženiýesi 500 kW) bolan elektrik geçiriji liniýalar gurlup işe giriziler. Oturdyljak transformatorlaryň bahasy 75 mln, elektrik geçiriji liniýalaryň bahasy 270 mln, şeýlelikde, transformator stansiýalaryň we elektrik geçiriji liniýalaryň jemi bahasy 345 mln ABŞ dollaryna deň bolar. Bu ýerine ýetirilen işleriň netijesinde Türkmenistanda öndürilýän elektrik energiýasynyň daşary ýurtlara iberilýän möçberi ýyl-ýyldan artar we 2020-nji ýylda Owganystana-2,5, Eýran Yslam Respublikasyna-3,5, Türkiýe we Täjigistana 2,6 mlrd kWt sagada ýeter. Daşary ýurtlara iberilýän elektrik energiýasynyň mukdary 11,6 mlrd kWt sagada ýeter we onuň bahasy 279 mln ABŞ dollaryna barabar bolar.

Bu öňde goýlan ägirt uly sepgitler ýerine ýetirilende ýurdumyzyň energetika pudagynyň ösüş depgini has-da artar, halk hojalygymyzyň hemme pudaklarynyň elektrik energiýa bolan talaplary doly derejede üpjün ediler, daşary ýurtlara elektrik energiýanyň iberilmegi artar. Bu bolsa Türkmenistan döwletimiziň mundan beýläkde pajarlap ösmegi üçin uly badalga berer.

II BAP

HEMIŞELIK TOGUŇ ELEKTRIK ZYNJYRLARY WE OLARYŇ HASAPLANYŞY

2.1. Maddalaryň elektrik häsiýetleri

Islendik madda tebigatda dörän in ýönekeý himiki elementlerden durýar (meselem, wodorod, kislorod, mis, alýumin we başgalar). Dürli elementleriň birleşmesinden çylşyrymly maddalar döreýär (meselem, suw, kislota we başgalar).

Elementler atomlardan durup, biri-birinden atomlarynyň agramynyň dür-lüligi bilen tapawutlanýarlar. Çylşyrymly maddalaryň in kiçi bölekleri molekulalardyr. Olar dürli elementleriň atomlarynyň birleşmesi esasynda döreýärler. Atom hem öz gezeginde himiki elementiň häsiýeti bolmadyk çylşyrymly birleşmesi bolup, ýadrodan we onuň daşynda aýlanýan elektronlardan durýar. Atomyň ýadrosy elektrik zarýady bolmadyk neýtronlardan we položitel zarýadly protonlardan durýar. Munuň esasynda ýadro položitel zarýadly bolýar. Ýadronyň daşynda dürli orbitalarda otrisatel zarýadly elektronlar aýlanýarlar. Protonyň zarýady elektronlaryň zarýadyna deň. Elektronynyň massasy protonyň massasyndan 1836 esse ýeňildir. Bir ýa-da birnäçe elektronyny ýitiren atom položitel zarýadly bolýar.

Maddadan erkin elektronlaryň bölünmegi üçin içki dartyşma güýçden uly güýç döretmek gerek bolýar. Munuň üçin oňa goşmaça energiýa bermeli (meselem, gyzdymaly, şöhlendirmeli, ýagtylyk akymy ýa-da elektrik meýdany bilen

täsir etdirmeli). Erkin elektronlar köplenç maddany elektrik we himiki taýdan häsiýetlendirýärler.

Metallaryň ýokary elektrik geçirijiligi olarda erkin elektronlaryň köplügi bilen düşündirilýär. Metal geçirijidäki erkin elektron akymynyň hereketine elektrik togy diýilýär. Erkin elektronly metallara we metal erginlere birinji görnüşdäki elektrik geçirijiler diýilýär. Elektrik geçiriji simler esasan hem misden, alýuminden, polatdan ýasalýar. Ikinji görnüşli elektrik geçirijilere togy gowy geçirýän suwuklyklar (meselem, kükürt kislotanyň suw ergini, mis kuporosy – CuSO_4 , iýji natriý-NaOH we başgalar) degişlidir.

Elektrik toguny geçirmeýän maddalara izolýatorlar ýa-da dielektrikler diýilýär. Olarda azat elektronlar ýokdur. Olara farfor, ebonit, kauçuk, slýuda, mineral ýaglar we başgalar degişlidir.

Öz elektrik geçirijiligi boýunça elektrik geçirijiler we izolýatorlaryň aralygyndaky maddalara ýarymgeçirijiler diýilýär. Olara degişli selen, kremniý, germaniý, grafit we başgalar degişlidir. Ýarymgeçirijileriň elektrik geçirijiligi onuň materialynyň düzümindäki garyndysyna, öndüriliş tehnologiýasyna we daşky täsirlere baglydyr. Ýarymgeçirijileriň elektrik toguny geçirijiligi, ýylylyk, ýagtylyk, elektron akymalarynyň we başga energiýa çeşmeleriniň täsiri esasynda döredilýär. Ýarymgeçirijileriň bu häsiýeti üýtgeýän togy göneltmek (diodlar), berilýän habary güýçlendirmek (tranzistorlar) we beýleki maksatlar üçin ulanylýar.

2.2. Magnit materiallary we olaryň esasy görkezijileri

Magnitiň metallary özüne çekip saklaýandygy bellidir. Demir molekullarynyň elementar bölekleri molekulýar elektrik togunyň täsiri esasynda belli tertipde ýerleşýärler. Netijede, demir steržen magnit häsiýetli bolýar. Sterženiň iň uly magnit güýçli uçlaryna demirgazyk we günorta polýuslar diýilýär. Giňişlikde magnit polýuslaryň daşynda döreýän magnit häsiýetine magnit meýdany diýilýär.

Hemişelik magnitiň, elektromagnitiň we elektrik tokly simleriň daşynda magnit meýdany döreýär. Magnit meýdany güýç çyzyklary bilen görkezilýär. Magnit güýç çyzyklary ýapyk bolup, demirgazyk polýusdan çykyp günorta polýusda ýapylýar. Magnit güýç çyzyklaryň ugry toguň ugruna baglydyr. Bu burawjagazyň düzgüni bilen kesgitlenilýär. Magnit meýdany magnit meýdanyň güýjenmesi, induksiýasy we magnit akymy bilen häsiýetlendirilýär.

Magnit meýdanyň demir jisimleri çekiş güýji ony döredýän toguň ululygyna baglydyr. Eger-de, magnit meýdanyny döretmek üçin sarymly tegek ulanylsa, şol bir ululyklardaky tokda tegegiň sarymy näçe köp bolsa özüne çekiji güýji hem şonça uludyr.

Magnit meýdanyň güýjenmesi:

$$H = Iw/\ell, \text{ A/m}, \quad (2.1)$$

bu ýerde: I – tok güýji, A; w – tegegiň sarym sany; Iw – magnit hereketlendiriji güýç; ℓ – tegegiň sarymynyň uzynlygy, m.

Magnit meýdanyň induksiýasy şeýle kesgitlenilýär:

$$B = \mu_a H = \mu_0 \cdot \mu H, \quad (2.2)$$

bu ýerde: $\mu_a = \mu_0 \mu$ materialyň absolýut magnit geçirijiligi; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ G/m} = 1,256 \cdot 10^6 \text{ G/m}$ magnit hemişeligi; μ – materiallaryň magnit geçirijiligi.

Magnit induksiýanyň ölçeg birligi, $B = W \cdot s/m^2 = \text{T}$ (tesla).

Magnit akym Φ , magnit induksiýasynyň geçýän meýdanyna köpeltmek hasyllyna deňdir, $\Phi = B \cdot S = W \cdot s \cdot m^2/m^2 = W \cdot s$.

Magnit akymynyň ölçeg birligi $T = Wm^2 = W \cdot s = \text{Wb}$ (weber). Magnit meýdanyň güýjenmesi, induksiýasy we magnit akymy wektor ululyklardyr.

Magnit zynjyryda zynjyryň magnit akymy Φ , magnit hereketlendiriji Iw güýje göni we zynjyryň magnit garşylygyna R_m ters baglanyşykda, $\Phi = Iw/R_m$ bolýar. Bu aňlatma magnit zynjyry üçin Omuň kanuny diýilýär. Zynjyryň magnit garşylygy R_m zynjyrdaky güýç çyzyklaryň uzynlygyna ℓ (m), güýç çyzyklar akymynyň kese kesiginiň meýdanyna S (m^2) we magnit geçirijiniň absolýut magnit geçirijiligine- μ_a bagly bolýar we ol şeýle kesgitlenýär:

$$R_m = \ell/\mu_a S, \text{ Om}. \quad (2.3)$$

Elektrik enjamlarda ulanylýan magnit materiallar ýumşak we gaty magnit toparlara bölünýärler. Magnitýumşak materiallar ýokary oňnositel magnit geçirijiligi we magnitlenmede az energiýa ýitgisi bilen häsiýetlenýärler. Şonuň üçin olar elektrik abzallarda magnit geçiriji polat özen ýasamak üçin ulanylýarlar. Üýtgeýän toguň zynjyrynda elektrik abzallaryň polat özeninde köwlenme toklaryny azaltmak üçin olar biri-birinden izolirlenen aýratyn polat gatlaklardan ýygnaýlar. Olaryň udel garşylygyny ýokarlandyrmak üçin 4% çenli kremniý goşulýar. Munuň ýaly polada elektrotehniki polat diýilýär.

Magnit gaty materiallar uly bolmadyk magnit geçirijilikli bolup, uly magnit galyndynyň B_r induksiýasy we magnit meýdanyň H_c güýjenme güýji bilen häsiýetlendirilýärler. Şonuň üçin olardan hemişelik magnitler ýasalýar. Hemişelik magnitleri ýasamak üçin wolfram, hrom, kobaltly polatlar we magniko ýaly erginler giňden ulanylýar.

2.3. Elektromagnit hadysalary

Elektromagnit induksiýasy. Elektromagnit induksiýa kanunyna görä magnit meýdanynda hereket edýän simlerde elektrik hereketlendiriji güýji (EHG). Bu güýç deňleme bilen kesgitlenilýär:

$$E = B\ell\vartheta, \text{ W}, \quad (2.4)$$

bu ýerde: B – magnit meýdanynyň induksiýasy, T; ϑ – magnit meýdanda hereket edýän simiň tizligi, m/s; ℓ – magnit meýdandaky simiň uzynlygy, m.

Döreyän EHG-niň ugry sag elniň düzgüni esasynda kesgitlenýär. Elektromagnit induksiýa kanuny esasynda elektrik toguň generatorlary işleýärler.

Tokly sim magnit meýdanynda. Simden tok akanda onuň daşynda magnit meýdany döreyär. Eger-de magnit meýdanynda tokly sim ýerleşdirilse, bu iki magnit meýdanyň özara täsiri esasynda aşakdaky güýç döreyär:

$$F = BI\ell, \text{ H}, \quad (2.5)$$

bu ýerde: F – döreyän elektromagnit güýji, H; B – magnit meýdanynyň induksiýasy, Tl; I – simden akýan toguň güýji, A; ℓ – magnit meýdanyndaky simiň uzynlygy, m.

Bu güýjüň täsir edýän ugry çep elniň düzgüni esasynda kesgitlenýär. Onuň täsiri esasynda ähli elektrik hereketlendirijiler işleýärler. Biri-birine ýakyn ýerleşdirilen iki sany tokly simleriň magnit meýdanlary özara täsir edýärler. Eger-de simlerden akýan toklar garşylykly ugurlara gönükdirilen bolsalar, onda olar özara itekleşýärler we tersine toklar ugurdaş bolsalar simler çekişýärler. Bu täsir edişýän güýçler aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$F = 2I_1 \cdot I_2 \ell \cdot 10^{-7}/a, \text{ H}, \quad (2.6)$$

bu ýerde: I_1 we I_2 – simlerden akýan tok güýçleri, A; ℓ – özara täsir edýän simleriň uzynlygy, m; a – simleriň oklarynyň aradaşlygy, m.

Aňlatmadan görnüşi ýaly döreyän güýç simlerden akýan toklaryň ikinji derejesine proporsional. Şonuň üçin elektrik enjamlaryň sarymlarynda gysga utgaşma emele gelende uly güýç döreyär. Bu bolsa enjamlaryň mehaniki taýdan zaýalanmagyna getirmegi mümkin.

2.4. Hemişelik toguň elektrik zynjyrlary barada düşüňjeler

Elektrik hereketlendiriji güýjüniň (EHG), toguň, naprýaženiýäniň kanunlary esasynda düşündirilýän elektromagnit hadysalaryny döredýän gurluşlaryň toplumyna elektrik zynjyry diýilýär. Onuň düzümine girýän we kesgitli bir işi ýerine

ýetirýän gurluşlara bolsa, elektrik elementleri diýilýär. Ýönekeý elektrik zynjyry tok çeşmesinden we elektrik energiýasyny kabul edijiden ybarat bolýar.

Elektrik energiýasynyň himiki çeşmeleri deregine galwanik elementleri, ýylylyk çeşmeleri deregine termojübütler, ýagtylyk çeşmeleri deregine gün batareýalary we ş.m. ulanylýar. Soňky ady agzalan çeşmeleriň energiýalary elektromagnit ýa-da elektrik energiýalaryna öwrülýärler.

Elektrik energiýasy, ony kabul edijilerde energiýanyň başga görnüşlerine, ýagny, elektromagnit energiýasy galwanik wannada – himiki, elektrik hereketlendirijilerinde – mehaniki, ýylylyk gyzdyryjy elementlerde – ýylylyk, lümines-sent çyralarynda bolsa ýagtylyk energiýalaryna öwrülýärler. Elektrik zynjyry tok çeşmesinden we ony ulanyjylardan başga, kömekçi elementler bolan, rezistorlary, reostatlary, togy öçürüp ýakyjylary (wyklýuçatelleri), goraýjylary, ölçeýji abzallary we ş.m. öz içine alýar.

Birleşdirilen toguň hiline baglylykda elektrik zynjyrlary hemişelik we üýtgeýän toguň zynjyrlaryna bölünýärler.

Elektrik zynjyryna degişli bolan elementleriň häsiýetnamalaryna baglylykda olar çyzykly we çyzykly däl elektrik zynjyrlaryna bölünýärler. Çyzykly elektrik zynjyrynyň her bir böleginiň garşylygy toguň we napýaženiýäniň ululyklaryna we ugruna bagly bolmaýar. Eger bagly bolsa onda elektrik zynjyry çyzykly bolmaýar we oňa çyzykly däl elektrik zynjyry diýilýär.

Elektrik zynjyrlarynda energiýanyň çeşmesiniň barlygyna ýa-da ýoklugyna baglylykda olar işjeň we işjeň däl elektrik zynjyrlaryna bölünýärler.

Çylşyrymlylyk derejesine baglylykda olar ýönekeý we çylşyrymly elektrik zynjyrlaryna bölünýärler. Ýönekeý elektrik zynjyrlarynda elementler diňe yzygider birleşdirilýär, çylşyrymly zynjyrlar bolsa şahalanýarlar.

Elektrik zynjyrlaryny häsiýetlendirýän käbir topologiki düşüňjeleri barada aý-dalyň. Elektrik zynjyrlarynyň üç we ondanam köp şahalarynyň birleşýän nokadyna onuň ýaýradyjy düwni diýilýär.

Elementleri yzygider birleşdirilen iki düwnüň aralygyndaky zynjyryň bölegine elektrik zynjyrynyň şahasy diýilýär. Ondaky elementleriň köplüğine garamazdan olaryň üstünden şol bir ululykdaky tok akýar.

Islendik şahanyň ugry boýunça şol bir nokatdan başlaýan we gutarýan zynjyra ýapyk elektrik zynjyry (kontury) diýilýär.

2.5. Elektrik zynjyrynyň esasy elementleri we ululyklary

Tebigatda iki görnüşli elektrik zarýadlary bolup, olara proton (položitel) we elektron (otrisatel) zarýadlar diýilýär. Zarýadyň ölçeg birligi Kulon ($K\ell$). Elektrik zarýadlar özara täsir edýärler. Bir hili zarýadlar itekleşýärler, dürli atly zarýadlar

çekişýärler, zarýadlaryň täsiri esasynda döreýän güýç Kulonyň kanuny esasynda kesgitlenilýär:

$$F = \frac{1}{4\pi E_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}, \quad (2.7)$$

bu ýerde: q_1, q_2 – zarýadlaryň ululygy, K ; r – zarýadlaryň merkezleriniň aradaşlygy, m ; E_0 – elektrik hemişeligi, $E_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \Phi/m$.

Zarýadlaryň daşyndaky giňişlikde hemişe elektrik meýdany bolýar. Islendik elektrik meýdanyň energiýasyna elektrik energiýasy diýilýär.

Elektrik meýdany güýjenme we potensional bilen häsiýetlendirilýär. Elektrik meýdanynyň güýjenmesi onuň güýç häsiýeti bilen baglanyşyklydyr, ýagny:

$$E = F/q, \text{ W/m}. \quad (2.8)$$

Potensial elektrik meýdanyň energetik häsiýetnamasydyr. Elektrik meýdanyň potensialy diýip bir položitel zarýady elektrik meýdanyň täsirinden belli bir aralyga süýşürmek üçin edilýän işe aýdylýar.

$$\varphi = V/q, \quad (2.9)$$

bu ýerde V – elektrik meýdanynyň potensiýal energiýasy.

$$[\varphi] = [V] / [q] = 1\text{ J} / 1\text{ Kl} = 1\text{ Wolt [W]}. \quad (2.10)$$

Iki nokadyň potensiallarynyň tapawudyna elektrik naprýaženiýesi diýilýär:

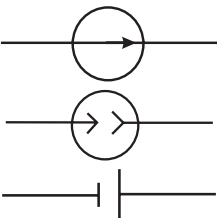
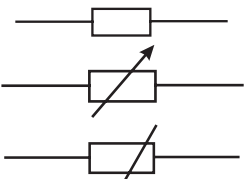

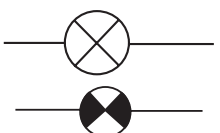
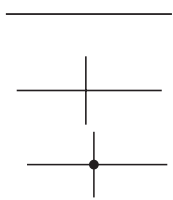
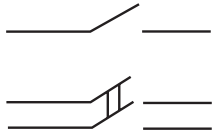
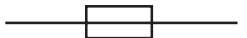
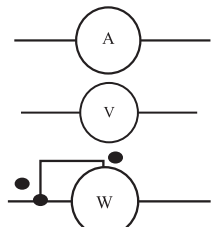
$$U = \varphi_1 - \varphi_2. \quad (2.11)$$

Elementar elektrik zarýadlaryň elektrik meýdanynyň täsiri esasynda ugrukdyrylan hereketine elektrik togy diýilýär. Elektrik togy metallarda elektronlaryň akymydyr, suwuklykda bolsa ionlaryň akymydyr.

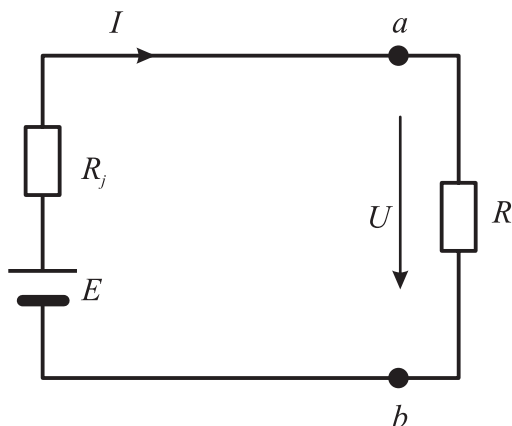
Elektrik togunyň položitel ugry deregine elektronlaryň hereketiniň garşylykly ugry kabul edilendir. Elektronlar hemişe ýokary potensially nokatdan pes potensially nokada tarap hereket edýärler. Minus alamatly polýusdan plýus alamatly polýusa tarap akýarlar.

Elektrik togunyň akmagy üçin elektrik energiýanyň G çeşmesi, R elektrik energiýasyny kabul ediji we olary birleşdirýän simler arkaly ýapyk elektrik zynjyryny emele getirmeli. Hemişelik toguň elektrik zynjyrlarynyň shemalaryndaky geçirişi simleriň we elementleriň şertli belgilenişi 2.1-nji tablisada getirilýär.

2.1-nji tablisa

Elementiň ady	Şertli belgilenişi
<p>Elektrik energiýasynyň çeşmeleri:</p> <p>– elektrik hereketlendiriji güýjüniň ýa-da naprýaženiýäniň ideal çeşmesi</p> <p>– toguň ideal çeşmesi</p> <p>– galwanik element ýa-da akkumulýator</p>	
<p>Garşylyklar:</p> <p>– çyzykly sazlanylmaýan</p> <p>– çyzykly sazlanylýan</p> <p>– çyzykly däl sazlanylmaýan</p>	
<p>Hemişelik toguň hereketlendirijisiniň ýa-da generatorynyň rotory (ýakory)</p>	
<p>Nakal lampalary:</p> <p>– ýagtylandyryjy</p> <p>– duýduryjy</p>	
<p>Elektrik zynjyrynyň geçiriji simleri:</p> <p>– bir sany sim</p> <p>– kesişýän, birleşmeýän sim</p> <p>– kesişýän, birleşdirilen sim</p>	
<p>Öçürijiler:</p> <p>– bir polýusly</p> <p>– iki polýusly</p>	
Ereýji-goraýjy	
<p>Ölçeýji abzallar:</p> <p>– ampermetr</p> <p>– woltmetr</p> <p>– watmetr</p>	

Elektrik energiýanyň E çeşmesinde bir energiýa (mehaniki, ýylylyk, himiki we başga) elektrik energiýasyna öwrülýär. Elektrik energiýasyny kabul edijide bolsa onuň gurluşyna baglylykda mehaniki, ýylylyk we başga energiýanyň görnüşlerine öwrülýär. Ýönekeý elektrik zynjyrynyň shemasy 2.1-nji suratda getirilýär.



2.1-nji surat. Ýönekeý elektrik zynjyry

Wagtyň geçmegi bilen elektrik togunyň güýji we akýan ugry üýtgemeyän bolsa oňa hemişelik tok diýilýär.

Elektrik togunyň san görkezijisi bolup tok guýji ulanylýar. Wagat birliginde simiň kese kesiginden geçýän zarýadlaryň mukdaryna tok güýji diýilýär. Tok güýjüniň ölçeg birligi Amper (A).

Zynjyryň naprýaženiýesiniň, garşylygynyň we tok güýjüniň baglanyşygy nemes fizigi Om tarapyndan açyldy. Bu baglanyşyga Omuň kanuny diýilýär.

$$I = E / (R_0 + R), E = IR + IR_0 = U + IR_0, \quad (2.12)$$

bu ýerde: R – zynjyryň daşky garşylygy, Om; R_0 – tok çeşmesiniň garşylygy, Om; U – naprýaženiýäniň daşky zynjyrdaky peselmegi ýa-da naprýaženiýesi diýilýär.

Elektrik energiýasy aňsatlyk bilen başga energiýalara, meselem, mehaniki (elektrik hereketlendirijilerde), ýylylyk (elektrik peçlerde), ýagtylyk we ýylylyk (elektrik çyralarda), himiki (akkumulýatorlarda) we başgalara öwrülýär.

Elektrik togunyň elektrik kabul edijilerde edýän işi kesgitlenilýär. Ölçeg birligi Joul ýa-da Wt-s bilen aňladylýar.

$$A = UI t. \quad (2.13)$$

Işniň tehnikada giňden ulanylýan birligi kilowat sagatdyr.

1 kWt-sagat = 1000 Wt-sagat.

Edilýän işiň wagat birligine bolan gatnaşygyna elektrik toguň kuwwaty diýilýär.

$$P = A/t = IU, \text{ Wt}. \quad (2.14)$$

Kuwwatyn ölçeğ birligi Wat [Wt]. Uly ölçeğ birlikleri: 1 kWt = 1000 Wt we megawat 1 MWt = 1000000 Wt bilen aňladylýar.

Geçiriji simlerden elektrik togy geçende olar gyzýarlar. Olardan bölünip çykýan elektrik energiýasy Joule-Lensiniň kanuny esasynda kesgitlenilýär:

$$Q = I^2 R t, J. \quad (2.15)$$

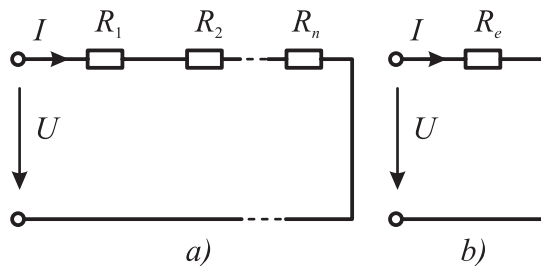
2.6. Elektrik çeşmesine ulanyjylaryň birikdirilişi

Shemalarda elektrik elementler şertli belgiler görnüşinde belleniýär we olar özara yzygider, parallel we garyşyk görnüşlerde birleşdirilýärler.

Yzygider birleşdirmede hemme garşylyklaryň üstünden şol bir ululykly tok akýar:

$$I = I_1 = I_2 = \dots I_n. \quad (2.16)$$

Elektrik zynjyrdaky garşylyklaryň yzygider birleşdirilişi 2.2-nji suratda getirilýär.



2.2-nji surat. Elektrik zynjyrdaky garşylyklaryň yzygider birleşdirilen zynjyry

Zynjyryň umumy garşylygy ähli garşylyklaryň jemine deňdir:

$$R_j = R_1 + R_2 + \dots + R_n.$$

Garşylykda döreýän naprýaženiýeler aşakdaky ýaly kesgitlenýär:

$$U_1 = IR_1, U_2 = IR_2, U_3 = IR_3, \dots, U_n = IR_n. \quad (2.17)$$

Yzygider birleşmede zynjyrdaky elementleriň üstünde peselýän naprýaženiýeleriň jemi, tok çeşmesiniň gysgyçlaryndaky naprýaženiýä deňdir:

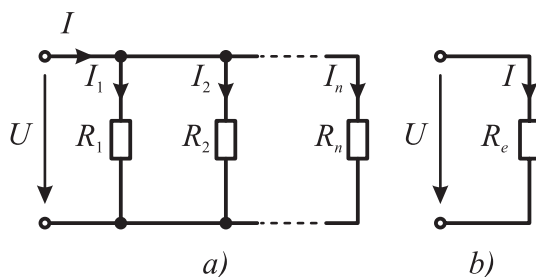
$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n. \quad (2.18)$$

Zynjyrdaky tokuň ululygy Omniň kanuny esasynda kesgitlenýär:

$$I = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3} + \dots + \frac{U_n}{R_n} = \frac{U}{R_j}, \quad (2.19)$$

bu ýerde: $R_j = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$ – zynjyryň doly garşylygy.

Parallel birleşmede garşylyklaryň başlangyçlary bir nokada we ahylary bolsa başga bir nokada birleşdirilýär. Garşylyklaryň parallel birleşdirilişiniň elektrik zynjyry 2.3-nji suratda getirilýär.



2.3-nji surat. Garşylyklaryň parallel birleşdirilişiniň elektrik zynjyry

Parallel birleşdirmde elektrik zynjyry şahalanýar. Ýaýradyjy düwün emele gelýär we onda tok aýratyn şahalara paýlanýar. Her şahanyň togy onuň garşylygyna bagly bolýar. Az garşylykly şahadan köp tok, uly garşylykly şahadan bolsa az tok akýar.

Parallel birleşmede kabul edijileriň hemmesiniň napraženiýesi özara deňdir:

$$U_1 = U_2 = U_3 = U.$$

Her şahanyň togy bolsa şeýle kesgitlenilýär:

$$I_1 = \frac{U}{R_1}; \quad I_2 = \frac{U}{R_2}; \quad \dots \quad I_n = \frac{U}{R_n}. \quad (2.20)$$

Zynjyryň şahalanmadyk böleginde tok güýji şahalaryň tok güýçleriniň jemine deň bolýar, ýagny:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \dots + \frac{U}{R_n} = U \frac{1}{R_e}, \quad (2.21)$$

bu ýerde R_e – şahalanan zynjyryň ekwiwalent garşylygy:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} = g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_n = g_e, \quad (2.22)$$

bu ýerde: $\frac{1}{R_e} = g_e$ – zynjyryň ekwiwalent geçirijiligi.

Parallel birleşmede Omuň kanuny şeýle ýazylyar:

$$I = Ug_e.$$

Garyşyk birleşdirme. Eger-de, zynjyrd a garşylyklaryň bir bölegi yzygider, beýleki bölekleri bolsa parallel birleşdirilende garyşyk birleşdirme emele gelýär.

Iki sany parallel birleşdirilen şahalaryň ekwiwalent garşylygy aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}. \quad (2.23)$$

2.7. Kirhgofyň kanunlary

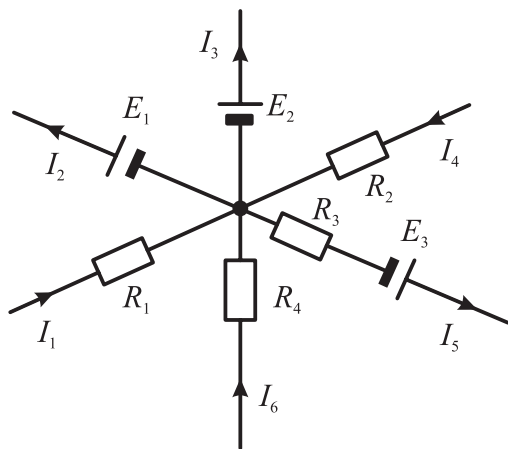
Çylşyrymly zynjyrlary hasaplamak üçin Kirhgofyň iki sany kanuny ýa-da olaryň esasynda düzülen usullar ulanylýar. Kirhgofyň kanunlaryna kesgitlemeler berlende düwün, şaha, kontur diýilýän düşüňjeler ulanylýar. Ikiden köp şahalaryň birleşen nokadyna *düwün* diýilýär. Iki düwnüň arasyndaky elementleriň yzygider birleşmesine *şaha* diýilýär. Şahalaryň yzygider ýapyk birleşip emele getiren zynjyryna bolsa *kontur* diýilýär.

Kirhgofyň birinji kanuny. Ýaýraýjy düwündäki toklaryň jemi ýa-da oňa gelýän we gidýän toklaryň jemi nula deňdir:

$$\sum_{i=1}^n I_n = 0. \quad (2.24)$$

Kirhgofyň 1-nji kanunyny düşündirmek üçin 2.4-nji suratda shema getirilýär. Onuň esasynda Kirhgofyň 1-nji kanuny aşakdaky aňlatma görnüşinde ýazylýar:

$$I_1 + I_2 - I_3 + I_4 + I_5 + I_6 = 0.$$



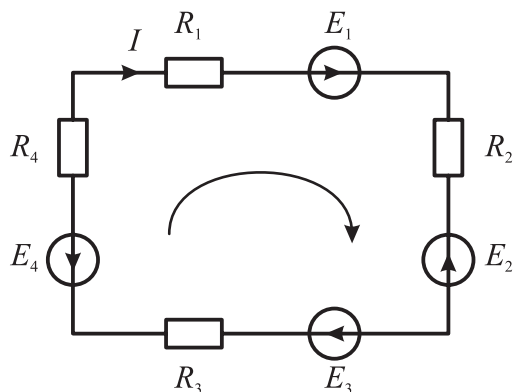
2.4.-nji surat. Kirhgofyň 1-nji kanunyna degişli shema

Kirhgofyň birinji kanunyny we Omuň kanunyny ulanyp, parallel birleşdirilen zynjyryň umumy toguny, ekwiwalent garşylygyny, zynjyryň geçirijiligini kesgitlemek bolýar.

Kirhgofyň ikinji kanuny. Islendik ýapyk elektrik zynjyrynda (konturynda) EHG-leriň jemi şol kontura degişli bolan elementleriň üstünde peselýän naprýaženiýeleriň jemine deňdir:

$$\sum_{i=1}^n E = \sum_{i=1}^m IR. \quad (2.25)$$

Kirhgofyň 2-nji kanunyny düşündirmek üçin ýapyk zynjyryň shemasy 2.5-nji suratda getirilýär.



2.5-nji surat. Kirhgofyň 2-nji kanunyna degişli ýapyk zynjyryň shemasy

Kirhgofyň ikinji kanuny esasynda hasaplamalar şu tertipde geçirilýär:

1. Zynjyrdaky EHG-leriň ugruny kabul etmeli we bu ugry položitel hasaplamaly;
2. Şahalardaky toklaryň ugurlaryny kabul etmeli, bu toklaryň ugurlaryny položitel hasaplamaly;
3. Konturda hasaplama ugruny kabul etmeli (köplenç sagat diliniň aýlanýan ugruna);

4. EHG-leriň täsir edýän ugurlary hasaplama ugry bilen gabat gelse, olaryň alamatyny plýus alamaty bilen, garşylykly gelse minus alamaty bilen ýazmaly;

5. Ýapyk kontur boýunça garşylyklaryň üstüne düşýän naprýaženiýeler jemlenende hasaplama ugry bilen toguň akýan ugry gabat gelse, naprýaženiýe “+” goşmak alamaty bilen we garşylykly gelse “−” aýyrmak alamaty bilen alynýar.

Kirhgofyň ikinji kanuny 2.5-nji suratda getirilen shema üçin aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$I(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) = E_1 - E_2 + E_3 - E_4. \quad (2.26)$$

2.8. Elektrik zynjyrynyň elementleriniň garşylygynyň materialynyň temperaturadan baglylygy

Her bir elektrik energiýany kabul ediji (elektrik çyra, gyzdýryjy abzal we başgalar) öz elektrik garşylygy bilen häsiýetlendirilýär.

Islendik materialyň elektrik geçirijilik ukyby, udel garşylygy ρ ýa-da udel geçirijiligi $\gamma = 1/\rho$ kesgitlenilýär. Elektrik toguny gowy geçirijiler: kümüş, mis, alýumin we bularyň dürli erginleridir. Bular elektrik geçiriji simler bolup ulanylýarlar. Gyzdýryjy elementlerde udel garşylygy uly bolan nihrom, fehral we başgalar ulanylýar.

Simleriň garşylygy onuň materialynyň udel garşylygyna ρ , kese kesiginiň meýdanyna s (mm²) we uzynlygyna ℓ (m) bagly we ol şeýle kesgitlenilýär:

$$R = \rho \ell / s = \ell / \gamma s, \text{ Om}, \quad (2.27)$$

bu ýerde ρ we γ simiň materialynyň udel garşylygy we geçirijiligi. Olar maglumat kitapçalarynda berilýär.

Materiallar gyzdýrylanda olaryň atomlarynyň hereketiniň tizliginiň artmagy netijesinde garşylygy artýar. Elektrolitleriň we grafitiň garşylygy atomynyň we molekulasynyň hereketiniň tizliginiň artmagyndan başga-da, olarda azat elektronlaryň we ionlaryň sanynyň artmagynyň netijesinde, olaryň garşylygy peselýär. Geçiriji materiallaryň garşylygynyň temperatura koeffisiýentiniň we udel garşylygynyň bahalary 2.2-nji tablisada getirilýär.

2.2-nji tablica

Materiallaryň atlary	20°C-de materiallaryň udel garşylygy, Om·mm ² /m	α , garşylygyň temperatura koeffisiýenti, 1/°C
Kümüş	0,016	0,0035
Tehniki mis	0,0172 – 0,0182	0,0041
Alýumin	0,0295	0,0040
Polat	0,125 – 0,146	0,0057
Demir	0,09 – 0,11	0,006
Çoýun	0,5	0,001
Gurşun	0,218 – 0,222	0,0039
Wolfram	0,0503	0,0048
Kömür	10 – 60	0,005
Manganinden ýasalan garşylyk tegegi we ölçeyji abzallar üçin	0,40 – 0,52	0,00003
Konstantan erginler üçin	0,44	0,00005
Nihrom (Cr – 20%; Ni – 80%) – elektrik gyzdýryjy abzallar üçin erginler	0,02 – 1,12	0,0001

Simiň temperaturasy üýtgände onuň garşylygy şu deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$R_1 = R_0 [1 + \alpha (t_1 - t_0)], \quad (2.28)$$

bu ýerde: R_0 simiň $t_0 = 20^\circ\text{C}$ -de garşylygy, Om ; t_1 – simiň gyzdyrylan temperaturasy, $^\circ\text{C}$; α – garşylygyň temperatura koeffisiýenti.

Bu koeffisiýent dürli materiallar üçin dürlüdür. Materiallaryň temperaturasy üýtgände, garşylygynyň üýtgeýiş häsiýeti temperaturany ölçemek üçin giňden ulanylýar.

2.9. Naprýaženiýäniň ýitgisi we gyzmagy boýunça elektrik energiýasyny aralyga geçirmek üçin geçiriji simleri saýlamak

Naprýaženiýäniň ΔU ýitgisi adatça 2...3% bolup biler diýip hasaplap, üç fazaly liniýada geçiriji simleriň kese kesiginiň meýdany aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenilýär:

$$F_3 = \frac{\rho Pl}{\Delta U U_n} 10^{-6}, \quad (2.29)$$

bu ýerde: F_3 – geçiriji simiň kese kesiginiň meýdany, mm^2 ; ρ – geçiriji simiň udel garşylygy, Om.m ; P – ulanyjynyň kuwwaty, Wt ; l – liniýanyň uzynlygy, m ; ΔU – naprýaženiýäniň bolup biljek ýitgisi, W ; U_n – setiň niýetlenen naprýaženiýesi, W .

Neýtral simiň kese kesiginiň meýdany çyzyk simiň kese kesiginiň meýdanynyň ýarysyndan kiçi bolmadyk ululygy saýlanyp alynýar. Bir fazaly liniýa üçin simiň kese-kesiginiň meýdany aşakdaky deňleme bilen kesgitlenilýär:

$$F_1 = \frac{2\rho Pl}{\Delta U U_n} 10^{-6}. \quad (2.30)$$

Gyzmagy boýunça geçiriji simler saýlanyp alnanda ilki bilen ulanyjynyň sarp edýän togy hasaplanýar. Soňra tablisalardan geçiriji simiň kese kesigi saýlanyp alynýar. Şonda aşakdaky şert ýerine ýetirilmelidir:

$$I_n > I_{hasap}, \quad (2.31)$$

bu ýerde: I_n – geçiriji simiň niýetlenen togy, A ; I_{hasap} – ulanyjynyň hasaplanan togy, A .

2.10. Kiçi kuwwatly elektrik energiýasynyň çeşmeleri

Göçürilýän elektrik we radio enjamlary elektrik energiýasy bilen üpjün etmek üçin galwanik elementler we akkumulýatorlar ulanylýar. Galwanik element bir saparlyk, akkumulýatorlar bolsa köp saparlyk täsir edýärler.

Galwanik elementler duzly we aşgarly elektrolitli marganes-sink, marganes-howaly, howaly-sinkli, simaply-sinkli elementli bolýarlar. Duzly elektrolitli gury marganes-sinkli elementleriň başlangyç naprýaženiýeleri 1,4-den 1,55 W çenli, daşky gurşawyň temperaturasy – 20°C-den + 60°C-e çenli bolanda işleýşiniň dowamlylygy 7 sagatdan (336 görnüşli) 340 sagada (465 görnüşli) çenli dowam edýär.

Aşgar elektrolitli gury marganes-sinkli, we howaly-sinkli elementleriň naprýaženiýesi 0,75-den 0,9 W çenli, işleýşiniň dowamlylygy 6 sagatdan (A-332 görnüşli) 45 sagada (A-316 we A-373 görnüşli) çenli dowam edýär.

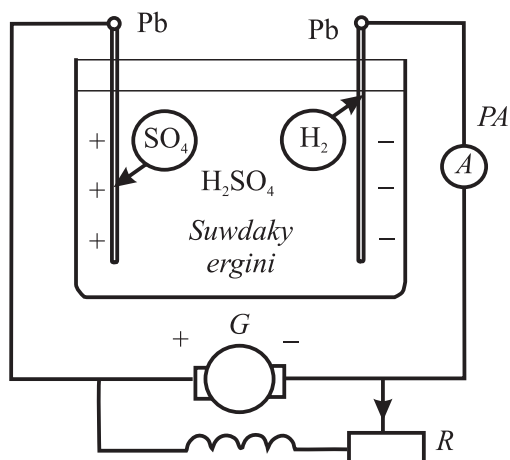
Gury simap-sinkli elementleri başlangyç naprýaženiýeleri 1,22-den 1,25 W-e çenli işleýşiniň dowamlylygy 24 sagatdan (PIQ53 görnüşli) 55 sagada PIQ53 (PIQ75 we PIQ85 görnüşli) çenli dowam edýär.

Işleýiş kepili in uly wagtly, 30 aý bolan gury simap-sinkli elementli akkumulýatorlardyr.

Akkumulýatorlar. Bu ikilenji galwanik elementlerdir. Adaty galwanik elementlerden akkumulýatorlaryň tapawudy olary ikinji gezek zarýadlandyryp bolýanlygydyr. Kadaly şertlerde ulanylanda we seredilende birnäçe müň zarýady we razrýady saklap bilýärler. Häzirki wagtda gurşunly we kadmiý-nikelli akkumulýatorlary ulanylýar. Gurşunly akkumulýatorlarda elektrolit deregine kükürt kislotasynyň ergini, kadmiý-nikelli akkumulýatorlarda bolsa KOH we NaOH aşgarlaryň suwdaky erginleri ulanylýar. Gurşunly akkumulýatorlary kislotaly, kadmiý-nikelli akkumulýatorlary bolsa aşgarly diýip atlandyryýarlar. Akkumulýatorlaryň işleýiş esaslary elektroliz hadysasynda elektrodларыň polýarlanmagyna esaslanandyr. Ýönekeý kislotaly akkumulýator elektrolite çümdürilen iki sany gurşun plastinkasyndan durýar (2.6-njy surat). Himiki reaksiýanyň täsiri astynda gurşun plastinkalary $PbSO_4$ gurşunyň kükürt kislotasynyň gowşak çökündisini emele getirýär. Reaksiýanyň deňlemesi aşakdaky ýaly ýazylýar:



Bu ýagdaýdaky plastinalar zarýadsyzlanan akkumulýatorlara degişli bolýar. Eger bu ýagdaýda akkumulýatory hemişelik toguň generatoryna birleşdirseň, elektroliziň täsiri astynda elektrodлар polýarlanyp başlaýarlar. Akkumulýatoryň zarýadlanmagy esasynda onuň plastinalary polýarlanyp, elektrodларыň üsti bir görnüşden ($PbSO_4$), dürli görnüşe (Pb we PbO_2) eýe bolýarlar. Akkumulýator toguň çeşmesine öwrülýär. Ikiokisli gurşun PbO_2 örtülen plastinka položitel, arassa gurşun Pb örtülen plastinka bolsa otrisatel elektrod bolup hyzmat edýär. Zarýadlanmagyň ahyrynda, kükürt kislotasynyň goşmaça molekulalarynyň emele gelmegi netijesinde, elektrolitiň konsentrasiýasy ýokarlanýar. Bu gurşunly akkumulýatorlaryň esasy aýratynlygy bolup, olarda elektrolit neýtrallaşman, akkumulýator işlände elektrolit himiki reaksiýa gatnaşýar.



2.6-njy surat. Kislotaly akkumulýator

Plastinalaryň üstüniň gurşunyň kükürt kislotasyndan arassalanmagy bilen akkumulýatorda suwuň elektrolizi başlaýar. Zarýadlanmagyň ahyrynda, haçanda plastinkalaryň üsti gurşunyň kükürt kislotasyndan doly arassalanandan soňra, suwuň elektrolizi örän çalt bolup başlaýar, kislorod we wodorod gaty köp mukdarda bölünip çykyp başlaýar. Elektrolitden kislorodyň we wodorodyň bölünip çykmagy (elektrolitiň “gaýnamagy”) akkumulýatoryň zarýadynyň gutarýandygynyň alamatydyr. Akkumulýatoryň zarýady gutaryberende, onuň iki plastinkasy hem gurşunyň kükürt kislotasy bilen örtülýär we ol tok çeşmesi bolmagyny bes edýär. Akkumulýatory bu ýagdaýa hiç wagtam ýetirmeýärler. Akkumulýatorlaryň plastinkalarynyň gurşunyň kükürt kislotasy bilen örtülmegi bilen elektrolitiň konsentrasiýasy peselýär. Eger akkumulýatory zarýada goýsaň, onda plastinalar gaýtadan polýarlanýarlar we ol zarýadlanyp başlaýar.

Akkumulýatory zarýadlandyrmagyň birnäçe usullary bardyr. Ony zarýadlandyrmak aşakdaky ýaly bolup geçýär. Ilki bilen 5-6 sagadyň dowamynda togy iki esse ulaldyp, akkumulýatoryň her bir bankasynda naprýaženiýe 2,4 W bolýança zarýadlandyrylýar. Kadaly zarýad togy aşakdaky aňlatma arkaly tapylýar:

$$I_{zarýad} = Q/16, \quad (2.33)$$

bu ýerde Q – akkumulýatoryň nominal sygymy, A·sag.

Şondan soň zarýad toguny niýetlenen bahasyna çenli peseldýärler we 15...18 sagadyň dowamynda zarýadlanmagy dowam etdirip, zarýadlanyp gutaranlygynyň alamaty ýüze çykýança dowam etdirilýär.

Kadmiý-nikelli, ýa-da aşgar akkumulýatorlary gurşunly akkumulýatorlara garanda has soň oýlanyp tapyldy. Olar has kämilleşen akkumulýatorlar diýip hasaplanýar. Bu akkumulýatorlaryň esasy artykmaçlygy, olaryň elektrolitleriniň, plastinalaryň işjeň massasyna görä himiki neýtral ýagdaýda bolmagydyr. Soňky häsiýetiň esasynda aşgar akkumulýatorlarynda öz-özünden zarýadsyzlanmak ha-

dysasy gurşunly akkumulýatorlaryňka garanda ep-esli az bolup geçýär. Aşgarly akkumulýatorlaryň işleýşi hem elektrolizde plastinkalaryň polýarlanmagyna esaslandyr.

Radio enjamlary iýmitlendirmek üçin kadmiý-nikelli akkumulýatorlary öndürýärler. Olar -30 -dan $+50^{\circ}\text{C}$ -e çenli temperaturada işläp bilýärler we $400\ldots 600$ gezek zaryad-razryad aýlawyna hasaplanandyr. Bu akkumulýatorlar parallelepiped we disk görnüşli edilip ýasalýar. Olaryň agramy birnäçe gramdan kilogramlara çenli bolup bilýär. Awtonom obýektleri tok bilen iýmitlendirmek üçin nikel-wodorodly akkumulýatorlaryny öndürýärler. Bu akkumulýatorlaryň udel energiýasy $50\ldots 60 \text{ Wt}\cdot\text{sag}\cdot\text{kg}^{-1}$ deňdir. Gelejekde kümüş-wodorodly we gurşun-wodorodly akkumulýatorlary ulanmaklyk amatly we tygşytly hasaplanýar. Olaryň udel energiýalary $320 \text{ Wt}\cdot\text{sag}\cdot\text{kg}^{-1}$ çenli ýetýär.

III BAP

ÜÝTGEÝÄN TOGUŇ ELEKTRIK ZYNJYRLARY

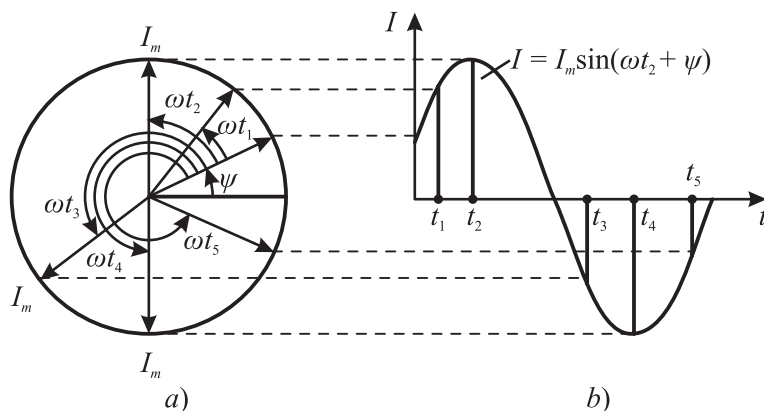
3.1. Bir fazaly üýtgeýän elektrik toguň alnyşy

Häzirki döwürde senagatda, durmuş-hyzmat kärhanalarda, edaralarda we öý hojalyklarda esasan ululyklary wagta görä üýtgeýän toklar giňden ulanylýar. Bu toklar özleriniň görnüşleri boýunça örän köp dürli bolýar. Olardan gaýtalanýan, wagta görä sinusoidal kanun boýunça ugruny we ululygyny üýtgedýän toga sinusoidal üýtgeýän tok diýilýär. Hemişelik tok ýörite gurluşlarda, meselem, elektrohimiýa tehnologiýada, akkumulýatorlary zaryadlandyrmak, hemişelik toguň hereketlendirijilerini iýmitlendirmek üçin ulanylýar. Bu kabul edijileri iýmitlendirmek üçin üýtgeýän tok ýörite göneldijilerde hemişelik toga öwürlip ulanylýar.

Üýtgeýän toguň giňden ulanylmagynyň esasy sebäbi ýönekeý usulda transformatorlar ulanyp ýokary naprýaženiýäni alyp, elektrik energiýany ýokary ykdysady görkezijilikli uzak alalyklara bermek mümkinçiligi bolup durýar. Mundan başga-da üýtgeýän tokda gurluşy ýönekeý, ygtybarlygy ýokary generatorlar we hereketlendirijiler ulanylýar. Üýtgeýän toguň giňden ýaýramagyna rus akademigi P.N. Ýabloçkownyň açyşlary sebäp boldy. Ol üýtgeýän toguň generatorynyň birnäçe görnüşlerini hödürledi. Ol öz döreden elektrik şemlerini üýtgeýän tok bilen iýmitlendirmek üçin 1878-nji ýylda üýtgeýän toguň generatoryny oýlap tapdy we ulandy.

Üýtgeýän tok periody, ýygylgy, pursat (mgnowen) we amplituda bahalary bilen häsiýetlendirilýär.

Üýtgeýän toguň islendik pursatyndaky bahasyna pursat bahasy diýilýär we e , u , i harplar bilen belenenilýär. Üýtgeýän toguň iň uly bahasyna amplituda ýa-da maksimal baha diýilýär we E_m , I_m , U_m harplar bilen belenenilýär. Bir fazaly sinusoidal üýtgeýän toguň alnyşy 3.1-nji suratda getirilýär.



3.1-nji surat. Bir fazaly sinusoidal üýtgeýän tok

Üýtgeýän toguň, EHG-iň ýa-da naprýaženiýäniň doly bir sikl üýtgeýän wagtyna period diýilýär we T harpy bilen bellenilýär. Bir sekunddaky periodlaryň sanyna üýtgeýän toguň ýygylgy diýilýär we f harpy bilen bellenilýär. Ölçeg birligi Gers (Gs). Üýtgeýän toguň ýygylgy we periody şunuň ýaly baglanyşykda, $f = 1/T$ bolýar.

Üýtgeýän toguň ýygylgy standartlaşdyrylandyr. Üýtgeýän toguň ýygylgy biziň ýurdumyzda we köp Ýewraziýa döwletlerde $f = 50$ Gs, ABŞ-da we Ýaponiýada $f = 60$ Gs-e deňdir. Tehnikanyň dürli pudaklarynda sinusoidal toklaryň beýleki ýygylklary hem giňden ulanylýar. Meselem, awiasiýada ulanylýan enjamlaryň göwrümini kiçeltmek we olaryň agramyny ýeňletmek üçin ýygylgy $f = 400$ Gs bolan sinusoidal tok ulanylýar. Elektrik togy bilen işleýän gyzduryjy abzallarda ýygylklary 500 Gs-den 50 MGs çenli aralykdaky sinusoidal toklar peýdalanylýar. Elektrikleşdirilen ulaglarda 25 we 16 Gs deň bolan pes ýygylkdaky üýtgeýän toklar ulanylýar. Radiotehnikada pes (0-dan 10 kGs çenli), ýokary (10 kGs-den 100 MGs çenli) we örän ýokary ýygylklar hem ulanylýar.

3.2. Toguň, naprýaženiýäniň, elektrik hereketlendiriji güýjüniň pursatlaýyn, amplituda we täsir ediji bahalary

Çyzykly zynjyrlarda sinusoidal üýtgeýän EHG, naprýaženiýe, toklar hem sinusoidal dyrlar. Olaryň pursatlaýyn üýtgeýişiniň bahasy aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$\left. \begin{aligned} u &= U_m \sin(\omega t + \psi_u), \\ i &= I_m \sin(\omega t + \psi_i), \\ e &= E_m \sin(\omega t + \psi_e). \end{aligned} \right\} \quad (3.1)$$

Bu ýerde: u, i, e – naprýaženiýäniň, toguň, EHG-niň pursatlaýyn bahalary; $\omega t + \psi_u$; $\omega t + \psi_i$; $\omega t + \psi_e$ – sinusoidal ululyklaryň fazalary, faza burçlary.

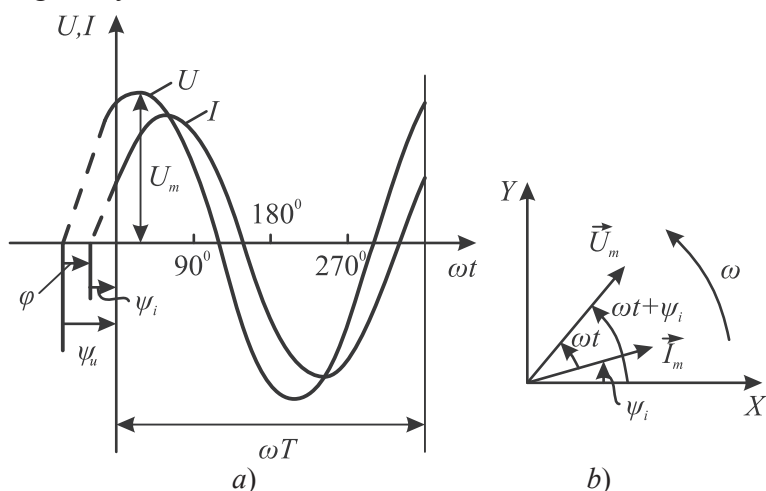
Faza sinusoidal ululygyň geçen pursatyndan položitel bahasy hasaplanýar. Sinusoidal (U) naprýaženiýäniň we (I) toguň üýtgeýşiniň grafigi 3.2-nji *a* suratda we olaryň wektor görnüşinde şekillendirilişi 3.2-nji *b* suratda getirilýär.

Deňlemede (3.1) görkezilişi ýaly wagt boýunça üýtgeýän sinusoidal ululyk üç sany ululyk bilen häsiýetlendirilýär: U_m, I_m, E_m – sinusoidal funksiýalaryň maksimal bahalary, amplitudalary bilen; ω – sinusoidal funksiýanyň argumentiniň üýtgeýiş tizligi, burç ýygylygy bilen ölçeg birligi [rad/s]; $\varphi_u, \varphi_i, \varphi_e$ – hasaplamanyň başlangyç pursatyndan ($t = 0$) sinusoidal funksiýanyň argumentiniň bahasy, başlangyç fazalary bilen häsiýetlendirilýär. Mundan hem başga, wagta görä sinusoidal funksiýalaryň üýtgeýşini görkezmek üçin aşakdaky ululyklar ulanylýar.

1. Periodiki ululygyň pursat bahasynyň gaýtalanýan iň kiçi wagt aralygy $T = 2\pi/\omega$ – period.

2. Bir sekundaky periodlaryň sany $f = 1/T$ – ýygylyk. Ölgeg birligi $1\text{Gs} = 1/1\text{s} = 1\text{s}^{-1}$.

3. Naprýaženiýe bilen toguň arasyndaky faza süýşmegi $\varphi = \psi_u - \psi_i$ burçy bilen kesgitlenýär. Şol bir atly iki sany ululygyň faza süýşmesi başga, meselem g -harpy bilen hem belgilenilýär.



3.2-nji surat. Sinusoidal ululyklar:

a – wagta görä üýtgeýşi; *b* – wektor diagrammasy

4. Bir periodyň dowamynda üýtgeýän U, E, I ululyklaryň orta kwadrat bahalary ýa-da täsir ediji bahalary aşakdaky ýaly kesgitlenýär. Üýtgeýän tok garşylygy r deň bolan rezistiw elementde ýylylygyň bölünip çykmagy netijesinde ony gyzdýrýar. Gyzdymaga sarp bolan bu ýylylyk energiýasyny şol rezistiw elemente hemişelik tok birleşdirilende hem alyp bolýar. Şunuň ýaly hemişelik toguň bahasy bilen deňeşdirmäniň netijesinde alnan sinusoidal toguň bahasyna täsir ediji baha

diýilýär. Meselem: eger sinusoidal tok käbir rezistiw elementi, hemişelik toguň bahasy 5 A bolandaky gyzdýryjysy ýaly gyzdýrýan bolsa, onda sinusoidal toguň täsir ediji bahasy 5 A deň diýlip hasaplanylýar.

Sinusoidal tokda bir periodyň dowamynda r garşylykly rezistiw elementden bölünip çykýan ýylylyk energiýasy aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenýär:

$$Q_{ýyl.} = \int_0^T ri^2 dt, \quad (3.2)$$

bu ýerde i – sinusoidal toguň pursatlaýyn bahasy.

Täsir ediji ululygyň kesgitlemesine görä şunuň ýaly ýylylyk energiýasy r garşylykly rezistiw elementden T wagtyň dowamynda bölünip çykmaly.

$$Q_{ýyl.} = rI^2T. \quad (3.3)$$

Kesgitlemä görä:

$$rI^2T = \int_0^T ri^2 dt.$$

Bu deňlikden sinusoidal ululygyň täsir ediji bahasyny tapalyň:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}. \quad (3.4)$$

Şeýlelikde, sinusoidal toguň täsir ediji bahasy bir periodyň dowamynda orta kwadrat bahasy ýaly kesgitlenýär. Sinusoidal toguň täsir ediji bahasyny onuň amplituda bahasynyň üsti bilen hem kesgitläp bolýar.

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \approx 0,707I_m. \quad (3.5)$$

Diýmek, sinusoidal toguň täsir ediji bahasy onuň amplituda bahasyndan $\sqrt{2}$ esse kiçi bolýar. Şuňa meňzeşlikde sinusoidal naprýaženiýäniň hem täsir bahasy tapylýar.

Hemişelik naprýaženiýede T wagtda geçirijiligi $g = 1/r$ bolan rezistiw elementden bölünip çykýan ýylylyk energiýasy aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenýär:

$$Q_{ýyl} = gU^2T.$$

Sinusoidal naprýaženiýede bir periodyň dowamynda şunuň ýaly rezistiw elementden bölünip çykýan ýylylyk energiýasy aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenýär:

$$Q_{\text{ýyl.}} = \int_0^T g U^2 dt.$$

Bu iki aňlatmany deňşdirmegiň netijesinde sinusoidal naprýaženiýäniň täsir ediji bahasy kesgitlenýär:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}. \quad (3.6)$$

Islendik sinusoidal ululyk üçin (EHG-niň magnit akymy, zarýad we ş.m.) täsir ediji bahalary şuna meňzeşlikde kesgitlenýär:

$$A = \frac{A_m}{\sqrt{2}}. \quad (3.7)$$

Täsir ediji bahasy sinusoidal togy häsiýetlendirýän esasy ululyk hökmünde kabul edilendir. Sebäbi köp ýagdaýlarda toguň täsiri onuň kwadratyna proporsional üýtgeýär. Dürli esasyda işleýän ölçeyji abzallar (magnitielektrik, elektromagnit, elektrodinamiki, induksion we ş.m.) hemişelik we sinusoidal toklary ölçemeklige ukyply; hemişelik tokda graduirlenen we sinusoidal toguň zynjyryna birleşdirilen abzallar sinusoidal ululygyň täsir bahasyny görkezýär. Geçiriji simleriň izolýasiýalary hasaplananda bir periodyň dowamynda sinusoidal ululygyň pursatlaýyn bahasynyň onuň täsir ediji bahasyndan $\sqrt{2}$ esse uly bolýanlygyny hasaba almaly. Şonuň üçin sinusoidal tok bilen işleýän enjamyň izolýasiýasy, hemişelik tok bilen işleýän şunuň ýaly enjamyň izolýasiýasyndan amatsyz ýagdaýda bolýar. Şonuň üçin aşa uzak aralyklara elektrik energiýasy geçirilende ýokary naprýaženiýeli hemişelik toguň liniýalary proyektirlenýär (1500 kW).

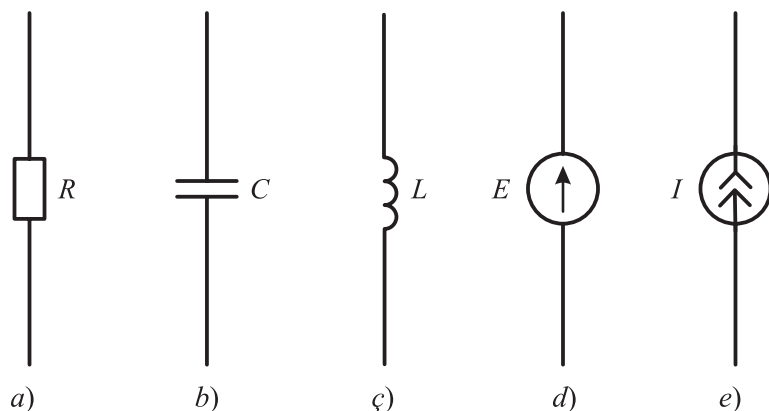
5. I_{orta} , U_{orta} , E_{orta} bahalary. Bir periodyň dowamynda sinusoidal funksiýanyň ortaça ululygy nola deňdir. Sebäbi položitel we otrisatel ýarym periodlaryň meýdanlary deňdirler. Şonuň üçin ortaça bahanyň deregine položitel ýarym periodyň ortaça bahasy kabul edilendir. Ol başlangyç faza ($\psi = 0$) bagly däl. Toguň, naprýaženiýäniň we EHG-niň orta bahalary aşakdaky aňlatmalar boýunça tapylýar:

$$\begin{aligned} I_{\text{orta}} &= \frac{2}{\pi} I_m \approx 0,637 I_m, \\ U_{\text{orta}} &= \frac{2}{\pi} U_m \approx 0,637 U_m, \\ E_{\text{orta}} &= \frac{2}{\pi} E_m \approx 0,637 E_m. \end{aligned} \quad (3.8)$$

3.3. Üýtgeýän toguň zynjyrynda işjeň, induktiw we sygym garşylyklary

Üýtgeýän toguň zynjyrynda R rezestiw elementiň garşylygyna işjeň garşylyk diýilýär. Zynjyrdaky R rezestiw elementiň garşylygy toguň ýygylgyna bagly bolýar we hemişelik toguň zynjyryndaky R garşylygyndan hemişe uly bolýar.

Ideal rezestiw elementlere reostatlar, köp sanly elektrik gyzdýryjy enjamlary, sygymy we induktiwligi örän kiçi bolan elektroniki gurluşlarda ulanylýan rezistorlar degişlidirler. Bu elementiň çalyşma shemasy 3.3-nji *a* suratda getirilýär.



3.3-nji surat. Elektrik elementi:

*a – rezistoryň; b – sygymyň; ç – induktiwligiň;
d – EHG-niň çeşmesiniň; e – tok çeşmesiniň çalyşma shemalary*

Örän ýokary ýygylyklara çenli kondensatorda magnit meýdany tarapyndan döredilen süýşme toguny hasaba almasaň hem bolýar. Kondensatordaky dielektrigi gyzdýrmak üçin sarp edilýän elektrik energiýasy hem hasaba alardan az. Şonuň üçin energetiki hadysalar diňe elektrik meýdanynda bolup geçýän hadysalar bilen kesgitlenýär. Ýokardaky ýönekeýleşdirmelerden soňra üýtgeýän toguň zynjyrynda kondensatora, C elemente, ideal sygym elementi diýip bolýar. Ideal sygym elementiň parametri C elektrik sygymydyr. Çalyşma shemasynda onuň grafiki şekillendirilişi 3.3-nji *b* suratda getirilýär.

Önümçilik ýygylgyndaky tokda tegegiň sarymlarynyň arasynda emele gelen süýşme toklary zynjyrdan akýan toklara garanda gaty ujypsyz bolanlygy sebäpli olary hasaba almasaň hem bolýar. Tegegiň sarymlaryny gyzdýrmaklyga sarp bolýan elektrik energiýasy örän az bolýanlygy üçin bu energiýany hem hasaba almasaň hem bolýar. Ýokardaky ýönekeýleşdirmeler geçirilenden soň tegege ideal induktiw element ýa-da L element diýilýär. Onuň parametri induktiwlikdir. Ondaky energetiki hadysalar magnit meýdanynda bolup geçýän hadysalar bilen kesgitlenýär. Çalyşma shemalarynda induktiw elementiň grafik görnüşinde 3.3-nji *ç* suratda görkezilişi ýaly şekillendirýärler.

Bu seredilen R , L , C elementler hasaplanan çalyşma shemalaryny döretmage mümkinçilik berýär. Ýagny, islendik elektrotehniki gurluşyň matematiki modelini döretmäge mümkinçilik berýär. Meselem: kämil bolmadyk dielektrigi özünde saklaýan kondensatoryň çalyşma shemasy döredilende diňe bir kondensator şekillendirilmän, dielektrigiň gymaklygyny hasaba alýan rezistiw element hem bolmalydyr.

Islendik kondensatoryň çalyşma shemasy hökman sygym elementini özünde saklamaly, ýöne çalyşma shemasynda sygym elementiniň bar bolmagy elektrik zynjyrynda kondensatoryň barlygyny aňlatmaýar. Elektron gurluşlaryň çalyşma shemalary tranzistorlaryň elektrodларыnyň arasyndaky sygymy hasaba alýan hem-de gurnama üçin ulanylýan simleriň arasyndaky sygymy hasaba alýan sygym elementlerini özünde saklaýar. Başgaça aýdylanda, elektrik zynjyrynda C elementiň çalyşma shemasy bu zynjyrdaky elektrik meýdanynda dielektrikleriň polýarlanmagy, süýşme toklarynyň ýüze çykmagy bilen bagly bolan hadysalaryň hem ýüze çykýandygyny we diňe sygymyň kondensatora degişli däldigini görkezýär. Şonuň ýaly-da, çalyşma shemalarynda R garşylyk bilen diňe bir öwrülişiksiz elektrik energiýasynyň ýylylyk energiýasyna öwrülýändigini görkezmän, işiň edilýändigini hem görkezýär. Meselem, elektrik hereketlendirijisiniň çalyşma shemasynda R elementiň kömegi bilen elektrik energiýasynyň mehaniki energiýa öwrülýändigini görkezýär.

Çalyşma shemalarynda L elementiň bolmaklygy elektrik zynjyrynyň seredilýän böleginde magnit meýdanynda bolup geçýän energetiki hadysalaryň hasaba alynmalydygyny görkezýär. Elektrik zynjyry derňelende çalyşma shemalarynyň C we L elementleriniň bar ýerinde elektrik we magnit meýdanlarynyň jemlenendigini göz önünde tutmaly.

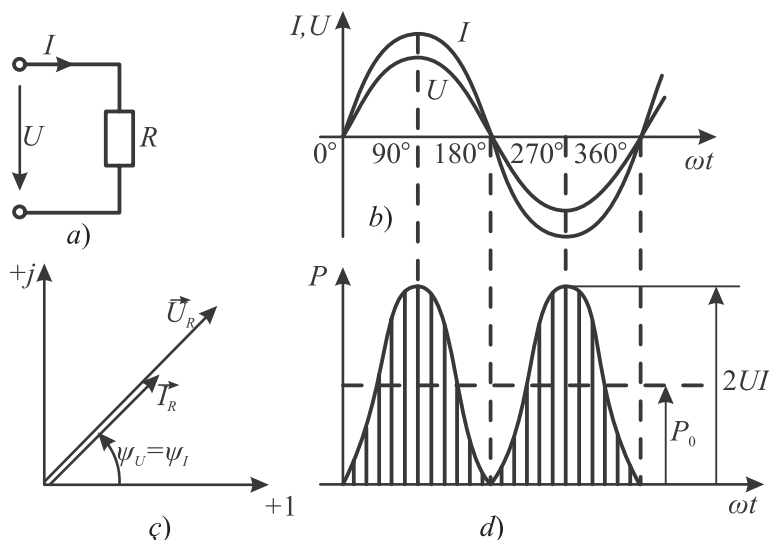
Ýokarda seredilen elektrik zynjyryň her bir ideal elementi işjeň däl hasaplanýar, sebäbi olaryň üstünden geçýän tok we olaryň üstündäki naprýaženiýe olar diňe tok çeşmesine birleşdirilenlerinde noldan tapawutlanýarlar.

Üýtgeýän we hemişelik toguň zynjyrlary derňelende ideal çeşme düşünjesinden peýdalanylýar. Eger, çeşmäniň uçlaryndaky naprýaženiýäniň amplitudasy, ýygylgy, başlangyç fazalary, tokdan bagly bolmasa onda ony EHG-niň ideal çeşmesi diýip hasap etmek bolar. Çalyşma shemalarynda bu çeşmäniň şekillendirilişi 3.3-nji d suratda getirilýär.

Eger toguň amplitudasy, ýygylgy we başlangyç fazasy çeşmäniň uçlaryndaky naprýaženiýa bagly bolmasa onda ony toguň ideal çeşmesi diýip hasaplap bolýar. Çalyşma shemalarynda bu çeşmäniň şekillendirilişi 3.3-nji e suratda getirilýär. Energiýa ulgamy ýa-da üýtgeýän toguň önümçilik ulgamy ideal tok çeşmesiniň mysaly bolup biler.

Işjeň garşylykly elektrik zynjyrynda edilýän iş, energiýanyň geliş tizligi bilen, ýagny, P kuwwat bilen aňladylýar. Biziň seredýän elektrik zynjyrymyzdaky

pursatlaýyn kuwwatyň üýtgeýşiniň grafigi 3.4-nji *d* suratda getirilen. Ondan görnüş ýaly, bir periodyň dowamynda üzük çyzyklar bilen naprýaženiýäniň we toguň hakyky ugurlary görkezilen. Islendik wagt pursatynda naprýaženiýäniň we toguň hakyky ugurlary gabat gelýärler.



3.4-nji surat. İşjeň garşylykly zynjyr:

a – çalyşma shemasy; b – toguň we naprýaženiýäniň wagta baglylyk grafigi; c – wektor diagrammasy; d – kuwwatyň wagta baglylykda üýtgeýşiniň grafigi

Şonuň üçin pursatlaýyn kuwwat položitel bolýar, ýagny *R* element çeşmeden elektrik energiýasyny alýar we ony energiýanyň beýleki görnüşine öwürýär. Bir periodyň dowamynda energiýanyň geliş tizligi birmeňzeş ululykda däl. Ol 2ω burç ýygylgy bilen yrgyldap, noldan $2UI$ ululyk aralygynda üýtgeýär. Energiýanyň bu öwrülüşigini bir periodyň dowamyndaky orta bahasy bilen häsiýetlendirýärler we oňa işjeň kuwwat diýip at berilýär hem-de ol *P* harpy bilen belgilenýär:

$$P = UI = RI^2.$$

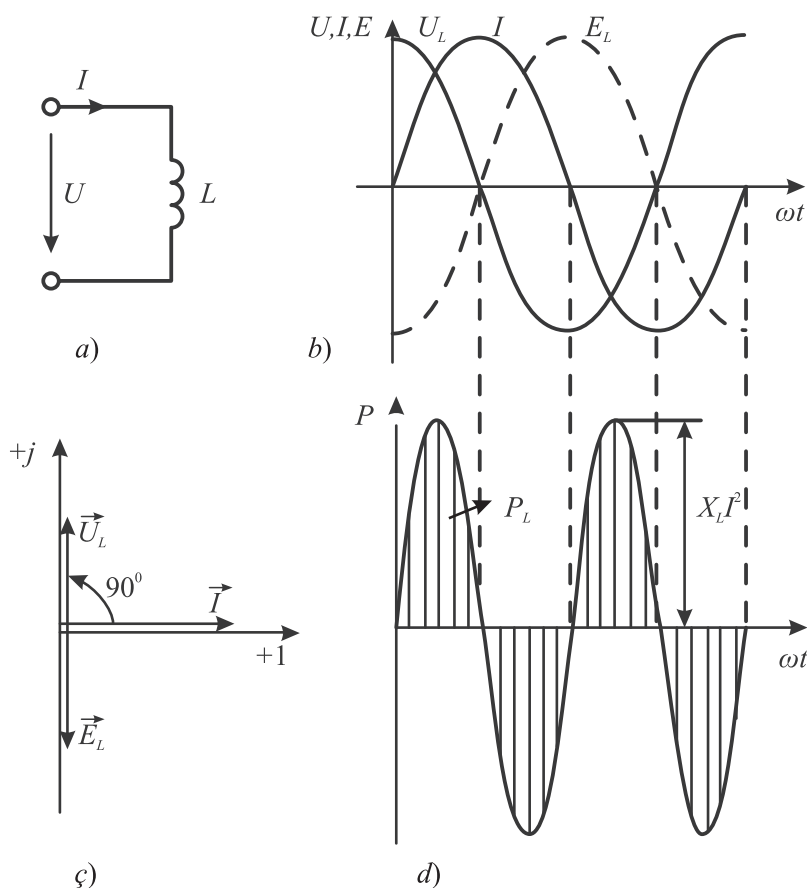
İşjeň kuwwat, bir periodyň dowamynda elektrik zynjyrynda edilen işi häsiýetlendirýär we energiýanyň beýleki görnüşlerine öwrülüşiňizsiz öwrülen *W* energiýa bilen kesgitlenýär.

$$W = \int_0^T p dt = PT = RI^2 T. \quad (3.9)$$

Bu işi *p(t)* funksiýa we absisa oky bilen çäklenen, cyzyklar bilen örtülen üst bilen häsiýetlendirilýär (3.4-nji *d* surat).

Sinusoidal toguň zynjyrynda induktiw element. Eger induktiw elemente sinusoidal naprýaženiýe goýlan bolsa onda tok 3.5-nji *a* suratdaky ýaly üýtgär. Induktiv garşylyk $X_L = \omega L$ deňleme boýunça kesgitlenýär:

Napryáženíye bilen toguň arasyndaky faza süýşmesi $\varphi = 90^\circ$ deň bolýar. Ýagny, tok fazasy boýunça napryáženíyeden yza galýar. Napryáženíýäniň we EHG-niň wektorlarynyň fazalary biri-birine garşylykly, 180° burç tapawudy bilen ýerleşýärler (3.5-nji b, ç suratlar).



3.5-nji surat. Induktiv garşylykly zynjyr:

a – çalyşma shemasy; b – napryázeniýäniň, toguň, e.h.g.-niň wagta baglylygynyň grafigi; ç – wektor diagrammalary; d – kuwwatyň üýtgeýsiniň grafigi

Induktiv elementniň pursatlaýyn kuwwaty aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$P = UI = UI \sin 2\omega t. \quad (3.10)$$

Pursatlaýyn kuwwatyň grafigi 3.5-nji ç suratda getirilen. Periodyň birinji dördten bir böleginde napryázeniýäniň we toguň ugurlary gabat gelýärler. Bu wagt aralygynda induktiw element çeşmeden elektrik energiýasyny alýar. Alnan elektrik energiýasy magnit meýdanyny emele getirmäge sarp bolýar. Seredilýän wagt aralygynda, I toguň artýanlygy sebäpli bu energiýa ($W_m = LI_2/2$) köpeliýär we maksimal bahasyna ýetýär. Periodyň ikinji dördten bir böleginde napryáze-

niýäniň we toguň ugurlary biri-birine garşylykly we $p < 0$ bolýar. Bu wagt aralygynda induktiw element çeşme bolup hyzmat edýär. Magnit meýdanýnda ýyg-nalan energiýa çeşmä gaýtarylyp berilýär. Seredilýän wagtyň ahyrynda haçan-da toguň bahasy nola deň bolanda ähli ýyg-nalan energiýa çeşmä gaýtarylyp berilýär, şonda $W_m = 0$ bolýar. Toguň otrisatel bahalarynda ýokardaky hadysa gaýtalanýar.

Induktiv element üçin, bir periodyň dowamynda pursatlaýyn kuwwatyň orta bahasy bilen kesgitlenýän P işjeň kuwwat nola deňdir:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = 0. \quad (3.11)$$

Şeýlelikde, ideal induktiw elementli elektrik zynjyrynda iş edilmän, çeşme bilen magnit meýdanynyň arasynda üznüksiz yzygiderlikde energiýanyň bir gör-nüşinden beýleki görnüşine öwürilmegi bolup geçýär. Bu energiýa çalşygynyň in-tensiwligini Q_L işjeň däl kuwwat bilen häsiýetlendirýärler:

$$Q_L = UI = X_L P.$$

Işjeň däl kuwwat *war* (вольт-ампер реактив) bilen ölçenilýär.

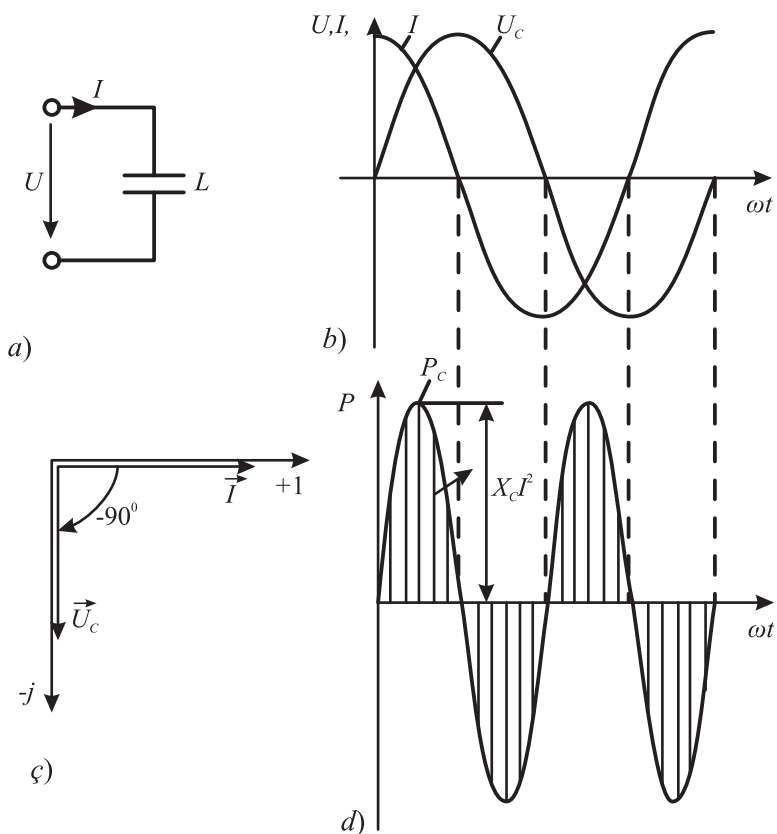
Sinusoidal toguň zynjyrynda sygym elementi. Eger sygym elementine üýt-geýän naprýaženiýe goýlan bolsa, onda tok we naprýaženie 3.6-njy a we b suratda görkezilişi ýaly üýtgär. Sygym garşylygy $X_C = 1/\omega C$ deňleme boýunça kesgitlenýär.

Sygym elementiniň hyýaly (kompleks) garşylygy, moduly X_C bolan otrisatel hyýaly sandyr. Üýtgeýän toguň zynjyrynda sygym elementinde toguň we naprýa-ženiýäniň wektorlary kompleks tekizliginde 3.6-njy φ suratda görkezilýär. Ondan görnüşi ýaly sygym elementindäki toguň wektory naprýaženiýäniň wektoryndan $\pi/2$ burç öňde bolýar.

Sygym elementiniň pursatlaýyn kuwwaty 3.12 deňleme boýunça kesgitlenýär:

$$p = ui = UI \sin 2\omega t. \quad (3.12)$$

Pursatlaýyn kuwwatyň grafigi 3.6-njy d suratda getirilýär. Ondan görnüşi ýaly, periodyň birinji dördten bir böleginde toguň we naprýaženiýäniň ugurlary gabat gel-ýär, $p > 0$. Sygym elementi çeşmeden energiýa alýar we bu energiýa elektrik meý-danyňa öwrülýär. Seredilýän wagt aralygynda naprýaženiýäniň artýanlygy sebäpli, elektrik meýdanynyň energiýasy hem artýar we bu wagtyň ahyrynda ol iň uly ba-hasyňa eýe bolýar. Periodyň ikinji dördten bir böleginde sygym elementi çeşme bo-lup hyzmat edýär. Bu wagt aralygynda naprýaženiýäniň azalýanlygy sebapli elektrik meýdanýnda toplanan energiýa hem azalýar. Naprýaženiýäniň bahasy $t = T/2$ wagtyň ahyryna çenli nola deň bolýar we sygym elementinde toplanan ähli energiýa çeşmä gaýtarylyp berlip, W_e elektrik meýdanynyň energiýasy hem nola deň bolar. Soňra na-prýaženiýäniň otrisatel bahasynda hem ýokardaky hadysa gaýtalanýar.



3.6-njy surat. Sygym garşylykly zynjyr:

a – çalysma shemasy; b – napryazeniýäniň we toguň wagta baglylyk grafigi;

ç – wektor diagrammasy; d – kuwwatyň wagta baglylygynyň grafigi

Sygym elementi üçin bir peridyň dowamynda pursatlaýyn kuwwatyň orta bahasy bilen kesgitlenýän P işjeň kuwwat nola deňdir:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = \frac{1}{T} \int_0^T UI \sin 2\omega t dt = 0. \quad (3.13)$$

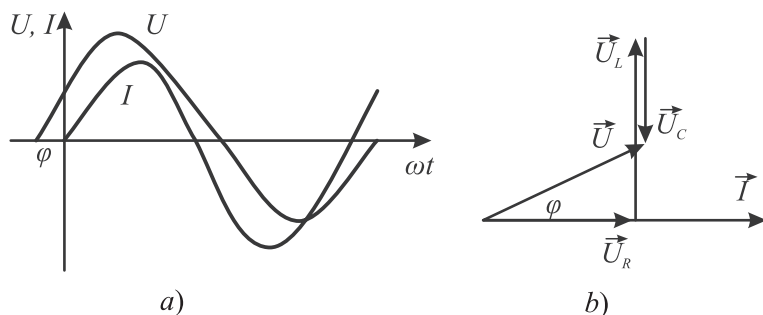
Şeýlelikde, ideal sygym elementli elektrik zynjyrynda iş edilmän, çeşme bilen elektrik meýdanynyň arasynda üznüksiz yzygiderlikde energiýanyň bir görnüşden başga bir görnüşe öwrülmeği bolup geçýär. Bu energiýa çalşygynyň intensiwligini işjeň däl kuwwat bilen häsiýetlendirýärler:

$$Q_c = UI = X_c I^2. \quad (3.14)$$

Bu işjeň däl kuwwat war bilen ölçelýär.

3.4. Üýtgeýän toguň zynjrlarynda naprýaženiýäniň we toguň rezonanslary

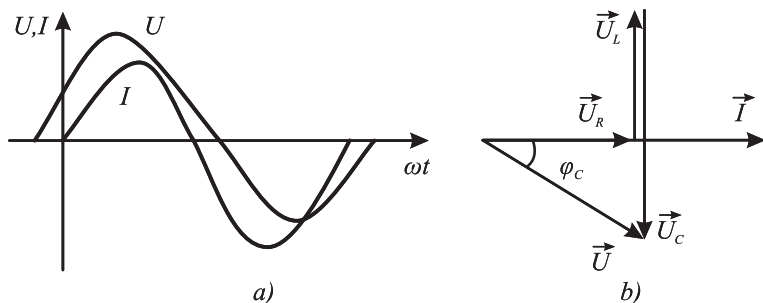
Pursat bahalaryň grafigi we wektor diagrammalary. Işjeň-induktiv häsiýetli ýükli ($X_L > X_C$, $\varphi > 0$) zynjyrd a toguň we naprýaženiýäniň pursatlaýyn bahalarynyň tolkun grafigi 3.7-nji a suratda, wektor diagrammasy bolsa 3.7-nji b suratda getirilen.



3.7-nji surat. Aktiw-induktiv häsiýetli zynjyr:

a – grafigi; b – wektor diagrammasy

Işjeň sygym häsiýetli ýükli ($X_L < X_C$, $\varphi < 0$) zynjyrd a toguň we naprýaženiýäniň pursatlaýyn bahalarynyň tolkun grafigi 3.8-nji a suratda we wektor diagrammasy bolsa 3.8-nji b suratda getirilen.

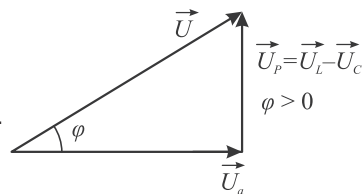


3.8-nji surat. Işjeň sygym häsiýetli zynjyr:

a – grafigi; b – wektor diagrammasy

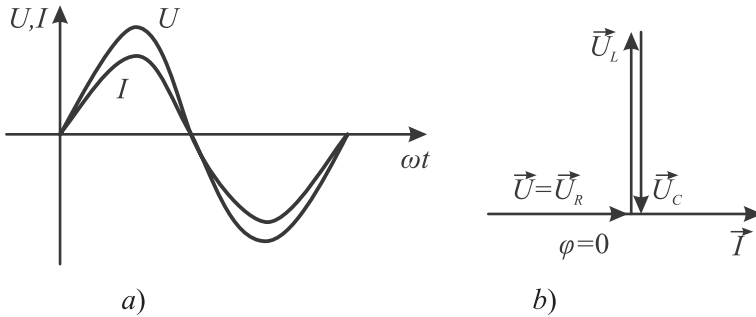
Işjeň garşylygyň üstüne düşýän U_R naprýaženiýe I toguň wektorynyň ugry bilen gabat gelyär (fazalaryň süýşmegi nola deň) we umumy naprýaženiýäniň U_a işjeň düzüjisi diýlip atlandyrylýar. Induktivligiň üstüne düşýän naprýaženiýäniň wektory U_L fazasy boýunça, toguň wektoryndan 90° öňe düşýär. Sygymyň üstüne düşýän naprýaženiýäniň wektory bolsa toguň wektoryndan 90° yza galýar.

Ýokarky aýdylanlary ýeňil ýatda galdyrmak üçin naprýaženiýäniň üçburçlугy gurulýar (3.9-njy surat).



3.9-njy surat.
Naprýaženiýäniň üçburçlугy

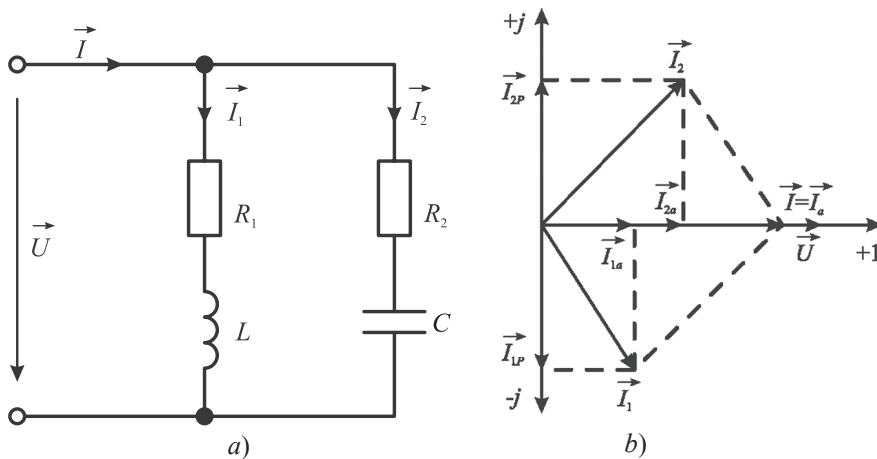
Napryażeniýäniň rezonansy R , L we C elementler yzygider birleşdirilende ýüze çykýar (3.10-njy surat). Işjeň garşylyk bolup aýratyn alnan rezistoryň garşylygy hem-de induktiw tegegiň garşylygy bolup biler. Bu ýagdaý induktiw we sygym elementli zynjyrdä napryażeniýäniň we toguň arasyndaky faza süýşmegi nola deň bolanda ýüze çykýar.



3.10-njy surat. Napryażeniýäniň rezonansy:

a – napryażeniýäniň we toguň wagta baglylygynyň grafigi; b – wektor diagrammasy

Toguň rezonansy. R_1 , L we R_2 , C elementli iki sany şahalaryň parallel birleşme-ginde emele gelýär (3.11-nji a surat). Rezonans hadysasy wagtynda napryażeniýe bilen toguň arasyndaky fazalaryň süýşme burçy nola deň bolýar (3.11-nji b surat).



3.11-nji surat. Toguň rezonansy:

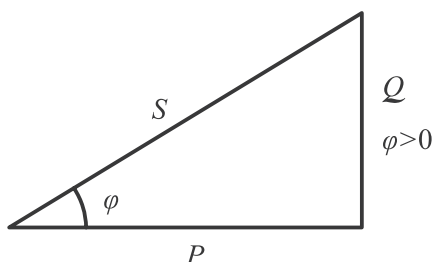
a – elektrik shemasy; b – wektor diagrammasy

3.5. Üýtgeýän toguň zynjyrlarynyň kuwwatlary

Napryażeniýäniň we toguň pursat bahalarynyň köpeltmek hasylyna pursat kuwwaty diýilýär:

$$P = UI. \tag{3.15}$$

Işjeň, işjeň däl, doly kuwwatlar – kuwwat üçburçlugyndan aşakdaky ýaly kesgitlenýär (3.12-nji surat):



3.12-nji surat. Kuwwat üçburçlugy

Işjeň kuwwat:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (3.16)$$

Işjeň däl kuwwat:

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi. \quad (3.17)$$

Doly kuwwat:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (3.18)$$

$$\varphi = \arctg \frac{Q}{P}. \quad (3.19)$$

IV BAP ÜÇ FAZALY ÜYTGEÝÄN TOGUŇ ELEKTRIK ZYNJYRY

4.1. Üç fazaly elektrik hereketlendiriji güýjüň alnyşy

Üytgeýän tok hakynda aýdanlarymyzyň hemmesi bir fazaly üytgeýän tok barada boldy. Häzirki döwürde elektrik energiýany öndürmek we paýlamak esasan üç fazaly toguň ulgamynda ýerine ýetirilýär. Bir fazaly toguň esasy kemçiligi tehnologik maşynlary herekete getirmek üçin uly kuwwatly, ygtybarly, tehniki-energetik görkezijileri gowy bolan bir fazaly elektrik hereketlendirijileri döretmegiň mümkin bolmanlygydyr.

Üç fazaly toguň munuň ýaly giňden ýaýramagynyň sebäpleri, bir fazaly üytgeýän tok bilen deňeşdirilende şu artykmaçlary bar:

1. Ýönekeý usulda aýlanýan magnit meýdanyny döretmek mümkinçiligi bar. Aýlanýan magnit meýdanyň esasynda gurluşy ýönekeý, ygtybarlylygy ýokary, ulanmaga amatly üç fazaly asinhron hereketlendiriji işleýär.
2. Elektrik geçiriji ulgamy gurmak üçin gerek reňkli metallar 25% az talap edilýär.
3. Dört simli üç fazaly toguň ulgamynda ýyldyz görnüşli birleşdirmede iki ululykdaky naprýaženiýeler bolýar.

XIX asyryň 80-nji ýyllarynda rus elektrotehnigi M.O. Doliwo-Dobrowolskiý üç fazaly toguň generatoryny, transformatoryny we üç fazaly asinhron hereketlendirijini oýlap tapdy we üç fazaly toguň ulgamyny işläp taýýarlady. Ol 1891-nji ýylda dünýäde birinji bolup, 200 a.g. kuwwatly 15000 W naprýaženiýede üç fazaly

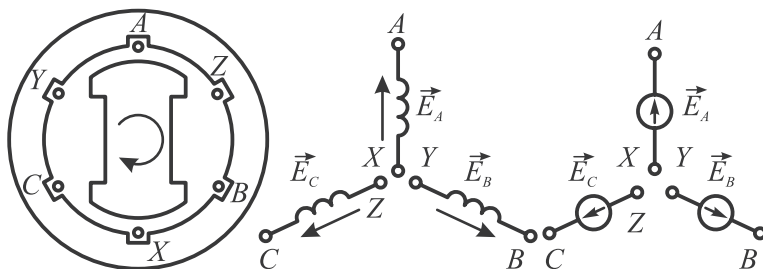
togy uzak aralyga (175 km), Frankfurt-Maýn şäherinde bütindünýä elektrotehniki sergi geçirilýän ýere berdi. Şol sergide ol üç fazaly toguň doly ulgamyny görkezdi, ýagny üç fazaly generatory, üç fazaly transformatory we üç fazaly asinhron hereketlendirijini suw sorujyny (nasosy) herekete getirmek üçin ulandy. Şondan bäri üç fazaly tok önümçiligiň hemme ugurlarynda giňden ulanylýar.

Ýygylýklary we EHG-leri deň, biri-birinden 120° süýşürilen üç sany bir fazaly üýtgeýän toga üç fazaly tok diýilýär. Üç fazaly toguň generatory esasan hereketsiz statorndan we aýlanýan rotordan durýar. Stator galyňlygy 0,35–0,5 mm bolan elektrotehniki polat gatlaklaryndan ýygnalan özenden we polat özeniň iç ýüzündäki joýalarda biri-birinden 120° süýşürilen, izolýasiýaly mis sarymlardan saralan üç tegekden ybarat stator sarymlardan durýar. Stator sarymlaryň başlary we ahyrlary $A-X$, $B-Y$ we $C-Z$ harplar bilen belleniýär. Rotor hem polat özenden, izolirlenen mis simlerden saralan rotor sarymlardan durýar. Rotor sarymlary polat özene geýdirilen we göneldilen hemişelik tok bilen ýa-da rotoryň okunda oturdylyan uly bolmadyk kuwwatly hemişelik toguň generatoryndaky iýmitlendirilýär. Üç fazaly sinusoidal toguň alnyşy 4.1-nji suratda getirilýär.

Rotor başga bir hereketlendirijiniň (bug turbinasynyň, içinde ýanýan hereketlendirijiniň we ş.m.) kömegi bilen aýlandyrylanda onuň tegeginiň sarymlaryndan akýan hemişelik toguň döredýän magnit meýdanynyň güýç çyzyklary statoryň sarymlaryny kesip geçýär we olarda fazalary boýunça biri-birinden 120° süýşürilen, ýygylýklary we bahalary deň, sinus kanuny boýunça üýtgeýän üç sany EHG-leri induktirleýär. Eger-de, fazalaryň EHG-iň biriniň, meselem A fazanyň fazalar başlangyjyny nula deň diýip kabul etsek, onda fazalaryň EHG-niň pursat bahalary şu aňlatmalar bilen ýazylýar:

$$\begin{aligned} e_A &= E_{mA} \sin \omega t, & e_B &= E_{mB} \sin (\omega t + 120^\circ), \\ e_C &= E_{mC} \sin (\omega t + 240^\circ). \end{aligned} \quad (4.1)$$

Statoryň tegekleriniň gurluşy birmeňzeş, sarym sanlarynyň deň bolanlygy we bir ululykdaky magnit güýç çyzyklaryny kesip geçýänligi sebäpli olaryň amplituda bahalary $E_{mA} = E_{mB} = E_{mC} = E_m$ özara deň bolýar.



4.1-nji surat. Üç fazaly sinusoidal toguň alnyşy

Üç fazaly toguň ulgamynda elektrik energiýasynyň kabul edijilerini iýmitlendirýän generatoryň sarymlaryna fazalar diýilýär. Eger-de kabul edijileriň dürli fazalarynyň işjeň, induktiw we sygym garşylyklary deň bolsa, onda fazalaryň toklary hem deň bolýar $I_A = I_B = I_C$ we EHG deň birmeňzeş burça süýşürilen bolýar. Munuň ýaly ýüke simmetrik ýa-da deňölçepli ýük diýilýär. Köp halatlarda üç fazaly toguň ulgamynda generatorlar we kabul edijiler özara ýyldyz we üçburçluk görnüşlerde birleşdirilýär.

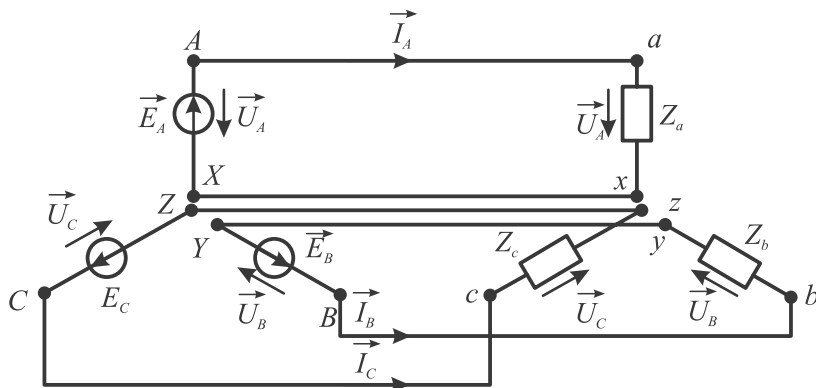
4.2. Üç fazaly elektrik zynjyrynyň ýyldyz görnüşinde birikdirilişi

Tok çeşmäniň ýa-da kabul edijileriň bir atly uçlary (başlary ýa-da soňlary) öзара birleşdirilip, boş uçlary hem daşky zynjyra birleşdirilende, munuň ýaly birleşdirmä, ýyldyz birleşme diýilýär. Ýyldyz birleşdirmäniň şertli belgisi – Y .

Tok çeşmäniň we kabul edijileriň fazalarynyň başlangyçlaryny birleşdirýän simlere (Aa, Bb, Cc) cyzyk simler diýilýär. Tok çeşmeleriň kabul edijileriň bir atly uçlarynyň birleşdirilen N we n nokatlara bitarap nokat diýilýär. Tok çeşmäniň we kabul edijileriň bitarap nokatlaryny birleşdirýän sime Nn bitarap sim diýilýär.

Tok çeşmäniň we kabul edijileriň islendik fazasynyň baş we soňky uçlarynyň ýa-da fazanyň başlangyjy bilen bitarap simiň arasyndaky naprýaženiýelere faza naprýaženiýe diýilýär. Olar degişlilikde U_A , U_B , U_C harplar bilen bellenilýär. Islendik iki fazanyň başlangyçlarynyň ýa-da cyzyk simleriň arasyndaky naprýaženiýä cyzyk naprýaženiýeler diýilýär we olar U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} harplar bilen bellenilýär.

Üç fazaly zynjyryň tok çeşmesiniň we kabul edijisiniň fazalarynyň üstünden geçýän toklara faza toklary diýilýär. Cyzyk simlerden akýan toklara cyzyk toklar diýilýär we olar degişlilikde I_A , I_B we I_C harplar bilen bellenilýär. Bitarap simden akýan toga bitarap tok diýilýär we I_0 ýa-da I harplar bilen bellenilýär. Üç fazaly toguň zynjyrynyň ýyldyz görnüşli birikdirilişi 4.2-nji suratda getirilýär.



4.2-nji surat. Üç fazaly toguň zynjyrynyň ýyldyz görnüşli birikdirilişi

Tok çeşməniň we kabul edijileriň fazalary ýyldyz görnüşli birleşdirilende fazalar we çyzyk simler özara yzygider birleşdirilýändigleri sebäpli, faza we çyzyk toklaryň ululyklary biri-birine deňdirler. Bitarap simden akýan tok faza toklarynyň pursat bahalarynyň jemine ýa-da faza toklaryň täsir edýän bahalarynyň wektorlarynyň jemine, ýagny $\vec{I}_0 = \vec{I}_A + \vec{I}_B + \vec{I}_C$ bolýar. Ýyldyz birleşmede kabul edijiniň islendik fazasy faza naprýaženiýesinden iýmitlendirilýär.

Ýyldyz birleşmede çyzyk we faza naprýaženiýeleri hem-de toklary aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenýär:

$$\begin{aligned} U_{\phi} &= \sqrt{3}U_f, \\ I_{\phi} &= I_f. \end{aligned} \tag{4.2}$$

Eger faza garşylyklary bir görnüşdäki garşylyklar bolup, özara deň bolsalar, üç fazaly elektrik hereketlendirijiler, üç fazaly gyzdyryjy gurluşlar we ş.m. onda bitarap simden akýan tok $I_0 = 0$ deňdir. Bu şertde bitarap simiň geçirilmeginiň geregi ýok. Eger-de, kabul edijileriň fazalarynyň garşylyklary özara deň bolmasa, onda faza toklar hem biri-birinden tapawutlanýarlar.

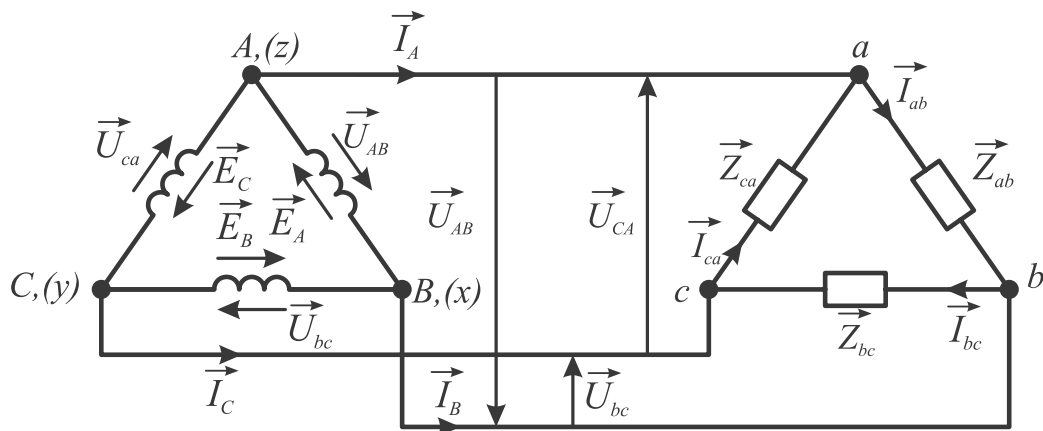
Zynjyrdaky bitarap sim fazalary özara simmetrik däl iş düzgüni, beýleki iki faza birleşdirilen kabul edijileriň iş düzgünine täsir etmeýär. Kabul edijileriň dürli bahalary üçin faza naprýaženiýeleriň simmetriýasyny üpjün edýär. Şonuň üçin dört simli zynjyra ululyklary we häsiýetleri boýunça tapawutly bir fazaly kabul edijileri birleşdirmek bolýar.

Bitarap simden akýan tok $I_0 = 0$ nola deň bolmadyk ýagdaýda ol üzülse $R_0 = 0$, fazalardaky naprýaženiýeler ol fazanyň garşylygyna bagly bolýar. Olaryň arasyndaky simmetriklik saklanylmaýar we olarda aşa ýokary naprýaženiýeleriň emele gelmegi mümkin. Onuň öňüni almak üçin hiç wagtda bitarap sime ereýjigoraýjy birikdirilmeýär. Hemişe dört simli üç fazaly toguň ulgamynda bitarap simden akýan tok faza toklardan kiçi bolýar, şonuň üçin hem onuň kese kesiginiň meýdanyny çyzyk simleriň kese kesiginiň meýdanyndan bir başgançak inçe almak bolýar.

4.3. Üç fazaly elektrik zynjyrynyň üçburçluk görnüşinde birikdirilişi

Üç fazaly toguň çeşmesini we kabul edijileri üçburçluk görnüşinde birleşdirmek üçin olaryň fazalaryny yzygider birleşdirmeli, ýagny, birinji fazanyň X , soňuny ikinji fazanyň B başyna, ikinji fazanyň V soňuny, üçünji fazanyň C başyna we üçünji fazanyň Z soňuny, birinji fazanyň A başyna birleşdirmeli.

Üçburçluk birleşdirmäniň şertli belgisi – Δ . Fazalaryň özara birleşdirilen nokatlary çyzyk simlere birleşdirilýär. Üç fazaly toguň zynjyrynyň üçburçluk görnüşli birikdirilişi 4.3-nji suratda getirilýär.



4.3-nji surat. Üç fazaly toguň zynjyrynyň üçburçluk görnüşli birikdirilişi

Üçburçluk görnüşinde birleşdirilmende faza we çyzyk naprýaženiýeler hem-de toklar aşakdaky aňlatma bilen kesgitleňýär:

$$\begin{aligned} I_{\varphi} &= \sqrt{3} I_f, \\ U_{\varphi} &= U_f. \end{aligned} \quad (4.3)$$

Üçburçluk birleşmede simmetrik ýüklerde çyzyk toklary faza toklaryndan $\sqrt{3}$ esse uly bolýarlar, çyzyk we faza naprýaženiýeleri bolsa özara deň bolýarlar, $U_{\varphi} = U_f$.

Eger-de üçburçluk birleşmede bir sany çyzyk sim üzülse, meselem, A çyzyk simde $I_A = 0$, kabul ediji faza BC ozalkysy ýaly işleýär, AB we CA fazalaryň kabul edijileri yzygider birleşdirilýär we olara pes naprýaženiýe berilýär, ýagny olaryň adaty iş kadasy bozulýar. Şonuň üçin hem üçburçluk görnüşdäki birleşdirilme öý hojalygynda ulanylmaýar.

4.4. Üç fazaly elektrik zynjyrynyň kuwwatlary

Kabul edijiler ýyldyz ýa-da üçburçluk görnüşde birleşdirilende olaryň tok çeşmeden alýan işjeň kuwwatlary fazalaryň işjeň kuwwatlarynyň jemine deňdir:

$$P = P_A + P_B + P_C;$$

$$P_A = U_A I_A \cos \varphi_A;$$

$$\begin{aligned}P_B &= U_B I_B \cos \varphi_B; \\P_c &= U_c I_c \cos \varphi_c.\end{aligned}\quad (4.4)$$

Tehnikada üç fazaly toguň zynjyrynda faza ululyklaryň ýerine çyzyk ululyklar ulanylýar.

Simmetrik ýükde haçan-da, ähli faza napryženiýeleri we toklary özara deň hem-de olaryň arasyndaky faza süýşme burçlary özara deň bolanda:

$$P = 3U_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi. \quad (4.5)$$

Ýyldyz we üçburçluk görnüşli birleşdirmelerde işjeň kuwwat:

$$P = \sqrt{3}U_\varphi I_\varphi \cos \varphi. \quad (4.6)$$

Işjeň kuwwatyň ölçeg birligi Wat [Wt].

Kabul edijileriň işjeň däl kuwwaty, onuň fazalarynyň tok çeşmeden alýan kuwwaty fazalaryň işjeň däl kuwwatlarynyň jemine deňdir:

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C. \quad (4.7)$$

Simmetrik ýükde:

$$Q = 3Q = 3U_f I_f \sin \varphi. \quad (4.8)$$

Ýyldyz we üçburçluk görnüşli birleşdirmelerde işjeň däl kuwwat:

$$Q = \sqrt{3}U_\varphi I_\varphi \sin \varphi. \quad (4.9)$$

Işjeň däl kuwwatyň ölçeg birligi Wolt-ampere-reaktiw [war].

Üç fazaly toguň zynjyrynyň doly kuwwaty aşakdaky aňlatma bilen hasaplanylýar:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(\sqrt{3}U_\varphi I_\varphi \cos \varphi)^2 + (\sqrt{3}U_\varphi I_\varphi \sin \varphi)^2} = \sqrt{3}U_\varphi I_\varphi, \text{ WA}. \quad (4.10)$$

Doly kuwwatyň ölçeg birligi Wolt-Ampere (WA).

Zynjyryň doly kuwwatynyň esasynda hojalygyň tok çeşmesi saýlanyp alynýar.

V BAP ELEKTRIK ÖLÇEÝJI ABZALLAR WE ELEKTRIK ULULYKLARYNYŇ ÖLÇENILIŞI

5.1. Umumy düşüňjeler

Önümçiligiň dürli ugurlaryndaky işleriň giňden awtomatlaşdyrylmagy netijesinde dürli häsiýetnamalary ölçemeğiň we olaryň üýtgeýşine gözegçilik etmekligiň ähmiýeti artdy. Bu işiň esasy bölegini ýerine ýetirmeklik elektrik ölçeýji abzallaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Ölçeg geçirmekligiň aňsatlygy, ýokary takyklygy,

duýgurlygy, çaltlygy, maglumaty daş aralyga bermek mümkinçiligi, elektron gurluşlary we elektron hasaplaýyş maşynlary bilen bilelikde işläp bilýändigleri, bu abzallaryň artykmaç taraplary bolup durýar.

Ölçeg geçirmek. Tejribe geçirmek ýoly arkaly ýöriteleşdirilen tehniki serişdeleriň kömegi bilen fiziki ululyklaryň bahalaryny kesgitlemekden we bu ululyklary kabul edilen ölçeg birliklerinde aňlatmakdan ybaratdyr.

Elektrik ölçeyji abzallar. Ölçenilýän fiziki ululyk bilen bagly bolan we özünde gözegçiniň kabul etmegi üçin amatly bolan görnüşde ölçenilen maglumaty saklaýan signaly emele getirýän elektrik ölçeyji serişdelerdir.

Ölçeyji özgerdiji. Görkeziji we hasaba alyjy gurluşlara amatly bolan görnüşde bermek üçin abzalyň bir görnüşli signalyny başga bir görnüşe öwürýän esasy bölegidir. Ölçeyji abzallaryň ölçeyiş çägi, duýgurlygy, duýujylyk çägi, ulanýan kuwwaty, ýalňyşlygy ýaly häsiýetnamalary bardyr. Ölçeyiş çägi (A) ölçenýän ululygyň in kiçi we in uly ölçenilýän aralyklaryndaky bahalaryny öz içine alýar. San görkezýän elektrik ölçeyji abzallaryň ölçenilýän ululyga bolan duýgurlygy (S), görkezijiniň süýşme aralygynyň (A) ölçenýän ululyga köpeltmek hasyly bilen kesgitlenilýär. Ölçeyji abzallaryň aglabasynyň görkezijisi (dili) burç boýunça süýşýär. Bu abzallar üçin duýujylyk süýşme α burçunyň, ölçenilýän ululyga (A) bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýär, ýagny:

$$S = d\alpha / dA = F(x). \quad (5.1)$$

Eger $F(x) = \text{const}$ bolsa, onda abzalyň san görkezijisi, şkalasy, deň ölçegli bolýar, galan halatlarda bolsa deň ölçegsizdir. Abzalyň duýujylygyny onuň girişindäki ululygyň in kiçi üýtgemegini häsiýetlendirýän duýujylyk çägi bilen çalşmaly däl.

Ulanýlan kuwwat. Harçlanýan energiýanyň mümkinçiligini görkezýär. Abzal elektrik energiýasyny näçe az sarp etse, şonça-da onuň hili gowy bolýar. Onuň ulanýan kuwwatynyň ulalmagy bilen barlanylýan zynjyryň kadasy bozulýar we ýalňyşlygyň ulalmagyna getirýär.

Ölçeg geçirilendäki ýalňyşlyklar. Ölçenen bahanyň ölçenilýän ululygyň haýky bahasyndan gyşarmagyny häsiýetlendirýän ölçegiň hilidir. Olar aşakdaky almatlary boýunça synplara (klaslara) bölünýärler. Esasy ýalňyşlyklar ölçeniş usulynyň we ölçeyji serişdäniň goýberýän ýalňyşlyklaryndan durýar. Ölçeniş usulynyň kämil bolmanlygy üçin onuň goýberýän ýalňyşlygy ýüze çykýar hem-de ol ölçeniş serişdelerine bagly bolmaýar. Ölçeniş serişdeleriniň goýberýän ýalňyşlygy olaryň kämil dældigi sebäpli ýüze çykýar. Bu ýalňyşlyk ölçeniş usulyna bagly bolmaýar. Mundan başga-da, bahalaryň özara korrelýasiýasy boýunça: sistemalaýyn üýtgap durýan we tötänden ýüze çykýan ýalňyşlyklara bölünýärler.

Sistemalaýyn ýalňyşlyklar wagtyň geçmegi bilen üýtgeşsiz galýarlar. Üýtgäp durýan ýalňyşlyk wagtyň geçmegi bilen kesgitli kanun boýunça üýtgeýär. Tötänden ýüze çykyan ýalňyşlyklar dürli bahalara eýe bolup bilýärler.

5.2. Abzallaryň ýalňyşlygy we takyklyk klaslary

Ýalňyşlyklar: absolýut, görälik (otnositel) we getirme ýalňyşlyklaryna bölünýärler.

Absolýut ýalňyşlyk. Ölçenilýän ululygyň bahasy bilen hakyky bahanyň arasyndaky tapawut görnüşinde kesgitlenilýär, ýagny:

$$\Delta A = A_{ölç} - A_h. \quad (5.2)$$

Absolýut ýalňyşlygyň ölçeg birligi ölçenýän ululygyň ölçeg birligi bilen gabat gelýär we bu köplenç dürli ölçeniş usullaryny hem-de dürli serişdeleriň häsiýetnamalaryny deňeşdirmek üçin amatsyz bolýar. Şonuň üçin ýalňyşlyga baha bermegiň ölçegsiz ululyklary bolan görälik we getirme ýalňyşlyklary ulanylýar.

Görälik (otnositel) ýalňyşlygy. Absolýut ýalňyşlygyň ölçenilýän ululygyň hakyky bahasyna bolan gatnaşygynyň görterimlerdeki bahasy bilen kesgitlenilýär.

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_h} \cdot 100\% = \frac{A_{ölç} - A_h}{A_h} \cdot 100\%. \quad (5.3)$$

Getirme ýalňyşlygy. Absolýut ýalňyşlygyň abzalyň ölçeyiş çäğine bolan gatnaşygynyň görterimlerdeki bahasy bilen kesgitlenilýär:

$$\gamma = \frac{\Delta A \cdot 100\%}{A_{\max} - A_{\min}} = \frac{A_{ölç} - A_h}{A_{\max} - A_{\min}} \cdot 100\%. \quad (5.4)$$

Eger $A_{\min} = 0$ bolsa, onda:

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_{\max}} \cdot 100\% = \frac{A_{ölç} - A_h}{A_{\max}} \cdot 100\%. \quad (5.5)$$

Ölçeýji abzalyň ýan kitabynda ýa-da ölçeyiş sanlary ýazylyan tagtajygynyň aşak tarapyňyň çepinde getirme ýalňyşlygy san görnüşinde görterimlerde ýazylýar. Bu sanlara takyklyk klaslary (synplary) diýilýär. Olar 5.1-nji tablisada getirilýär.

5.1-nji tablica

Takyklyk toparlary	1	2	3	4	5	6	7	8
Getirme ýalňyşlygy, %	0,05	0,1	0,25	0,5	1	1,5	2,5	4

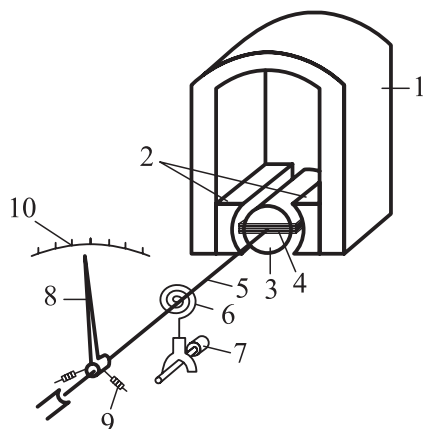
5.3. Ölçeýji abzallaryň gurluşy we işleýiş esaslary

Ölçenýän ululygy san görnüşinde görkezýän ölçeýji abzallary gurluşynyň ýönekeýligi, ýokary ygtybarlylygy we takyklygy bilen tapawutlanýarlar. Olar gurluş boýunça elektromehaniki we elektron abzallaryna bölünýärler.

Elektromehaniki abzal ölçeýji zynjyrdan, ölçeýji mehanizmden we kömekçi elementlerden durýar. Ölçeýji zynjyr ölçenilýän ululygy ölçeýji mehanizme gös-göni täsir edýän başga bir ululyga öwürýär.

Ölçeýji mehanizmde elektrik energiýasy, gurluşyň hereket edýän bölegini belli bir burça süýşürmek üçin gerek bolýan mehaniki energiýa öwürýär. Kömekçi elementlere abzalyň dili, san belgileri ýazylan tagtajyk (şkala), abzalyň daşky gabygy we başga gurluşlar deňişli bolup durýar. İşleýiş esasynda görä elektromehaniki ölçeýji gurluşlar: magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamiki, induksion, ýylylyk, görkezijili, termoelektriki ölçeýji mehanizmlere bölünýärler.

Magnitoelektrik ölçeýji gurluş (mehanizm). Gurluşyň işleýiş esasy hemişelik magnit meýdany bilen hemişelik tokly geçiriji simiň biri-birine özara täsir etmegi esasynda işleýär. (5.1-nji surat).



5.1-nji surat. Magnitoelektrik gurluşyň ölçeýji mehanizmi

berkidilen we olaryň arasyna hereketsiz (3) silindr ýerleşdirilen. Polýuslar we hereketsiz silindr ýumşak magnit materialyndan ýasalýar. Bu gurluş polýuslar bilen hereketsiz silindriň arasyndaky howa boşlugynda deňölçegli radial hemişelik magnit meýdany almaga mümkinçilik berýär. Şol bir wagtyň özünde ulgamyň hereketli böleginiň elektromagnit köşeşdirijisi bolup hyzmat edýän alýumin gapyrjaga sim saralyp (4) tegek emele getirilýär we ol magnit meýdanda ýerleşdirilýär. Hereketli (4) tegek ýarym oklara (5) berkidilýär. Ölçenilýän hemişelik tok garşylykly täsir ediji momentini dörediji spiral görnüşli (6) pružinleriň üsti bilen tegege berilýär. Mundan başga-da, magnitoelektrik gurluşyň kömekçi elementleri abzalyň dilini (7) nola getirýän gurluşdan, (8) abzalyň dilinden, (9) deňagramlaşdyryjydan we (10) şkaladan durýar.

Howa boşlugynda hemişelik magnit meýdany bilen tegekdäki toguň özara täsir etmegi netijesinde aýlanma momenti döreýär we 5 hereketli tegek ýarym oklarda gyşarýar. Tegegiň gyşarmagy $M_{aýl}$ momenti bilen $M_{g.t.e.}$ garşylykly täsir ediji momentleri deňleşýänçä dowam edýär. Şonda (8) abzalyň dili tegekdäki toga proporsional bolan α burça gyşarýar. Ölçeýji mehanizmiň aýlanma momenti elektromagnit güýçleriniň kanunlaryna laýyklykda aşakdaky ýaly kesgitlenýär:

$$M_{a\gamma l} = F_{em} d = B \cdot I \cdot \ell \cdot \omega d = BS \omega I, \quad (5.6)$$

bu ýerde: F_{em} – elektromagnit güýji; B – howa boşlugyndaky magnit induksiýasy; d we ℓ – tegegiň ini we uzynlygy; S – tegegiň meýdany; ω – tegekdäki sarymlaryň sany; I – tegekdäki tok, A.

$M_{a\gamma l} = M_{g.t.e}$ deňlikden alarys:

$$BS\omega I = K\alpha, \quad (5.7)$$

bu ýerde: $M_{g.t.e} = K\alpha$ garşylykly täsir ediji moment; K – proporsionallyk koeffisiýenti.

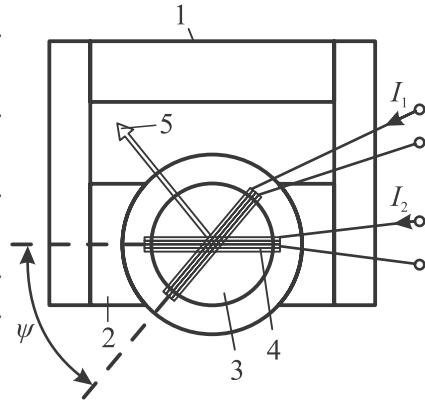
Gyşarma burçuny (5.7) baglanyşykdan kesgitleýäris:

$$\alpha(I) = \frac{BS\omega}{k} I = SI, \quad (5.8)$$

bu ýerde: $S = \partial\alpha / \partial I$ abzalyň duýgurlygy.

Ol abzalyň şkalasynyň ähli ugrunda üýtgemän galýar. Bu magnitoelektrik gurluşyň artykmaçlygyny görkezýär.

Logometr. Bu abzal magnitoelektrik gurluşyň ýene bir görnüşidir (5.2-nji surat). Onda garşylykly täsir ediji moment mehaniki usul bilen däl-de, elektrik usuly bilen döredilýär. Onuň hereketli bölegi biri-birine özara berk birleşdirilen 4 tegeklerden durýar. Tegeklerdäki toklaryň ugurlary olaryň garşylykly täsir ediji momentleri biri-birine garşylykly bolar ýaly edilip saýlanylýar. Polýuslaryň we tegekleriň arasyndaky boşlukdaky magnit meýdany deňölçegsiz bolar ýaly, 2 polýuslaryň içki üsti ellips görnüşli edilip ýasalýar. Abzalyň hereketli bölegi gyşaryp durnuklaşan halatynda aýlanma we garşylykly täsir ediji momentleri deňleşýärler.



5.2-nji surat. Logometriň ölçeyji mehanizmi

$M_{a\gamma l} = M_{g.t.e}$ ýerine ýetýänligi üçin aşakdaky deňligi alarys:

$$B(\alpha) S_1 \omega_1 I_1 = B(\alpha - \psi) S_2 \omega_2 I_2, \quad (5.9)$$

bu ýerde: ψ – tegekleriň arasyndaky burç.

Tegekdäki toklaryň gatnaşygy aşakdaky ýaly bolar:

$$B(\alpha - \psi) \cdot S_2 \cdot \omega_2 / B(\alpha) S_1 \omega_1 = I_1 / I_2.$$

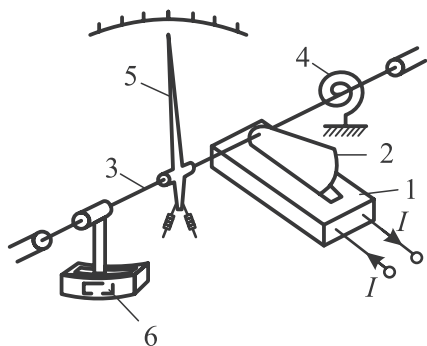
Logometriň diliniň gyşarmasy (5.9) deňlemenden görnüşi ýaly tegeklerdäki toklaryň gatnaşygyna proporsionaldyr:

$$\alpha = f(I_1 / I_2). \quad (5.10)$$

Eger I_1 we I_2 tokly zynjyrlar şol bir çeşmeden ýymitlenýän bolsalar, onda logometriň görkezmesi naprýaženiýäniň üýtgemegine bagly bolmaýar. Şonuň üçin logometr rezistorlaryň garşylyklaryny hem-de elektrik häsiýeti bolmadyk ululyklaryň garşylyga öwrülen bahalaryny kesgitlemek üçin ulanylýar.

Magnitoelektrik gurluşlar has takyk hasaplanýar. Olaryň takyklyk klasy 0,1 deň bolýar. Duýgurlygy boýunça magnitoelektrik gurluşlara deňleşip biljek gurluş ýokdur. Olar gös-göni hemişelik togy ölçemekde ulanylýar. Üýtgeýän toguň zynjyrynda ulanmak üçin dürli görnüşli öwrüji gurluşlar ulanylýar.

Elektromagnit ölçýji gurluş. Onuň işleýiş esasy I tokly hereketsiz (1) tegegiň döredýän magnit meýdany bilen ýumşak magnit materialyndan ýasalan (2) özeniň özara täsirine esaslanandyr (5.3-nji surat).



5.3-nji surat. Elektromagnit gurluşyň ölçýji mehanizmi

Agyrlyk merkezinden süýşürilip (3) oka birleşdirilen (2) özen magnitlenýär we tegegiň içindäki boşluga tarap dartylýar. Özene täsir edýän güýç $M_{aýl}$ aýlaw momentini döredýär.

Garşylykly täsir ediji momenti $M_{gte} = k\alpha$ spiral görnüşli (4) pružin döredýar. Aýlaw momenti we garşylykly täsir ediji moment deňleşen halatynda (5) diliň a gyşarma burçy (1) tegekdäki toguň I ululygyna proporsionaldyr.

Abzalyň diliniň yrgyldysyny gowşatmak üçin howa boşlukly (6) köşeşdiriji ulanylýar. Tegekdäki toguň ugry üýtgände özeniň magnit polýuslary ýerini çalyşýar we özen öňküsi ýaly dartylýar. Şonuň üçin bu gurluş hemişelik we üýtgeýän toguň žynjyrlarynda ulanylýar. Elektromagnit ölçýji gurluşyň aýlaw momenti aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenýär:

$$M_{aýl} = \frac{I^2}{2} \cdot \frac{dL}{d\alpha}, \quad (5.11)$$

bu ýerde L – induktiwlik.

Aýlaw we garşylykly täsir ediji momentler deňleşen halatynda aşakdaky deňligi alarys:

$$(I^2 / 2) dL / d\alpha = K\alpha.$$

Bu deňlemenden toguň bahasy bilen abzalyň diliniň gyşarma burçunyň funksi-
onal baglanyşygy kesgitlenýär:

$$\alpha = \frac{I^2}{2k} \cdot \frac{dL}{d\alpha}. \quad (5.12)$$

Elektromagnit ölçýji gurluşly abzalyň şkalasynyň çyzykly dälidigi (5.12) deňlemiden görünýär. Özeniň 2 daşky görnüşini üýtgedip, $dL/d\alpha$ gatnaşygyň dürli bahalaryny alyp, mümkin boldugyça $\alpha = f(I)$ baglanyşygyň çyzykly dälidiginiň öwezi doldurylýar.

Adaty ölçýji abzallarda başlangyç çyzykly däl bölegi şkalanyň 20-25% tutýar we köplenç graduslara bölünmeýär. Bu gurluşyň duýgurlygyny peseldýär. Elektromagnit gurluşyň artykmaçlygyna onuň gurluşynyň ýönekeýligini, köp ýük göterip bilijilik ukybyny, hemişelik we üýtgeýän toguň zynjyrlarynda goşmaça öwrüjileri ulanman ulanyp bolýandygyny degişli etmek bolar. Esasy ýetmezçiligine takyklygynyň we duýgurlygynyň pes bolýandygyny görkezip bolar.

Elektrodinamiki ölçýji gurluş. Onuň işleýiş esasy hereketsiz tokly tegegiň döredýän magnit meýdanynyň tokly hereketli tegegiň simine edýän täsirine we tersine, ýagny, hereketli tokly tegegiň döredýän magnit meýdanynyň hereketsiz tokly tegegiň simine edýän täsirine esaslanandyr. (5.4-nji surat).

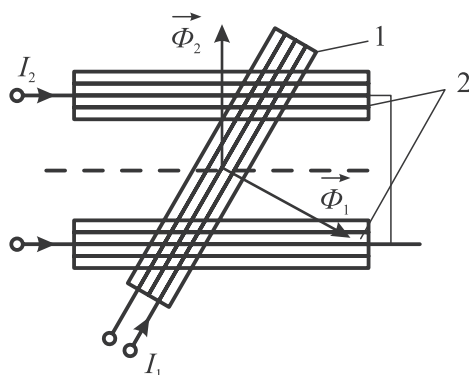
Hereketli we hereketsiz tegeklerden akýan I_1 we I_2 toklar Φ_1 we Φ_2 magnit akymalaryny döredýärler. Oka berkidilen hereketli tegege magnit meýdany täsir edende, ol özüniň Φ_1 magnit meýdanynyň akymynyň ugry hereketsiz tegekde döreýän Φ_2 magnit meýdanynyň akymynyň ugry bilen gabat gelýän ugra tarap hereket edýär. Şonda 1-nji tegege täsir edýän güýç aýlanma momentini döredýär:

$$M_{ayl} = \frac{dW_m}{d\alpha} = I_1 I_2 \frac{dM}{d\alpha}, \quad (5.13)$$

bu ýerde M – tegekleriň özara induktiwlige.

Elektrodinamiki ölçýji gurluşyň aýlaw momenti tegeklerdäki toklaryň köpeltmek hasylyna we hereket edýän tegek aýlananda M özara induktiwligiň üýtgetmek tizligine göni proporsionaldyr. Şonuň üçin abzalyň şkalasy çyzykly dälidir.

Elektrodinamiki gurluş togy, naprýazeniýäni hem-de kuwwaty ölçemek üçin ulanylýar. Olar häzirki zamanyň takyk abzallarynyň bölegi bolup durýar we üýtgeýän toguň zynjyrlarynda ulanylýar. Bu abzallar ýokary takyklykda (0,1; 0,2; 0,5) we göçürilýän görnüşde ýasalýar.



5.4-nji surat.
Elektrodinamiki ölçýji gurluş

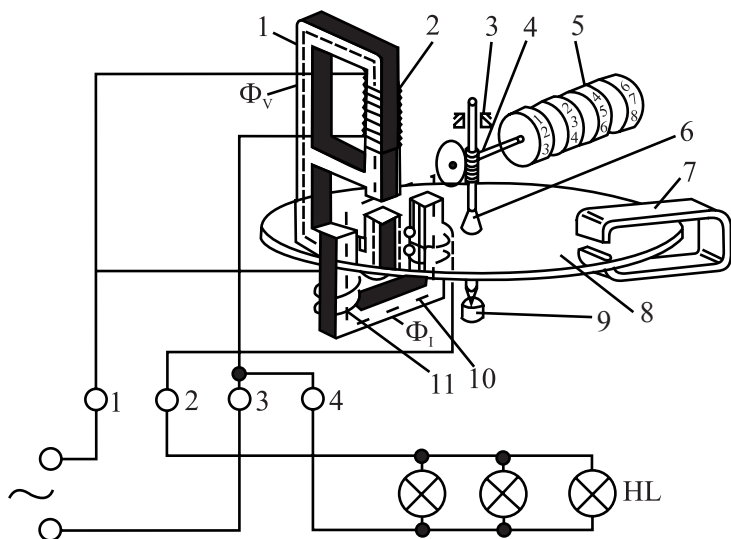
Kuwwatyn köp sarp edilmegi we mehaniki täsirlere duýgur bolmagy bu abzal-laryň kemçiligidir.

Elektrostatiki ölçeyji gurluş. Onda aýlanma momenti hereketli we hereketsiz zaryadlanan geçirijili gatlaklaryň özara täsirinde emele gelýär. Olar diňe naprýa-zeniýäni ölçäp bilýänligi üçin woltmetrlerde ulanylýar. Bu woltmetrleriň şkalalary kwadrat görnüşde bolýarlar.

Elektrostatiki ölçeyji mehanizmleri kiçi kuwwatly, giň ýygrylyk aralygynda (20 Gs – 30 MGs), onlarça yüzlerçe kilowolt naprýaženiýeleri ölçemek üçin ulanyl-ýar. Olaryň takyklyk klasy 1,0; 1,5; 2,5 deňdir.

Oba hojalygynyň önümçiligi şertlerinde elektrikleşdirilen maşynlar we me-hanizmler ulanylanda naprýaženiýe, toguň güýji, sarp edilen elektrik energiýasy we garşylyk ýaly elektrik ululyklary ölçenilýär we gözegçilikde saklanylýar.

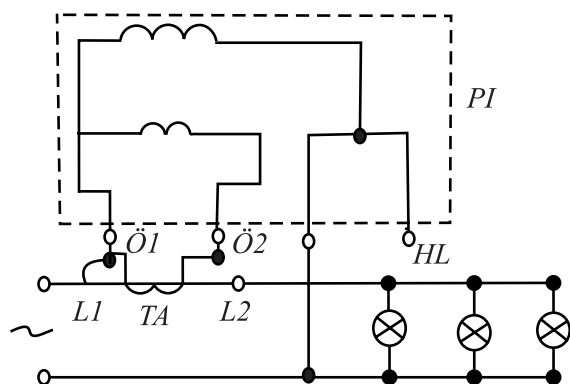
Elektrik energiýasynyň ölçenişi. Sarp edilen elektrik energiýasynyň mukda-ryny ölçemek üçin hemişelik toguň, bir fazaly üýtgeýän toguň (CO görnüşli), üç fazaly toguň işjeň energiýasyny (üç simli we dört simli – CA3, CA4, CA4Y), üç fazaly toguň işjeň däl energiýasyny (üç simli we dört simli – CP3 we CP4) hasap-laýjylar ulanylýar.



5.5-nji surat. Bir fazaly induksion hasaplaýjynyň gurluş shemasy we tok çeşmesine birleşdirilişi

Bir fazaly elektrik energiýasyny hasaplaýjy. Gurluşy we işleýiş esasy 5.5-nji suratda görkezilen. Naprýaženiýäniň (2) tegegi saralan (1) magnit geçirijiniň we (11) toguň tegegi saralan (10) magnitgeçirijiniň arasyndaky boşlukda (9) pružinli esasa we (3) daýançada saklanýan (6) oka berkidilen (8) alýumin disk ýerleşýär. Diskiň aýlawy (4) reduktoryň kömegi bilen (5) sanajy mehanizme geçirilýär. Elektrik energiýasyny kabul ediji bilen yzygider birleşdirilen toguň (11) tegegi,

hasaplaýjynyň niýetlenen toguna hasaplanan az sarymly, uly diametrli simden saralýar. Elektrik energiýasyny kabul ediji bilen, parallel birleşdirilen naprýaženiýäniň (2) sarymy, köp sanly 8000...12000 sarymly we diametri 0,08...0,12 mm bolan izolirlenen inçe mis siminden saralýar. Naprýaženiýäniň tegegi setdäki naprýaženiýä birleşdirilen halatynda, toguň tegeginde ulanyjynyň togy akanda, alýumin diskiň üsti bilen ýapylýan magnit geçirijilerde döreýän Φ_v we Φ_l üýtgeýän magnit akymly döredýär. Şol bir wagtda Φ_l magnit akymy diskiň üstünden iki gezek geçýär ($+\Phi_l$ we $-\Phi_l$). Üýtgeýän Φ_v , $+\Phi_l$ we $-\Phi_l$ magnit akymly alýumin diskinde köwlenme toklaryny döredýän we ony aýlanmaga mejbur edýän hereket edýän (ylgaýan) magnit meýdanyny döredýärler. Alýumin diskiň beýleki gyrasy nal şekilli (7) hemişelik magnidiň polýuslarynyň arasynda ýerleşýär. Alýumin diskiniň aýlanýan wagty döreýän köwlenme toklary (7) hemişelik magnidiň güýç çyzyklary bilen kesişýärler we togtadyjy momenti döredilýär. Bu moment ulanyjynyň ýok halatynda diskiň aýlawyny togtadýar. Hasaplaýjy mehanizmiň sag tarapyndaky gyrasyndaky tigrçek reduktoryň üsti bilen diskiň okuna birleşýär. Hasaplaýjynyň diskiniň aýlanýan mahaly ol hem aýlanýar. Bu tigrçek bir gezek aýlananda onuň gapdalyndaky ikinji tigrçek 1/10 aýlaw edýär, ikinji tigrçek bir gezek aýlananda bolsa üçünji tigrçek 1/10 aýlaw edýär we ş.m. Tigrçekleriň üstlerinde sanlar ýazylan bolýar we olar hasaplaýjynyň aýnasynyň aňrysindaky gözenekden görünýär (5.7-nji surat). Elektrik energiýasyny ulanyjynyň sarp eden energiýasyny hasaplamak üçin hasaplaýjynyň soňky görkezmen sanyndan onuň öňki görkezmesini aýyrmaly.



5.6-njy surat. Elektrik hasaplaýjynyň elektrik zynjyryna birleşdiriliş shemasy

Üç fazaly elektrik energiýasyny hasaplaýjylar. Iki we üç elementli edilip ýasalýar. Her bir elementiň döredýän magnit momentleri üç fazaly toguň sarp edilen energiýasyna proporsional bolan umumy magnit momentini döredýärler. Bu momentiň täsiri astynda hasaplaýjynyň hasaplaýjy mehanizmi bilen bagly

bolan, umumy hereketlenýän bölegi aýlanýar. Elektrik energiýasyny hasaplaýjy, onuň üstünden sagatda bir kilowada deň bolan elektrik energiýasy geçende, diskiň eden aýlaw sany bilen häsiýetlendirilýär. Bu ululygy hasaplaýjynyň ýüzünde görner ýaly edýärler. Onuň ýüzünde mundan hem başga naprýaženiýäniň, toguň, ýygylgyň niýetlenen bahalary we takyklyk synpy görkezilýär (5.6-njy surat).

Hasaplaýjynyň ölçeyiş çägin ulaltmak üçin toguň transformatorlary ulanylýar. Hasaplaýjy elektrik setine toguň transformatorynyň üsti bilen birleşdirilende sarp edilen elektrik energiýasy aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenýär:

$$W = k_T (W_2 - W_1), \quad (5.14)$$

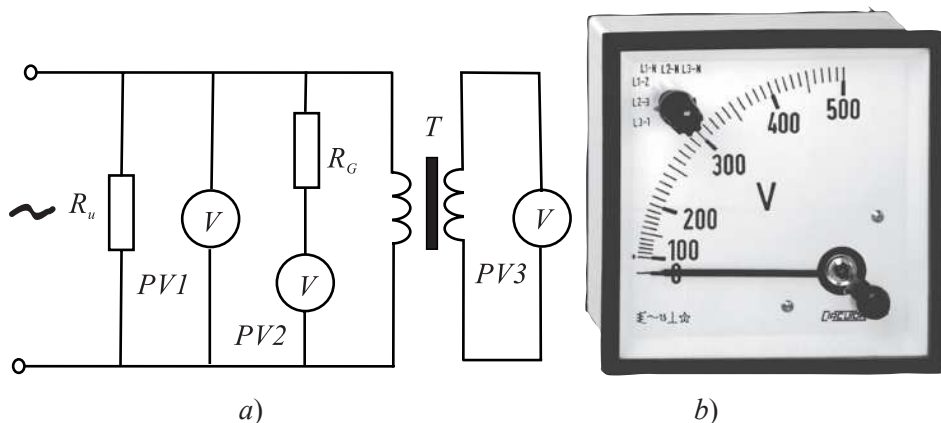
bu ýerde: k_T – toguň transformatorynyň transformasiýa koeffisiýenti; W_1 we W_2 ölçegiň geçirilýän wagtynyň başynda we ahyrynda hasaplaýjynyň görkezýän sanlary.

Häzirki wagtda dürli görnüşli awtomatik ulgamlarda elektrik energiýasyny hasaba almak üçin niýetlenen, çykyşlarynda teleölçegi, impulsy bolan bir we üç fazaly elektron, mikroprocessorly elektrik energiýasyny hasaplaýjylar çykarylýar. Olaryň käbirleriniň daşky görnüşleri 5.7-nji suratda getirilýär.



5.7-nji surat. DT üç fazaly we DD bir fazaly elektrik energiýasyny hasaplaýjylar

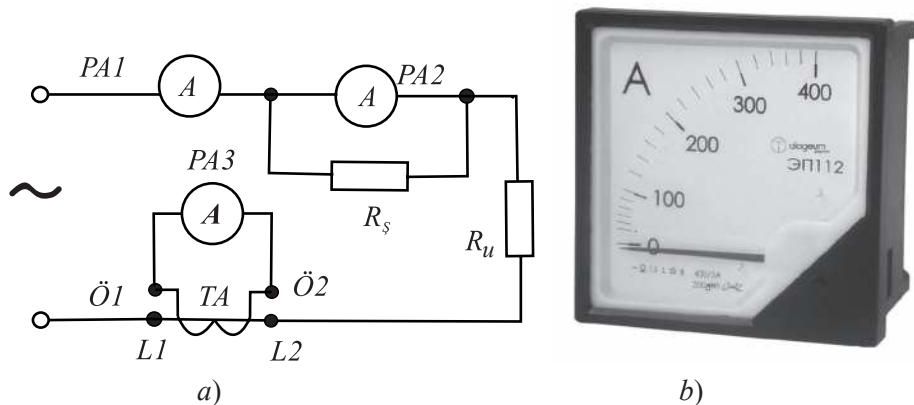
Naprýažiniýäni ölçemeklik woltmetriň kömegi bilen amala aşyrylýar. Ol üstüne düşýän naprýaženiesini ölçemek gerek bolan elektrik energiýasyny ulanyjynyň gysgyçlaryna parallel birleşdirilýär. Ölçeyiş çägin ulaltmak üçin woltmetre yzygider edip R_G goşmaça garşylyk ýa-da T ölçeyji transformatorlar birleşdirilýär (5.8-nji surat).



5.8-nji surat. Naprýaženiýäni ölçemek:

a – woltmetri elektrik zynjyryna birleşdirmegiň shemasy; b – woltmetriň daşky görnüşi

Toguň güýjüni ölçemeklik. Üýtgeýän toguň zynjyrynda elektrik togunyň güýjüni ölçemek üçin elektromagnit ölçeyji mehanizmlili ampermetrler ulanylýar. Eger ölçenilýän toguň bahasy ampermetriň ölçeyiş çäginde bolsa, onda ol garşylygy ölçenýän zynjyryň bölegine yzygider edilip birleşdirilýär. Eger-de, ampermetriň ölçeyiş çägi ölçenilmeli toguň bahasyndan kiçi bolsa, onda togy ölçenilýän zynjyryň bölegine parallel edip şuntlar ýa-da togy ölçeyji transformatorlar birleşdirilýär. Şuntlar hemişelik toklar ölçenende, togy ölçeyji transformatorlar bolsa üýtgeýän toguň zynjyrlarynda ulanylýar (5.9-njy surat).



5.9-njy surat. Toguň güýjüniň ölçenişi:

a – ampermetri elektrik zynjyryna birleşdirmegiň shemasy; b – ampermetriň daşky görnüşi

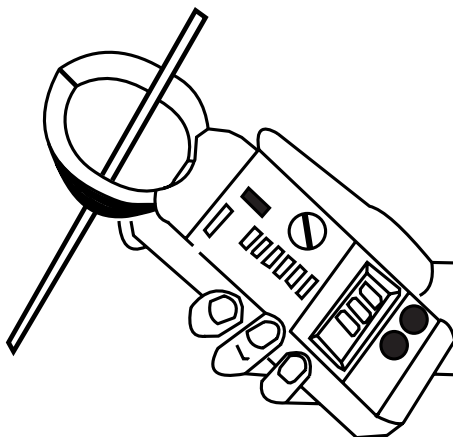
Tok ölçeyji transformator. Elektrotehniki polatda ýygňalan, goralan ýa-da sütünli ýapyk magnitgeçirijiden we iki sany birinji hem-de ikinji tegekden durýar. Birinji tegegiň $L1$ we $L2$ gysgyçlary elektrik energiýasyny ulanyjylar bilen yzygider edilip, zynjyra birleşdirilýär. Onuň ikinji tegeginin $Ö1$, $Ö2$ uçlary bolsa

ölçeyji abzallara: ampermetrlere, watmetrlere, elektrik hasaplaýjylara birleşdirilýär. Ölçeyji transformatorlar aşakdaky ýaly işleýär. Üýtgeýän tok transformatoryň birinji sarymyna geçip, magnitgeçirijide üýtgeýän magnit akymyny döredýär. Bu akym transformatoryň ikinji sarymyny kesip geçip, onda elektrik hereketlendiriji güýjüni (EHG) döredýär. EHG-niň täsiri astynda transformatoryň ikinji sarymynda elektrik togy döreýär. Bu toguň bahasyny togy ölçeyji transformatoryň transformasiýa koeffisiýentini aşa ulanyp kesgitlep bolýar:

$$k_T = I_1 / I_2 = \omega_2 / \omega_1, \quad (5.15)$$

bu ýerde – ω_1 we ω_2 degişlilikde birinji we ikinji sargylaryň sarymlarynyň sany

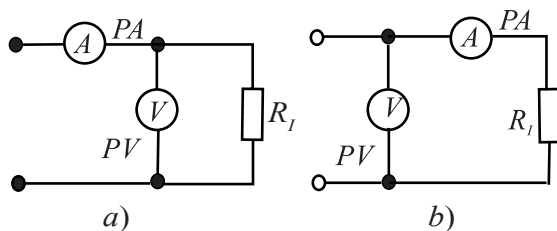
Birinji toguň ikinji toga bolan gatnaşygy toguň transformatorynyň ýan kita-bynda görkezilýär. Toguň transformatorynyň birinji sarymy ulanyjynyň toguna hasaplanan uly kese kesikli geçiriji simden saralýar, ikinji sarymy bolsa 5 A toga hasaplanyp, kese kesigi saýlanyp alynýar. Togy ölçeyji transformatorlar diňe bir ölçeyiş çägin ulaltman, gulluk edýän adamy 1000 Wolt naprýaženiýeden uly bolan naprýaženiýeler bilen iýmitlenýän elektrik enjamlaryndaky togy ölçemeklige mümkinçilik berýär. Toguň transformatory ulanylanda onuň ikinji sarymynyň uçlaryny açyk ýagdaýda goýmaly däl. Açyk goýlan ýagdaýynda özendäki magnit akymynyň onlarça we ýüzlerçe esse artmagy mümkin we ikinji sarymdaky EHG gulluk edýän adamyň jan saglygy hem-de abzallar üçin howply çäklere ýetip biler. Naprýaženiýesi 1000 wolta çenli bolan elektrik enjamlaryndaky toklar ölçenende zynjyry üzmezden gönükdirijili ýa-da san görkezijili tok ölçeyji atagzylaryň köme-gi bilen hem ölçäp bolýar (5.10-njy surat).



5.10-njy surat. Atagzy şekilli tok ölçeyjiniň daşky görnüşi

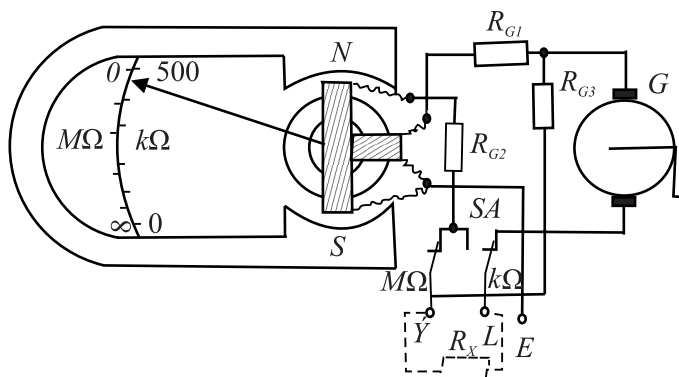
Garşylyklaryň ölçenişi. Kiçi (1 Om-a çenli) bolan garşylyklary ölçemek üçin ampermetrleriň we woltmetrleriň köme-gi bilen 5.11-nji a shemada görkezilişi ýaly ölçäp bolýar. Orta ululykly (1 Om-dan 100 000 Om-a çenli) bolan garşylyklary

ölçemek üçin ampermetrleriň we woltmetrleriň kömegi bilen 5.11-nji *b* shemada görkezilişi ýaly ölçäp bolýar.



5.11-nji surat. Ampermetriň we woltmetriň kömegi bilen garşylygyň ölçenişiniň shemalary

Uly garşylyklary, meselem, elektrik enjamlarynyň izolýasiýasynyň garşylyklaryny *megaommetrleriň* kömegi bilen ölçäp bolýar (5.12-nji surat).



5.12-nji surat. Uly garşylyklary ölçemek üçin megaommetriň gurluşy we birleşdiriliş shemasy

Ol suw geçirmeýän plastmassa gabygy bilen örtülen, 500 ýa-da 1000 Wolt naprýaženiýä niýetlenen, tutawajy el bilen aýlandyryp işledilýän hemişelik toguň generatoryndan, magnitoelektrik logometriň ölçýji mehanizminden durýar. Logometriň hereketsiz bölegi-ahyrlary magnit polýuslary bilen çäklenen hemişelik magnitden we ýumşak polatdan durýan özenden ybaratdyr. Onuň hereketli bölegi biri-birine belli bir burç bilen berkidilen we görkezgiç bilen bir okda ýerleşen iki sany halkadan durýar.

Logometriň işçi tegegi az sarymly, ýeterlik derejede uly bolan kese kesikli izolirlenen simden ybaratdyr. Bu halka generator we ölçenilýän R_x garşylyk bilen zyzgider birleşdirilýär. Garşylykly täsir ediji ikinji tegek inçe simden köp sarymly edilip ýasalýar. Ol generatora parallel edilip birleşdirilýär. Halkalara elektrik togý momentleri bolmadyk pružinleriň üsti bilen birleşdirilýär. Şonuň üçin megaommetriň işlemeýän wagtynda görkezgiç başlangyç ýagdaýy eýeleýär.

Halkalaryň tegeklerinden akýan toklar hemişelik magnit meýdany bilen täsir edişip, bu toklara proporsional bolan iki sany aýlanýan momentleri döredýärler. Jemleýji aýlanýan magnit meýdany logometriň hereket edýän bölegini we onuň bilen bagly bolan görkezgiji barlanylýan abzalyň izolýasiýasynyň garşylygyna proporsional bolan burça gyşardýar.

Logometriň işleýşiniň aýratynlygy, onuň görkezmesiniň generatory tutawajynyň el bilen aýlandyryp öndürilýän naprýaženiýesiniň ululygyna bagly däldir. Megaommetriň iki sany graduslara bölünen şkalasy bardyr. Olaryň biri megaomlarda ($M\Omega$), beýlekisi bolsa ($k\Omega$) kiloomlardyr.

Megaommetriň tutawajy aýlanýan wagtynda onuň görkezmesi alynýar. Onuň bir ölçeniş çäginde beýleki ölçeniş çägi ýöriteleşdirilen *SA* geçirijiniň kömegi bilen amala aşyrylýar. Haçan-da ýitýän toklaryň ýalňyşlygyny we izolýasiýanyň garşylygynyň şuntlaýjy täsirini aradan aýyrmak üçin *L* (liniýa), *Y* (ýer) we *E* (ekran) atly gysgyçlary bolan megaommetrler ulanylýar.

5.4. Elektrik däl ululyklaryň ölçenilişi

Oba hojalyk önümçiliginde tehnologik hadysalary gözegçilikde saklamak üçin dürli elektrik däl ululyklary ýokary takyklykda we duýgurlykda ölçemeklik talap edilýär. Bu talaplara elektrik ölçeýji abzallar hötde gelip bilýärler. Elektrik häsiýeti bolmadyk ululyklary elektrik abzallary bilen ölçemeklik üçin elektrik däl ululygy onuň bilen funksional baglanyşygy bolan elektrik ululyga (toguň güýjüne, naprýaženiýä, garşylyga, induktiwlige, sygyma we ş.m.) öwürýän gurluşlar bolan ölçeýji öwürjiler ýa-da datçikler ulanylýar. Eger elektrik häsiýeti bolmadyk ululyklar – garşylyga, induktiwlige, sygyma öwürülýän bolsa onda bu datçiklere **parametrik**, eger EHГ öwürýän bolsa onda olara **generator** datçikleri diýilýär.

Reostat özgerdijileri. Onuň işleýşi süýşme ululygyna baglylykda geçiriji simiň elektrik garşylygynyň üýtgemegine esaslanandyr. Reostat öwürji adyndan belli bolşy ýaly elektrik häsiýeti bolmadyk ululygyň täsiri astynda reostatyň süýşürijini süýşürüp onuň garşylygynyň üýtgemeginiň arasyndaky baglanyşyk tapylýar.

Tenzoduýujy özgerdijileri (*tenzorezistorlar*). Olaryň işleýiş esaslary tenzoefekt hadysasyna esaslanandyr. Mehaniki naprýaženiýäniň ýa-da deformasiýanyň täsiri astynda geçiriji simiň garşylygynyň üýtgemegine esaslanandyr. Geçiriji simiň geometrik ölçegleriniň, uzynlygynyň, kese kesiginiň meýdanynyň we udel garşylygynyň üýtgemegi netijesinde onuň garşylygy üýtgeýär.

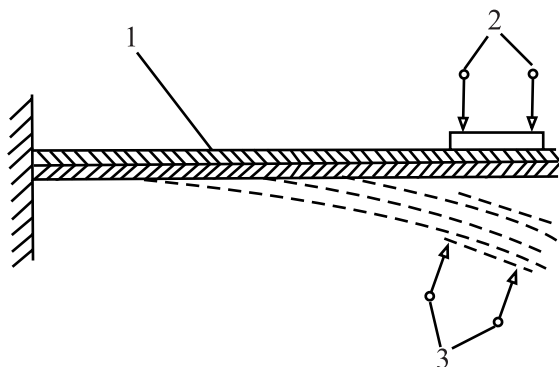
Galtaşma usuly bilen temperaturany ölçeýji özgerdijileri. Galtaşmaly (kontaktyly) simaply termometrleriň (5.13-nji surat) iki sany galtaşmalary bardyr.

Olaryň biri (1) simaply kapillýara galaýylanyp birleşdirilýär. Beýlekisi (3) inçe wolfram siminden ýasalyp, (4) magnitli aýlandyrylýan gurluşyň kömegi bi-

len gerek bolan temperatura sazlanyp goýulýar. Hereketli elektrod termometriň içinde ýerleşen wint boýunça dik ugurda hereket edýän gaýka berkidilýär. Termometr sazlananda onuň içinde ýerleşen wintniň başy, (4) magnit bilen aýlandyrylýar. Termometriň ýokarky böleginde, plastmassadan ýasalan gapagyň aşagynda ýerleşen, ýöriteleşdirilen gysgyçlara daşky simler galtaşmalara birleşdirilýär. Temperatura gerek bolan ululygyna ýetende, simap sütüni elektrodalaryň arasyny birleşdirýär. Elektrik zynjyry emele getirilýär. Shema gerek bolan işi ýerine ýetirmek üçin awtomatik usulda maglumat berilýär. Galtaşmaly termometrler guradyjy şaflarda, termostatlarda, inkubatorlarda, akwariumlarda we ş.m. ýerlerde ulanylýar.

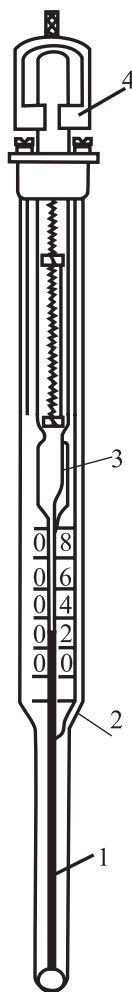
Temperaturanyň bimetal özgerdijileri. Biri-birine berk kebsirlenen, çyzykly ýylylyk giňelişleri dürli-dürli bolan iki sany metal **gatlaklaryndan** durýar (5.14-nji surat). Gatlaklar (1) gyzdyrylanda olar birmeňzeş uzamaýarlar. Haýsy gatlagyň uzynlygyna giňeliş koeffisiýenti kiçi bolsa olar şol tarapa egrelýärler. Şoňa öwrüji bilen bagly bolan (3) dolandyryjy galtaşma ýapylýar we beýleki (2) galtaşma bolsa açylýar.

Bimetal öwrüjileriň duýgurlygyny artdyrmak üçin onuň uzynlygyny ulaldýarlar. Bimetal gatlaklaryň göwrümini kiçeltmek üçin olary spiral görnüşinde ýasaýarlar. Olar awtomatik sazlaýjyly elektrik ütüklerinde, magnit işe goýberijileriň ýylylyk relelerinde, awtomatik öçürjilerde ulanylýar.



5.14-nji surat. Temperaturanyň bimetal özgerdijileri

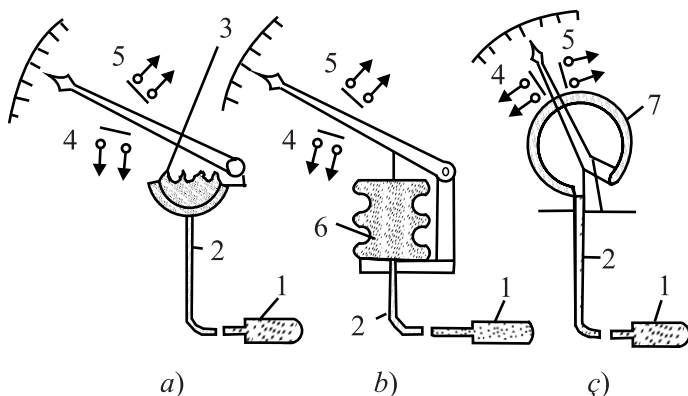
Temperaturanyň manometrli özgerdijileri suw ýa-da gaz bilen doldurylan jebis (germetik) ulgamdan, (1) ýylylyk çalşyjydan, (2) kapillýar turbajyklardan, (3) membrana görnüşli ölçeýji elementden, (6) silfondan ýa-da (7) prужin görnüşli turbajykdan durýar (5.15-nji surat).



5.13-nji surat.
Simaply
galtaşmaly
termometriň
gurluşy

Manometrli öwrüjilerde dolduryjy deregine simap, aseton, efir, spirt, azot, we beýleki gazlar ulanylýar. Temperatura ölçenende, ölçeýji element bilen bagly bolan görkezgiç (4) we (5) elektrik galtaşmalaryna täsir edýär. Manometrli öwrüjiler ýylylyk signalizatorlarynda we ýylylyk sazlaýjylarynda ulanylýar.

Temperaturany galtaşmasyz özgerdijiler. Temperaturany ölçemegiň we sazlamagyň awtomatik ulgamlarynyň ygtybarlygyny ýokarlandyrmak üçin termojübütler, termogarşylyklar, termistorlar we pozistorlar ulanylýar.



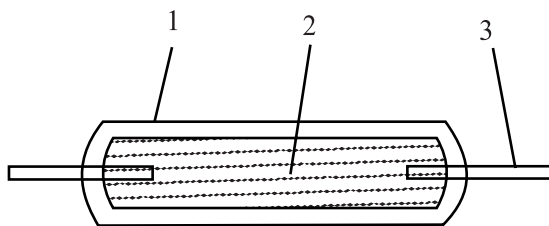
5.15-nji surat. Temperaturanyň manometrik özgerdijileriniň gurluşy:

a – membrana gutusy, b – silfon, ç – turba şekilli pružin

Termoelektrik termometrleri-termojübütler. Bir taraplary galaýylanan ýa-da kebşirlenen, dürli ýylylyk geçirijilikli koeffisiýentli iki sany simden ybaratdyr. Onuň beýleki taraplary ölçeýji abzallara ýa-da gurluşlara birleşdirilýär. Termojübütiň birleşdirilen uýy temperaturasy ölçenýän ýerde ýerleşdirilýär. Onuň bu uýy gyzdyrylanda beýleki açyk uçlarynda EHG emele gelýär. EHG-niň ululygy termojübütiň kebşirlenen we açyk uçlarynyň arasyndaky temperaturanyň tapawudyna proporsionaldyr. Termojübüti ýasamak üçin hromel-kopel, hromel-alýumel, nihrom-konstantan we başgalar ulanylýar.

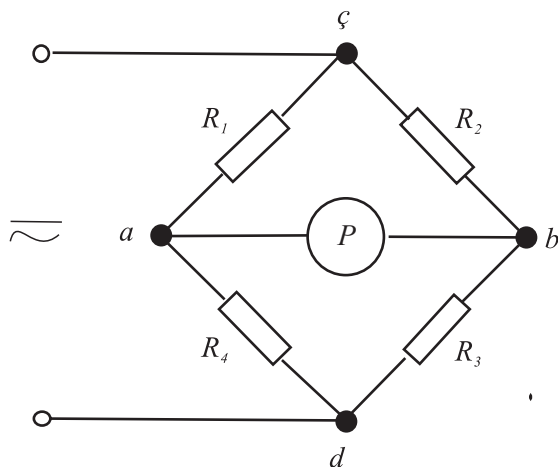
Ýylylyk duýujyly özgerdijiler. Geçirijileriň ýa-da ýarym geçirijileriň elektrik garşylyklarynyň temperatura baglylygyna esaslanandyr.

Termistorlar. Metal oksidiniň garyndylaryndan: marganesden, misden, nikeliden, kobaltdan, titandan we ş.m. materiallardan ýasalýan termometrleridir. Temperaturanyň artmagy bilen ýarym geçirijiniň garşylygy dereje görkezijili kanunalaýyklykda peselýär. Şonuň üçin olaryň garşylyklarynyň otrisatel temperatura koeffisiýentleri bardyr. Käbir belli termistorlarda bu koeffisiýent metallara garanda 6...10 esse uludyr. Bu termistorlaryň garşylyklary -100 -den $+120^{\circ}\text{C}$ aralygynda has hem köp üýtgeýär. Köp halatlarda mis-marganes (MMT) we kobaltmarganesli (KMT) termistorlar ulanylýar. Termistorlar silindr, şaýba, ýa-da içi (2) ýarym geçirijili materialdan doldurylyp we olardan daşyna (3) elektrodlary çykarylyp goýlan, iki tarapy galaýylanan (1) turba görnüşli edilip ýasalýarlar (5.16-njy surat).



5.16-njy surat. Termistoryň gurluşy

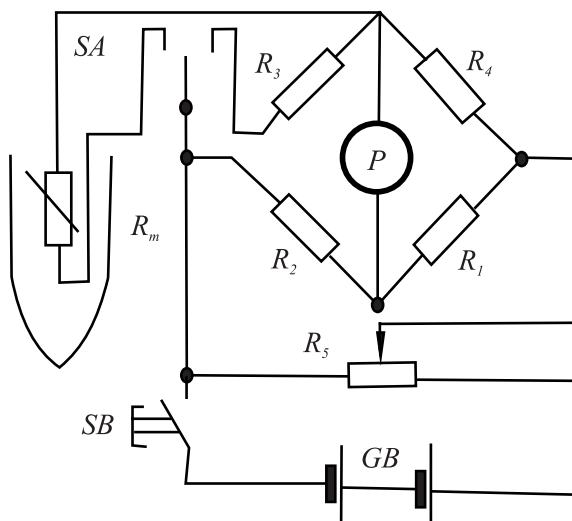
Pozistorlar. Položitel temperatura koeffisiýentli garşylygyň ýarym geçirijili termometrleridir. Ýokary takyklykda ölçeg işlerini geçirmek üçin abzallarda hemişelik toguň köpri görnüşli shemalary ulanylýar. Elektrik-köpri görnüşli shema dört sany garşylykdan ybarat bolup 5.17-nji suratdaky shema boýunça ýygnaýar. R_1, R_2, R_3, R_4 garşylyklar elektrik köprüsiniň eginleri bolup durýar. Ölçeýji P abzal köprüniň ab diagonalyna birleşdirilýär. Tok çeşmesi cd diagonalna birleşdirilýär. Eger hemişelek toguň köprüsiniň garşylykly eginlerindäki garşylyklaryň köpeltmek hasyllary özara deň bolsalar, onda P ölçeýji abzaldan akýan toguň ululygy nola deň bolýar we $R_1 R_3 = R_2 R_4$ deňlik ýerine ýetýär. Bu deňligiň bozulan halatynda ölçeýji abzalyň görkezgiji noldan gyşarýar. Elektrik köprüsini deňagramlylyk ýagdaýyna gaýtaryp getirmek üçin ýokardaky deňligiň ýerine ýetirilmegini gazanmaly. Elektrik häsiýeti bolmadyk ululyklar elektrik ölçeýji usullary bilen ölçenende, köprüniň garşylykly eginlerindäki garşylyklaryň köpeltmek hasyllarynyň deňligi bozulýar we ölçenýän ululyga proporsional bolan tok diagonaldaky ölçeýji abzalyň üstünden akýar.



5.17-nji surat. Elektrik köprüsiniň gurluşy

Topragyň temperaturasyny ölçeýji termometrler. Agronomçylyk işlerinde topragyň temperaturasyny dürli çuňluklarda ölçenýän, toprakda we sürümde

ulanylýan termometrler giňden ulanylýar. Bu abzallaryň esasy bölekleri pultdan we temperaturanyň datçiklerinden durýar. Ýerine ýetirilmeli işiň görnüşine baglylykda termometr ýylylyk barlaýjynyň içinde ýa-da metaldan ýasalan gapda ýerleşdirilip bilner. 5.18-nji suratda sürümde ulanylýan termometriň gurluşynyň shemasy getirilen. Köprüniň üç egnindäki R_1 , R_2 , R_3 , garşylyklar we R_4 barlag edilýän garşylyklar temperaturanyň üýtgemegi bilen garşylygyny ýütgetmeýän manganit siminden ýasalýar. Ölçeg geçirilmeginiň ön ýanynda datçik topraga çümdürilýär. Topragyň temperaturasyny pultda ýerleşen P ölçeýji abzalyň görkezmesinden alýarlar. Elektrik termometri ölçeg geçirilmeginiň ön ýanynda sazlanýlar. Onuň üçin SA geçirijiniň kömegi bilen termorezistoryň deregine garşylygyny üýtgedip bolýan R_4 potensiometr birleşdirilýär. Potensiometriň tutawajyny süýşürmek arkaly P abzalyň görkezişini şkalanyň soňky böküminiň üstüne getirilýär. Soňra SA geçiriji iş düzgüninde goýulýar we SB düwmäni basyp temperatura ölçenýär. Bu düwme diňe shema gysga wagtlaýyn işe girizilende, sazlanýan we ölçeg geçirilýän wagtynda basylýar. Elektrik termometri pultuň ýöriteleşdirilen gabynda ýerleşen GB galwanik elementden iýmitlendirilýär.



5.18-nji surat. Topragyň temperaturasyny ölçeýji termometriň shemasy

Gazlaryň çyglylygyny öwrüjiler. Gazlaryň çyglylygyny **gigrometrli** öwrüjileriň duýujy elementi hökmünde adamyň ýagy aýrylan saçy, şahly mallaryň içegesiniň daşyndaky gatlakdan ýasalan, galyňlygy 5-30 mkm bolan plýonka ýa-da mallardan alnan plýonka meňzeş häsiýetli wiskoza plýonkasy ulanylýar. Olar çyglananlarynda süýnýärler.

Çyglylygyň ýarym geçirijili öwrüjileri – gigroskoplar çyglylyk artanda garşylyklary ep-esli azalýan ýarym geçirijili materiallardan, plýonka görnüşinde edilip ýasalýar.

Çyglylygyň konduktometrli ýokary ýyglylykly öwrüjileri tekiz ýa-da silindr görnüşli kondensator ýaly edilip ýasalýar. Bu kondensatoryň obkladkalarynyň arasynda ýerleşdirilen materialyň çyglylygyna baglylykda onuň sygym ýa-da işjeň togy üýtgeýär. Bu toklaryň üýtgemesini bolsa görkezgiçli abzal duýýar we görkezýär.

Dereje görkezijili öwrüjiler. Suwuklygyň we ürgün materiallaryň, meselem: suwuň, ýaglaryň, däneleriň, çägeleriň derejelerini ölçemek üçin ulanylýar.

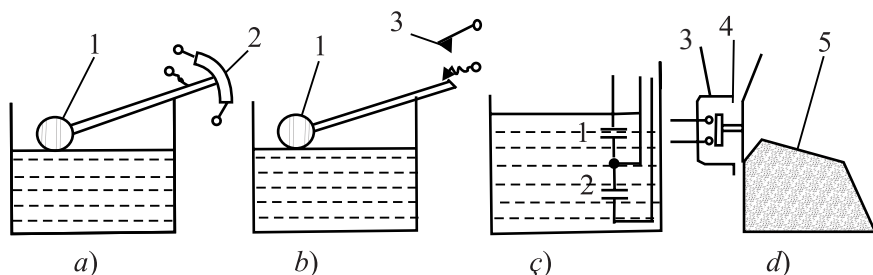
Ýüzgüçli öwrüjiler. Olar (1) ýüzgüçden we derejäniň bahasyny elektrik ululygyna öwürýän (2) potensiometrden ýa-da (3) galtaşmalardan durýar (5.19-nji a, b suratlar).

Elektrodly suwuň derejesini öwrüjiler. Iki sany (1) we (2) silindr ýa-da tekiz elektrodlardan durýar. Haçan-da suw öwrüjiniň derejesine ýetende, suw galdyryjyny dolandyrmak üçin ulanylýan tok elektrodларыň arasynda döreýär (5.19-njy ç surat).

Derejäniň membranaly öwrüjileri. Bunker (5) ürgün materiallar bilen doldurylanda elastik materialdan ýasalan (4) membranany egredýär. Bu membrana (3) galtaşmalar bilen bagly bolup durýar. Olaryň üsti bilen konteýnere ürgün materialy berýän ulgamyň işini bes etdirmek üçin duýduryş berilýär (5.19-njy d surat).

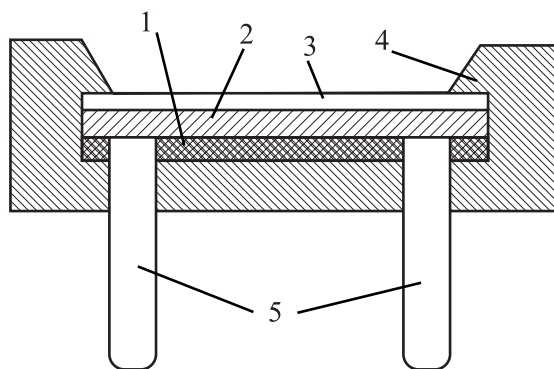
Optiki öwrüjiler. Ýagtylandyryşyň üýtgeýişini duýujy datçik hökmünde ulanylýar.

Fotorezistor. Aýna (1) plastinkadan, onuň üstüne gurşunyň, wismutyň, kadminiň kükürt birleşmelerinden ýasalan ýarym geçiriji elementleriň ýuka gatlagy örtülýär. Gatlagyň garşylykly taraplaryna metaldan ýasalan (5) elektrodlar berkidilýär. Fotorezistor plastmassa gabykda ýerleşdirilýär. Onuň öň tarapynda (3) lak bilen örtülen gatlagy we ýagtylyk geçär ýaly (4) işçi gözenegi bolýar. Ýagtylygyň täsiri astynda erkin elektronlar we elektrik geçirijilik artýar (5.20-nji surat).



5.19-njy surat. Derejäni öwrüjiler:

a we b – ýüzgüçli; ç – elektrodly; d – membranaly



5.20-nji surat. Fotorezistoryň gurluşy

Galtaşmaly öwrüjiler. Girişindäki duýduryş açyk ýa-da ýapyk galtaşmalaryň biriniň ýagdaýyna öwrülýär. Onuň ýönekeý mysaly, ýagdaýlary girişdäki signal-lardan bagly bolan iki sany galtaşmadan ybaratdyr. Bu öwrüjiler bolup dürli gör-nüşli ýolda we ahyrda oturdylýan öçürijiler hyzmat edýärler.

Basyşyň datçikleri (öwrüjiler). Oba hojalyk önümçiliginde suwuklyklaryň, gazlaryň basyşyny ölçýän abzallaryň dürli görnüşleri bardyr. Köp datçikler basyşy mehaniki süýsmä we güýje öwürýärler. İşleýiş esaslaryna görä basyşy: suwuklykly, pružinli, porşenli, kombinirlenen, elektrik we pezelektrik datçikle-rine bölýärler.

Tahometr datçikler (tahogeneratorlar). Mehaniki aýlawy elektrik signalla-ryna öwürýän kiçi kuwwatly elektrik maşynlarydyr. Olar aýlaw ýygylgyna pro-porsional bolan naprýaženiýäni almaklyga niýetlenendir. Tahogeneratorlary burç aýlaw ýygylgynyň datçigi hökmünde ulanýarlar. Çykyşyndaky naprýaženiýä-niň we gurluşyna baglylykda üýtgeýän we hemişelik toguň tahogeneratorlaryna bölýärler.






















5.5. Abzalyň şkalasyndaky şertli belgiler we ölçeg geçirilende olaryň saýlanyp alnyşy

Haýsy-da bolsa bir ululygy ölçemek üçin abzalyň şol ululygy ölçäp biljekdigi-ni kesgitlemeli. Abzallaryň şkalalarynda olar baradaky maglumatlar şertli belgile-meler görnüşinde berilýär (5.2-nji tablisa). Ondan başga-da, abzallaryň maksimal we minimal ölçäp biljek bahalaryny (A_{\max} we A_{\min}) hem-de şkalanyň her böleginiň bahasyny bilmek gerek bolýar. Şonda aşakdaky aňlatmadan peýdalanylýar:

$$A = (A_{\max} - A_{\min}) / N, \quad (5.15)$$

bu ýerde N , A_{\max} we A_{\min} – aralygyndaky bölümleriň sany.

Abzallaryň şkalalaryndaky şertli belgileri 5.2-nji tablisada getirilýär.

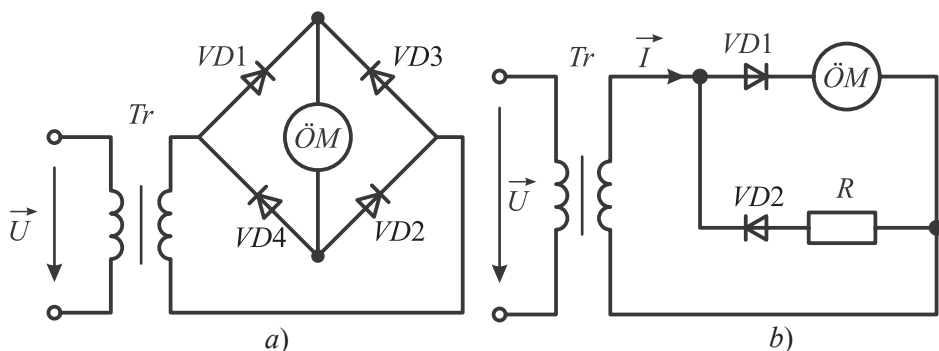
Abzalyň işleýiş esasyňyň ady	Garşylykly mehaniki güýç bilen täsir edýän	Logometr
1	2	3
Hereketli çarçuwaly magnitoelektrik		
Hereketli magnitli magnitoelektrik		
Elektromagnit		
Polýarlaýyn elektromagnit		
Elektrodinamiki		
Ferrodinamiki		
Induksion		
Magnitoiduksion		
Elektrostatiki		
Titreýän (görkezgiçli)		
Ýylylyk		
Bimetally		
Termoelektriki		
Elektron		
Impulsly-titreýän		

5.6. Özgerdiji abzallar

Olar köplenç magnitoelektrik ölçeyji mehanizmler bilen göneldiji ýa-da termoelektriki abzallaryň bilelikde ulanylmagy esasynda emele getirilýär. Göneldijili abzallar (5.21-nji surat) bilen ýokary takyklykly magnitoelektrik ölçeyji mehanizm üýtgeýän toguň zynjyrlarynda ölçeg geçirmek üçin ulanylýar. Iki sany ýarym periodly göneldijili gurluşly ölçeyji mehanizmde (5.21-nji a surat) tok birinji položitel ýarym periodda Tr , $VD1$, $ÖM$, $VD2$, Tr zynjyr boýunça akýar; otrisetel ýarym

periodda Tr , $VD3$, $\ddot{O}M$, $VD4$, Tr zynjyr boýunça tok akýar. Iki ýarym periodyň dowamynda hem $\ddot{O}M$ üstünden şol bir ugra göneldilen tok akýar. Şonuň üçin bu abzalyň duýgurlygy (1) sany ýarym periodly göneldijiniň $\ddot{O}M$ (5.21-nji b surat) duýgurlygyndan (2) esse uludyr.

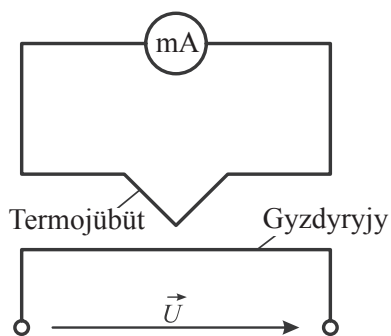
Bir sany ýarym periodly göneldiji gurluşly ölçýji mehanizmde položitel ýarym period Tr , $VD1$, $\ddot{O}M$, Tr zynjyr boýunça tok akýar; ikinji otrisatel ýarym periodda bolsa tok Tr , R , $VD2$, Tr üstünden geçip ýapyk zynjyry emele getirýär. Şeýlelikde, diňe položitel ýarym periodlarda $\ddot{O}M$ işleýär. Zynjyrdaky R we $VD2$ diodyň garşylygy ölçýji mehanizmiň garşylygyna deň bolup, $VD1$ dioda gelýän garşylykly naprýaženiýäni azaltmak üçin ulanylýar.



5.21-nji surat. Göneldiji gurluşlar:
a – köpri görnüşli; b – bir sany diodly

Göneldijili ölçýji mehanizmleriň ölçýiş çägi şuntlary, goşmaça garşylyklary we naprýaženiýeleri bölüjileri ulanyp giňeldilýär. Olaryň artykmaçlygyna ýokary duýgurlygy, ölçýji mehanizmiň az energiýa sarp edýänligi, ýokary 50 kGs çenli ýygylklarda işläp bilýänligi degişlidir. Bu abzallaryň takyklyk klasy 1,5; 2,5 deňdir.

5.7. Termoelektrik abzallary



5.22-nji surat.
Termoelektrik öwürüjiniň shemasy

Termoelektrik abzaly bir ýa-da birnäçe ýylylyk öwürüji gurluşlary bilen magnitoelektrik ölçýji mehanizmiň birleşmegi netijesinde emele gelýär. Ýylylyk öwürüji gurluş ölçenilýän tok bilen gyzdyrylýan bir ýa-da birnäçe ýylylyk elementlerinden (termojübütlerden) durýar.

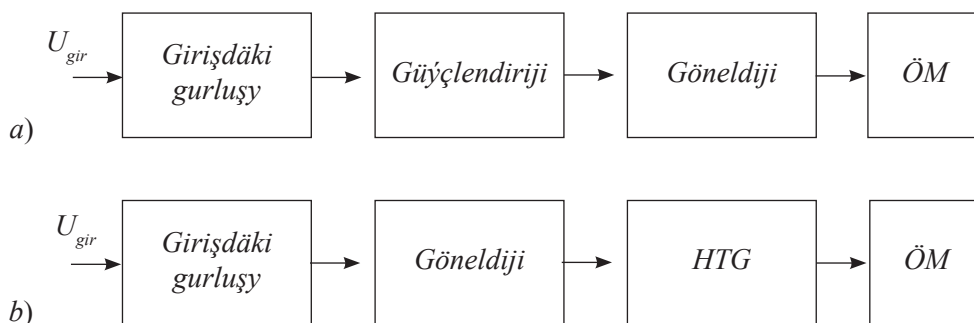
Ýylylygyň täsiri astynda ýylylyk öwürüjide EHG ululygy boýunça örän kiçi. Şonuň üçin ýylylyk öwürüji elemente naprýaženiýesi boýunça ýokary duýujylygy bolan ölçýji mehanizmi birleşdirmek gerek bolýar (5.22-nji surat).

Hromel-kopel, demir-konstantan we başgalar termojübütleriň iň köp ýaýranlarydyr. Olarda 600 – 1000°C aralygyndaky temperaturalarda 30 – 50 mW naprýaženiýe döreýär. Termoelektrik abzallar diňe üýtgeýän toguň zynjyrynda ulanylýar. Olaryň şkalalary deňölçegli däl we kwadrata golaý bolýar, ýagny, magnitoelektrik mehanizmdäki tok, ýylylygyň döredýän EHG proporsional bolýar. Ýylylygyň döredýän EHG termojübütiň birleşen ýeriniň temperaturasyna we soňky gyzdryjydaky toguň kwadratyňa proporsional bolan, bölünip çykýan ýylylyk mukdaryna göni proporsionaldyr.

Termoelektrik abzallaryň 100 MGs çenli ýygylýarka, ýokary takyklykda ölçeg geçirip bilýänligi, olaryň artykmaçlygydyr. Bu abzallaryň ýetmezçiligine aşa ýüke uly duýgurlygyny we ýylylyk öwrüjileriň çalt hatardan çykýanlygyny aýtmak gerek.

5.8. Ölçeýji elektron abzallary

Elektron woltmetrler naprýaženiýäni ölçemek üçin ulanylýar. Olaryň gurluşy aşakdaky ýalydyr (5.23-nji surat):



5.23-nji surat. Ölçeýji elektron abzalyň shemasy:
a – güýçlendiriji-göneldiji; b – göneldiji – güýçlendiriji

Hemişelik toguň elektron woltmetri çykyşynda magnitoelektrik ölçeýji mehanizme ýokary duýgurlygy bolan hemişelik toguň güýçlendirijisinden (HTG) durýar. Üýtgeýän toguň elektron woltmetri güýçlendiriji – göneldiji ýa-da göneldiji – güýçlendiriji shema boýunça gurlup biler (5.23-nji a, b suratlar).

Naprýaženiýäniň haýsy bahasynyň ölçenilişine baglylykda naprýaženiýäniň orta täsir ediji, amplituda bahalaryny ölçeýän woltmetrlere bölünýärler.

Naprýaženiýäniň orta bahasyny ölçeýän elektron woltmetr. Özünde wolt-amper häsiýetnamalarynyň çyzykly böleklerinde işleýän diodlardan durýan bir ýa-da iki ýarym periodly göneldijini özünde saklaýar.

Täsir ediji bahany ölçeýän woltmetr. Bu woltmetrler üçin wolt-amper häsiýetnamasynyň kwadrat böleginde iş nokatlary bolan diodlar gerek bolýar. Ýylylyk

öwrüji elementleriň çyzykly däl kwadrat häsiýetnamalary has gowudyr. Bu ýylylyk öwrüjileri ulanmak çyzykly şkalaly täsir ediji bahaly woltmetrleri döretmäge mümkinçilik berýär. Olar maglumatlary hasaba alyp, awtomatik ýagdaýda işläp taýýarlamakda ýa-da dolandyrmakda ulanylýar.

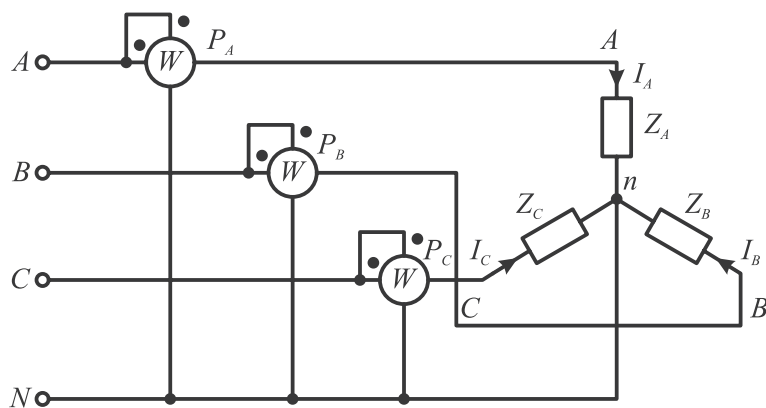
5.9. Elektrik zynjyrlarynda kuwwatyň we sarp edilen elektrik energiýanyň ölçenilişi

Kuwwaty ölçemeklik gös-göni we gös-göni däl usullar boýunça amala aşyrylýar. Gös-göni usulda watmetrler, gös-göni däl usulda bolsa ampermetrler we woltmetrler ulanylýar.

Ampermetr bilen togy, woltmetr bilen bolsa naprýaženiýäni ölçäp ulanyjynyň kuwwaty hasaplanýar:

$$P = U \cdot I. \quad (5.19)$$

Dört simli elektrik zynjyrynda işjeň kuwwaty üç sany watmetri birleşdirip ölçeyärler. Ulanyjynyň işjeň kuwwatyny bu watmetrleriň görkezmelerini goşup alýarlar (5.24-nji surat).



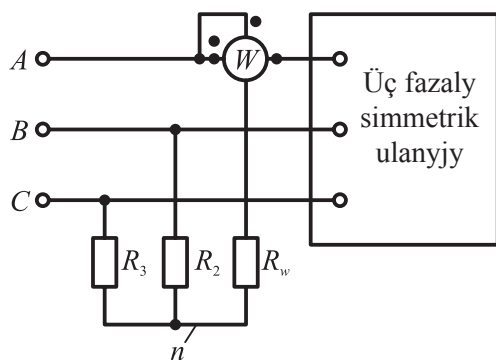
5.24-nji surat. Watmetrleriň “Ýyldyz” görnüşli elektrik zynjyryna birikdirilişi

Üç sany watmetriň kömegi bilen dört simli zynjyryň kuwwatynyň kesgitlenişi:

$$P = P_1 + P_2 + P_3.$$

Simmetrik ulanyjyda onuň işjeň kuwwaty bir sany watmetriň kömegi bilen ölçenýär. Bir fazany P_f üçe köpeldip, jemleýji kuwwat tapylýar (5.25-nji surat):

$$P_j = 3P_f.$$

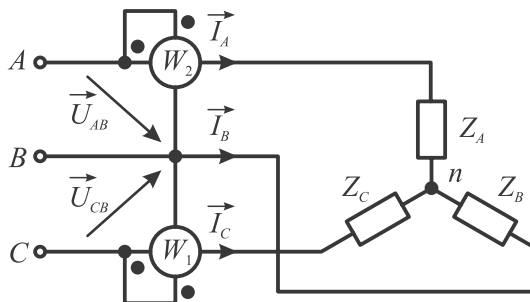


5.25-nji surat. Simmetrik ýükli üç fazaly ulgamda kuwwatyň kesgitlenişi

Bu shema boýunça ulanyjynyň ýükleriniň simmetrikdigine doly göz ýetirilen-den soň ölçeg geçirilýär. Bu shemada bir sany watmetriň kömegi bilen üç fazaly simmetrik ýükli ulgamyň kuwwatynyň kesgitlenişiniň shemasy getirilen. Bu shemadaky iki faza goşmaça $R_2 = R_3 = R_w$ garşylyk birleşdirilýär. Simmetrik ýa-da simmetrik bolmadyk ulanyjyly zynjyrlarda işjeň kuwwaty iki sany watmetriň kömegi bilen ölçemeklik giňden ulanylýar. Bu diňe üç simli üç fazaly ulgamda hem-de iýmitlendiriş çeşmesi simmetrik naprýaženiýeli bolanda ulanylýar. 5.26-njy suratda watmetriň birleşdiriş shemasynyň biri görkezilen. Watmetrleriň tokly tegekleri I_A we I_C tokly simlere birleşdirilýär, naprýaženiýeli tegekler bolsa U_{AB} , U_{CB} çyzyk naprýaženiýelerine birleşdirilýär. Naprýaženiýäniň we toguň täsir ediji bahalarynyň üsti bilen aňladylan işjeň kuwwat aşadaky aňlatma bilen kesgitlenýär:

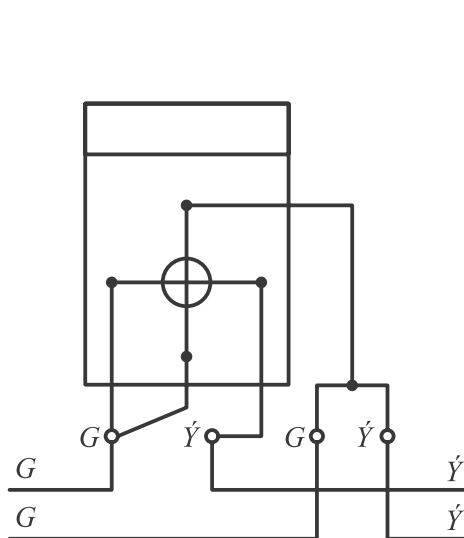
$$\vec{P} = \vec{U}_{AB} \vec{I}_A \cos \left(\vec{U}_{AB} \wedge \vec{I}_A \right) + \vec{U}_{CB} \vec{I}_C \cos \left(\vec{U}_{CB} \wedge \vec{I}_C \right). \quad (5.20)$$

Deňlemedäki (5.20) burçlaryň kosinusynyň bahalarynyň alamatlarynyň položitel we otrisatel bolup bilýänligi üçin watmetrleriň görkezmeleriniň algebraik jemi alynýar.

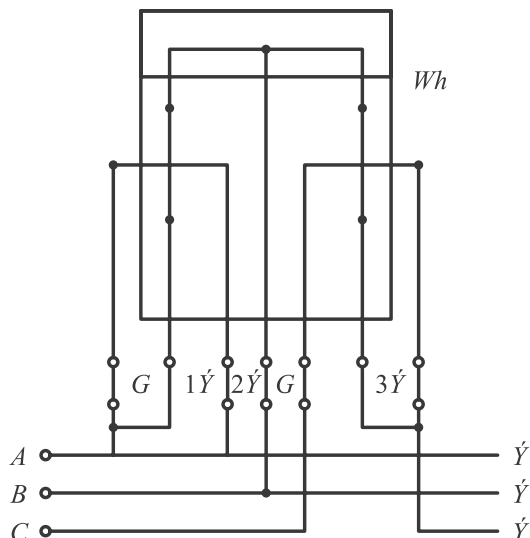


5.26-njy surat. Watmetrleriň “Üçburçluk” görnüşli elektrik zynjyryna birikdirilişi

Üýtgeýän toguň zynjyrynda işjeň energiýa induksion sarp edilýän elektrik energiýasy hasaplaýjy abzallaryň (şçýotçikleriň) kömegi bilen amala aşyrylýar (5.27-nji surat).



5.27-nji surat. Bir fazaly induksion hasaplaýjy abzalyň birleşdiriliş shemasy



5.28-nji surat. Üç fazaly induksion hasaplaýjy abzalyň birleşdiriliş shemasy

Hasaplaýjy abzalyň hasaba alan işjeň energiýasy aşakdaky aňlatma bilen hasaplanýar:

$$A = Cn, \quad (5.21)$$

bu ýerde: C – hasaplaýjy abzalyň diskiniň bir aýlaw edendäki işjeň energiýasyna deňdir. Ol wat-sekunt; gektowat-sagat; kilowat-sagat ýaly birliklerde ölçenilýär; n – diskiniň aýlaw sany.

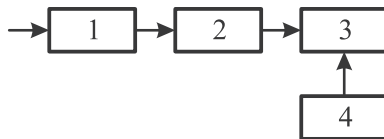
Elektrik energiýasy bilen üpjün ediji edaralarda toguň we naprýaženiýäniň ölçeyji transformatorlarynyň üsti bilen birleşdirilen iki hem-de üç elementli elektrik hasaplaýjy abzallary giňden ulanylýar. 5.28-nji suratda üç fazaly üç simli ulgama işjeň energiýany hasaba alýan üç elementli transformatorly hasaplaýjy abzalyň birleşdirilişi görkezilen. Shemadaky G uçlar generatora (çeşmä), $U_{yük}$ bolsa ulanyja birikdirilýär. İşjeň däl energiýa onuň ýöriteleşdirilen induksion hasaplaýjy abzallarynyň kömegi bilen ölçenilýär.

5.10. Özi ýazýan abzallar

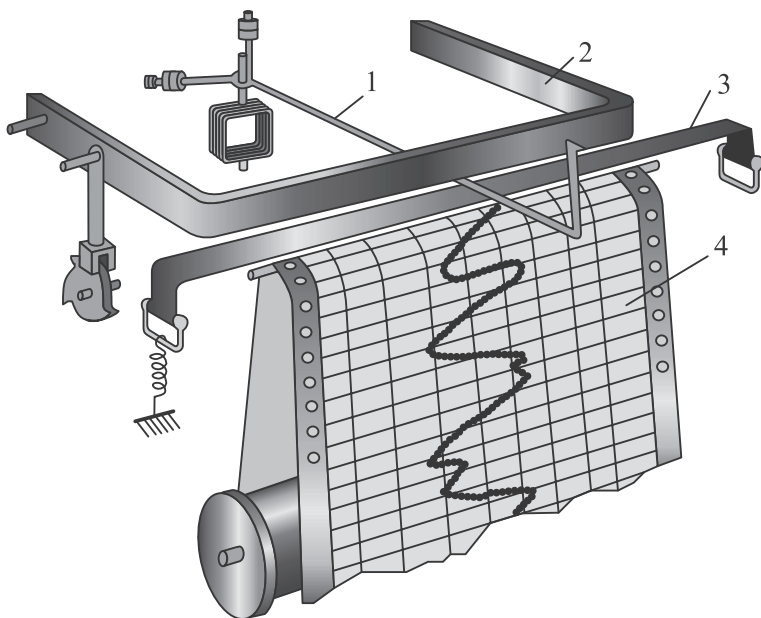
Ölçemäge degişli bolan elektrik ululyklarynyň wagtyň geçmegi bilen dürli-dürli üýtgemelere sezewar bolmagy mümkin. Käbir halatlarda dürli tizlik we ýygylýk bilen bahasyny hem-de ugruny periodik ýa-da aperiodik üýtgedýän elektrik

ululyklaryny ölçemek gerek bolýar. Ýene bir ýagdaýda bolsa, bahalary üýtgäp duran togy, naprýaženiýäni we beýleki ululyklary ölçemek gerek bolýar. Bu iki ýagdaýda hem ölçeg işleri gös-göni ýa-da gös-göni däl öwürüp, özi ýazýan elektrik ölçeyji abzallaryň we ossillograflaryň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Signaly bir görnüşden başga bir görnüşe öwürüp özi ýazýan abzallar ölçeyji (1) mehanizmden, (2) ýazýan gurluşdan, ýazmak üçin ulanylyan (3) kagyздan, kagyzy hemişelik tizlik bilen hereketlendirýän (4) hereketlendirijiden durýar (5.29-njy surat).



5.29-njy surat. Özi ýazýan abzalyň gurluş shemasy



5.30-njy surat. Özi ýazýan abzal

Hemişelik toguň zynjyrynda ölçeg geçirip ýazmak üçin magnitoelektrik ölçeyji mehanizmi ulanylýar. Üýtgeýän toguň zynjyrynda wagtyň geçmegi bilen naprýaženiýäniň we toguň üýtgäp durýan täsir ediji bahalaryny, kuwwaty, kuwwat koeffisiýentini hem-de ýyglygy, 1-2 Gs-den uly bolmadyk geçiş hadysalaryny, toguň we naprýaženiýäniň birbada bahalaryny, kuwwaty ýazmak üçin ferrodinamiki ölçeyji mehanizmi ýa-da magnitoelektrik ölçeyji mehanizmi göneldiji gurluşlar bilen bilelikde ulanylýar. Ýazylýan ululyklarynyň sanyna baglylykda bu abzallar bir ýa-da köp kanally bolýarlar. Ýazgy syýaly pero gurluşyň we ýörite çyzyklar çyzylan kagyžlar bilen amala aşyrylýar. 5.30-njy suratda nokatlaryň üsti bilen kagyza ýazgy geçirip özi ýazýan gurluşyň esasy shemasy görkezilen.

Mehanizmiň okunda berkidilen abzalyň (1) diljagazy, (3) syýaly lentanyň üstünde ýerleşýär. Onuň aşagyndan bolsa ýazgy geçirilýän kagyz lenta geçýär. Kesgitli wagt aralyklarynda (2) egin bilen abzalyň diljagazy syýaly lenta, olam bolsa ýazgy geçirilýän kagyza gysylp sazlanyp durulýar. Kagyz lentada nokatlaryň yzy galýar.

Üznüksiz ýazgy geçirilýän abzallarda syýaly pero görnüşli uçly abzalyň dili kagzyň üstünde üznüksiz egri çyzygy emele getirýär.

Önümçilikde elektrik direglerinde (şitlerinde) oturdylyan we göçürilýän takyklyk derejesi 1,5 we 2,5 bolan özi ýazýan abzallar ýasalýar. Bulardan başga-da gyýa öwürjili awtomatik köprüli we potensiometrli özi ýazýan abzallar giňden ulanylýar.

Çalt işleýän özi ýazýan abzallar dürli dinamik düzgünleri barlamak üçin ulanylýar. Olar 50 Gs çenli we ýöriteleşdirilen shemalaryň kömegi bilen 100-150 Gs çenli ýygylýadaky naprýaženiýäniň we toguň bir bada bahalaryny ýazýarlar. Bu abzallaryň ölçeýji mehanizmleri adaty mehanizmlerden çylşyrymlylygy bilen tapawutlanýarlar. Mundan başga-da, olarda ýöriteleşdirilen kuwwat güýçlendirijileri ulanylýar. Şeýleleikde abzalyň duýgurlygy 1 mm/mkW çenli artýar.

5.11. Ossillograflar

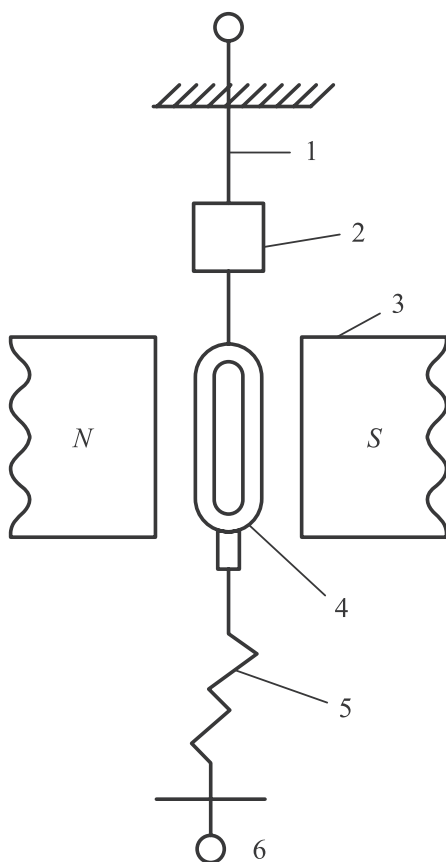
Ýygylýgy noldan yüzlerçe megagers ýygylýga çenli bolan naprýaženiýeleriň we toklaryň bir bada bahalaryny ölçemek üçin ossillograflar ulanylýar. Olar ýagtylyk şöhlelilere (0-15 kGs çenli) we elektron şöhlelilere (0-dan yüzlerçe megagerse çenli) bölünýärler.

Ýagtylyk şöhleli ossillograflar (YŞO) galwanometrleriň toplumyndan, optiki ulgamdan, gözegçilik eder ýaly gurluşdan, fotoprístawkadan, lentany çekýän mehanizmden, wagt belleýän gurluşdan durýar.

Ossillograf galwanometri (wibrator) YŞO-nyň esasy bölegi hasaplanýar. Ol özünde energiýasy az bolan kiçi görnüşli magnitoelektrik gurluşdan durýar (5.31-nji surat).

Magnit polýuslarynyň (3) arasyndaky insiz boşlukda köp sarymly (4) halka iki sany (1) metal simler we (5) pružin arkaly çekdirilip berkidilýär. Metal simleri garşylykly täsir ediji güýç hökmünde hem hyzmat edýär we olaryň beýleki uçlary (6) esasa berkidilýär hem-de tok birleşdirmek üçin çykgyt görnüşinde çykarylýp goýulýar. Olaryň üsti bilen halka tok berilýär. Halkanyň gysarma burçuny kesgitlemek üçin ony çekip duran simleriň birine (2) aýnajyk berkidilýär. Oňa ýagtylyk şöhlesi düşürilende halkanyň haýsy burça gysarýandygyny aýnadan serpikýän şöhle görkezýär. Bu ölçeýjini ulanmaklyk ÝŞO-nyň ýygylýgyň ýokary bölegini çäklendirýär (15 kGs). Ýagtylyk şöhleli ossillografyň optiki ulgamy 5.32-nji suratda getirilen.

Ölçenilýän I tok ossillografik galwanometriň (OG) halkasyna berilýär. He-
mişelik magnit meýdanynyň täsiri astynda halka, çekdiriji sim we oňa berkidilen
aýnajak bilen bilelikde gyşarýalar. Çyradan gelyän \mathcal{C} şöhle L linzadan geçip P
prizmadan serpigip, aýnaja düşýär. Ossillografik galwanometriň, aýnajygyndan
serpigen şöhleleriň bir bölegi P_1 prizmadan geçip, üsti aýnajoklar bilen örtülen dep-
rek görnüşli serpikdirijiden (DGS) serpigip dury däl aýna (DDA) üste düşýär. Oňa
seredip toguň üýtgeýşine, wagta baglylygyna (egrisine) gözegçilik edip bolýar.



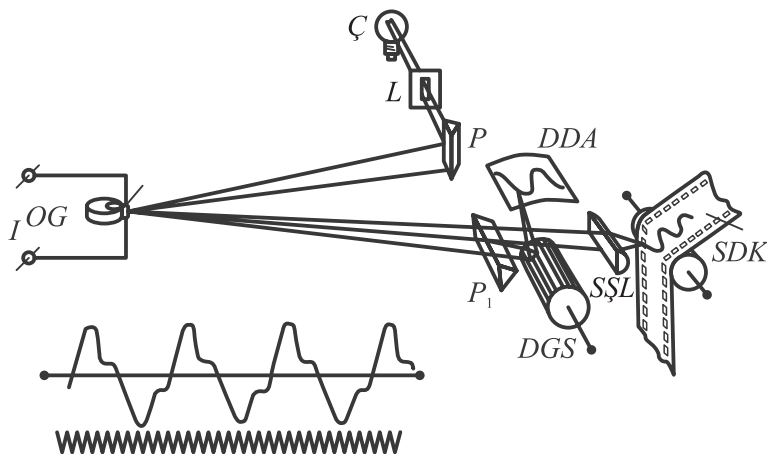
5.31-nji surat. Halka görnüşli ossillografik galwanometriň gurluşy

Ossillografik galwanometriň (OG) aýnajygyndan serpigen şöhläniň ikinji bölegi
silindr şekilli linzadan geçip surat düşürilýän kagyza (SDK) düşýär we toguň üýt-
geýşini (egrisini) surata düşürýär. Surata düşürilen egrileriň ýazgysyna ossillogramma
diýilýär. Galwanometriň duýgurlygyny [mm/A] bilip ossillogrammadaky egrileriň
ordinatasyny ölçeýärler we islendik wagtdaky ölçenilýän toguň bahasy kesgitlenilýär.

Ossillogrammadaky absisa okunyň masştabyny wagt belleýjiniň kömegi bilen
kesgitleýärler. Ossillogrammadaky nol liniýa togy aýrylan galwanometrdäki aý-
najokdan serpigen şöhläniň ýagdaýy bilen kesgitlenýär

Ossillografyň ýany bilen dürli duýgurly, hususy yrgyldysy dürli ýygyllykly bolan birnäçe galwanometrler berilýär.

YŞO-lar toguň we naprýaženiýäniň bir bada bahalaryny ýazmak üçin ulanylýar. OG-niň ölçeyiş çäginä artdyrmak üçin ampermetriň we woltmetriň ölçeyän çäginä artdyrylyşy ýaly şuntlar we goşmaça garşylyklar ulanylýar. Olaryň artykmaçlygy bir wagtyň özünde birnäçe (50 golaý) häsiýetnamalara (proseslere) gözegçilik edip we ýazyp bolýanlygydyr. Bu abzalyň ýetmezçiligi çäkli ýygyllyk aralygynda 15 kGs ölçeg geçirýänligi we işe kynlyk bilen taýýarlanylýanlygy hem-de göwrüminiň uly bolýanlygydyr.



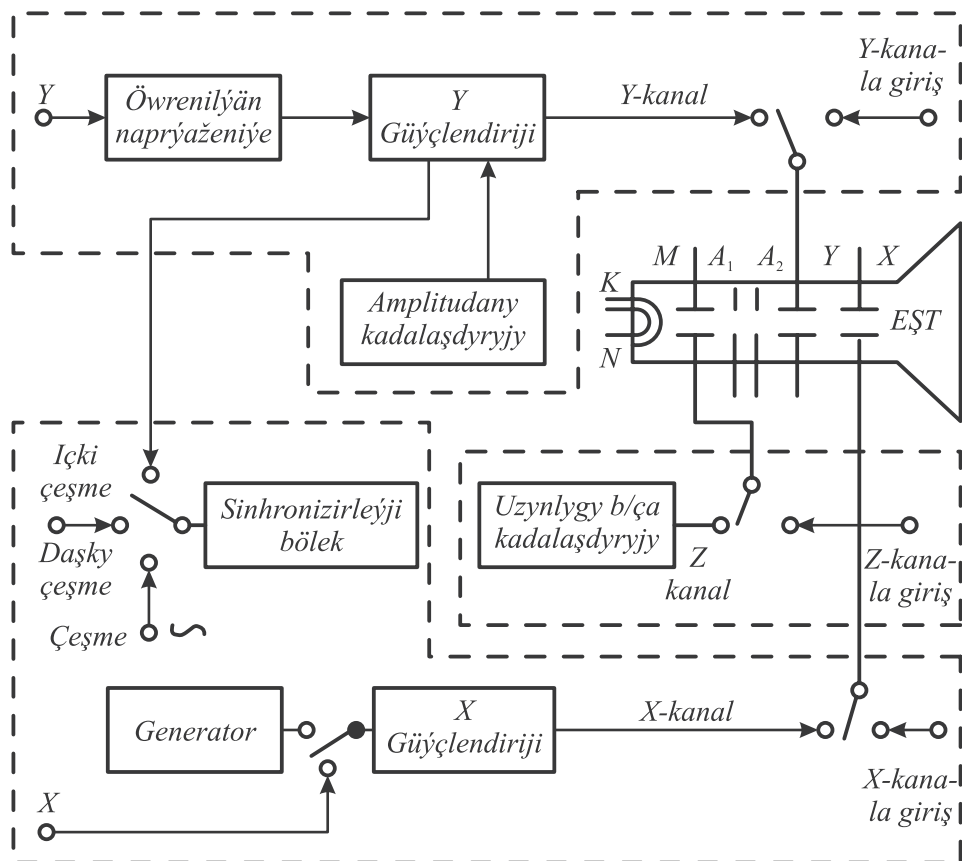
5.32-nji surat. Ýagtylyk şöhleli ossillografyň gurluşy we çyzan grafigi

Elektron şöhleli ossillograf (EŞO) giňden ulanylýan hemmetaraplaýyn (uniwersal) hasaba alýan abzaldyr, (5.33-nji surat) boýunça şöhläniň ýagtylygyny dolandyryýan naprýaženiýe berilýär. Onuň kömegi bilen üznüksiz impulsly, periodik däl, tötänlikde dörän we çalt döreyän ýeke elektrik duýduryşlaryny gözegçilik etmek hem-de ýazmak bolýar. EŞO naprýaženiýäni, ýygyllygy, faza süýşmesini, wagt aralyklaryny, garşylyklaryny we elektrik duýdurylyşyna öwürülen fiziki ululyklary ölçemek üçin ulanylýar.

EŞO-laryň dürli görnüşleriniň bolmagyna garamazdan, olary gurluş shemalarynyň bir görnüşine getirmek bolýar. Umumy ýagdaýda EŞO elektron şöhle trubkasyndan (EŞT) we üç sany X , Y , Z elektrik kanallaryndan durýar. Y -kanal boýunça barlanylýan U_y naprýaženiýe gelýär we EŞT-de şöhläniň dikligine gysartmagyny üpjün edýär; X kanal boýunça U_x naprýaženiýe gelýär we şöhläniň keseligine gysartmagyny emele getirýär. Bir wagtyň özünde U_y we U_x täsiri netijesinde U_y (U_x) baglanyşygy häsiýetlendirýän ossillogrammany emele getirýär. Z kanal boýunça şöhläniň ýagtylygyny dolandyryýan naprýaženiýe berilýär.

Elektron söhle trubkasy ýokary wakuumly aýnadan ybarat bolup, onuň içinde N nakal sapajygyndan, K katotdan, M modulýatordan, fokus nokadyna ýygnaýjy A_1 we tizlendiriji A_2 anodlardan biri-birine perpendikulýar ýerleşen iki sany jübüt Y we X gatlaklardan durýan elektron topundan durýar. Aýna balonyň arka tarapyna trubkanyň ekranyny emele getirýän lýuminofor çäýyp gatlak emele getirilýär. Onuň üstüne elektronlar düşende ýagtylanýar.

Dikligine gyşarmany amala aşyrýan Y kanal barlanylýan elektrik duýdurýşy EŞT-nyň dikligine gyşarýan gatlaklaryna bermek üçin ulanylýar. Bu kanala naprýaženiýani bölüji kömekçi gurluş hökmünde signalyň amplituda bahasyny güýçlendiriji we galyplajy (kolibrleýji) degişli bolýar.



5.33-nji surat. Elektron şöhleli ossillografiýň gurluş shemasy

Naprýaženiýäni bölüji girişdäki naprýaženiýäniň ölçeniş aralygyny giňeltmek we EŞO-nyň girişinde gerek bolan garşylygy almak üçin ulanylýar. Güýçlendiriji ölçenilýän duýdurýşyň ululygyny ossillografiýň elektronynyň ähli üsti boýunça gyşaryp biler ýaly ululyga çenli güýçlendirilýär. Amplitudany kalibrleýji özünde

kesgitli bahaly we ýygylykly gönüburçly impulslaryň generatoryny saklaýar we wertikal gyşartmanyň güýçlendirijiniň güýçlendiriş koeffisiýentini kalibrlemek üçin ulanylýar.

Gorizonta gyşartmanyň X kanaly şöhlani kese ugur boýunça gyşartmagyny üpjün edýän çyzykly üýtgeýän naprýaženiýäni emele getirmek üçin niýetlenen bolýar. Ol özünde ýaýbaňlandyryjynyň generatoryny, güýçlendirijini we sinhronlaşdyryjy bölegi saklaýar.

Ýaýbaňlandyryjynyň generatory kese şöhläniň hemişelik tizlik bilen ýaýbaňlanmagyny üpjün edýän burgy şekilli duýduryşy emele getirýär. Ol güýçlendiriji şöhläni ekranyň ähli üsti boýunça kese ugurda gyşarmagyny üpjün edýän burgy şekilli duýduryşy güýçlendirýär.

Sinhronlaşdyryjy bölek barlanylýan duýduryşyň ýygylygyna deň ýa-da ondan birnäçe esse uly ýa-da kiçi bolan ýygylygy naprýaženiýäniň ýaýbaňlandyryjysynyň generatorynyň öndürmekligini üpjün edýär. Diňe şu halatda barlanylýan duýduryşyň gozganmaýan şekili alynýar. Sinhronlaşdyryjy bölek boýunça dolandymaklyk tok çeşmesinden, barlanylýan duýduryşyň kömegi bilen (içki sinhronlaşma “Iç”) we daşky duýduryşyň çeşmesinden (daşky sinhronlaşma “Daş”) amala aşyrylyp bilner.

Şöhläniň ýagtylygyny dolandyrýan Z kanal modulýatoryň zynjyryna naprýaženiýäniň gönüburçly impulslaryny emele getirmek we bermek üçin ulanylýar. Bu kanal, esasan, barlanylýan periodik we aperiodik duýduryşlaryň täsir edýän wagtyny kesgitlemek üçin, ýagny, kese ok boýunça ossillogrammalary derňemek üçin dowamlylygyň kalibrlemesi hökmünde ulanylýar.

VI BAP

TRANSFORMATORLAR WE OLARYŇ OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINDE ULANYLYŞY

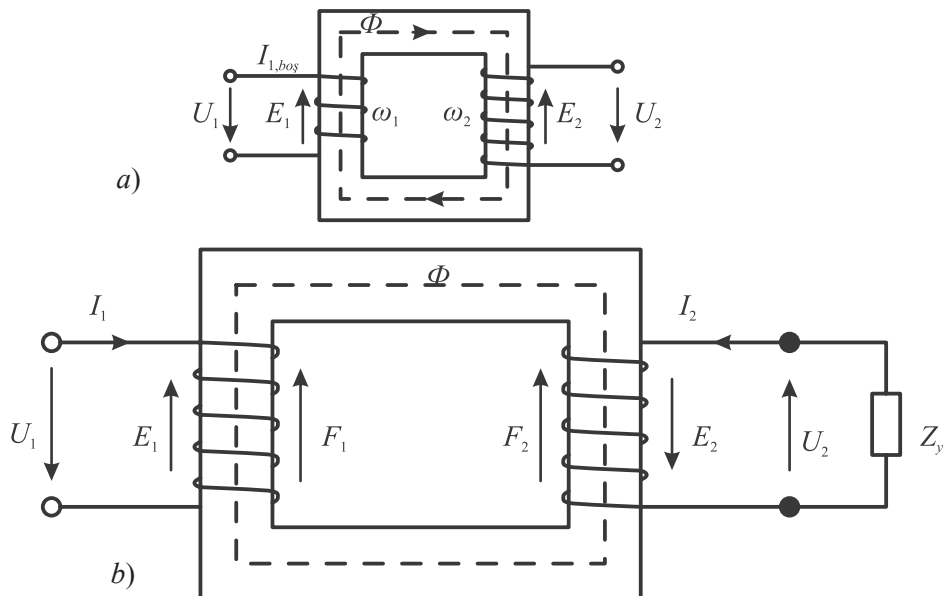
6.1. Bir fazaly transformatoryň gurluşy we işleýiş esasy

Üýtgeýän toguň bir ululykdaky naprýaženiýesini şol bir ýygylykda başga bir ululykdaky naprýaženiýä öwürýän hereketsiz elektromagnit gurluşa transformator diýilýär.

Transformatory 1876-njy ýylda rus alymy P.N.Ýabloçkow oýlap tapdy we 1891-nji ýyldan bäri transformatorlar ulanylyp gelinýär. Ol elektrik geçiriji liniýalar arkaly elektrik energiýany uzak aralyklara bermek üçin hyzmat edýär.

Transformator biri-birinden izolirlenen galyňlygy 0,35...0,5 mm bolan elektro-tehniki gatlaklardan ýygnaýan polat özenden we onuň daşyna saralan tegeklerden

durýar. Transformatoryň tok çeşme birleşdirilýän sarymyna birinji we kabul edijiler birleşdirilýän sarymyna ikinji sarym diýilýär. Transformatoryň boş iş düzgüniniň şertli shemasy 6.1-nji *a* suratda getirilýär.



6.1-nji surat. Transformatoryň:

a – boş iş düzgüniniň; b – ýükli iş düzgüniniň şertli shemalary

Birinji sarymyň hemme ululyklary bir belgili ($U_1, E_1, \omega_1, I_1, P_1$ we başgalar), ikinji sarymyň ululyklary iki belgili ($U_2, E_2, \omega_2, I_2, P_2$ we başgalar) ýazylýar.

Transformatoryň birinji sarymy U_1 üýtgeýän toguň çeşmesine birikdirilende sarymlardan akýan tok $i = I_m \sin \omega t_1$ we üýtgeýän magnit akym $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ döreýär. Ýapyk polat özenden akýan magnit akym birinji we ikinji tegegiň sarymlaryny kesip geçýär we olarda elektromagnit induksiýa kanunyna laýyklykda elektrik hereketlendiriji güýç (EHG) induktirlenýär.

Transformatoryň birinji we ikinji tegeklerinde induktirlenýän EHG-leri:

$$E_1 = 4,44 f M_1 \Phi_m. \quad (6.1)$$

Islandik transformatorlarda birinji U_1 we ikinji U_2 naprýaženiýeleriniň, EHG-leriniň ýa-da olaryň sarym sanlarynyň gatnaşyklary özara deňdir $U_1/U_2 \approx E_1/E_2 \approx \omega_1/\omega_2 = k$. Bu gatnaşyga transformatoryň transformasiýa koeffisiýenti diýilýär.

Transformatoryň birinji P_1 we ikinji P_2 sarymlarynyň kuwwatlary özara deň diýlip kabul edilse, $P_1 \approx P_2 = U_1 I_1 \approx U_2 I_2$, onda transformatoryň transformasiýa koeffisiýenti $k = U_1/U_2 = I_2/I_1$, gatnaşyga deň bolýar. Diýmek, transformatoryň sarymlarynyň togy naprýaženiýeleriniň gatnaşygyna ters proporsional. Şonuň üçin transformatoryň ýokary naprýaženiýä niýetlenen sarymlary kese kesigi inçe simlerden köp sarymly edilip saralýar, pes naprýaženiýä niýetlenen sarymlary bolsa

kese kesigi uly bolan simlerden az sarymly bolýar. Eger-de, ikinji sarymyň U_2 naprýaženiýesi transformatora berilýän U_1 naprýaženiýeden uly ($U_2 > U_1$) bolsa, onda transformator ýokarlandyryjy, haçan-da ikinji sarymyň U_2 naprýaženiýesi birinji sarymyň U_1 naprýaženiýesinden $U_2 < U_1$ kiçi bolsa bu transformator peseldiji bolýar. Şol bir transformatory ýokarlandyryjy ýa-da peseldiji hökmünde ulanyp bolýar.

Transformatorlar: bir fazaly we üç fazaly; iki we köp tegekli; güýç (elektrik energiýany bermek üçin ulanylýar) we ýörite (awtotransformator, ölçejji we kebşirlejji we ş.m.) transformatorlar diýen toparlara bölünýärler.

Transformatorlaryň ýan kitaplaryndaky ýazgylar şeýle okalýar: birinji harp T -üç fazaly, O -bir fazaly transformator; ikinji harp M -ýag bilen tebigy usulda sowadylýar, D -ýagy ýeledirijiniň kömegi bilen sowadylýar; $Ç$ -howa bilen tebigy ýagdaýda sowadylýar; S -ýagy howa (D) ýa-da suw (B) sowadyjyda sowadylýar; H -naprýaženiýe ýükli sazlanýlar; kese çyzykdan soňky drobyň sanawjysy transformatoryň niýetlenen kuwwatyny (kWA), maýdalawjysy bolsa transformatoryň ýokary çyzyk naprýaženiýesini aňladýar (TM-40/10, OM-5/10).

6.2. Transformatoryň boş we ýükli iş düzgünleri

Transformatoryň ikinji sarymyna kabul ediji birleşdirilende, (6.1-nji b surat) ikinji sarymyň E_2 EHG-niň täsiri esasynda ondan I_2 tok akýar we netijede birinji sarymyň togy $I_0 = (2...5\%) I_n$ -den I_1 çenli artýar. Transformatora ýüksüz we ýükli işlände şol bir ululykdaky naprýaženiýe berilýänligi sebäpli, transformatoryň magnit akymy şol bir ululykda galýar. Transformator ýükli işlände onuň magnit akymy birinji we ikinji sarymlaryň magnitleýji güýçlerini döredýär, ýagny:

$$F_0 = F_1 + F_2 \quad \text{ýa-da} \quad \bar{I}_0 \omega_1 = \bar{I}_1 \omega_1 + \bar{I}_2 \omega_2. \quad (6.4)$$

Ikinji sarymyň togunyň artmagy birinji sarymyň toguny hem artdyrýar, ýöne transformatoryň magnit akymy islendik ýagdaýda şol bir ululygynda galýar. Ikinji sarymyň togunyň artmagy birinji sarymyň togunyň artmagyna we onuň sarymlarynda naprýaženiýäniň peselmegine getirýär, ýöne naprýaženiýe U_1 ululygynyň üýtgemeyänligi sebäpli ikinji sarymyň naprýaženiýesi peselýär.

Transformatoryň ýüksüz işleýän ýagdaýyndaky naprýaženiýe U_{20} , tä niýetlenen ýüke çenli üýtgände, onuň bahasynyň peselmegi aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenilýär:

$$\Delta U\% = \frac{U_{20} - U_{2n}}{U_{20}} \cdot 100\%. \quad (6.5)$$

Mundan başga-da transformatoryň naprýaženiýesiniň peselmesi onuň kuwwat koeffisiýentine bagly, kuwwat koeffisiýenti peselende, naprýaženiýäniň peselmesi $\Delta U\%$ artýar.

6.3. Transformatoryň ýitgileri we peýdaly täsir koeffisiýenti

Transformator işlände oňa berilýän kuwwatyň belli bir bölegi ýitýär. Transformatoryň ýitgileri köwlenme we gisteresiz toklaryna gidýän polatdaky ýitgilerden ΔP_p we transformatoryň sarymlarynyň gyzmagyna gidýän ΔP_m misdäki ýitgilerden durýar.

Polatdaky ýitgileri polat özenden akýan üýtgeýän magnit akymy döredýär we ony magnitleşdirmäge gidýär. Transformatoryň magnit akymynyň üýtgeýänligi sebäpli polatdaky ýitgiler transformatoryň ýüküne bagly däl we olar transformatoryň ýüksiz işleýän tejribesi esasynda kesgitlenilýär. Bu tejribede transformatoryň birinji sarymyna niýetlenen naprýaženiýe berilýär, ikinji sarymy açyk (kabul ediji birleşdirilmeýär), $I_2 = 0$. Bu tejribede $I_{01} = (2...5\%) I_{n1}$ deň bolýar, şonuň üçin hem birinji sarymy gyzdyrmaga gidýän ýitgiler hasaba alynmaýar we transformatoryň hemme alýan kuwwaty polatdaky ýitgilere sarp bolýar diýlip kabul edilýär.

Transformatoryň sarymlaryny gyzdyrmaga gidýän ýitgiler birinji sarymyň toguny I_1 we ikinji sarymyň toguny I_2 döredýär. Bu ýitgiler transformatoryň ýüküne bagly we gysga birleşme tejribesi esasynda kesgitlenilýär. Bu tejribede ikinji tegegiň uçlary gysga birleşdirilýär we birinji tegege peseldilip $U_{2n} = (4...6\%) U_m$ berilýär.

Gysga birleşdirme tejribede transformatoryň sarymlaryndan akýan tok olaryň niýetlenen toklaryna deň bolmaly. Bu tejribede transformatoryň tok çeşmeden alýan kuwwaty diňe sarymlaryny gyzdyrmaga gidýär diýip kabul edilýär, sebäbi transformatora berilýän naprýaženiýäniň pes bolanlygy üçin polatdaky ýitgiler hasaba alynmaýar. Onda transformatoryň peýdaly täsir koeffisiýenti (PTK) şeýle kesgitlenilýär:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_p + \Delta P_m} = \frac{P_n}{P_n + \Delta P_0 + P_k}. \quad (6.6)$$

Transformatoryň peýdaly täsir koeffisiýenti (PTK) onuň ýüküne bagly we örän ýokary, $\eta = 0,92...0,98$ ýa-da $\eta = 92...98\%$ çäklerde bolýar.

Transformatoryň hemişe nominal ýükde işlemeýänligini göz önünde tutup, onuň maksimal PTK-sy $\eta_{\max} = (0,5...0,7) P_n$ ýükde bolar ýaly hasaplanyp ýasalýar. Munuň üçin transformatoryň ýitgileriniň gatnaşygy $P_0/P_{gb} = 0,5...0,75$ çäklerde bolmaly, onda transformatoryň ýükleniş koeffisiýenti $K_{\max} = \sqrt{P_0/P_{g.b}} = 0,5...0,7$ deň bolýar. Diýmek, onuň PTK-sy iň uly baha eýe bolýar haçan-da transformatoryň ýükleniş koeffisiýenti $K_{\max} = 0,5...0,7$ çäklerde bolanda.

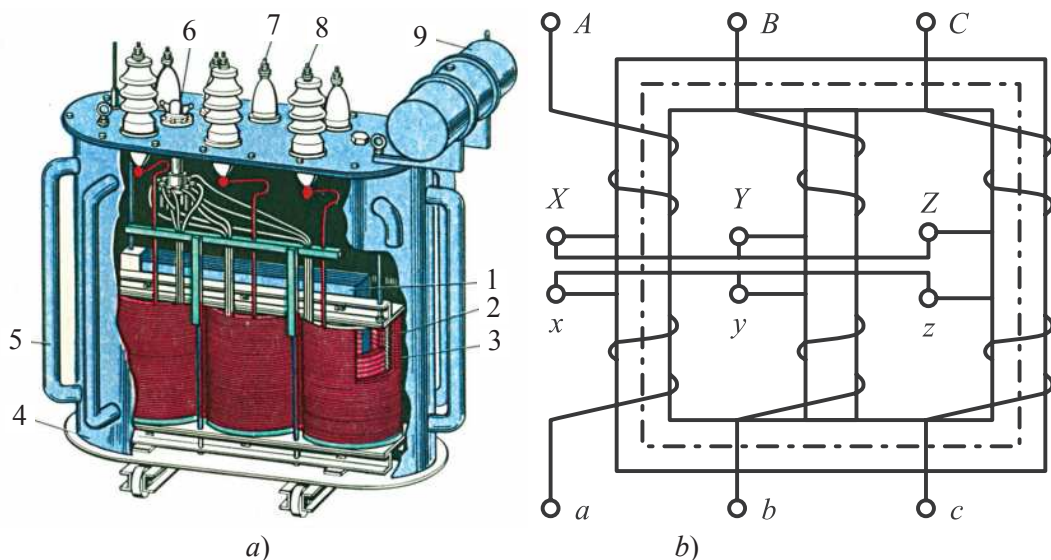
6.4. Üç fazaly transformatorlar

Üç fazaly togy ulaltmak ýa-da kiçeltmek üçin üç sany bir fazaly transformatorlar ulanylýar. Ýag bilen sowadylýan üç fazaly transformatoryň daşky görnüşi 6.2-nji a suratda getirilýär.

Üç fazly transformator magnit geçirijilerden we olara saralan birinji we ikinji sarymlardan durýar. Onuň işleýiş esasy bir fazly transformatoryňka meňzeş bolup, birinji we ikinji tegekleriniň uçlary deňşilikde AX we ax ; BY we by ; CZ we cz harplar bilen bellenilýär (6.2-nji b surat).

Üç fazly transformatorlaryň birinji we ikinji sarymlary ýyldyz-ýyldyz ýa-da ýyldyz uçburçluk görnüşli shemalarda birleşdirilýär. Transformatorlaryň birinji we ikinji sarymlarynyň çyzyk naprýaženiýeleriniň arasyndaky burçlara görä dürli-dürli topar birleşmelerini emele getirýärler. Olardan köp ulanylýany $Y/Y = 0$ (12) ýa-da $Y/\Delta = 11$ topar birleşmeleridir. Birinji we ikinji sarymlaryň çyzyk naprýaženiýeleriniň arasyndaky burçy $\alpha = 0^\circ$ bolanda, topar birleşmesi sagat diliniň özara ýerleşisi ýaly 0 (12) ýaly belgilenilýär. Naprýaženiýeleriň süýşme burçy $\alpha = 330^\circ$ deň bolanda 11 topar birleşmesine deň bolýar. Ýagny, burç süýşmesi sagat diliniň görkezmesi bilen gabat gelýär.

Üç fazly transformatorlar birleşdirilende olaryň sarymlarynyň başlangyçlary bilen ahyrlaryny kesgitlemeli. Sebäbi sarymlaryň uçlarynyň birleşdirilen shemasyna baglylykda birinji we ikinji tegekleriň çyzyk naprýaženiýeleriniň wektorlary biri-birinden dürli burçlara süýşen bolýarlar. Transformatorlar parallel işledilende bu burçlar hökman göz önünde tutulmalydyr.



6.2-nji surat. Üç fazly transformator:

a – gurluşy; b – shemasy

Köp halatlarda birinji we ikinji sarymlaryň çyzyk naprýaženiýeleriniň wektorlarynyň özara ýerleşişine baglylykda iki 0 (12) ýa-da (11) topar birleşmeleleri ulanylýar. Transformatoryň sarymlary ýyldyz-ýyldyz görnüşli birleşdirilende çyzyk naprýaženiýeleriniň wektorlarynyň arasyndaky burç ($\alpha = 0$) deň bolýar. Oňa meňzeşlikde sagadyň dilleri (12) ýa-da (0) görkezýär. Bu birleşme (0) (12) topar birleşmesine gabat gelýär. Transformatoryň sarymlary ýyldyz üçburçluk görnüşindäki

shema boýunça ýygналанда çyzyk naprýaženiýeleriň wektorlary $\alpha = 330^\circ$ burça süýşýär. Bu bolsa sagat dili (11) bolandaky ýagdaýa gabat gelýär we oňa (11) topar birleşmesi diýilýär.

Uly kuwwatly transformatorlar ýag bilen sowadylar ýaly edilip ýasalýar. Olaryň magnit geçirijisi we sarymlary ýagdan doldurylan esasy (4) gabyň içinde ýerleşdirilýär (6.2-nji a surat). Ýylylyk geçirijiligi has ýokary bolan transformatora guýulýan ýag, 2, 3 tegekleri, (1) magnit geçirijini ýuwup, olardan bölünip çykýan ýylylyk mukdary gabyň galyň diwaryna galtaşyp we (5) radiatoryň turbalaryndan geçip daşky gurşawa berilýär.

Transformator ýagynyň elektrik berkliginiň howanyňka garanda örän uly bolmagy, onuň ygtybarly işlemegini üpjün edýär. Ýag bilen sowatmaklyk howa bilen sowadylyşyna garanda çalt bolup geçýär. Şonuň üçin şol bir kuwwatly ýag bilen sowadylýan transformatorlaryň göwrümi howa bilen sowadylýan transformatorlaryň göwrümüne garanda kiçidir.

Bu transformatorlaryň sarymlary daşky zynjyr bilen (7) we (8) uçlar arkaly birleşdirilýär. Transformatoryň naprýaženiýesini bir ululykdan beýleki bir ululyga üýtgetmek üçin (6) geçiriji ulanylýar.

Temperaturanyň üýtgemegi bilen ýagyň göwrüminiň üýtgemeginiň öwezini doldurmak, ýagy oksidenmekden goramak, howa bilen galtaşanda çyglylygynyň artmagynyň önüni almak üçin transformatorlarda goşmaça (9) gap ulanylýar. Bu gap transformatoryň esasy gabynyň üstünde oturdylýar we ol onuň bilen özara gatnaşykda bolýar. Temperaturanyň üýtgemegi bilen transformatoryň ýagynyň göwrüminiň üýtgemegi transformatoryň esasy gabyn-da bolman goşmaça gapda bolup geçýär.

6.5. Transformatorlaryň özara parallel işledilişi

Hojalygyň elektrik energiýa bilen üpjünçiligini gowulandyrmak, oturdylan transformatorlaryň kuwwatyny doly derejede ulanmak üçin transformator stansiýalarynda köplenç iki we ondan hem köp transformatorlar oturdylýar we olar parallel birleşdirilip işledilýär. Hojalygyň elektrik energiýasyna bolan talaby peselende, artykmaç güýç transformatorlary tok çeşmesinden aýrylýar. Elektrik energiýasy köp gerek bolanda, güýç transformatorlary gaýtadan tok çeşmesine birleşdirilýär. Parallel işleýän transformatorlaryň birinji sarymlary umumy tok çeşmesinden energiýa alýarlar. Ikinji sarymlary bolsa umumy elektrik geçiriji liniýa energiýa berýärler.

Transformatorlaryň parallel işlemekleri üçin aşakdaky şertler ýerine ýetirilmelidir:

- transformatorlaryň birinji we ikinji sarymlarynyň naprýaženiýeleri özara deň bolmalydyr;
- transformatorlaryň topar birleşmeleri bir görnüşde bolmalydyr;
- transformatoryň gysga birleşmedäki naprýaženiýeleri – $\Delta U_k\%$ deň bolmalydyr;
- parallel işledilýän transformatorlaryň kuwwatlarynyň gatnaşygy 1:3-den uly bolmaly däl-dir.

Birinji we ikinji şertler ýerine ýetirilende ikinji sarymlardan uly deňleşdiriji tok akýar, sarymlar ýokary derejede gyzýarlar we transformatorlaryň ýitgileri artýar; üçünji we dördünji şertler ýerine ýetirilmese transformatorlar öz kuwwatlaryna proporsional ýükde işlemeýär, şonuň üçin hem olaryň parallel işlemek düzgünleri bozulýar.

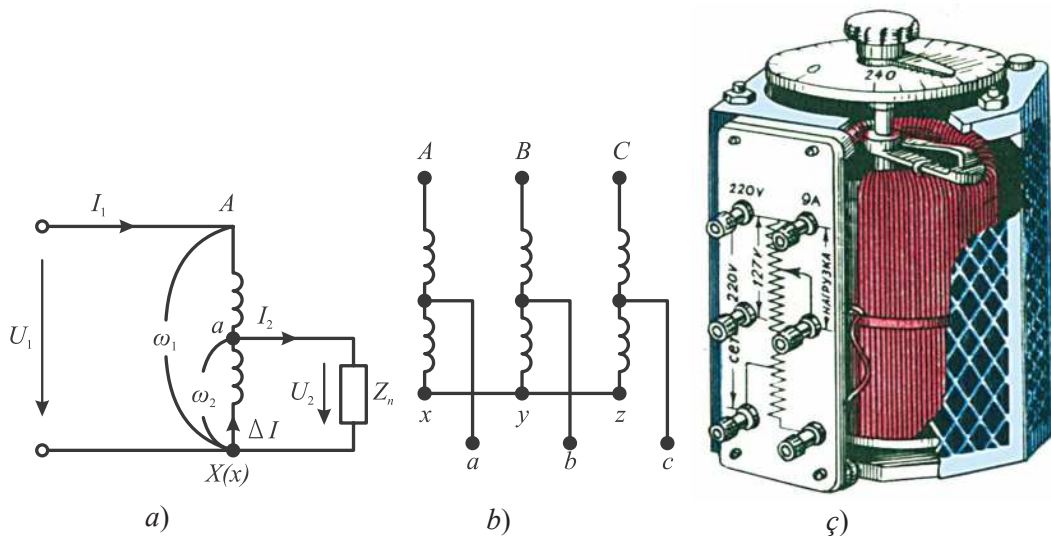
Transformatorlary parallel işletmek üçin olaryň fazalarynyň pes naprýaženiýeli sarymlarynyň uçlaryny dogry kesgitlemeli. Onuň üçin ýokary naprýaženiýeli sarymyny tok çeşmä, ikinji sarymyna bolsa woltmetr birleşdirip, bir atly fazalaryň uçlaryny tapmaly. Olaryň arasyndaky naprýaženiýe nula deň bolýar. Ýokary woltly naprýaženiýeli sarymlaryň uçlary naprýaženiýäni ölçeýji transformator ulanylyp tapylýar.

6.6. Awtotransformatorlar

Awtotransformatorlaryň beýleki transformatorlardan tapawudy olaryň birinji we ikinji sarymlarynyň elektromagnit baglanyşygyndan başga-da elektrik birleşmesi hem bar (6.3-nji a we b suratlar).

Şonuň üçin hem beýleki transformatorlar bilen deňeşdirilende olaryň sarymy iki esse az bolýar. Munuň esasynda şol bir kuwwatly transformatorlar bilen deňeşdirilende olaryň agramy ýeňil, ölçegleri kiçi, bahasy hem arzan bolýar.

Awtotransformatorlar bir we üç fazaly bolýarlar. Olaryň transformasiýa koeffisiýenti $0,5 \leq k \leq 1$ aralygynda bolanda ulanmak has hem amatlydyr. Olaryň ikinji sarymy birinji sarymynyň bir bölegi bolmak bilen, birinji we ikinji sarymlary onuň birinji sarymyny düzýär. Awtotransformatoryň naprýaženiýeleriniň, toklarynyň we sarymlarynyň sanynyň gatnaşyklary $k = U_1/U_2 = \omega_1/\omega_2 = I_2/I_1$ beýleki transformatorlaryňky ýalydyr.



6.3-nji surat. Awtotransformatorlaryň shemalary:

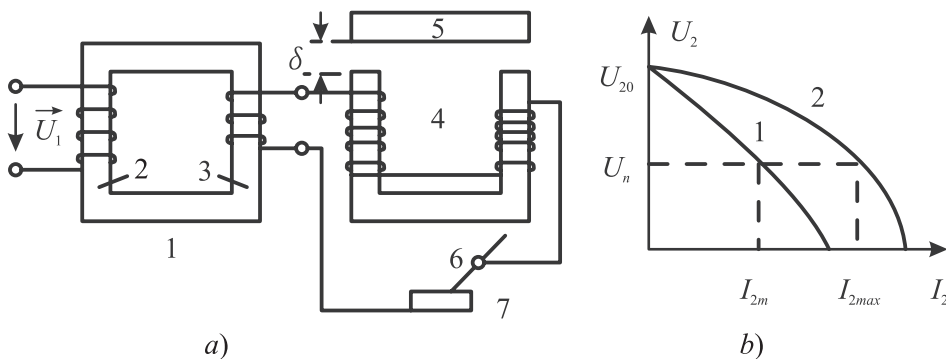
a – bir fazaly; b – üç fazaly; ç – bir fazaly sazlaýjy awtotransformatoryň daşky görnüşi

Awtotransformatoryň sarymynyň umumy böleginden toklaryň $I_u = I_2 - I_1$ tapawudy akýar. Şonuň üçin onuň umumy bölegi inçe simlerden saralýar. Beýleki transformatorlaryňky ýaly awtotransformatoryň ölçegleri olaryň berýän doly $S_{tr} = U_1 I_1 \approx U_2 I_2$ kuwwaty esasynda hasaplanylýar. Ýöne, olaryň ölçegleri onuň transformator we elektromagnit $S_2 = S_e + S_{tr} = U_2 I_1 + U_2 I_n$ usullarda berilýän kuwwatlary esasynda hasaplanylýar. Bu ýerde elektrik usulda berilýän kuwwat $S_e = U_2 I_1$ deňdir.

Transformatoryň kuwwaty $S_{tr} = U_2 I_u = U_2 I_2 \cdot (1 - 1/k)$ deňdir. Deňlemenden görnüşi ýaly awtotransformatoryň transformasiýa koeffisiýenti näçe kiçi bolsa şonça-da, onuň transformasiýa usulda berilýän kuwwaty kiçi bolýar. Şonuň üçin, magnet geçirijiniň meýdany hem kiçi bolýar. Awtotransformatoryň sarymlary üçin sargy simleriniň az gerek bolýanlygy, agramynyň ýeňilligi we ýitgisiniň az bolýanlygy olaryň gowy taraplarydyr. Ýokary we pes woltly naprýaženiýeleriň elektrik baglanyşkylygynyň bolmagy olaryň kemçilikleridir.

6.7. Kebşirleýji transformatorlar

Metallary biri-birine kebşirläp berkitmek, kesmek üçin hemişelik we üýtgeýän toklar ulanylýar. Kebşirmek üçin ulanylýan hemişelik toguň generatorynyň gurluşy çylşyrymly, peýdaly täsir koeffisiýenti (PTK) pes. Şonuň üçin hem kebşirmek üçin bir we köp orunly kebşirleýji transformatorlar ulanylýar. 6.4-nji *a* suratda elektrik dugaly kebşirleýji transformatoryň işleýşini düşündirýän shema getirilen. Metallar kebşirmegiň ýokary hilli bolmagy üçin wagtyň geçmegi bilen toguň güýji üýtgemeli däl. Durnukly togy almak üçin transformatoryň daşky häsiýetnamasy çalt aşak düşmelidir (6.4-nji *b* surat). Bu häsiýetnama (1) transformator ýörite artdyrylan akymly edilip ýasalandygy üçin alynýar



6.4-nji surat. Elektrik dugaly kebşirleýji transformator

Kebşirleýji transformatorlar bir we üç fazaly bolýarlar. Olaryň (3) ikinji sarymynyň togunyň artmagy bilen, onuň naprýaženiýesi çalt peselýär. Birinji (2) sarymy 220W we 380W naprýaženiýä niýetlenen bolýar. Bu transformatorlar işlemeýän wagtynda olaryň ikinji sarymynyň naprýaženiýesi $U_{20} = 65...70$ W deň bolup,

kebşirleýän wagtynda bolsa $U_{2n} = 16...20$ W çenli peselýär. Kebşirleýän wagtynda ky toguň ululygy $I_{2n} = 100...900$ A aralygynda bolýar (6.4-nji b surat).

Transformatoryň (2) we (3) sarymlary magnit geçirijilerde ýerleşdirilýär, bu bolsa ýaýraýan magnit akymynyň köpelmegine getirýär. Ýerine ýetirýän işiň görnüşine baglylykda (6) elektrod bilen (7) metalyň arasynda döreýän kebşirleýji tok (4) we (5) magnit geçirijiniň arasyndaky δ howa boşlugynyň üýtgemegi esasynda sazlanýar. Bu bolsa özi induktirlenýän EHG üýtgedýär we kebşirleýän zynjyryň elektromagnit garşylygyny üýtgedýär. Netijede bolsa kebşirleýän tok sazlanýlar. Kebşirleýän transformatoryň peýdaly täsir koeffisiýenti $\eta = 83...90\%$, kuwwat koeffisiýenti $\cos\varphi = 0,52...0,62$ çäklerde üýtgeýär.

Hojalygyň kuwwat koeffisiýentini ýokary derejede saklamak üçin kebşirleýän transformatorlaryň boş işleýän wagtyny çäklendirmeli ýa-da tok çeşmeden aýyrmaly. Önümçilikde CTH, CTЭ, TCД kysymly kebşirleýji transformatorlar giňden ulanylýar.

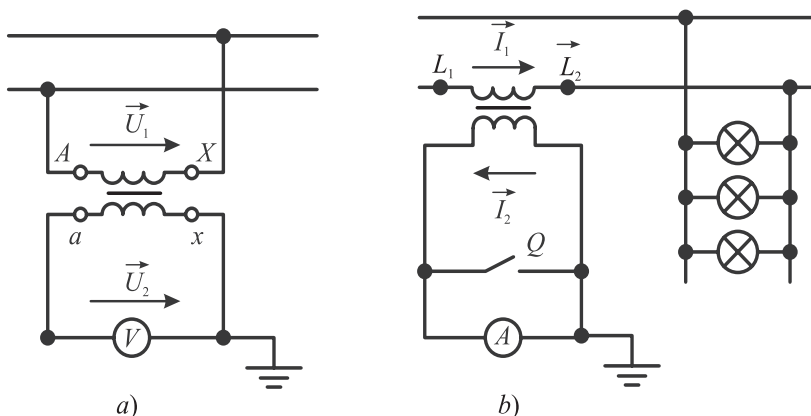
6.8. Ölçeýji transformatorlar

Ölçeýji transformatorlar üýtgeýän toguň zynjyrynda elektrik ölçeýji abzallaryň ölçeýän çäginin giňeltmek we olary ýokary naprýaženiýeden izolirläp, ondan peýdalanýan adamlaryň howpsuzlygyny üpjün etmek üçin ulanylýar. Olar toguň güýjünü we naprýaženiýäni ölçeýji transformatorlara bölünýärler.

Tok ölçeýji transformatorlar. Bu abzal ampermetrleriň ölçeýiş çäginin ulaltmak üçin ulanylýar. Olaryň birinji sarymy togy ölçenilýän zynjyra yzygider edilip birleşdirilýär we onuň sarymlarynyň izolýasiýasy birleşdirilýän zynjyryň naprýaženiýesine hasaplanan bolmaly (6.5-nji a surat). Eger-de, sarymyň izolýasiýasy bozulýan ýagdaýynda işleýän adamlaryň howpsuzlygyny üpjün etmek üçin tok ölçeýji transformatoryň ikinji sarymynyň bir uýy we magnit geçirijisi ýere birleşdirilýär. Togy ölçeýji transformatoryň daşky görnüşi 6.6-njy suratda getirilýär.

Togy ölçeýji transformatoryň transformasiýa koeffisiýenti, sarymlarynyň sanynyň we ölçeýän togunyň gatnaşygy $k = \omega_2/\omega_1 = I_1/I_2$ baglanyşykda görkezilişi ýaly bolýar. Bu ýerden $I_1 = kI_2$ deňligi alyp bolar.

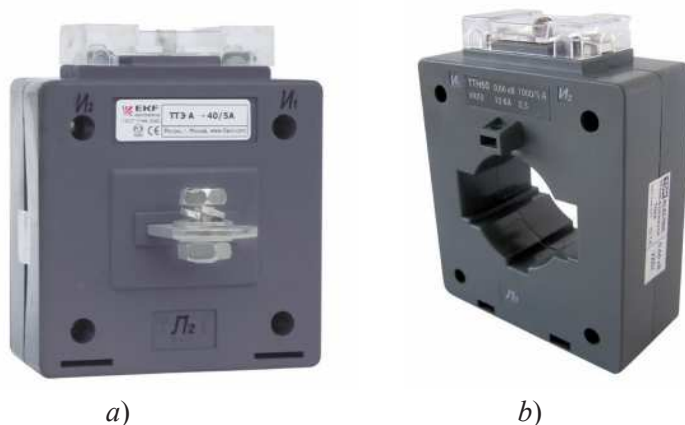
Tok ölçeýji transformatorlarynyň birinji sarymynyň togunyň ululygyna segetmezden, ikinji sarymyny 5 A ýa-da 1 A niýetlenip saralýar. Tok ölçeýji transformatoryň ikinji sarymy hemişe ýapyk zynjyr emele getirmeli. Ol açyk bolanda $I_2 = 0$ bolýar. Transformatoryň ýüksiz işleýän düzgüninde onuň magnit akymyny diňe birinji sarymdan akýan tok döredýär. Munuň tersine, ikinji sarymyň induktirlenýän magnit akymy nula deň bolýar. Bu ýagdaýda ikinji sarymda induktirlenýän EHG 1000 W we ondan hem uly bolmagy mümkin, bu bolsa olary ulanýan adamlaryň jan saglygy üçin howpludyr. Şonuň üçin hem transformatorlaryň ikinji sarymyndaky ölçeýji abzal aýrylanda onda induktirlenýän EHG çäklendirmek üçin oňa gysga birleşdirilýän ýörite Q açar oturdylýar.



6.5-nji surat. Naprýaženiýäni we togy ölçeyji transformatorlaryň shemalary

Naprýaženiýäni ölçeyji transformatorlar. Zynjyryň ýokary woltly naprýaženiýelerini, pes naprýaženiýelerini ölçemek üçin niýetlenen abzallaryň kömegi bilen ölçemek üçin, naprýaženiýäni ölçeyji transformatorlar ulanylýar.

Naprýaženiýäni ölçeyji transformatoryň birinji sarymynyň zynjyryna ölçeyji abzallar gorajynyň üsti bilen parallel edilip birleşdirilýär. Onuň ikinji sarymyna bolsa woltmetr birleşdirilýär (6.5-nji b surat). Naprýaženiýäni ölçeyji transformatoryň transformasiýa koeffisiýenti, birinji we ikinji sarymlaryň sarym sanlarynyň we naprýaženiýeleriniň gatnaşyklary $k = U_1/U_2 = \omega_1/\omega_2$, şeýle ýazylýar. Bu ýerde $U_1 = kU_2$ deň bolýar. Naprýaženiýäni ölçeyji transformatoryň daşky görnüşi 6.6-njy suratda getirilýär.



6.6-njy surat. Togy (a) we naprýaženiýäni (b) ölçeyji transformatorlaryň daşky görnüşleri

Howpsuzlyk düzgünini berjaý etmek maksady bilen naprýaženiýäni ölçeyji transformatoryň ikinji sarymy we daşky gabygy ýere birleşdirilýär. Naprýaženiýäni ölçeyji transformatoryň ikinji sarymy diňe 100 W naprýaženiýe üçin niýetlenendir.

6.9. Transformator stansiýalarynyň toplumy

Transformatorlar naprýaženiýäni ýokarlandyryjy we peseldiji bolup bilýärler. Ýokarlandyryjy transformatorlar stansiýalary elektrik energiýanyň öndürilýän ýerlerinde, elektrik stansiýalaryň ýanynda gurulýar. Peseldiji transformator stansiýalary elektrik energiýany kabul edijileriň ýakynynda gurulýar. Toplumlaýyn transformator stansiýalary ýokary woltly elektrik geçiriji liniýalara birleşdirilýär. Naprýaženiýäni kabul edijileriň işleýän naprýaženiýesine çenli peseldýän (0,4/0,23 kW) transformator stansiýalara ulanylyjy transformator stansiýalar diýilýär. Önümçilikde üç ýa-da bir fazaly, açyk ýa-da ýapyk görnüşdäki toplumlaýyn transformator stansiýalary ulanylýar. Transformator stansiýalarynyň toplumy (TST) üç fazaly güýç transformatorlaryndan, içinde hemme kommutirleýji enjamlary oturdylan ýokary we pes naprýaženiýeli gutulardan durýar.

Stansiýanyň güýç transformatory gutynyň aşagynda ýerleşdirilýär. Ýokary woltly elektrik geçiriji liniýa aýryjynyň üsti bilen birleşdirilýär. Howpsuzlygy üpjün etmek üçin aýryjy ýokary naprýaženiýeli elektrik geçiriji liniýa birleşdirilen ýagdaýynda ýokary woltly gutyny açmak mümkinçiligi ýüze çykmaz ýaly ýörite mehaniki böwetleýjisi (blokirowkasy) bar.

Ýokary atmosfera naprýaženiýesinden (ýyldyrym çakanda) goramak üçin TST giriş 10 kW we çykyş 0,4 kW ýerlerinde zarýadsyzlandyryjylar oturdylýar. Sarp edilen elektrik energiýany ölçemek üçin tok ölçeyji transformatorlaryň üsti bilen birleşdirilen işeň energiýanyň hasaplaýjysy oturdylan. Elektrik kabul edijilere gidýän liniýalar awtomat aýryjylar bilen birleşdirilýär. Köçeleriň elektrik ýagtylandyryjylaryny ýakmak we söndürmek fotoreleleriň üsti bilen awtomatik usulda ýerine ýetirilýär.

TST stansiýalaryň hemme enjamlary zawodlarda doly ýygynalan görnüşde goýberilýär. Olary iş ýerinde oturtmak örän ýeňil. Olary fundamentde oturtmaly, korpusyny ýer bilen birleşdirmeli, ýokary we pes naprýaženiýeli elektrik geçiriji liniýalara birleşdirip ulany bermeli. Elektrogazanly, ýyladyşhanaly, şitilhanaly, inkubatorly kabul edijileri bar bolan hojalyklarda ýapyk transformator stansiýalar ulanmak maslahat berilýär.

Kärhanalary elektrik energiýasy bilen üpjün edýän esasy tok çeşmeden energiýanyň berilmesi wagtlaýynça kesilende, hojalygyň esasy enjamlaryny, (sowadyjylaryny, ýyladyşhanalaryny we başgalaryny) elektrik energiýasy bilen üpjün etmek üçin göçme elektrik stansiýalary ätiýaçlyk tok çeşme görnüşinde ulanylýar.

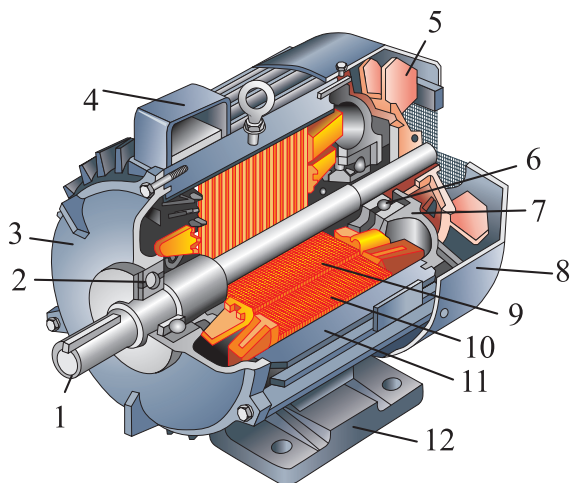
VII BAP

OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINDE ULANYLÝAN ELEKTRIK HEREKETLENDIRIJILERI

7.1. Asinhron elektrik hereketlendirijiniň gurluşy

Önümçilikde iş maşynlary herekete getirmek üçin dürli elektrik hereketlendirijiler ulanylýar. Olaryň 95%-den köprägi asinhron elektrik hereketlendirijilerdir. Asinhron elektrik hereketlendirijileriň munuň ýaly giňden ulanylmagynyň sebäpleri olaryň gurluşynyň ýönekeýligi, ulanmaga amatlylygy, işde ýokary ygtybarlylygy, agramynyň ýeňilligi, bahasynyň arzanlygy we başgalar bilen baglydyr.

Üç fazaly asinhron elektrik hereketlendirijisi 1889-njy ýylda rus alymy M.O.Doliwo-Dobrowolskiý tarapyndan oýlanylyp tapylýar. Üç fazaly asinhron elektrik hereketlendirijisi aýlanmaýan bölegi bolan statordan we aýlanýan bölegi bolan rotordan durýar. Stator çöýün ýa-da alýumin esasan, galyňlygy 0,35...0,5 mm elektrotehniki polat gatlaklaryndan ýygananan polat özendən we polat özeniň iç ýüzündäki joýalarda ýerleşdirilen, biri-birinden 120° süýşürilen statoryň sarymlaryndan durýar. Stator sarymlaryň başlangyçlary we ahylary 7.1-nji tablisada görkezilişi ýaly bellenilýär. Gysga utgaşdyrylan rotorly üç fazaly asinhron elektrik hereketlendirijisi 7.1-nji suratda getirilýär.



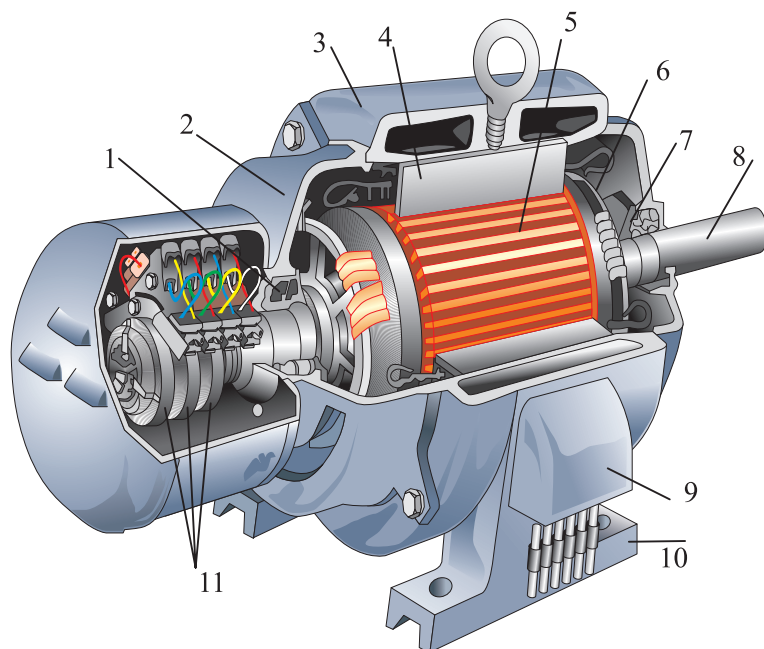
7.1-nji surat. Gysga utgaşdyrylan rotorly üç fazaly asinhron elektrik hereketlendiriji

Gurluşy boýunça asinhron elektrik hereketlendirijileri iki görnüşe, gysga utgaşdyrylan rotorly we galtaşma halkaly (fazaly) rotorly hereketlendirijilere bölünýärler.

Hereketlendirijiniň hereketsiz bölegi bolan stator (12) esasa berkidilen (11) daşky esasdan, üç fazaly sarymly (10) statoryň özeninden durýar. Hereketlendirijiniň daşky esasyny alýuminiň ergininden ýa-da çöýundan ýasaýarlar. Suratda getirilen hereketlendiriji ýapyk howa bilen sowadylar ýaly edilip ýasalypdyr. Şonuň üçin onuň üsti gapyrga görnüşinde edilipdir. Daşky gabyga statoryň (10) özeni berkidilen bolýar. Ol galyňlygy 0,5-0,35 mm bolan biri-birinden lak bilen izolirlenen elektrotehniki polat gatlaklardan ýygnaýar. Özeniň munuň ýaly gurluşy onuň magnit meýdanynda aýlanmagy netijesinde aşamagnitlenende köwlenme toklarynyň döremeginiň önüni alýar. Statoryň içindäki boşlukda hereketlendirijiniň aýlanan bölegi bolan, rotory ýerleşýär. Ol (1) okdan we onuň daşyndaky (9) özeniň joýajyklarynda ýerleşen we uçlary gysga utgaşdyrylan sarymlardan durýar.

Rotoryň oky (3) we (7) (7.1-nji surat) podşipnik saklaýjyda ýerleşen (2) we (6) podşipnikleriň üstünde aýlanýar. Hereketlendiriji daşky gabygyň gapyrgalary boýunça howanyň geçmegi arkaly sowadylýar. Howa akymy (8) esas bilen ýapylan (5) wentilatoryň kömegi bilen döredilýär. Gabygyň gapdal üstünde howany sorup alar ýaly deşikler ýasalýar. Fazalarynyň sarymlarynyň ahyrlary (4) gapaga çykarylýp berkidilýär.

Galtaşma halkaly rotorly asinhron elektrik hereketlendirijiniň gurluşy. Üç fazaly asinhron elektrik hereketlendirijiniň beýleki görnüşiniň biri hem galtaşma halkaly asinhron elektrik hereketlendirijilerdir (7.2-nji surat).



7.2-nji surat. Galtaşma halkaly üç fazaly asinhron elektrik hereketlendirijisi

Bu hereketlendirijiler gysga utgaşdyrylan sarymly rotorly asinhron elektrik hereketlendirijilerinden rotorynyň gurluşynyň çylşyrymlylygy bilen tapawutlanýar. Onuň statory (3) daşky gabykdan, joýajyklarynda üç sany tegek ýerleşen (4) özen-den durýar. Stator (1) we (7) podşipnik saklaýjylaryň daşynda ýerleşýän (2) we (6) podşipnik goraýjylary bardyr. Daşky gabygyna (10) esas we (9) sarymlaryň uçlary çykarylyp birleşdirilen tagtajak birleşdirilendir. Bu hereketlendirijiniň rotorynyň gurluşy çylşyrymlydyr. Rotoryň (8) okuna üç fazaly tegekli (5) özen berkidilýär. Sarymlaryň ahyrlary ýyldyz görnüşli birleşdirilýär. Olaryň başlangyçlary bolsa okuň bir tarapynda ýerleşen we ondan hem-de özara biri-birinden izolirlenen üç sany (11) halkalara birleşdirilýär. Aýlanýan rotoryň sarymlary bilen elektrik galtaşmasyny (kontaktyny) emele getirmek üçin her bir halkanyň üstünde çotga saklaýjyda ýerleşen iki sany çotga oturdylýar.

Daşky gabygyň ýasalysyna, sowadyş usuly, rotorynyň ýasalysyna we ş.m. görä hereketlendirijiniň dürli-dürli belgilenilişi bardyr. Meselem, markasy *A* – seriýaly hereketlendirijiler. Kuwwatlary 0,6-125 kWt bolan hereketlendirijileriň rotorlary gysga utgaşdyrylan we onuň joýajyklaryna alýumin guýulýar. Daşky gabygy bolsa çöyundan guýulýar.

АЛ görnüşli kiçi kuwwatly hereketlendirijileriň daşky gabygy alýuminiň düzümi köp bolan erginlerden ýasalýar.

АО we АОЛ seriýaly hereketlendirijileriň statorlarynyň daşky üsti gapyrga görnüşli edilip ýasalýar we daşyndan wentilýator bilen sowadylýar. Olaryň daşky gabygy alýuminden ýasalýar.

7.2. Asinhron elektrik hereketlendirijiniň işleýiş esasy

Asinhron elektrik hereketlendirijiniň işleýşi stator (1) döredýän aýlanýan magnit meýdanyna esaslanýar. Elektrik hereketlendirijiniň stator sarymlary üç fazaly tok çeşmä birleşdirilende, sarymlardan akýan tok stator (1) döredýän aýlanýan magnit meýdanyny döredýär. Statoryň aýlanýan magnit meýdany rotoryň ýapyk sarymlaryny kesip geçýär we olarda ЕНГ тогы we rotoryň magnit meýdanyny döredýär. Statoryň aýlanýan magnit meýdany bilen rotoryň magnit meýdanynyň özara täsiri esasynda güýç döreýär, bu güýç rotory statoryň aýlanýan magnit meýdanynyň ugruna aýlaýar. Şonuň esasynda statora berilýän elektrik energiýa mehaniki energiýa öwürülýär.

Statoryň aýlanýan magnit meýdanynyň tizligi toguň ýygylýgyna *f* we hereketlendirijiniň jübüt polýuslarynyň *p* sanyna bagly bolup, şeýle kesgitlenilýär:

$$n_s = 60 f / p. \quad (7.1)$$

Ýurdumyzda ulanylýan toguň ýygylgy $f = 50$ Gs, hereketlendirijiniň jübüt polýuslarynyň sany $p = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ bolup biler. Statoryň aýlaýan magnit meýdanynyň tizliginiň jübüt polýusly sanyna baglylygy 7.1-nji tablisada getirilýär.

7.1-nji tablica

Statoryň jübüt polýusynyň sany, p	1	2	3	4	5	6
n_s , aýl/min	3000	1500	1000	750	600	500

Statoryň aýlanýan magnit meýdanynyň rotoryň sarymlaryny kesip geçmegi üçin, rotoryň aýlaw ýygylgy statoryň magnit meýdanynyň tizliginden $n_1 > n_2$ azrak yza galmaly. Statoryň aýlanýan magnit meýdanynyň tizliginden n_1 , rotoryň tizliginiň n_2 tapawudyna $n = n_1 - n_2$ asinhron tizlik diýilýär. Statoryň aýlanýan magnit meýdanynyň tizligi bilen rotoryň tizliginiň deň dældigi üçin olar asinhron diýlip atlandyrylýar. Asinhron tizligiň statoryň magnit meýdanynyň tizligine bolan gatnaşygyna rotoryň typmasy ýa-da taýmasy, $s = n_1 - n_2 / n_s = n_s / n_1$ diýilýär.

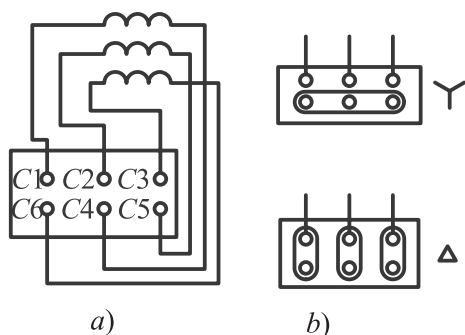
Rotoryň typmasy $S = 1$ (hereketlendiriji işe girizilýän pursatynda, $n_2 = 0$), $s = 0$ (rotoryň tizligi statoryň meýdanynyň tizligine deň bolanda, $n_s = n_2$) aralykda üýtgeýär, ýöne hereketlendiriji ýükli işlände rotoryň typmasy $S = 0,03...0,08$ çäklerde bolýar. Hakykatdan hem rotoryň tizligi statoryň, magnit meýdanynyň tizliginden 3...8% yza galýar.

7.3. Asinhron elektrik hereketlendirijiniň tok çeşmesine birleşdirilişi

Üç fazaly asinhron elektrik hereketlendirijiler üç fazaly toguň kabul edijisi bolýanlygy üçin: olar “ýyldyz” ýa-da “üçburçluk” shemalarda tok çeşmä birleşdirilýärler.

Asinhron elektrik hereketlendirijileriň sarymlaryny “ýyldyz” shemada birleşdirmek üçin stator sarymlaryň bir atly uçlary özara birleşdirilýär (C_4, C_5, C_6 ýa-da C_1, C_2, C_3) boş uçlary bolsa tok çeşmä birikdirilýär.

Asinhron elektrik hereketlendirijileriň sarymlaryny “üçburçluk” shemada birleşdirmek üçin birinji sarymyň C_4 ahyryny, ikinji sarymyň C_2 başyna, ikinjiniň C_5 ahyryny, üçünji sarymyň C_3 başyna, üçünji sarymyň C_6 ahyryny bolsa, birinji sarymyň C_1 başyna birleşdirilýär (7.3-nji a surat). Birnäçe ýagdaýlarda asinhron elektrik hereketlendirijileriň stator sarymlarynyň uçlary belli tertipde korpusyna berkidilen gysgyç tagtajakaza çykarylýar. Bu ýagdaýda elektrik hereketlendirijini “ýyldyz” shemada birleşdirmek üçin gysgyç tagtajakda stator sarymlaryň bir hili uçlaryny özara birleşdirýän bir kese germew goýmaly (7.3-nji b surat). Elektrik hereketlendirijini “üçburçluk” shemada birleşdirmek üçin gysgyç gapakda üç sany dik germew goýmaly.



7.3-nji surat. Asinhron elektrik hereketlendirijileriniň statorynyň sarymlarynyň tok çeşmesine ýyldyz (Y) we üçburçluk (Δ) görnüşli birleşdirilişi

Köplenç asinhron elektrik hereketlendirijileriň pasportynda iki naprýażeniýe görkezilýär. Meselem, 220 we 380 W. Şonda elektrik hereketlendirijini 220 we 380 W tok çeşmä birleşdirip işletmek bolýar. Bu ýagdaýda elektrik hereketlendirijiniň birleşdirilýän shemasy tok çeşmäniň we elektrik hereketlendirijiniň pasportynda görkezilen faza naprýażeniýä bagly bolýar we ol şunuň ýaly anyklanylýar.

Eger-de tok çeşmäniň naprýażeniýesi elektrik hereketlendirijiniň pasportynda görkezilen naprýażeniýeleriň uly sanyna deň bolsa, elektrik hereketlendirijini “ýyldyz” shemada birleşdirmeli; kiçi sanyna deň bolsa “üçburçluk” shemada birleşdirmeli; hiç haýsyna deň bolmasa bu elektrik hereketlendirijini şu tok çeşmä birleşdirmek bolmaýar. Tok çeşmäniň dürli naprýażeniýelerde elektrik hereketlendiriji bilen birleşdiriş shemalary 7.2-nji tablisada getirilýär.

7.2-nji tablisa

Tok çeşmäniň naprýażeniýesi, W	Hereketlendirijiniň naprýażeniýesi, W		
	127/220	220/380	380/660
127	Δ	-	-
220	Y	Δ	-
380	-	Y	Δ
660	-	-	Y

Asinhron elektrik hereketlendirijiniň rotorynyň aýlanýan ugruny üýtgetmek üçin statoryň magnit meýdanynyň aýlanýan ugruny üýtgetmeli, munuň üçin statoryň sarymlaryny tok çeşmä birleşdirilýän üç simiň ikisiniň ýerlerini çalyşmaly.

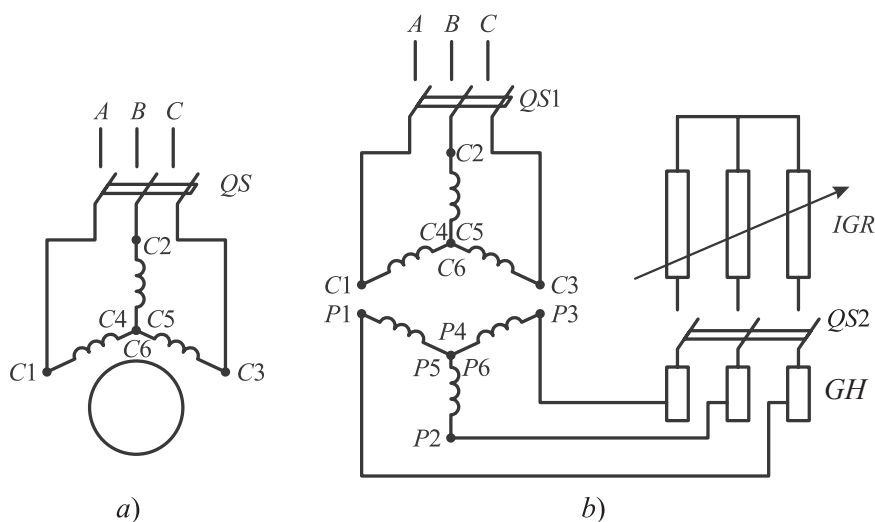
7.4. Asinhron elektrik hereketlendirijileriniň işe goýberilişi

Asinhron elektrik hereketlendirijisi tok çeşmesine birleşdirilende statoryň we rotoryň sarymlaryndan akýan toguň ululygy nominal tokdan birnäçe esse uly bolýar. Munuň sebäbi rotor aýlanmaýan ýagdaýynda statoryň aýlanýan magnit meýdany

onuň sarymlaryny uly tizlikde kesip geçýär we olarda uly EHG induktirlenýär. Rotor aýlanyp başlanda onuň typmasy peselýär, rotoryň sarymlarynda induktirlenýän EHG, togy peselýär we netijede statoryň togunyň peselmegine getirýär.

Elektrik hereketlendirijiniň işe girýän pursatynda alýan uly togy onuň özi üçin hem, beýleki işläp duran elektrik enjamlar we tok çeşmeleri üçin hem, zyýanly täsir edýär. Elektrik hereketlendiriji tiz-tizden işe girizilip işledilende onuň sarymlaryndan akýan uly tok onuň izolýasiýasynyň tiz könelmegine we sandan çykmagyna getirýär. Uly tok naprýaženiýäniň peselmegine getirýär bu bolsa işläp duran hereketlendirijilere ýaramaz täsir edýär we olaryň iş maşynyň döredýän garşylyk momentini ýeňip bilmän işden çykmagyna getirmegi mümkin.

Gysga utgaşdyrylan rotorly asinhron elektrik hereketlendirijilerini üç fazaly tok çeşmesine birleşdirmegiň shemasy 7.4-nji *a* suratda getirilýär. Onuň rotory töwerek görnüşinde şekillendirilendir. Ol tok çeşmesine *QS* rubilnigiň kömegi bilen birleşdirilýär.



7.4-nji surat. Galtaşma halkaly asinhron elektrik hereketlendirijiniň işe girizilişi

Elektrik hereketlendirijiniň pes kuwwatly tok çeşmelerden işe girizilen we işe girýän pursatynda alýan toguny peseltmek we uly moment talap edýän maşynlary işe girizmek üçin galtaşma halkaly asinhron elektrik hereketlendirijiler ulanylýar. Onuň işe girizilişiniň shemasy 7.4-nji *b* suratda getirilýär. Bu elektrik hereketlendirijiniň rotorynyň sarymlary (*IGR*) işe goýberiji reostatyň, (*GH*) galtaşma halkalarynyň, (*QS*) açaryň kömegi bilen işe goýberilýär. *IGR* rotoryň zynjyrynda goşmaça garşylyk emele getirip, işe goýberiliş başky pursatynda işe goýberiş togunyň pes bolmagyny üpjün edýär.

Hereketlendiriji işe goýberilmeginiň ön ýanynda reostatyň garşylygy in uly bahasynda goýulýar. $QS2$ açaryň ýapyk halatynda $QS1$ açar ýapylýar ol tok çeşmesine birleşdirilýär. Soňra ýuwaş-ýuwaşdan reostatyň garşylygy kiçeldilip, toguň güýji ulaldylýar we şonuň bilen birlikde bolsa rotopyň aýlaw ýygylgy artdyrylýar. Rotor niýetlenen aýlaw ýygylgyna eýe bolanda reostat işden çykarylýar. Elektrik hereketlendirijisi gysga utgaşdyrylan sarymly rotorly hereketlendirijiniň işleýşi ýaly işlemegini dowam edýär.

Asinhron elektrik hereketlendirijiniň işe goýberilişiniň başga bir usuly ony “ýyldyz” shemadan “üçburçluk” shema geçirmeli. Eger asinhron elektrik hereketlendirijisi üçburçluk shemada birleşdirip işledilýän bolsa, ol ilki bilen ýyldyz shemada birleşdirilip işe girizilýär.

Rotor aýlanyp başlanandan soňra üçburçluk shema geçirilip işlemegi dowam etdirilýär. Elektrik hereketlendiriji bu usulda işe girizilende tok çeşmeden alýan togy we döredýän momenti üç esse peselýär. Bu usul haçan-da iş maşynyny işe girizmek üçin üç esse peselýän moment ýeterlik bolanda ulanylýar.

7.5. Asinhron elektrik hereketlendirijiniň tizliginiň sazlanýşy

Asinhron elektrik hereketlendirijileriň tizligini sazlamak çylşyrymly, şonuň üçin olar esasan tizligini sazlamak gerek bolmaýan iş maşynlary (sorujylary, ýeledirijileri we başgalary) herekete getirmek üçin ulanylýar. Öňümçilikde käbir sebäplere görä iş maşynyň tizligini sazlamak gerek bolýar. Onuň shemasy 7.5-nji suratda getirilýär.

Asinhron elektrik hereketlendirijiniň rotorynyň tizligi şeýle kesgitlenilýär:

$$n_2 = n_1 (1 - S) = 60f(1 - S) / P. \quad (7.2)$$

Deňlemeden görnüşi ýaly rotoryň tizligini üýtgetmek bolýar. Munuň üçin:

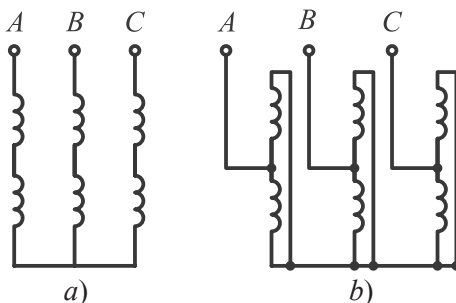
1. Statoryň jübüt polýuslarynyň sanyny P üýtgetmeli. Bu usulda köp polýusly hereketlendirijilerde polýuslaryny yzygider ýa-da parallel birleşdirmek arkaly üýtgedilýär. Meselem, eger fazanyň sarymy iki sany tegekden durýan bolsa, onda olar yzygider birleşdirilende jübüt polýuslaryň sany $P = 2$ bolýar, parallel birleşdirilen bolsa $P = 1$ bolýar.

Tegekleriň başlangyçlary we ahyrlary tagtajykda çykarylýp berkidilýär. Tegekleriň birleşdirilişini işläp duran hereketlendirijide amala aşyrmak bolýar. Statoryň joýajyklarynda biri-birine bagly bolmadyk sarymlary ýerleşdirilýär.

Olaryň her biri birleşdiriliş shemasyna baglylykda birnäçe jübüt polýuslary döredip bilýär $P = 1$ we $P = 2$. Sarymlaryň biri birugurly ýyldyz görnüşli birleşdirilen bolsa (7.5-nji a surat), beýlekisi iki ýyldyzly birleşdirilip bilner (7.5-nji b surat).

Netijede, hereketlendirijiniň üç sany tizligi bolýar. Statorda iki sany sarym ýerleşdirip bolýar. Ol sarymlaryň her biriniň iki sany tizligi bolýar. Şeýlelikde, bu maşynyň dört sany tizligi bolar. Ýöne, birnäçe sarymlary ýerleşdirmek maşynyň göwrümini we bahasyny ýokarlandyrýar.

Şonuň üçin bir sarymy ulanyp dört sany tizlige geçirmek usuly amatly bolýar. Netijede, sinhron tizlikleri alyp bolýar. Olar 3000/1500/1000/500 ýa-da 1500/1000/750/500 aýl/min ýa-da başga kombinasiýalardyr.



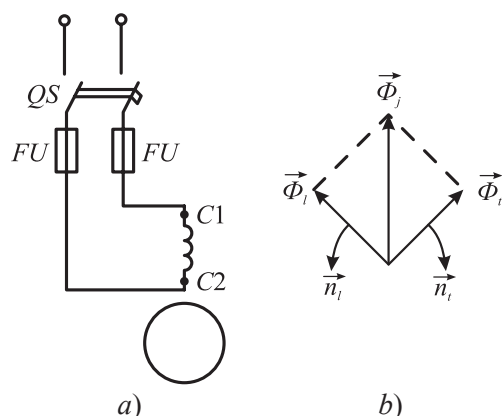
7.5-nji surat. Asinhron elektrik hereketlendirijisiniň tizliginiň sazlanýşynyň shemasy:

a – birugurly ýyllyz; b – iki ýyllyzly shemalary

Mundan hem başga: ýörite tok çeşmesine birikdirmek bilen hereketlendirijä berilýän naprýaženiýäniň ýygylgyny üýtgetmek; galtaşma halkaly rotorly hereketlendirijileriň rotorynyň zynjyryna goşmaça sazlaýjy reostat birleşdirmek we ş.m. arkaly üýtgetmek ýaly usullary bardyr.

7.6. Bir fazaly asinhron elektrik hereketlendirijileri

Bir fazaly üýtgeýän toguň zynjyrynda kiçi kuwwatly wentilýatorlary, suw sorujylary we dürli iş maşynlaryny işletmek üçin bir fazaly asinhron elektrik hereketlendirijileri ulanylýar. Bir fazaly asinhron elektrik hereketlendirijileri bir fazaly tok çeşmesinden iýmitlenýär, emma statoryň sarymlary şol bir wagtda, bir, iki we üç fazaly bolup bilerler. Bir fazaly hereketlendirijiniň rotorynyň gurluşy üç fazaly hereketlendirijiniň rotoryna meňzeş bolup, statorynda üýtgeýän tokdan iýmitlenýän bir sany sarymy bardyr. Önümçilikde öndürilýän hereketlendirijileriň kuwwaty kiçidir. УАД kysymly hereketlendirijiler 1Wt-dan 400 Wt çenli; АОЛБ kysymlylar 600 Wt çenli. Bir fazaly asinhron elektrik hereketlendirijileri awtomatik dolandyrylýan gurluşlarda, dürli görnüşli hojalyk üçin niýetlenen enjamlarda we kiçi kuwwatly mehanizmleriň herekete getirijilerinde ulanylýar. Onuň shemasy 7.6-njy suratda getirilýär.



7.6-njy surat. Bir fazaly asinhron elektrik hereketlendirijiniň:

a – tok çeşmesine birleşdirilişi; b – wektor diagrammasy

Bir fazaly asinhron elektrik hereketlendirijilerinde aýlanma magnit meýdanyň emele gelşi. Eger statorda bir sany tegek ST bar bolup üýtgeýän toguň zynjyryna birleşdirilen bolsa, onda bu sarymyň m.h.g-niň döredýän F_s güýji giňişlikde ugruny üýtgedýän magnit akymy Φ döredýär. Bu akym bolsa statoryň sarymynda üýtgeýän magnit akymyny, rotoryň ýapyk sarymynda bolsa tok döredýär. Statoryň m.h.g F_s we rotoryň m.h.g-i F_R özara deň ululykly, emma ugurlary boýunça biri-birine garşylykly gönükdirilen bolýar. Şonuň üçin jemleýji m.h.g we işe goýberiji moment nola deň bolýar. Şeýlelikde, rotor aýlanmaýar. Ýöne rotora haýsy-da bolsa daşyndan bir güýç täsir etdirip herekete getirilse, onda rotor aýlanyp başlar. Bu güýç aýrylandan soň hem rotor aýlanmagyny dowam etdirer. Bu hadysany ugruny üýtgedýän magnit akymyny bir-birine garşylykly ugurda aýlanýan iki sany $\vec{\Phi}_1$ we $\vec{\Phi}_2$ magnit akymalarynyň jemi $\vec{\Phi}_j$ görnüşinde göz önüne getirmek bolar. Aýlanýan meýdanlaryň amplituda bahalary özara deň we ululyklary boýunça jemleýji meýdanyň ýarysyna deňdir.

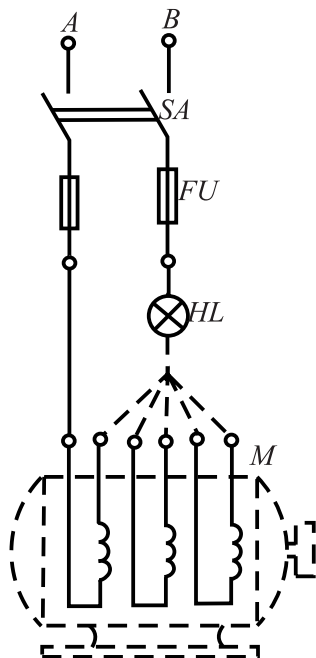
Stator sarymlarynyň üçlary C_1, C_2 harplar bilen belleniýär we oňa işçi sarym diýilýär. Bir fazaly üýtgeýän tok aýlanýan magnit meýdanyny döredip bilmeýär, şonuň üçin bir fazaly asinhron elektrik hereketlendirijileri işe giriziji momenti döretmeýär. Eger-de bu elektrik hereketlendirijiniň rotoryny daşky güýç bilen aýlandyrsak onda rotoryň aýlanýan ugruna aýlanma momenti dörrär. Bir fazaly asinhron elektrik hereketlendirijilerde başlangyç aýlanýan momenti döretmek üçin statorda işçi sarymdan tekizlikde 90° süýşürilen goşmaça (işe goýberiji) sarym ýerleşdirilýär. İşçi we işe goýberiji sarymlar biri-birinden tekizlikde 90° golaý süýşürilen magnit akymlar rotoryň sarymlarynda EHG tok, magnit meýdanyny döredýär. Statoryň we rotoryň magnit meýdanlarynyň özara täsirleri esasynda döreýän güýç rotory aýlap başlaýar. Rotor nominal tizligine ýetende (3 sek golaý wagtda) işe goýberiji sarym tok çeşmeden aýrylýar, rotor nominal tizlik bilen aýlanmagyny dowam edýär. İşe goýberiji sarymly bir fazaly elektrik hereketlendirijiniň işe goýberilýän wagtynda

döreyän momenti kiçi, agdyk ýükde işläp bilmeýär, peýdaly täsir koeffisiýenti we kuwwat koeffisiýenti $\cos \varphi$ pes bolýar.

Bir fazaly asinhron elektrik hereketlendirijiniň rotorynyň aýlanýan ugruny üýtgetmek üçin işe goýberiji ýa-da işçi sarymlaryň biriniň uçlarynyň ýerini çalyşmaly.

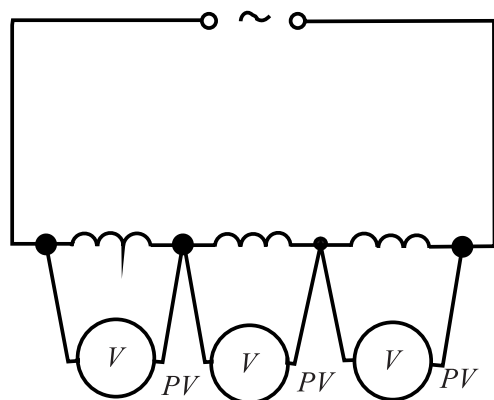
7.7. Üç fazaly elektrik hereketlendirijileriniň sarymlarynyň uçlaryny tapmagyň usullary

Käbir halatlarda üç fazaly elektrik hereketlendirijileriniň sarymlarynyň uçlaryndaky bellikler ýitirilen bolýar we olaryň ahyrlaryny we başlangyçlaryny tapmaklyk talap edilýär. Olary tapmak transformasiýa usuly ýa-da saýlamak ýoly bilen amala aşyrylyp bilner. Bu usullar zähmeti köp talap edýär. Şonuň üçin ýeňil usul bolan açyk üçburçluk usuly ulanylýar. Ilki bilen *HL* lampany ulanyp, her bir sarymyň uçlary tapylyar (7.7-nji surat). Soňra ähli sarymlar yzygider açyk üçburçluk shemasy ýygnaýar we elektrik setine birleşdirilýär. Her bir saryma parallel edip *PV* woltmetr birleşdirilýär (7.8-nji surat). Eger sarymlar ugurdaş, ýagny, *başlangyjy bilen ahyry* birleşdirilen bolsa, onda woltmetrler ähli sarymlarda birmeňzeş naprýaženiýeleri görkezzer. Eger haýsyda bolsa bir sarym garşylykly birleşdirilen bolsa onda şol saryma birleşdirilen woltmetr uly naprýaženiýäni görkezzer. Woltmetrleriň görkezmeleriniň esasynda bellemeleri geçirmeli.



7.7-nji surat. Üç fazaly elektrik hereketlendirijiniň sarymlarynyň uçlaryny tapmaklygyň shemasy:

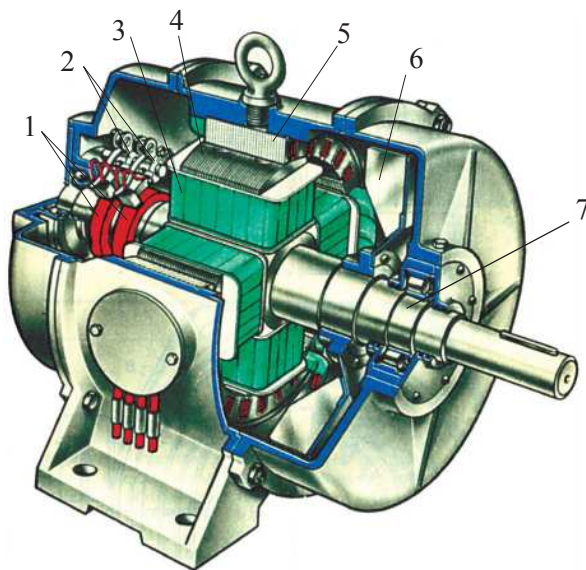
M – elektrik hereketlendirijisi; *HL* – gözegçilik çyrasy; *FU* – ereýji goraýjy; *SA* – öçüriji



7.8-nji surat. Üç fazaly elektrik hereketlendirijiniň sarymlarynyň uçlaryny we ahyrlaryny tapmak üçin sarymlara woltmetrleriň birleşdirilişiniň shemasy

7.8. Sinhron elektrik hereketlendirijileriniň gurluşy we işleýiş esaslary

Elektrik maşynlaryň öwrülme häsiýeti esasynda şol bir elektrik maşyn generator we hereketlendiriji bolup işläp bilýär. Mehaniki energiýany elektrik energiýa öwürýän maşyna generator, tersine elektrik energiýany mehaniki energiýa öwürýän maşyna bolsa elektrik hereketlendiriji diýilýär. Sinhron elektrik hereketlendirijiler hem asinhron elektrik hereketlendirijiler ýaly hereket etmeýän bölegi statordan we aýlanýan bölegi ýakordan durýar.



7.9-njy surat. Sinhron elektrik hereketlendiriji

Sinhron elektrik hereketlendirijiň statorynyň gurluşy asinhron elektrik hereketlendirijiniň statory ýalydyr. Rotory polýus paşmaklardan we olara geýdirilen hemişelik tok bilen iýmitlendirilýän oýandyryjy sarymlardan durýar.

Dizel generatorlary 600-1500 aýl/min ýygylgyna hasaplanyp, rotorynyň polýuslary görnüp duran edilip ýasalýar. (7.9-njy surat.). Sinhron generator (1) galtaşma halkalaryndan, çotga saklaýjydan (2), rotoryň polýus tegeklerinden (3), polýuslary saklaýjylaryndan (4), statoryň özeninden (5), ýeledirijiden (6) we okdan (7) durýar.

Sinhron elektrik hereketlendirijiniň stator sarymlary üç fazaly tok çeşmäniň rotor sarymlaryndaky hemişelik tok çeşmä birleşdirilende, statorda asinhron elektrik hereketlendirijiň statoryndaky ýaly her sekuntda elli gezek öz polýuslaryny üýtgedip aýlanýan magnit akymyny döredýär, rotoryň sarymlarynda hemişelik magnit meýdany döreýär. Statoryň öz polýuslaryny tiz üýtgedýän magnit akymy, rotoryň ugruny üýtgetmeýän magnit meýdanyny her sekuntda elli gezek özüne çekýär we şonça gezek itýän güýç bilen täsir edýär. Belli bir inersiýa momenti bolan rotor 0,01 sekundyň dowamynda bat alyp, statoryň aýlanýan magnit meýdanynyň yzyndan ýetip bilmeýär, netijede sinhron elektrik hereketlendirijileriň işe girizilýän pursatynda aýlanma momenti nula deň bolýar.

Sinhron elektrik hereketlendirijileriň asinhron elektrik hereketlendirijiden esasy aýratynlygy, onuň ýüki üýtgeş-de rotoryň tizligi üýtgemeyär. Şonuň üçin hem sinhron elektrik hereketlendirijiler hemişelik tizlikde işlemeli maşynlary (elektrik sagatlary, ýazýan abzallary, kinoenjamlary, uly kuwwatly sorujylary, ýeledirijileri we başgalary) herekete getirmek üçin ulanylýarlar.

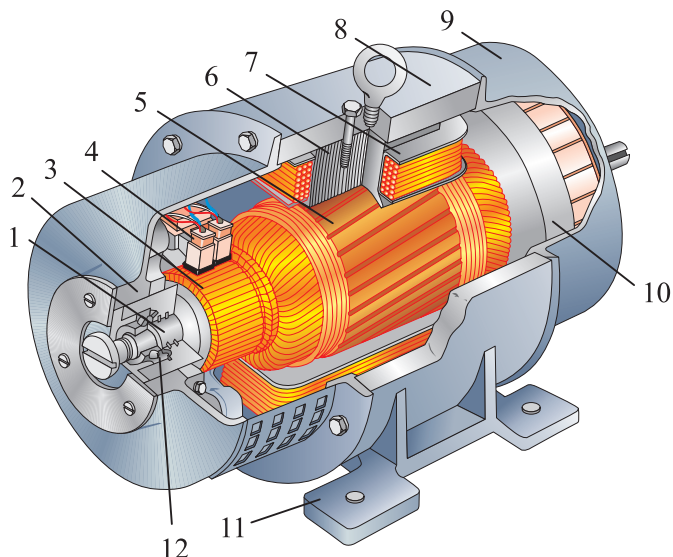
Sinhron maşynlarynyň uly bölegini sinhron elektrik hereketlendirijileri tutýar. Olaryň kuwwaty birnäçe kilowata çenli ýetip, ýygylgyny sazlamak talap edilmeýän kuwwatly ýeledirijileri, degirmenleri, suw sorujylary we başga gurluşlary işletmek üçin ulanylýar.

Meselem: kuwwaty 315-4000 kWt, ýygylgyny 300-1000 aýl/min bolan CДH2 sinhron elektrik hereketlendirijisi ýygylgyny 50 Gs we naprýaženiýesi 6 kV bolan elektrik setinden iýmitlenýär.

7.9. Hemişelik toguň elektrik hereketlendirijileriniň gurluşy we işleýiş esaslary

Hemişelik toguň maşynlary esasan magnit meýdanyny döredýän, hereket etmeýän statordan we aýlanýan ýakordan durýar. Stator polatdan taýýarlanan silindr görnüşdäki staninadan, onuň iç ýüzüne berkidilen polýuslardan we olara geýdirilen hemişelik tok bilen iýmitlendirilýän oýandyryjy sarymlardan durýar. Ýakor aýratyn elektrotehniki plastikalardan ýygynalan özenden we onuň joýalarynda ýerleşdirilen

ýakor sarymlaryndan, ýakor sarymlaryň uçlary biri-birinden we okdan izolirlenen plastinkalardan ýygňalan kollektordan we kollektoryň üstünde oturdylan çotgalar-dan durýar. Hemişelik toguň elektrik hereketlendirijisi 7.10-njy suratda getirilýär.



7.10-njy surat. Hemişelik toguň elektrik hereketlendirijisi

Stator (8) esasan we oňa berkidilen esasy polýuslardan (7) durýar. Esas polýuslary we podşipnik (12) gapdal üstlerini saklamak üçin ulanylýar we magnit geçirijiniň bir bölegi bolup hyzmat edýär. Onuň üsti bilen magnit akymalary ýapyk akym emele getirýärler. Ol ýeterlik mehaniki berkligi bolan we uly magnit syzyjylygy bolan polatdan ýasalýar. Onuň aşaky böleginde maşyny berkitmek üçin bölek (11) durýar. Köplenç esasan bütin polat turbadan ýa-da polat gatlaklardan kebşirlenip ýasalýar.

Esasy polýus özenden (6) we polýusyň tegeklerinden (7) durýar. Polýuslaryň özenleri ýokary basyşda gysylýp ýasalan polat gatlaklardan ýasalýar. Polýuslar gaýkalaryň kömegi bilen esasan berkidilýär.

Esasy we goşmaça polýuslaryň tegekleri töwerek ýa-da gönüburçly kese kesikli izolýasiýaly simden ýasalýar. Kiçi kuwwatly maşynyň tegekleri inçe simlerden saralyp ýasalýar. Oýandyryjy sarymlarynyň yzygider birleşdirilen tegekleri we goşmaça polýuslaryň tegekleri ýasy misden ýasalýar. Polýuslarda ýerleşen sarymlaryň sowamaklygyny gowulandyrmak maksady bilen birnäçe bölekler bölýärler. Olaryň arasynda izolýasion materiallaryny berkidýärler.

Ýakor (1) okdan, (5) tegekle özenden, (3) kollektordan durýar. Onuň özeni galyňlygy 0,5 mm bolan we biri-birinden lak bilen izolirlenen elektrotehniki polat gatlaklardan ýygňalýar. Ýakoryň üstünden joýajyklar ýasalýar we olarda ýakoryň sarymlary ýerleşdirilýär.

Kollektoryň gurluşy we ýerine ýetirýän işi. Hemişelik toguň maşynlarynyň çylşyrymly bölekleriniň biri kollektor (3) bolup ol, trapesiýa şekilli mis plastinkalaryndan içi boş silindr şekilli edilip ýygnaýar. Mis plastinkalarynyň arasynda mikanitden ýasalan izolýasiýa gatlagy ýerleşdirilýär we olar maşynyň okundan hem izolirlenýär. Kollektoryň simleri ýakoryň joýalarynda ýerleşen tegekleriň sarymlary bilen birleşýärler. Aýlanýan tegek daşky zynjyra çotga bilen kollektoryň arasyndaky süýşýän galtaşmanyň üstünden birleşdirilýär. Maşynyň işlemegi netijesinde kollektoryň işçi üsti çotgalaryň sürtülmegi netijesinde süpürilýär. Galtaşma netijesinde titremäniň ýüze çykmazlygy we maşynyň işiniň bozulmazlygy üçin mikanit dykylary (prokladkalary) kollektoryň daşky üstünden ýokaryk galyp durmaz ýaly joýalar frezirlenip 1,5 mm çuňluk emele getirilýär.

Kiçi kuwwatly hemişelik toguň maşynlarynda ýönekeý we ýasamaklygy aňsat bolan plastmassadan ýasalan kollektorlar ulanylýar. Köp halatlarda kollektoryň berkligini artdyrmak maksady bilen polat halkalary plastmassalaryň içinden geçirýärler. Plastikalar we plastmassalaryň içinden geçirilen halkalaryň arasynda gysga utgaşma bolmaz ýaly mikanitden ýasalan plastikalaryň ölçegi mis plastikalaryň ölçeginden uly edilip ýasalýar.

Kollektordaky tok çotga saklaýjylarda oturdylan (4) çotgalaryň kömegi bilen daşky zynjyra berilýär. Çotgalar esasynda grafit bolan garyndydan gönüburçluk görnüşli edilip ýasalýar. Olar kollektory daşky zynjyr bilen birleşdirmek üçin ulanylýar we ýakor aýlananda maşynyň polýuslaryna görä üýtgeşsiz ýagdaýy saklaýar. Çotga saklaýjylar çotga barmajyklaryna berkidilýär we olardan izolirlenýär. Çotga barmajyklary öz gezeginde podşipnikleri saklaýjy galkan görnüşli gapdal üste ýada gerek bolanda maşynyň polýuslaryna görä ähli çotgalary birden gyşartmak üçin trawerse birleşdirilýär.

Kiçi kuwwatly maşynlarda köplenç podşipnikli gapdal üste birleşdirilen turba şekilli çotga saklaýjylar ulanylýar. Çotgalar ýasalýş usulyna, fiziki häsiýetine baglylykda kömür-grafitli, grafitli, elektrografitlenen, mis-grafitli, bürünç-grafitli, kümüş-grafitli bolýarlar.

Hemişelik toguň maşynynyň iki sany öňki (2) we soňky (9) gapdal podşipnik saklaýjy üstleri bardyr. Gapagyň ortaky böleginden podşipnik üçin ýer ýasalyp goýlan bolýar. Öňki tarapdaky podşipnikli tarapda açylyp ýapylýan gapakly maşyny sökmän kollektora we çotgalara seretmek üçin edilen gözenek goýulýar. Sarymlaryň uçlary maşynyň daşky üstündäki çykgytlara berkidilýär. Maşyn öz-özünden sowar ýaly (10) ýelediriji oturdylan. Howa maşynyň içine kollektor tarapyndan girýar we gyzan bölekler, kollektora, sarymlara, özenlere galtaşyp geçýär hem-de garşylykly tarapdaky gözeneklerden çykyp gidýär. Şeýlelikde, hemişelik toguň maşynlary üýtgeýän toguň kollektorsyz maşynlaryndan has çylşyrymly, ygtybarlylygy pes, bahasy bolsa has gymmat bolan maşynlardyr.

Elektrik hereketlendirijileriň uzak wagtlap sandan çykman işlemekleri üçin şu düzgünleri berk berjaý etmeli:

1. Elektrik hereketlendirijileri işe girizmezden öň onuň bölekleriniň ýerbe-ýerdigini we abatlygyny; birleşdirilýän shemasyny, dolandyryjy we goraýjy abzallaryň dogry saýlanyp alnanlygyny we abatlygyny barlamaly; rotory elň bilen aýlap görüp statora degmeýänligini anyklamaly. Eger-de elektrik hereketlendiriji köp wagt işledilmän duran bolsa megoommetr bilen sarymlaryň izolýasiýasynyň garşylygyny ölçäp görmeli we ol 0,5 Mom-dan az bolmaly däl, az bolan ýagdaýynda sarymlaryň izolýasiýasyny guratmaly.

2. Elektrik hereketlendiriji işe girizilende ýa-da işleýän wagtynda güwwüldi sesi adatdakydan ýokary bolsa, uçgun çyksa, belli bir ýeri gyzsa hereketlendirijiniň abat dældigini görkezýär, ony tizden-tiz tok çeşmeden aýyrmaly, näsazlygyny taptmaly we bejermeli.

3. Elektrik hereketlendirijiniň izolýasiýasyny izolýasiýa klasynyň işlemeli temperaturasyndan ýokary gyzdyrmaly däl.

4. Elektrik hereketlendirijiniň tok geçiriji bölekleri izolýasiýaly bolmaly, aýryjylar, goraýjylar, izolirlenen örtükler bilen ýapyk bolmaly.

5. Elektrik hereketlendiriji boýunça dürli gurnama we bejeriş işlerini olary tok çeşmeden aýryp geçirmeli.

6. Elektrik howpsuzlygyny üpjün etmek maksady bilen elektrik hereketlendirijiniň korpusyny ýer bilen pugta birleşdirmeli.

VIII BAP

AWTOMATIKANYŇ ESASLARY WE OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINIŇ AWTOMATLAŞDYRYLYŞY

8.1. Awtomatika barada umumy düşüňjeler

Oba hojalyk önümçiligini awtomatlaşdyrmagyň aýratynlyklary. Oba hojalygyny awtomatlaşdyrmak öndürilijiligi ýokary götermekden, zähmetiň şertini gowulandyrmakdan, önümiň hasyllylygyny ýokarlandyrmakdan, adamy agyr zähmetden boşatmakdan, önümiň özüne düşýän gymmatyny azaltmakdan, jemgyýetçilik önümçiliginiň netijeliligini ýokarlandyrmakdan ybaratdyr.

Häzirki wagtda oba hojalygynda dürli awtomatik gurluşlar ulanylýar. Olar iň ýönekeýden başlap has çylşyrymly gurallar bolup, adamy tilsimat işlerinden boşatmaga çenli alyp barýar. Her bir girizilen awtomatik usul zähmet öndürilijiligini ýokary göterýär.

Maldarçylykda, guşçulykda, ýygymdan soňky işläp taýýarlamak we oba hojalyk önümlerini saklamak işlerini awtomatlaşdyrmakda uly üstünlikler gazanyldy.

Oba hojalyk önümçiliginiň esasy aýratynlygy tehnika bilen biologik obýektleriň (mallar we ösümlükler) aýrylmaz baglylygydyr. Oba hojalyk tehnikasynyň giň meýdanlarda işlemegi we olaryň bejerilýän jaýlaryndan uzaklygy, olary bejerýän

hünärmenleriň hünär derejeleriniň pesligi awtomatlaşdyrmaklyga ýaramaz täsir edýär.

Oba hojalygyny awtomatlaşdyrmak senagaty awtomatlaşdyrmakdan düýp-göter tapawutlydyr. Oba hojalyk enjamlarynyň köpüsi açyk howada temperatura-nyň, çyglylygyň üýtgäp duran şertlerinde işleýär.

Oba hojalyk önümçiligini awtomatlaşdyrmagyň derejesi umuman ýokary däl. Mal-darçylyk toplumlarynda, ýyladyşhanalarda awtomatlaşdyrmak işleri giňden ulanylýar.

Stasionar (belli bir ýerde gurnalan) enjamlarda elektrikleşdirmek aňsat bolýar. Elektrik energiýasynyň bar ýerinde awtomatlaşdyrmak işlerini geçirmek ýeňildir.

Önümçilik işleri – belli bir önümçilik netijesini gazanmak üçin zerur bolan ähli işleriň jemidir. Ol ýönekeý ýa-da çylşyrymly bolup biler. Olaryň çylşyrymlylyk derejesi ýerine ýetirilýän işiň dürlüligi bilen kesgitlenilýär.

Tilsimat işleri. Diňe tehniki häsiýetli işleriň jemidir.

Halk hojalygynyň hemme pudaklaryny awtomatlaşdyrmagyň esasynda adamlaryň agyr zähmet şertleri gowulaşýar we zähmet öndürijiligi artýar, önümçilikde işleýän adamlaryň sany azalýar, öndürilýän önümleriň mukdary artýar we hili gowulanýar, sarp edilýän energiýa we materiallar azalýar, tehnologik işleriň netijeliligi ýokarlanýar we başgalar.

Awtomatik gurluşlar önümçiliklerde 18-nji asyryň ortalarynda ulanylyp başlanyldy, häzirki döwürde hemme pudaklarda giňden ulanylýar.

Awtomatik gurluşlar hakynda maglumatlar biziň eramyzyň başynda ýaşap giden Geron Aleksandriýskiniň mehaniki, pneumatik hereket edýän gurluşlar barada galdyran ýazgylarynda berilýär. Keramatly suwy satýan, gurbanlyk üçin ot ýakylanda buthananyň gapysyny açýan we başga gurluşlarda awtomatikanyň elementleri ulanylypdyr.

Awtomat sözi köne grek “automatos” sözünden bolup “özi hereket edýän gurluş” – diýen manyny berýär. Orta asyrlarda “andrond” (adama meňzeş) küşt oýnaýan we başga görnüşli awtomatlar ýasalyp ugralypdyr. 1765-nji ýylda I.I.Polznow bug gazanyň suwuny sazlaýjyny oýlap tapypdyr. 1784-nji ýylda J.Uatt bug maşynyň tizligini sazlaýjyny, E.H.Lens we B.S.Ýakobi elektrik zynjyrynyň naprýaženiýesini sazlaýjyny ýasaýar. J.Makswel (1868ý), A.Stodal (1893ý.) we başgalar awtomatik enjamlary sazlamagyň we dolandyrmagyň nazaryýetini, P.Z.Çebyşew, I.A.Wyşnegradskiý, A.M.Lýapunow we başgalar awtomatik ulgamyň durnuklylygyny kesgitlemegiň usullarynyň düzgünlerini açýarlar.

Häzirki düşünjä görä awtomatika diýlip – tehnologik işleri adam gatnaşmazdan dolandyrmagyň nazaryýetini we iş esasyňy öz içine alýan ylmyň we tehnikanyň bir ugruna aýdylýar. Ara daşlykdan obýektiň ýagdaýy barada habar berýän ylma we tehnika *telemehanika* diýilýär. Tebigy, çylşyrymly ösýän ulgamlary maksada laýyklykda dolandyrmagyň matematik kanunlaryny öwrenýän ylma *kibernetika*

diýilýär. Kibernetika – dolandyryňan diýmegi aňladýar. Häzir kibernetika tehnikada, senagatda, tebigy jandarlarda we adamzat durmuşynda bolup geçýän hadysalary iň amatly görnüşde dolandyrmagy öwrenýän ylym hasaplanýar.

Häzirki döwürde önümçiligi dolandyryňan awtomatlaşdyrylan ulgamlardan (ADU, ÖDAU) giňden ulanylýar.

ÖDAU – önümçiligiň dürli iş ugurlaryny iň amatly dolandyrmak üçin awtomatik usulda habar ýygnamak esasynda işleýän ulgamdyr.

ADU, TÖDAU awtomatik dolandyryjy gurluşlardan, dolandyrylýan obýekt-den durup, adam gatnaşman, özara täsir etmegiň esasynda, işleýän ulgama aýdylýar.

8.2. Awtomatikanyň esasy düşüňjeleri we olaryň görnüşleri

Ýöriteleşdirilen awtomatik gurluşlaryň ýerine ýetirýän baglanyşyklaryna görä olar awtomatik barlag, awtomatik gorag, awtomatik daşdan dolandyryş görnüşlere bölünýärler.

Awtomatik ölçeg. Tehnologik işleri ýa-da maşynyň parametrini (görkezijilerini) ölçemek, ýazmak we habar bermek üçin ulanylýar.

Awtomatik barlag. Habar ýygnaýan we berýän, ölçeyän, toparlara bölýän bölekleri öz içine alýar.

Awtomatik saýlamak. Önümiň ululygy, agramy, gatylygy we başga görkezijileri boýunça barlamak we bölmek üçin ulanylýar. Meselem, dänäni, ýumurtgany, gök önümleri, kartoşkany saýlamak.

Awtomatik usulda maglumat ýygnamak. Tehnologik işleriň geçişini, goýberilýän önümiň hilini, mukdaryny we beýleki görkezijiler barada habar ýygnap, olary ulanýan adamlara habar berýär.

Awtomatik habar bermek. Obýektiň ululyklarynyň belli cäge ýetendigini ýa-da näsazlyk ýagdaýy hakynda çyralaryň ýanmagy, jaňyň kakylmagy ýa-da başga serişdeleriň üsti bilen enjamlara hyzmat edýän adamlara habar berýär.

Awtomatik gorag. Birnäçe tehniki serişdelerden durup, goraýan ululyklary belli çäkden çykanda, ony tok çeşmeden aýyrýar ýa-da näsazlyklary awtomatik usulda sazlaýar. Eger-de gorag releleriň esasynda ýerine ýetirilýän bolsa, oňa rele goragy diýilýär.

Awtomatik duýduryş. Ölçenilýän ululyklaryň ahyrky ýa-da heläkçilikli bahalary, tilsimat işleriň bozulan ýeri barada gulluk edijileri habardar etmek üçin hyzmat edýär. Signal gurluşlar bolup elektrik çyralary, jaň we beýlekiler ulanylýar.

Awtomatik usulda önümleri bölmek. Görnüşleri, agramy, ölçegleri we başga görkezijileri boýunça önümleri toparlara bölýär.

Awtoböwetlemek (awtomatik düzgünleşdirmek). Enjamlary nädogry işe girizmekden ýa-da işden çykarmakdan goraýan gurluşa aýdylýar. Ol enjamlary hatardan çykarmakdan goraýar.

Awtomatlaşdyrmagyň esasy görnüşleri. Önümçilik işlerini awtomatlaşdyrmak derejesi boýunça bölekleyin, toplumlaýyn we doly awtomatlaşdyryş boýunça tapawutlandyrylýar.

Bölekleyin awtomatlaşdyrmak. Önümçiligiň belli bir bölegini awtomatlaşdyrmakdyr. Adamy önümçilik işlerinden düýpli boşatmaýar, ýöne işini ýeňledýär.

Toplumlaýyn awtomatlaşdyrmak. Bu bütün toplумыň işini öňden düzülen programma boýunça awtomatik gurluşlaryň kömegi bilen işläp bejerýär we ýerleşdirýär. Işgärler işiň ýerine ýetirilişine gözegçilik etmek bilen çäklenýärler we olaryň wezipeleri awtomatik serişdeleriň işleýşini barlap durmakdan ybarat bolýar.

Doly awtomatlaşdyrmak. Bu ýagdaýda ähli esasy hem-de kömekçi enjamlar, adamsyz uzak wagtlaý awtomatik usulda işlemäge ukyply bolýar. Adamyň işi bu ýerde maşynlary gözden geçirmek we başga iş usulyna geçirmek bilen çäklenýär.

8.3. Awtomatik ulgamlaryň dolandyrylyşy

Dolandyrylýan ululygy belli bir çäkde saklamak ýa-da berlen kanun esasynda üýtgetmek açyk we ýapyk shemalarda ýerine ýetirilýär.

Arasy açyk ulgamlarda çykýan ululyk bilen girýän ululygyň baglanyşygy ýok, ýagny çykýan ululygyň girýän ululyga täsiri ýok. Açyk ulgamlarda dolandyrylýan ululygy ýokary takyklykda saklap bolmaýar. Şonuň üçin önümçilikde açyk dolandyrylýan shemalar ulanylmaýar. Bu ulgamda adam gatnaşman täsir edýän ululygy üýtgedip bolmaýar.

Awtomatlaşdyrylan gurluşyň iş elementini ýerine ýetiriji element birleşdirýär we ýazdyrýar. Ýerine ýetiriji element höküminde esasan elektromagnit goýberijiler, galtaşdyryjylar ulanylýar. Ýerine ýetiriji elementiň dolandyrylýan zynjyryna tehnologik datçikleriň galtaşmalary birleşdirilýär, datçikler bolsa tehnologik işiň ýerine ýetirilýän ýerinde (obýektde) ýerleşdirilýär we tehnologik işiň gidişini barlaýar we bolmaly ululygyndan tapawutlanylanda, şol zynjyry birleşdirýär ýa-da aýyrýar.

Arasy ýapyk ulgamlarda çykýan ululykdaky ähli maglumat girişe berilýär we islendik üýtgetmä awtomatik usulda täsir edip bolýar.

Awtomatik ulgamlaryň taslamasy taýýarlanylanda iň ýönekeý, tehniki-ykdysady tarapdan amatly, gerek habary bermek we almak amatly bolar ýaly düzülmelidir.

Tehnologik işleri dolandyrmak usullaryň we ulanylýan tehniki serişdeleriň köplüğine garamazdan awtomatik dolandyryşyň birnäçe umumy usullary bar. Awtomatik ulgamy gurmak üçin ulanylýan usul onuň edýän işine, berlen ululygyň üýtgeýişine we täsir edilýän ululyklar hakynda habar alnyşyna we başgalara baglydyr. Olaryň iň esasylyry: gyşarma, täsiriň üstüni dolma, utgaşdyрма (garyşyk) usullarda ýerine ýetirilýär.

Gyşarma esasynda dolandyrmakda – dolandyryýan täsir dolandyrylýan ululygyň berlen bahasynyň tapawudy esasynda habar alynýar.

Täsiriň üstüni dolmak esasynda dolandyrmakda – obýekte daşyndan edilýän täsiri ölçemegiň netijesinde dolandyrylýan täsir alynýar.

Ulgama edilýän täsir – dürli sebäpleriniň esasynda bolmagy mümkin, ýöne olara edilýän in uly täsir göz önünde tutulýar. Esasy däl täsirler hasaba alynmaýar. Bu bolsa täsiriň üstüni dolmak usulyň esasy kemçiligidir.

Utgaşdyрма esasynda dolandyrys – gyşarma we täsiriň üstüni dolma usullaryň netijesinde döredilýär. Bu esasyda işleýän awtomatik ulgamlar ýokary takykly dolandyryjy täsir almak üçin ulanylýar.

8.4. Awtomatik ulgamyň elementleri

Islendik awtomatlaşdyrylan önümçilik mehanizmi esasan özara baglanyşykly we belli funksiýalary ýerine ýetirýän elementlerden, iş maşyndan, olary dolandyryýan gurluşlardan, ýerine ýetiriji gurluşdan, dürli relelerden, tehnologik datçiklerden durýar. Önümçilik mehanizmiň iş maşyny bolup elektrik hereketlendirijiler, gyzdyryjy gurluşlar we başga hyzmat edýänler bar bolsa, olary dolandyrmak – işe girizmek, işden çykarmak üçin elektromagnit goýberijiler, galtaşdyryjylar we başga gurluşlar ulanylýar. Dolandyryjy gurluşlaryň dolandyrylýan zynjyryna datçikleriniň galtaşmalary yzygider birleşdirilýär. Tehnologik işiň häsiýetine görä datçikler bolup galtaşma sagatlar, elektrogaltaşma monometr, ürgün materiallar derejesiniň datçigi, tizligiň merkezden daşlaşýan relesi, radioaktiw gurluşlar, süzgüç datçikler, tenzogarşylyklar we başgalar hyzmat edýärler.

Awtomatik element – diýip fiziki ululygy hil ýa-da san tarapdan üýtgedip, özünden beýleki elemente geçirýän bölegine aýdylýar. Datçikler, deňeşdirme elementler, güýçlendirijiler, ýerine ýetirijiler, düzediş girizijiler, sazlaýjy elementler, buýruk beriji enjamlar (komandaapparatlary), goraýjylar, ölçeyji enjamlar we başgalar awtomatik ulgamyň esasy elementleridir.

Datçikler. Dolandyrylýan ululygy ölçeyär, bir ululykdan beýleki ululyga öwürýär we alnan habary daşary berýär. (Meselem, temperaturanyň tapawudyny EHG öwürýär, güýji elektrik garşylyga öwürýär we başgalar).

Datçikler awtomatlaşdyrylan elektrik enjamyň ölçenilýän ululygyny daşky zynjyra amatly görnüşe öwürüp bermek we ol ululyk berlen çäkten geçende dolandyryjy gurluşa täsir edip, elektrik enjamy tok çeşmeden aýyrmaga buýruk berýän gurluşlardyr. Dolandyrylýan ululyk berlen çägene ýetende çykyş ululygy böküş görnüşinde üýtgeýän gurluşa rele diýilýär. Releler galtaşmalaryny herekete getirmek üçin ulanylýan täsire görä elektrik-tok, naprýajeniýe, kuwwat, ýygyllyk, mehanik – elektrik däl ululyklaryň täsiri esasynda (gazyň basyşy, suwuklygyň akýş

tizligi, agramy we başgalar), daşky gurşawyň temperaturasynyň täsiri we başgalar esasynda işleýän görnüşlere bölünýär.

Güýçlendirijiler. Berlen ýa-da deňeşdiriji elementden çykýan ululygyň hilini üýtgetmän ýerine ýetiriji gurluş işläp biler ýaly derejä çenli ulaldýar. Güýçlendirijiler magnit, elektron, gidrawlik, pneumatik, mehanik esaslarda işleýänlere degişlidir.

Releler. Dolandyryjy we goraýjy toparlara bölünýärler. Dolandyryjy releler dolandyrylýan ululygy berlen çäkde saklamak üçin ulanylýar. Gorag releler elektrik enjamyň iş kadasy bozulanda, ony zaýalanmakdan goramak üçin tok çeşmeden aýyrýar.

Önümçilikde elektromagnit, wagt, ýagtylyk, ýylylyk we gorag releler giňden ulanylýar. Elektrik releler iş esasy boýunça elektromagnit, induksion, elektrodinamik we başga görnüşlerde bolýarlar. Bularyň iş esasy boýunça in ýönekeýi elektromagnit relelerdir. Elektromagnit releler: klapan, solenoid, gyşarýan ýakorly we polýarlanan görnüşlerde bolýar. Elektromagnit rele polat özenden, tegekden, ýakordan, pružinden, birleşdirýän we aýyrýan galtaşmalardan durýar. Zynjyrdan akýan tok bellenen ululykdan köpelende tegekde döreýän elektromagnit güýç pružiniň dartma güýjünden köp bolýar we ýakory bir tarapa süýşürýär, şunuň esasynda galtaşmalar zynjyry açýar ýa-da ýapýar. Haçan-da, zynjyrdan akýan tok berlen ululykdan azalanda, tegekde döreýän güýç azalýar we pružiniň dartma güýji esasynda ýakor gyşaryp öňki duran ýerine gelýär.

Ýerine ýetiriji mehanizmler. Dolandyrylýan ululygy üýtgetmän ýa-da berlen derejede saklamak üçin ulanylýar. Ýerine ýetiriji mehanizmlere hereketlendirijiler, gyzdyryjy gurluşlar we başgalar degişlidirler.

Görkezme beriji elementler. Deňeşdirme elementleriň üsti bilen awtomatik ulgama deňeşdirme täsirler $E(t)$ berilýär. Deňeşdirme elementlere potonsiometrler, selsinler, transformatorlar we başgalar girýärler.

Düzediş giriziji elementler. Tutuş ulgamyň ýa-da onuň aýratyn bölekleriniň sazlaýjylyk häsiýetini gowulandyrmak üçin ulanylýar.

Buýruk beriji enjamlar. Awtomatik ulgama dürli täsirler, buýruklar bermek üçin ulanylýar. Olara düwmejikler, aýryp birleşdirijiler, soňky aýryjylar we başgalar degişlidir.

Goraýjy elementler. Awtomatik ulgamda göz önünde tutulmadyk şertler ýüze çykanda, olary tok çeşmeden aýyrmak üçin ulanylýar. Olara tok, naprýaženiýe, ýylylyk releler, eräp goraýjylar, awtomat aýryjylar we başgalar degişlidirler.

Barlaýjy we ölçýji enjamlar. Dürli ululyklary ölçemek we barlamak üçin ulanylýar. Olara ampermetrler, woltmetrler, tahometrler we başgalar degişlidir.

Awtomatik gurluşlardaky elektromagnit goýberijileriň, galtaşdyryjylaryň ýa-da beýleki enjamlaryň galtaşmalaryny birleşdirmek we ýazdyrmak üçin tehnologik datçikler we releler ulanylýar.

Eger-de datçiklerden çykýan habaryň kuwwaty pes bolsa, olar bilen ýerine ýetiriji elementleriň arasynda aralyk rele ýa-da güýçlendiriji element birleşdirilýär.

Suwly gapdaky ýa-da howa-suw gazandaky suwuň derejesi bolmaly derejesine ýetende, datçikleriň galtaşmalary açylyp elektrik sorujyny işden çykarýar. Olardaky suwuň derejesi bolmaly derejesinden peselende, datçikleriň galtaşmalary ýapylyp, sorujyny işe girizýär.

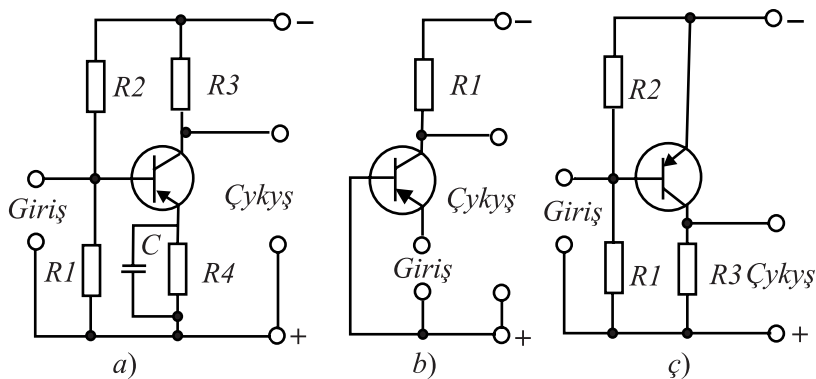
Elektrik gyzdyryjy gurluşlary awtomatik usulda dolandyrmak üçin galtaşmaly termometrler, manometrik ýylylyk sazlaýjylar, bimetal termoreleler ulanylýar. Galtaşmaly simap termometrleri adatça aralyk rele bilen bilelikde ulanylýar, çünki termometriň kapillýaryndaky simap elektromagnit goýberijiniň tegegininiň sarp edýän toguny saklap bilmeýär.

Fotoelementleri ulanyp ýagtylyk arkaly habar bermek, çyralary ýakmak ýa-da başga gurallary awtomatik usulda dolandyrmak bolýar. Mysal üçin, eger awtomobiliň çyralarynyň ýagtsys fotoelementiň üstüne düşende derwezäni açýan mehanizmi işletmek bolýar.

Sorujylary, ýeledirijileri we beýleki gurluşlary herekete getirýän elektrik hereketlendirijileriň tok çeşmesiniň fazalarynyň biriniň ýitmek ätiýajyndan goramak üçin gyzgynlyk relesi giňden ulanylýar, çünki tok 10-20% ýokarlanan badyna rele elektromagnit goýberijiniň tegegininiň zynjyryny aýyrýar we elektrik hereketlendirijiniň sarymlarynyň izolýasiýasynyň ýokary derejä çenli gyzyyp zaýalanmagyndan gorayar.

8.5. Ýarymgeçirijili güýçlendirijiler we ýerine ýetiriji mehanizmler

Ýarymgeçirijili güýçlendirijiler. Awtomatik dolandyrylýan ulgamlarda tranzistorly güýçlendirijiler giňden ulanylýar. Ýarymgeçiriji güýçlendirijilerde tranzistoryň birleşdirilişine baglylykda üç sany birleşdiriş shemasy bardyr. Umumy emmitterli, umumy bazaly, umumy kollektorly (8.1-nji surat).



8.1-nji surat. Tranzistorly güýçlendirijili shemalary

Umumy emmitterli shema boýunça ýygñalan güýçlendiriji (8.1-nji a surat) – kuwwat we tok boýunça ýokary güýçlendiriş koeffisiýentini almaga mümkinçilik berýär we girişiniň garşylygy ep-esli uly bolýar. Bu güýçlendirijiniň çykyşyndaky naprýaženiýe girişindäki naprýaženiýä görä garşylykly fazada bolýar.

Umumy bazaly ýygñanan güýçlendiriji (8.1-nji b surat) – girişiniň naprýaženiýesi kiçi bolýar we çykyşynyň naprýaženiýesi bolsa uly bolýar. Bu güýçlendirijiniň tok boýunça güýçlendiriş koeffisiýenti birden kiçi bolýar, naprýaženiýe boýunça güýçlendiriş koeffisiýenti bolsa birnäçe ýüze ýetýär. Çykyşyndaky naprýaženiýe bolsa girişindäki naprýaženiýe bilen birmeňzeş bolýar.

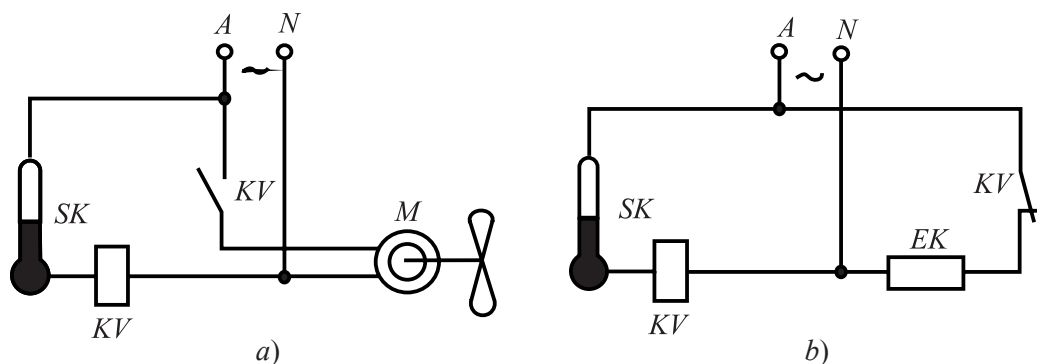
Umumy kollektorly ýygñanan güýçlendiriji (8.1-nji ç surat) – girişindäki garşylygy uly bolýar, çykyşyndaky garşylygy bolsa kiçi bolýar. Bu güýçlendirijiniň tok boýunça güýçlendiriş koeffisiýenti 19-50, naprýaženiýe boýunça güýçlendiriş koeffisiýenti bolsa birden kiçi bolýar. Çykyşyndaky we girişindäki naprýaženiýeleriň fazalary gabat gelýär. Ýarymgeçirijili güýçlendirijiler adatça birnäçe kaskatly edilip ýygñalýar. Kaskatlaryň arasynda sygymly, induktiwlikli, transformatorly ýa-da gös-göni baglanyşykly bolýarlar.

Tiristorly dolandyryjy shemalar. Awtomatikanyň dolandyryjy we güýç zynjyrlarynda ýokary ygtybarlygy üpjün edýän galtaşmasyz elementler ulanylýar. Olaryň biri hem tiristorlardyr. Tiristoryň anody, katody we dolandyryjy elektrody bolýar. Haçan-da katoda görä anoda položitel potensial goýlan bolsa we dolandyryjy zynjyrdaky tok bolmasa tiristordan akýan toguň ululygy kiçi bolýar. Bu tiristoryň ýapyk ýagdaýyna degişli bolýar. Tiristoryň dolandyryjy zynjyryna katodyna görä položitel naprýaženiýe goýlanda ol açylýar. Dolandyryjy togy birnäçe onlarça milliamper bolmagyna garamazdan, onuň üstünden akýan toguň ululygy birnäçe ýüz ampere deň bolýar. Togy güýçlendiriş koeffisiýenti müňe, kuwwaty güýçlendiriş koeffisiýenti bolsa ondanam köp bolýar. Tiristorlar çalt işleýän abzallara degişlidir. Onuň bir ýagdaýdan başga ýagdaýa geçmeginiň dowamlylygy onlarça milli sekuntlara deňdir.

Ýerine ýetiriji mehanizmler. Awtomatikada obýekte gelýän energiýany we materiallary üýtgetmek arkaly, sazlaýjy organlaryň kömegi bilen, dolandyryjy organa täsir edýärler. Olar umumy görnüşde herekete getirijilerden, sazlaýjy organlardan, ahyrky öçürijilerden, dolandyryjy elementlerden, signalizasiýadan, kinematik we elektrik baglanyşyklardan durýar. Ýerine ýetiriji mehanizmlere ädimleýji gözleýjileri, galtaşdyryjylary, magnit işe goýberijileri, we ş.m. dolandyrylýan ulgamy awtomatik işe girizýärler we çykarýarlar. Käbir enjamlarda ýerine ýetiriji enjamlaryň deregine şemalladyjy, çyglandyryjy we guradyjy, elektrotehnologik we beýleki enjamlar degişlidirler. Ýerine ýetiriji gurluşlarda suwuklygyň akymynyň ýa-da gysylan howanyň hereketi we basyşy, ýokaryk galdyrylan ýüküň potensial energiýasy, gysylan pružiniň, partlaýşyň energiýasy ulanylýar. Awtomatikada elektrik, gidrawlik we pneumatik ýerine ýetiriji gurluşlar giňden ýaýrandyr.

8.6. Awtomatik dolandyrmaklygyň ýönekeý shemalary

Jaýdaky howanyň temperaturasynyň dolandyrylyşynyň ýelpewajyň (wentilýatoryň) kömegi bilen amala aşyrylyşynyň shemasy 8.2-nji *a* suratda getirilýär. Shema *SK* simaply galtaşmaly termometrden, ýapyjy galtaşmasy bolan *KV* elektromagnit relesinden, ýelpewajy aýlaýan *M* elektrik hereketlendirijisinden durýar. Simaply galtaşmaly termometriň magnit-aýlaýjy gurluşynyň kömegi bilen howanyň gerek bolan temperaturasynyň bahasy saýlanyp goýulýar. Jaýyň içindäki temperatura gerek bolan temperaturadan ýokary galan halatynda termometriň içindäki simap sütüni iki galtaşmany birleşdirýär. Tok elektromagnit relesiniň tegeginde akyp başlaýar we reläniň özeni magnitlenip, ýakory özüne çekýär, reläniň galtaşmasy ýapylýar. Reläniň galtaşmasy ýapylandan soňra *M* elektrik hereketlendirijisiniň sarymlaryndan tok geçip başlaýar we ýelpewaç aýlanyp başlaýar. Ýelpewaç sowuk howa üfleýär ýa-da gyzgyn howany jaýdan çykarýar. Jaýyň howasynyň temperaturasy ýuwaş-ýuwaşdan sowaýar. Bu aşaklamany termometr duýýar. Haçanda, temperatura gerek bolan derejesinden aşak düşüp başlasa, onda reläniň içindäki galtaşma açylýar we *KV* reläniň tegeginde barýan tok kesilýär, özendäki magnit meýdany ýitýär, reläniň ýakory pružiniň täsiri astynda özenden aýrylýar. Reläniň *KV* galtaşmasy açylýar we *M* elektrik hereketlendirijisiniň sarymlaryndan tok akmagyny bes edýär. Netijede, ýelpewaç togtapýar. Eger jaýyň temperaturasy wagtyň geçmegi bilen ýokarlansa, onda ýokardaky yzygiderlikde ýelpewaç awtomatik ýagdaýda işledilýär.



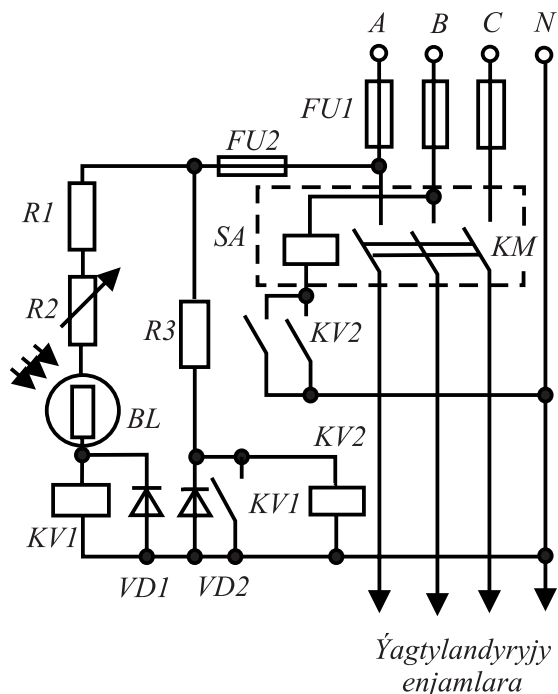
8.2-nji surat. Jaýyň howasynyň temperaturasyny awtomatik dolandyrmaklygyň esasy shemasy:

a – ýelpewajyň kömegi bilen; *b* – gyzdyryjy abzalyň kömegi bilen

Jaýdaky howanyň temperaturasynyň dolandyrylyşynyň elektrik gyzdyryjynyň kömegi bilen amala aşyrylyşynyň shemasy 8.2-nji *b* suratda getirilýär. Eger temperatura bolmaly derejesinde aşakda bolan halatynda termometriň içindäki galtaşmalar açyk ýagdaýda bolýarlar we termometr pes temperaturany görkezýär. Bu ýag-

daýda KV reläniň tegeginde tok akmaýar. Ýöne reläniň aýryjy galtaşmalary ýapyk ýagdaýda bolýar we onuň üsti bilen gyzdýryjy elemente tok barýar hem-de ol jaýy gyzdýryp başlaýar. Jaýyň temperaturasy bolmaly derejesine ýetende termometriň içindäki galtaşmalar ýapylýar we reläniň sarymlaryndan tok akyp başlaýar, rele işe girýär hem-de gyzdýryjy elementi öçürýär.

Ýagtylandyryjy enjamlary dolandyrmak üçin fotoreleler ulanylýar. Olar ýagtylyk akymynyň üýtgemegini duýýarlar we guşçulyk ýataklaryndaky, ýyladyşhanalardaky, köçelerdäki we ş.m. ýerlerdäki goşmaça ýagtylandyryşy awtomatik dolandyrmakda ulanylýar. Fotoreleleriň ulanylmagy elektrik energiýasyny 30% çenli tygşytlaýar. $\Phi P-1$ fotoreläniň esasy shemasy 8.3-nji suratda getirilýär. Bu görnüşdäki relä $\Phi CK-1$ görnüşli BL fotorezistor, $PII-7$ görnüşli $KV1$ ýokary duýujylykly polýarlanan relä yzygider birleşdirilýär. $PIPP$ görnüşli $KV2$ ýerine ýetiriji rele, KM magnit işe goýberijiniň tegeginde dolandyrýar. $KV1$ reläniň tegeginde zynjyrynda $R2$ rezistoryň garşylygyny bahasyny üýtgetmek bilen BL rele sazlanýlar.



8.3-nji surat. Fotoreläniň esasy shemasy

Çäklendiriji $R1$ garşylyk reläni we fotorezistory aşa ýükden goraýar. Fotorezistor aşakdaky ýaly işleýär. Gündiz haçan-da tebigy ýagtylyk ýeterlik bolan halatynda BL fotorezistoryň garşylygy kiçi bolýar, $KV1$ reläniň tegeginde zynjyrynda işe giriş togundan uly bolanlygy sebäpli ol birleşen bolýar, $KV2$ rele işden çykan

ýagdaýda bolýar. Günün ahyrynda fotorezistoryň garşylygy, reläniň işden çykýan bahasyna çenli kiçelýär. Bu ýagdaýda *KV1* reläniň galtaşmalary açylýar we *KV2* reläniň galtaşmalary birleşip, ýagtylandyryjy enjamlary dolandyryýan *KM* magnit işe goýberijini işe girizýär. *SA* öçürji ýagtylandyryjy enjamlary el bilen dolandyrmak üçin ulanylýar.

IX BAP

ELEKTRIK GURLUŞLARYNY DOLANDYRYJY WE GORAÝJY ENJAMLAR

9.1. Dolandyryjy we goraýjy enjamlaryň toparlara bölünişi

Dolandyryjy enjamlar elektrik hereketlendirijileri işe girizmek, duruzmak, ters tarapa aýlamak we tehnologik işiň doly talabyna görä obýektiň parametrlerini barlamak we üýtgetmek üçin ulanylýar. Goraýjy enjamlar elektrik gurluşlary gysga birleşmeden, agdyk tokdan, olary pes naprýaženiýede işlemekden we beýleki näsazlyklardan goraýarlar. Dolandyryjy we goraýjy elektrik enjamlar edýän işi, dolandyrylyşy, iş kadasy we daşky gurşawyň täsirinden goralýşy boýunça bölünýärler.

Dolandyrylyş usuly boýunça:

a) awtomatik däl enjamlar adamyň gatnaşmagynda elektrik zynjyryny tok çeşmesine birleşdirýär we aýyrýar. Munuň üçin rubilnikler, geçirijiler, paket aýryjylar, el bilen dolandyrylýan buýruk beriji enjamlar, reostatlar we beýleki enjamlar ulanylýar.

b) awtomatik dolandyrylýan enjamlar elektrik gurluşlary tok çeşmä birikdirmegi we aýyrmagy ozaldan berilen maksatnama esasynda, awtomat usulda galtaşdyryjylaryň, elektromagnit goýberijileriň we dürli releleriň üsti bilen ýerine ýetirýärler.

Edýän işi boýunça:

a) işe girizijilere: elektrik enjamy işe girizmek, işden çykarmak üçin hyzmat edýärler. Olara degişli elektromagnit goýberijiler, galtaşdyryjylar, aýryjy awtomatlar, paket aýryjylar, baraban we ýumruk görnüşli geçirijiler we başgalar degişlidir;

b) kommutasion enjamlar elektrik zynjyrlary ýüksiz tok çeşmä birleşdirmek we aýyrmak işlerini rubilnikleriň, paket aýryjylaryň, geçirijileriň, awtomatlaryň, galtaşdyryjylaryň, komandokontrolleriň kömegi arkaly ýerine ýetirýärler.

ç) goraýjy enjamlar elektrik gurluşlary gysga birleşmeden, agdyk tokdan awtomatik aýryjylaryň, goraýjylaryň, ýylylyk reläniň, maksimal tok we naprýaženiýe releleriň kömegi bilen goraýarlar.

Iş kadasy boýunça: dowamly, az wagtda işleýän we gaýtalanýan, az wagtda işleýän kadalarda işlemek üçin niýetlenen esaslarda bolup bilerler.

Daşky gurşawyň täsirinden goralýşy boýunça: açyk, goralan, suwdan goralan, tozan girizmeýän, partlamadan goralan we başgalara bölünýärler.

Dolandyryýan we goraýan enjamlar edýän işine, iş esasyňa, ýerine ýetirilişine, iş kadasyňa garamazdan, olar şu umumy talaplary ýerine ýetirmeli: gurluşy ýönekeý, ulanmaga amatly, berk, ygtybarly, iş dowamlylygy uzak, howpsuz, ykdysady tarapdan amatly bolmalydyrlar.

9.2. El bilen dolandyrylýan enjamlar

El bilen dolandyrylýan enjamlar hemişelik we üýtgeýän toguň zynjyrynda 500W naprýaženiýä çenli işlemek üçin niýetlenendirler.

Aýryjylar we aýryp birleşdirijiler. Bu in ýönekeý, hemişelik we üýtgeýän toguň zynjyrynda 1000 A çenli tokly elektrik zynjyrlary birleşdirmek we aýyrmak üçin ulanylýan enjamlardyr. Olar bir, iki we üç polýusly bolup, işe girizilişi boýunça gapdalyndan ýa-da merkezinden tutawaçly herekete getirilýän we simleriň birleşdirilişi boýunça önünden ýa-da yzyndan birleşdirilýänlere bölünýärler. Rubilnikler işleýän naprýaženiýesine, toguna we daşky gurşawa edýän täsirine görä saýlanyp alynýarlar.

Paket aýryjylar we aýryp birleşdirijiler. Hemişelik we üýtgeýän toguň 220 W, 380W naprýaženiýeli zynjyrlarynda işleýän elektrik gurluşlaryny el bilen dolandyrmak üçin ulanylýar. Olar bir we köp polýusly bolup 10, 15, 25, 40, 60, 100, 150, 250 we 400A tokda işlemek üçin niýetlenendir. Olar 5-20 mün gezek işe girizilip we işden çykarylmağa niýetlenendir. Paket aýryjylarda zynjyr açylanda döreýän uçguny tiz söndürmek üçin ýörite gurluşdan peýdalanylýar. Paket aýryjylar dolandyrmaly shemasyna, niýetlenen naprýaženiýesine, toguna we işlejek daşky gurşawyna görä kataloglardan saýlanyp alynýar.

Baraban aýryp birleşdirijiler. Gysga birleşdirilen rotorly asinhron elektrik hereketlendirijileri işe girizmek, işden çykarmak, ters aýlamak, köp polýusly hereketlendirijileriň polýuslaryny birleşdirmek, hemişelik toguň zynjyrynda 400 W we üýtgeýän toguň zynjyrynda 500 W naprýaženiýelerde işletmek üçin ulanylýar. Olar 2,5; 5; 10; 35 we 50 A toklara niýetlenendirler. Olar barabandan, hereketsiz galtaşmalardan we fiksirleýji mehanizmden durýar. Olar elektrik gurluşlary 200 mün gezek işe girizip we işden çykarmaga niýetlenendir. Baraban aýryp birleşdirijileriň shemasy, nominal togy, naprýaženiýesi we işlediljek daşky gurşawynyň şertleriniň esasynda katalogdan saýlanyp alynýar.

Ýumruk görnüşli aýryp birleşdirijiler. 100 kWt çenli kuwwatly elektrik transportlarynda we ýük göteriji kranlarda ulanylýan hereketlendirijileri dolandyrmak

üçin ulanylýar. Olar howadan we suwdan goralan görnüşde ýasalýar. Egin towla-
nanda onuň galtaşmalary birleşýär ýa-da aýrylýar. Olar ulanylýan shemasy, here-
ketlendirijiniň kuwwaty, rotoryň togy we nominal naprýaženiýesi esasynda saýla-
nyp alynýar.

Tabşyryk beriji ýumruk görnüşli enjamlar. Elektrik hereketlendirijileriň dol-
landyryjy zynjyrlaryny awtomatik usulda işe girizmek üçin ulanylýar. Olar dört we
alty zynjyrlary dolandyrmak üçin ulanylýar. Tabşyryk beriji enjamlar dolandyryan
zynjyrynyň sany, barabanyň aýlanýan tizligi, nominal naprýaženiýesi, işleýän togy
esasynda saýlanyp alynýar.

Ýoldaky iň soňky aýryjylar we aýryp birleşdirijiler. Dolandyrylýan zynjyrla-
ry mehanizmleriň geçen ýoluna baglanyşykda dolandyrmak üçin ulanylýar. Olar
yük galdyryjy we transport gurluşlarda, metal kesýän stanoklaryň mehanizmleriniň
geçýän ýoluny çäklendirmek üçin ulanylýar. Olar basylýan we ryçagly, özi yzyna
gaýdýan we yzyna gaýtmaýan, galtaşmaly we galtaşmasyz, şol pursatda we birne-
me durup täsir edýän görnüşlerde bolýarlar.

Ol aşakdaky tertipde işleýär. Süýşýän mehanizm süýşüp, aýryp birleşdirijä
ýakyn baranda, onuň ştogyny basýar. Ştogyň süýşmegi netijesinde galtaşmalaryň
arasy açylýar, mehanizm tok çeşmeden aýrylýar we durýar. Iň soňky aýryjylar we
geçirijiler nominal naprýaženiýesi, aýryjy togy, basyjy gurluşyň hereket edýän tiz-
ligi we ugry, daşky gurşawyň edýän täsiri esasynda saýlanyp alynýar.

Reostatlar we garşylyklar. Elektrik zynjyrlarda togy ýa-da naprýaženiýäni
çäklendirmek we sazlamak üçin ulanylýar.

Elektrik hereketlendirijileriniň zynjyrynda reostatlar aşakdaky işleri ýerine ýe-
tirýärler:

- elektrik hereketlendirijileri işe girizilende olaryň alýan toguny çäklendirmek
üçin işe giriziji garşylyklar we reostatlar ulanylýar.
- elektrik hereketlendirijilerini işe girizmek we tizligini sazlamak üçin işe giri-
ziji-sazlaýjy reostatlar ulanylýar.
- elektrik energiýany özüne sarp etmek üçin yük garşylyklary we reostatlar
ulanylýar.
- elektrik maşynyň oýandyryjy sarymynyň toguny sazlamak üçin oýandyryjy
reostatlar ulanylýar.

Reostatlar we garşylyklar özleriniň ýerine ýetirýän işlerine görä dürli gör-
nüşlerde, garşylyklarda we işläp biljek toklaryna görä ýasalýar. Olaryň ýan kitapla-
rynda niýetlenen garşylygy we togy görkezilýär.

Garşylyklar we reostatlar udel garşylygy uly bolan materiallardan ýasalýar.
Reostatlar metaldan, kömürden ýa-da suwuklykdan ýasalýar. Häzirki wagtda me-
taldan ýasalan reostatlar giňden ýaýrandyr. Olary ýasamak üçin nihrom, fehral we
konstantan metallary ulanylýar.

Suwuklyk reostatlarynda garşylyk döredýän material bolup suwda eredilen 10...15% soda ergini ulanylýar. Olar uly kuwwatly elektrik hereketlendirijileri işe girizmek we tizligini sazlamak üçin ulanylýar.

Ýasalyşy boýunça reostatlar açyk, goralan we ýapyk görnüşlerde ýasalýarlar.

Sowadylyş usuly boýunça howa, ýag we suw bilen sowadylýan görnüşlerde ýasalýarlar.

Iş düzgüni boýunça olar az wagtlaýyn işleýänlere we dowamly işleýänlere bölünýärler. Beýleki reostatlaryň ählisi dowamly iş kadada işlemek üçin niýetlenendir. Reostatlar iş kadasy, garşylygy, niýetlenen togy esasynda saýlanyp alynýar.

9.3. Goraýjy enjamlar

Goraýjy enjamlara awtomatik aýryjylar, goraýjylar we dürli releler degişlidir.

Awtomatik aýryjylar (awtomatlar). Elektrik gurluşlary el bilen işe girizmek, işden çykarmak we agdyk tokda we gysga birleşdirmede awtomatik usulda olary tok çeşmeden aýyrmak üçin ulanylýar. Olar önümçilikde giňden ulanylýarlar. *AB*, *AZ-100*, *AP-50* we beýleki kysymly awtomat aýryjylar giňden ulanylýarlar. Olar 500 W üýtgeýän we 220 V hemişelik toklaryň zynjyrlarynda we 1,6; 2,5; 4,6; 4,10; 16; 25; 40; 50; 100; 200; 600A nominal toklarda işlemek üçin niýetlenilýär. Awtomatlar esasy hereketli we hereketsiz galtaşmalardan, uçgun söndürýän gurluşdan, elektromagnit we ýylylyk aýryjylardan durýar.

Awtomatlarda agdyk tokdan goramak üçin ýylylyk aýryjy we gysga birleşme tokda goramak üçin elektromagnit aýryjy oturdylýar. Ýylylyk aýryjynyň esasy bölegi bimetal plastinkadyr we onuň işleýşi ýylylyk relesiniň işleýşi ýalydyr.

Ýylylyk aýryjynyň togy niýetlenen nominal tokdan 1,1 esse uly bolsa bir sagatda; 1,35 esse uly bolsa 30 min; 6 esse uly bolsa 2-10 sekundyň dowamynda elektrik zynjyryny ýazdyrmaga niýetlenendir. Uly tokda elektromagnit aýryjy awtomaty 0,017...0,02 sekuntda işden çykarýar.

Elektromagnit aýryjynyň hereketli galtaşmalaryny saklaýjylar izolirlenen trawersiň üstünde berkidilip, erkin aýryjy mehanizm, “Işe girizýän” we “Işden çykarýan” düwmelikler bilen kinematik baglanyşykda bolýar.

Aýryjylar işe girenlerinde hemme polýuslar üçin umumy aýryjy reýkâ täsir edýärler. Erkin aýlanyjy mehanizm işe girip hemme polýuslary birden aýyrýar.

Awtomatlarda aýyrýan toguny üýtgetmek üçin ýörite gurluş bolup, ol gurluşyň esasynda awtomatyň aýyrýan toguny $\pm 15\%$ üýtgetmek bolýar.

Awtomatlar aýryjysynyň niýetlenen togy esasynda saýlanyp alynýar we onuň ýylylyk aýryjysynyň goýlan togy I_{nu} , kabul edijiniň I_p toguna deň ýa-da uly bolmaly ($I_{nu} \geq I_p$) şertde alynýar.

Sazlanylan ýylylyk elementiň goýlan togy, kabul edijiniň işe girýän pursatyn-da alýan togunyň 125% deň bolmaly.

Eräp goraýjylar (predohraniteller). Iň arzan we ýönekeý goraýjy enjam bolup, elektrik gurluşlary gysga birleşmäniň toklaryndan we uly agdyk toklardan goramak üçin ulanylýar. Olar dyky (probka) we turba görnüşlerde ýasalýar. Olarda goraýjy element bolup niýetlenen tokdan artyk toklarda ereýän simler ýa-da plastinkalar ulanylýar. Ol toguň belli ululygynda, belli wagtdan soňra ereýär. Ereýän goraýjynyň üstünden akýan I togunyň nominal I_n toguna bolan gatnaşygynyň ereýän wagtyna bolan baglanyşygy 9.1-nji tablisada görkezilendir.

9.1-nji tablisa

I/I_n	1,31	1,75	2	2,5	3
Ereýän wagty	∞	1 sag	5 min	10 s	0,8 s

Tablisadan görnüşi ýaly uly bolmadyk artykmaç toklarda ereýän goraýjylar elektrik enjamyny tok çeşmeden aýyrmaýar. Şonuň üçin hem olar elektrik enjamlary uly toklardan we gysga utgaşma toklardan goramak üçin ulanylýarlar.

Köplenç eräp goraýjylar söküp düzülýän görnüşde ýasalýar. Onuň eräp goraýjysy, esasan sinkden we misden 6,10, 25, 30, 45, 60, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 600 A we 1000A nominal toga çydamly edilip ýasalýar. Eräp goraýjylar inersiýaly we inersiýasyz (tiz täsir edýän) ereýän bölekli bolýar.

Inersiýaly goraýjylar hereketlendirijileri goramak, tiz täsir edýänleri, ýarym geçiriji göneldijileri goramak üçin ulanylýar. Goraýjylar niýetlenen naprýaženiýesi, togy we eräp goraýjynyň niýetlenen toklary esasynda saýlanyp alynýar.

Reostatly işe girizilýän hereketlendirijiler üçin eräp goraýjynyň togy – I_{ne} hereketlendiriji toguna I_d alynýar. Galtaşma halkaly asinhron elektrik hereketlendirijiler 50% ýüki bilen işe girizilýän ýagdaýynda $I_{ne} = 0,8 I_{n,d}$ deňdir.

Gysga birleşdirilen rotorly asinhron elektrik hereketlendirijiler üçin ýeňil şertlerde (ýüksüz ýa-da az ýükli) işe girizilende eräp goraýjynyň togy aşakdaky aňlatma esasynda kesgitlenýär:

$$I_{ne} = \frac{I_{ig}}{\alpha} = \frac{I_n \cdot K_I}{\alpha}, \quad (9.1)$$

bu ýerde: I_n – hereketlendirijiniň niýetlenen togy, A; α – hereketlendirijiniň işe girýän şertini häsiýetlendirýän koeffisiýent. Hereketlendiriji ýeňil şertde işe girizilende $\alpha = 2,5$, agyr şertlerde ýa-da çalt-çaltdan işe girizilende $\alpha = 1,6 \dots 2$ çäklerde alynýar. $K_I = I_{ig}/I_n$ – hereketlendirijiniň işe girýän we niýetlenen toklarynyň gatnaşygy. $K_I = 5 \dots 7,5$ çäklerde bolýar.

Elektrik geçiriji liniýalar üçin birnäçe elektrik hereketlendirijileriň alýan togunyň eräp goraýjysynyň togy şeýle kesgitlenilýär:

$$I_{ne} = \frac{k \cdot \sum_1^{n-1} I_n + (I_{ig} - I_n)}{\alpha}, \quad (9.2)$$

bu ýerde: k – hereketlendirijileriň birden işleýändigini hasaba alýan koeffisiýent, I_n, I_{ig} , α -nyň kuwwatly elektrik hereketlendiriji nominal we işe girende alýan togy we onuň işe girişini häsiýetlendirýän koeffisiýent (hereketlendirijiniň işe girýän wagty $t_{ig} < 2,5 s$, $\alpha = 3$; işe girýän wagty $t_{ig} < 2,5 \dots 10 s$, $\alpha = 2,5$; işe girýän wagty $t_{ig} > 20 s$, $\alpha = 2 \dots 1,6$).

Çygly we tozanly jaýlarda we jaýdan daşarda ulanylýan goraýjylary suw syçramalaryndan we tozandan goramak üçin gutularda ýerleşdirmeli. Goraýjylary rubilnikler tok çeşmeden aýrylan ýagdaýlarda çalşyrylmalydyr.

Goraýjy releler. Goraýjylar elektrik hereketlendirijileri dowamly täsir edýän uly bolmadyk agdyk toklardan gorap bilmeýär. Şonuň netijesinde elektrik hereketlendirijileriň sarymlary gyzyň, onuň izolýasiýasy tiz könelýär we sandan çykýar, goraýjylaryň gorag häsiýetnamasy üýtgeýär, goraýjylaryň biri ýananda üç fazaly elektrik hereketlendiriji bir fazaly iş kada geçýär, bu bolsa olaryň tiz sandan çykma-gyna eltýär. Goraýjylaryň bu kemçilikleri olaryň awtomatik usulda dolandyrylýan gurluşlarda ulanylmagyny çäklendirýär.

Şonuň üçin hem awtomatik usulda dolandyrylýan ulgamlarda ýokary ygty-barly goraýjy enjamlar ulanylýar. Olara: ýylylyk releler, elektromagnit tok we naprýaženiýe releleri, induksion wagt saklaýan releler we başgalar degişlidir. Uly bolmadyk agdyk tokdan goramak üçin ýylylyk releler ulanylýar. Olarda gyzdryjy element bolup gyzanda dürli uzynlygyna uzalýan koeffisiýentli iki sany metaldan kebşirlenen bimetal plastinka ulanylýar, gyzdryjy elementden geçýän tok bimetal plastinkany gyzdryýar, ol gysarýar we reläniň galtaşmalarynyň arasy açylyp elektromagnit goýberijiniň tegeginiň togy kesilýär, magnit meýdany öçýär we elektrik kabul ediji tok çeşmeden aýrylýar.

Elektromagnit tok relesi. Elektrik hereketlendirijileri gysga birleşdirmäniň to-gundan, uly agdyk tokdan goramak we ony toga baglylykda dolandyrmak üçin ula-nylýar. Elektromagnit tok relesi tegekden, ýakordan, yza çekiji pružinden we gal-taşdryjylardan durýar. Tok reläniň tegegi goralýan zynjyra zyzgider birleşdirilýär. Tegekden akýan tok goramaly derejesine ýetende, onda döreýän magnit meýdany ýakory özüne çekýär we reläniň galtaşmalarynyň duran ýagdaýyny üýtgedýär (açyk galtaşmalar-ýapylyar, ýapyk galtaşmalar açylýar). Zynjyrdan akýan tok peselende, reläniň pružiniň dartmagy esasynda onuň galtaşmalary ozalky ýagdaýyna gelýär. Reläniň galtaşmalarynyň açyp-ýapýan togunyň ululygyny pružiniň dartýan güýjüni üýtgetmek bilen sazlamak bolýar.

Elektromagnit naprýaženiýe relesi. Elektrik hereketlendirijileri pes naprýa-ženiýede işlemekden goraýar. Onuň gurluşy elektromagnit tok reläniň gurluşy ýaly bolup, ýöne onuň tegegi zynjyra parallel birleşdirilýär. Zynjyryň naprýaženiýesi ozaldan berilýän çäkten peselende, rele öz galtaşmalarynyň duran ýagdaýyny üýt-gedip dolandyrylýan elektrik gurluşa täsir edýär.

Elektromagnit wagt relesi. Awtomatik dolandyrylýan ulgamlarda elektrik gurluşlary tehnologik işiň talabyna görä belli wagtda zyzgiderli işe girizmek we

işden çykarmak üçin ulanylýar. Elektromagnit wagt sekundyň örän az böleginden birnäçe sekunt dowamynda saklamak üçin ulanylýar. Elektromagnit wagt releleriň işi zynjyryň toguna bagly däl. Olar hemişelik we üýtgeýän toklaryň zynjyrlarynda işleýärler. Olarda gerek saklanylmaly wagt gysga birleşdirilen tegek oturdylyp, magnit geçirijä mis peşen geýdirilip, rele tok çeşmeden aýrylanda, onuň esasy tegeginini şuntirläp we ýene-de başga usullardan peýdalanylyp alynýar.

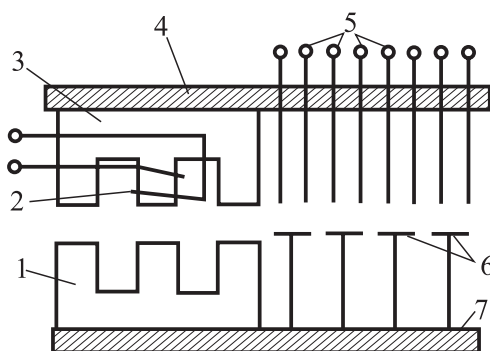
Eger-de elektrik gurluşy dolandyrmak üçin dowamly wagt talap edilýän bolsa, onda elektromehaniki wagt relelerden peýdalanylyr. Olaryň işleýän wagtyny üýtgedýän gurluş elektrik hereketlendirijiden, reduktordan, geçiriji mehanizmden, galtaşma ulgamdan we işledilýän wagtyny üýtgedýän gurluşdan durýarlar. Olary bir sekuntan birnäçe sagat işleýän çäklerde üýtgedip bolýar.

9.4. Magnit işe goýberijileri

Gysga utgaşdyrylan rotorly asinhron elektrik hereketlendirijilerini we beýleki elektrik enjamlaryny awtomatik we aralykdan dolandyrmak üçin magnit işe goýberijileri ulanylýar. Olar elektrik hereketlendirijilerini aşa ýükden goramak üçin ulanyňp, üýtgeýän toguň galtaşdyryjysyndan we ýylylyk relesinden durýar.

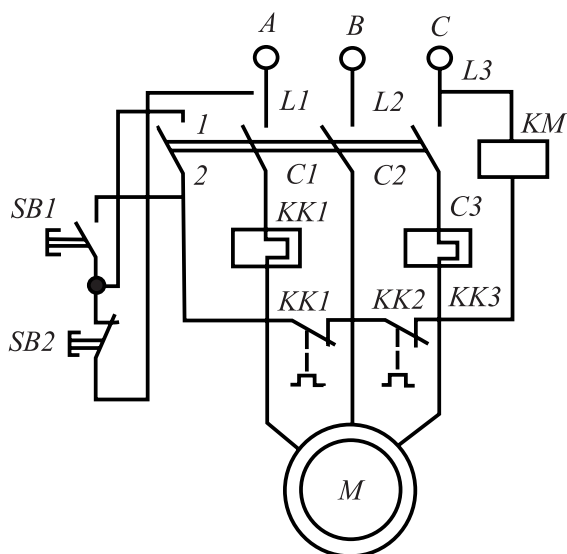
Galtaşdyryjy iki sany bölekden hereketli we hereketsiz bölekden durýar (9.1-nji surat).

Hereketsiz bölegi (4) plastmassa esasan, oňa berkidilen (3) III-şekilli magnit geçirijiden, (5) esasy we kömekçi galtaşmalardan durýar. Magnit geçiriji galyňlygy 0,3...0,5 mm bolan biri-birinden izolirlenen elektrotehniki polat gatlaklaryndan ýygnaýlar. Magnit geçirijiniň ortaky bölegine setiň naprýaženiýesine hasaplanan (2) tegek birleşdirilýär. Hereketli bölegi hem, (7) plastmass esasan durýar, ol III – şekilli (1) magnit geçiriji we (6) köpri şekilli galtaşmalardan durýar.



9.1-nji surat. Üýtgeýän toguň galtaşdyryjysynyň gurluşy

Magnit işe goýberijiniň tegeginden elektrik togy akanda, onuň magnit geçirijisi magnitlenýär we hereketli bölegiň magnit geçirijisini özüne çekýär. Onuň netijesinde esasy $L1$ we $C1$, $L2$ we $C2$, $L3$ we $C3$ hem-de kömekçi 1 we 2 galtaşmalary ýapylýar (9.2-nji surat). KM işe goýberiji iki sany “Işe goýbermek” we “Duruzmak” atly düwmeli stansiýanyň kömegi bilen dolandyrylýar. Işe goýberijiniň $SB1$ “Işe goýbermek” düwmesi basylanda, onuň $SB2$ aýryjy galtaşmasynyň, “Duruzmak”, üsti bilen KM işe goýberijiniň tegeginiň zynjyry ýapylýar.

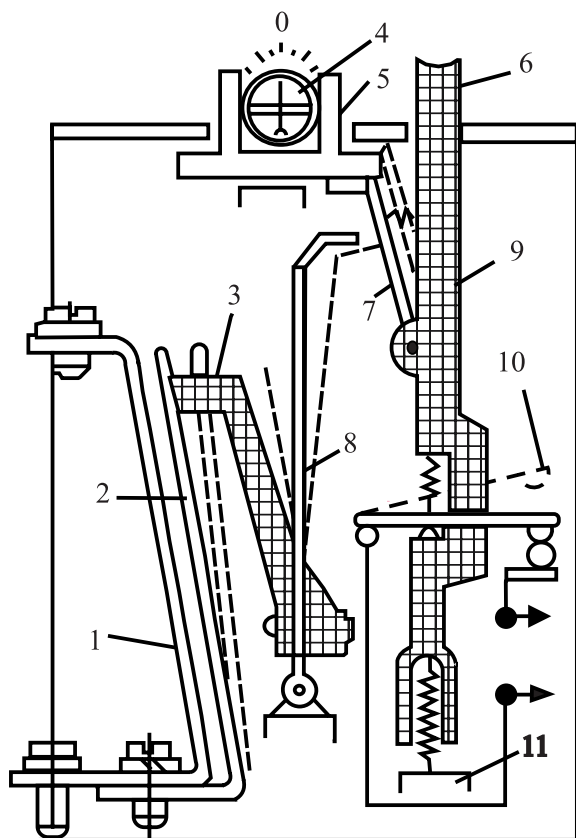


9.2-nji surat. Magnit işe goýberijiniň kömegi bilen üç fazaly hereketlendirijiniň dolandyrylyşynyň shemasy

Magnit işe goýberiji işläp başlaýar we *M* elektrik hereketlendirijisi işe girýär. Şol bir wagtda işe goýberijiniň SB1 “Işe goýbermek” düwmesine parallel birleşdirilen (1) we (2) goşmaça galtaşmalary hem ýapylýar. Şondan soňra SB1 düwme goýberilende hem zynjyr üzülmeýär we tok (1) we (2) galtaşmanyň üstünden geçýär. Elektrik hereketlendirijisini işden çykarmak SB2 “Duruzmak” aýryjy düwmäni basmak bilen amala aşyrylýar. Magnit işe goýberijileri ПМЖІ we ПІАЕ görnüşleri iň köp ýaýranlary hem-de ulanylýanlarydyr. Işe goýberijileriň çekiji tegekleri 127, 220, 380 W naprýaženiýä we 50 Gs ýygylga hasaplanandyr.

Magnit işe goýberijileri KK1, KK2 ýylylyk releleri bilen üpjün edilendir. Olar elektrik hereketlendirijilerini aşa ýükden goraýarlar. Iki polýusly TPH dörnüşli rele (9.3-nji surat) üç bölege bölünen plastmassadan ýasalan daşky gabykdan durýar.

Gyraky bölümçelerde (1) gyzdyryjy elementler, ortaky bölümçede (5) goýulmaly ýerine süşürji, (4) işe giriş toguny sazlaýjy, (8) temperaturany kompensirleýji, magnit işe goýberijiniň tegeginin zynjyryna bileşdirilen (10) köpri görnüşli aýryjy galtaşma, aýryjy mehanizm we (6) el bilen gaýtarmak üçin basylýan egin ýerleşýär. Aşa tok (1) gyzdyryjy elementiň üstünden geçende (2) bimetal plastinka deformirlenip, (üzük çyzyklar bilen görkezilen) (8) temperatura kompensatorynyň bimetal plastinkasy bilen berk baglanyşykda bolan (3) iterijini saga tarap süşürýär. Temperatura kompensatorynyň deformasiýasynyň ugry esasy plastinanyň deformasiýasyna garşylykly ugrukdyrylandyr. Soňky deformasiýa absolýut bahasy boýunça ujypsyzdyr.

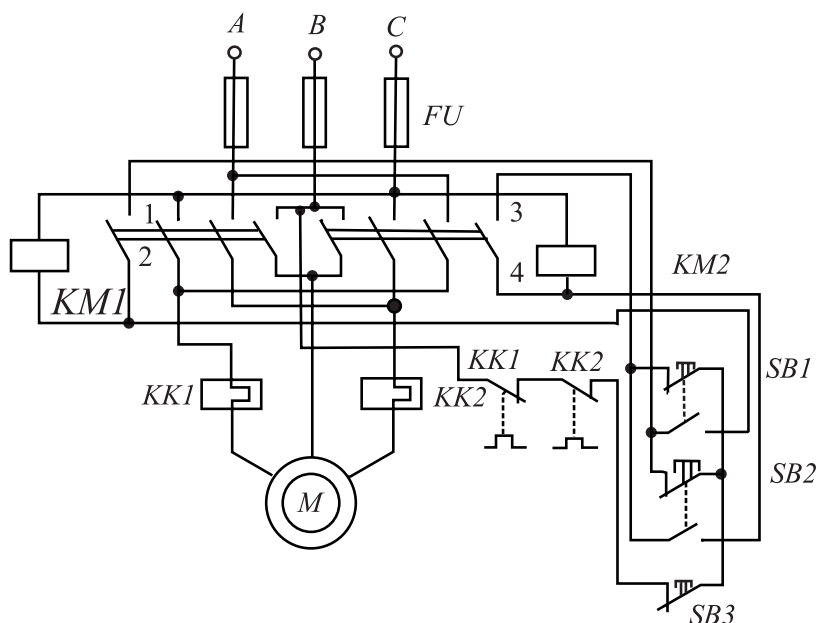


9.3-nji surat. TPH ýylylyk relesiniň gurluşynyň shemasy:

1 – gyzdyryjy element; 2 – bimetal plastinka; 3 – saklaýjy; 4 – ekssentr; 5 – ustawkany hereketlendiriji; 6 – gaýtaryjy düwme; 7 – kilt; 8 – temperatura kompensatorynyň bimetal plastinkasy; 9 – trawers; 10 – galtaşmalar; 11 – reläniň galtaşmalaryny aýryjy pružin

Garşylykly täsire garamazdan temperatura kompensatorynyň plastinasy hem saga tarap süýşüp başlaýar. Şonda (7) kilt erkin ýagdaýa geçýär, (11) pružiniň täsiri astynda (6) aýryjynyň ştangasy ýokaryk galýar we reläniň galtaşmalary açylýar. Ýylylyk relesiniň gyzdyryjy elementleri ýokary udel garşylygy bolan nihrom siminden ýasalýar we magnit işe goýberijiniň güýç galtaşmalarýndan soňra elektrik hereketlendirijileriniň fazalary bilen yzygider edilip birleşdirilýär.

Ýylylyk relesiniň galtaşmalary magnit işe goýberjiniň tegekleri bilen yzygider edilip birleşdirilýär. Her bir reläniň görnüşi üçin elektrik hereketlendirijiniň niýetlenilen togy boýunça ýylylyk relesiniň çalşylyp bolýan gyzdyryjy elementi saýlanyp alynýar. Bimetal plastinka sowandan soňra, ýylylyk relesini işe taýýarlamak üçin onuň maňlaý tarapyndaky ýerleşýän düwmesini basmaly.



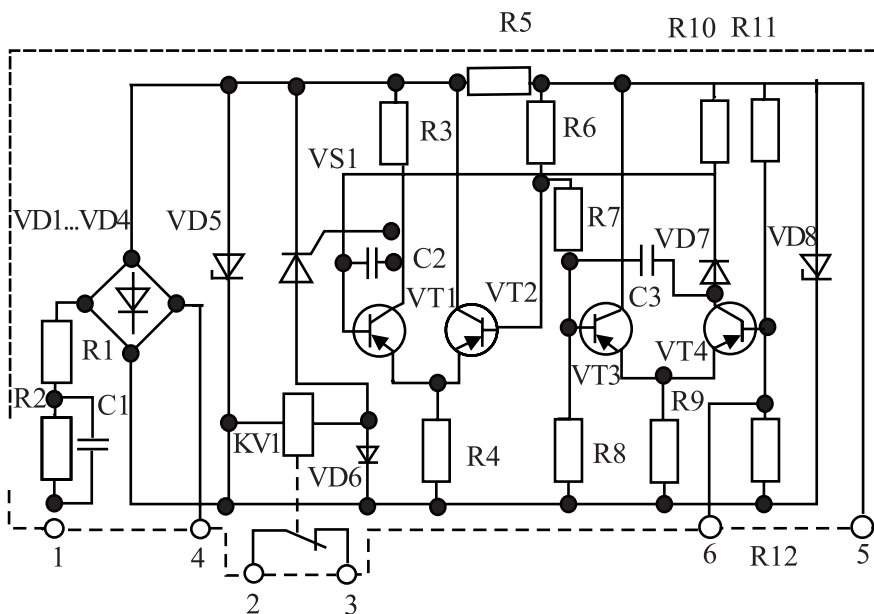
9.4-nji surat. Rewersiw magnit işe goýberijiniň kömegi bilen üç fazaly asinhron elektrik hereketlendirijisiniň işe goýberilişiniň shemasy

Häzirki wagtda aşa ýüke ýokary duýgurlygy bolan TPII görnüşli bir fazaly ýylylyk releleri çykarylýar. Oba hojalyk önümçiliginde telferleri, ýokary galdyryjy kranlary, lebýodkalary, iým paýlaýjy we ders aýryjy transportýorlaryň dolandyryş shemalarynda rewersiw magnit işe goýberijileri ulanylýar. Olar herekete getiriji elektrik hereketlendirijileriniň aýlanan ugurlaryny çalt üýtgetmeklige mümkinçilik berýär. Rewersiw magnit işe goýberijileri iki sany rewersiw bolmadyk magnit işe goýberijiden durýar. Olaryň biri elektrik hereketlendirijini bir ugra, beýlekisi bolsa garşylykly ugra aýlamak üçin ulanylýar. Rewersiw magnit goýberijileri “Öňe”, “Yza” we “Durmak” diýen üç sany düwmesi bolan düwmeli stansiýanyň kömegi bilen işledilýär (9.4-nji surat). SB1 “Öňe” düwme basylanda B fazanyň togy yzygyder birleşdirilen KK1 we KK2 ýylylyk releleriniň galtaşmalaryndan, SB3 “Durmak” düwmeden, SB2 “Yza”, KM1 magnit işe goýberijiniň tegeginden, C fazadan tok akyp başlaýar. KM1 magnit işe goýberijiniň tegeginden tok akyp başlandan soňra, “Öňe” düwmesiniň zynjyryndaky magnit işe goýberijiniň özeni magnitlenýär we özüne işe goýberijiniň hereketli bölegini çekýär. Elektrik hereketlendirijisiniň öňe bolan hereketini üpjün edýän KM1 magnit işe goýberijiniň esasy galtaşmalaryny ýapýar. Şol bir wagtyň özünde SB1 “Öňe” düwme basylanda bu düwmä parallel birleşdirilen kömekçi (1) we (2) galtaşmalar ýapylýar. SB1 “Öňe” düwme goýberilende hem bu galtaşmalar ýapyk durýar. Elektrik hereketlendirijisi ýokardaka meňzeşlikde yza aýlandyrylýar. Onuň okunyň aýlanyş ugry A we C fazalaryň ýerini çalyş-

mak bilen amala aşyrylýar. Magnit işe goýberijileriň zerur häsiýetleri elektrik enjamlarynyň işlerini awtomatlaşdyrmaga mümkinçilik berýänligidir. Onuň üçin magnit işe goýberijiniň tegeginin zynjyryna tehnologik parametrlerde bolup geçýän üýtgemeleri duýýan elementler we bloklar birleşdirilýär.

9.5. Elektrik hereketlendirijilerini aşa gyzmakdan goramak

Elektrik hereketlendirijisiniň üstüne iýmleriň, samanyň dökülmeği netijesinde onuň sowamaklygy erbetleşýär. Bu ýagdaýda onuň ýüküniň artmaýanlygy sebäpli sarymlaryndaky tok artmaýar we magnit işe goýberijiniň ýylylyk relesi işlemeýär. Şu sebäbe görä elektrik hereketlendirijisiniň ýanmagy mümkin. Şonuň ýaly önümçilik şertlerinde işleýän elektrik hereketlendirijilerinde temperatura datçiginden we ýerine ýetiriji gurluşdan ybarat bolan girizilen temperatura goragy ulanylýar. Temperatura datçikleri hökmünde statoryň maňlaý tarapynda her bir fazada ýarymgeçirijili termorezistorlar-pozistorlar oturdylýar. Olaryň giňden ulanylýany disk görnüşli diametri 3 mm, galyňlygy bolsa 1,5 mm bolan CT14-1A ýa-da CT14-15 pozistorlardyr. Pozistorlarda temperaturanyň kesgitli aralyklarynda garşylyklary birdenkä artýar. YBT3-1M girizilen temperatura goragly gurluş aşadaky ýaly işleýär (9.5-nji surat):

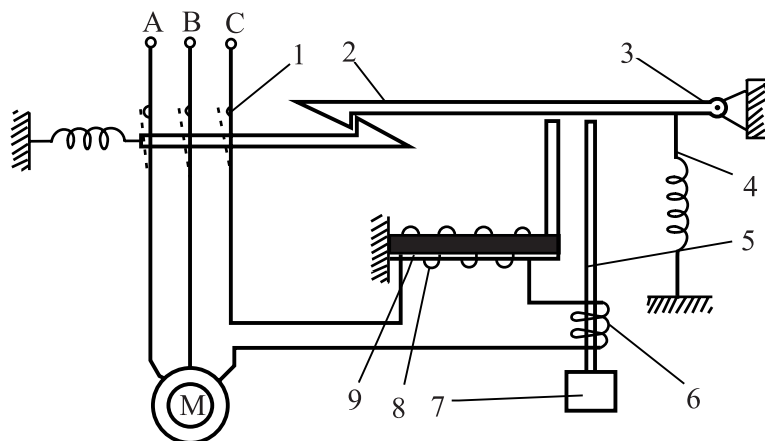


9.5-nji surat. YBT3 -1M gurluşyň elektrik shemasy

Magnit işe goýberijiniň “Işe goýberiş” düwmesi basylanda (1) we (4) gysgyçlara iýmitlendiriji naprýaženiýe berilýär, (2) we (3) gysgyçlara bolsa magnit işe goýberijiniň tegeginin zynjyry birleşýär. Eger elektrik hereketlendirijiniň tegek-

leriniň temperaturasy bolmaly bahasyndan pesde bolsa, onda datçigiň garşylygy kiçi bolýar we $VT4$ tranzistoryň üstüne düşýän naprýaženie $R6$, $R7$, $R8$ garşylyklar bilen kesgitlenýän $VT3$ we $VT4$ güýçlendirijileriň işe girýän naprýaženiýelerinden uly bolýar. Bu ýagdaýda $VT4$ tranzistor açyk, $VT1$ tranzistor we $VS1$ tiristor ýapyk bolýar we $KV1$ relä tok barmaýar. Eger elektrik hereketlendirijiniň tegekleriniň temperaturasy bolmaly bahasyndan ýokarda bolsa, onda datçikleriň garşylyklary birdenkä artýar we olardan gelýän signallar peselýär, $VT4$ tranzistor ýapylýar, $VT1$ tranzistor bolsa açylýar. $VS1$ tiristor we $KV1$ rele işe girýär, reläniň galtaşmalary elektrik hereketlendirijisini tok çeşmesinden aýyrýan, magnit işe goýberijiniň tegegine tok berilýän zynjyry üzýär. Shemadaky $VD5$ we $VD8$ stabilitronlar naprýaženiýäni şol bir derejede saklaýarlar, $VD6$ we $VD7$ diodlar bolsa, togy bir tarapa geçirýärler. Datçikleriň birleşen zynjyrlarynda gysga utgaşma ýa-da fazalaryň üzülmegi ýüze çykan halatynda $VT1$ tranzistor açylýar, $VS1$ tiristor we $KV1$ rele işe girýär we reläniň galtaşmalary elektrik hereketlendirijisini tok çeşmesinden aýyrýan, magnit işe goýberijiniň tegegine tok berýän zynjyry üzýär. Dolandyryjy gurluş plastmassadan ýasalan gapyrjakda ýerleşdirilýär we pozistorlar bilen izolirlenen simler arkaly birleşdirilýär.

Awtomatik öçürjiler (awtomatlar). Elektrik toguny kabul edijileri el bilen işe girizmek we işden çykarmak üçin gerek bolan enjamlar bolup, gysga utgaşma ýüze çykanda awtomatik usulda öçürmek üçin niýetlenen enjamlardyr. Olaryň gurluşy, komutirleýji element bilen bilelikde elektromagnit we ýylylyk aýryjylaryndan durýar. Elektromagnit aýryjylary göz açyp-ýumasy salymyň içinde işe girýär. Ýylylyk aýryjylary ýüküň üstünden geçýän toguň ululygyna baglylykda birnäçe wagt-dan soňra işe girýärlär.



9.6-njy surat. Awtomatik öçürijiniň gurluşynyň shemasy

Elektromagnit ýazdyryjylary. Elektrik toguny ulanyjylary gysga utgaşmadan goraýar. Ol köp bolmadyk sarymly izolirlenen mis siminden edilen (6) tegekden

durýar. Bu tegek M elektrik toguny kabul edijä yzygider birleşdirilýär. Tegegiň golaýynda, (3) şarnire berkidilen, (2) öçüriji mehanizm bilen bagly bolan, (7) polat özen ýerleşýär. Gysga utgaşmada elektrik toguny kabul edijiniň zynjyrynda (6) tegek boýunça uly tok akýar we onuň içinde güýçli magnit meýdanyny döredýär. Bu meýdanyň täsiri astynda aýryjynyň (7) polat özeni tegek tarapyndan çekilýär we (5) iteriji tarapyndan awtomatik öçürijiniň (1) esasy galtaşmalary aýrylýar hem-de elektrik kabul edijini setden aýyrýar (9.6-njy surat).

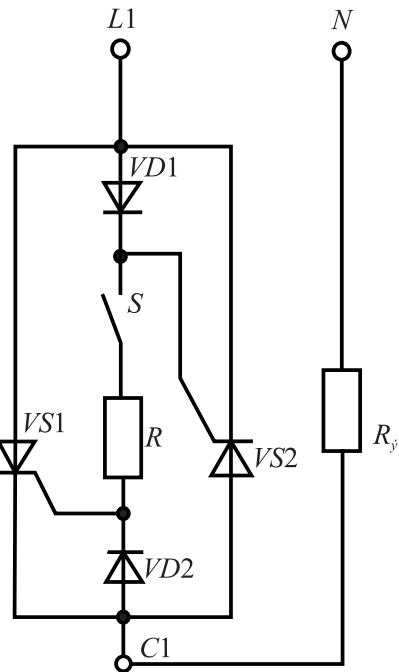
Ýylylyk ýazdyryjylary. Elektrik toguny ulanyjylary aşa ýükden goraýar. Ol (9) bimetal plastinkanyň daşyna saralan, garşylygy örän uly bolan (nihrom) (8) gyzdryjy elementden durýar. Gyzdryjy element, bimetal plastinkadan asbest ýa-da slýuda lentasy bilen izolirlenýär. Käbir awtomatlarda U şekilli edilen bimetal plastinkanyň üstünde ulanyjynyň togy akýar. Elektrik toguny ulanyjynyň ýüki artanda onuň bilen yzygider birleşdirilen gyzdryjy elementiň üstünden akýan tok artýar. Bölünip çykýan ýylylyk mukdary (9) bimetal plastinkany egredýär we (2) awtomatik öçürijiniň öçüriji mehanizmini itip, M elektrik maşynyny tok çüşmesinden aýyrýar. Elektrik toguny ulanyjy setden aýrylýar (9.6-njy surat).

9.6. Tiristorly öçürijiler we işe goýberijiler

Has ygtybarly we uzak wagtlap ulanylýan galtaşmasyz enjamlara: tiristorly öçürijiler, geçirijiler we işe goýberijiler, galtaşmasyz ýolda öçürijiler we datçikler degişlidir. Tiristorly öçürijileriň, geçirijileriň, işe goýberijileriň işleýiş esasynda, tiristorlara dolandyryjy signal täsir edende, onuň üstünden tok akmaýan halatynda, ýapyk ýagdaýdan açyk ýagdaýa böküş görnüşinde geçmek häsiýeti durýar. Tiristorly öçürijiniň shemasy 9.7-nji suratda getirilýär.

Haçan-da, $L1$ gysgyja setden položitel potensial goýulsa onda ol tiristoryň anodyna geçýär. Öçüriji S galtaşmanyň ýapylmagy bilen işe girizilende, položitel dolandyryjy impuls, $VD1$ diodyň, R garşylygyň üstünden geçip $VS1$ tiristoryň dolandyryjy elektrodyna barýar we ony açýar. Položitel ýarymperiod $VS1$ tiristoryň üstünden geçip, $C1$ gysgyja barýar we garşylygyň üstünden geçýär. Şeýlelikde, položitel ýarymperiodda $L1$, $VS1$, $C1$, R_y , N zynjyr boýunça tok geçýär.

Haçan-da, $C1$ gysgyçda položitel potensial emele gelende, dolandyryjy signal $VD2$ diodyň, R



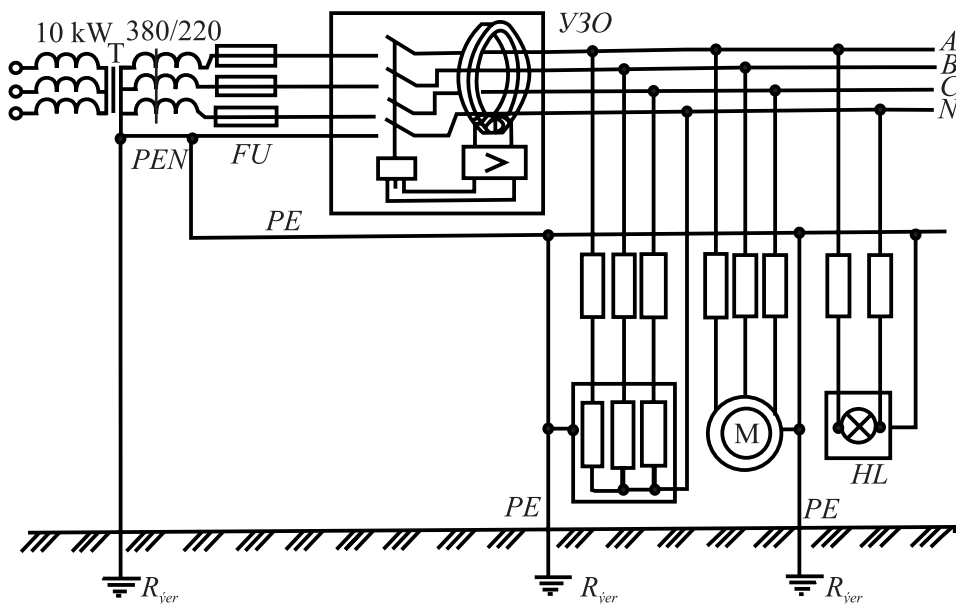
9.7-nji surat. Tiristorly öçürijiniň shemasy

garşylygyň üstünden geçip, V_{S2} tiristoryň dolandyryjy elektrodyna barýar we ony açýar. Ulanyjynyň üstünden toguň ikinji ýarymperiody geçýär. Şeýlelikde, S galtaşmanyň ýapyk bolan halatynda, tiristorlar gezekli-gezeginde awtomatik açylýar we ýüküň üstünden toguň iki ýarymperiodynyň geçmegini üpjün edýär.

Getirilen shema üç fazaly tiristorly işe goýberijileriň esasyny düzýär. Häzirki zaman üç fazaly IIT-16-380-Y5 görnüşli tiristorly işe goýberijiler asinhron elektrik hereketlendirijilerini işe goýbermek we işden çykarmak üçin ulanylýar. IIT-40-380-Y5 görnüşli tiristorly işe goýberijileri hereketlendirijileriň aýlanan ugruny üýtgetmekde (tersine aýlamakda) ulanylýar. IITK-100-380-БПК-1000 görnüşli tiristorly işe goýberijileri hereketlendirijileri gysga utgaşmadan, aşa ýükden, fazanyň üzümeginden gorayar.

9.7. Gorag öçürji gurluşlar

380/220 W napryženiýä niýetlenen elektrik enjamlarynda, fazalaryň enjamyň daşky gabygyna birleşen ýa-da izolýasiýanyň derejesiniň bolmaly derejesinden pes bolan halatynda, akýan toguň güýjüniň we onuň geçýän wagtynyň adamyň jan saglygy üçin zyýansyz bolmaklygyny üpjün etmek maksady bilen, setiň ähli fazalaryny awtomatik usulda öçürmek üçin ulanylýar (9.8-nji surat).



9.8-nji surat. Önümçilik jaýynda gorag öçürji gurluşyň gurnalyşy:

PEN – nul gorag iş simi; N – nul iş simi; PE – nul gorag simi; R_{ger} – işleýän ýere birleşdiriji; FU – ereýji gorajy; HL – duýdurýş çyrazy; M – elektrik hereketlendiriji

Agrosenagat toplumynda ulanylýan elektrik enjamlarynda ýitýän tok boýunça gorag öçüriji gurluşlar (GÖG) ulanylýar. Olar setiň goralýan böleginde toguň ýere berilmegi ýüze çykanda nula görä toguň tapawudyny duýýarlar. Enjamda toguň differensial transformatory ulanylýar. Bu transformator birinji bir sarymdan ybarat bolup, onuň içinden nul we üç fazanyň simleri geçirilýär. Onuň ikinji sarymy hemişelik ädimde köp sargyly edilýär. Ýitýän toklaryň bolmadyk halatynda toklaryň geometrik jemi nula deň bolýar. Şonuň üçin jemleýji magnit geçiriji güýji hem nola deň bolýar.

Magnit geçirijide magnit akymynyň ýoklugy sebäpli, toguň differensial transformatorynyň ikinji sarymynda hem tok bolmaýar. Izolýasiýanyň zaýalanmagy, birdenkä adamyň faza simlerine degmegi, bir fazanyň korpusa ýa-da ýere birleşmegi netijesinde toklaryň simmetriýasy bozulýar we transformatoryň ikinji sarymynda enjamyň duýujy bölegine täsir edýän, nol yzygiderlikli tok ýüze çykýar. Eger ýitýän toklaryň ululygy enjamyň işe girýän toguna deň ýa-da ondan uly bolsa, onda soňky tok sekundyň böleklerinde setiň goralýan böleginiň ýa-da enjamyň toguny öçürýär we adamyň jan saglygy üçin döreyän elektrik howpuny aradan aýyrýar. Üç fazaly elektrik hereketlendirijilerini gorag işden çykaryjy УЗОТЭ-2У: fazalaryň gyşarmagyndan we üzülmeginden goramaga; aş aýyryjydan goramaga; elektrik hereketlendirijini gyzmakdan goramaga; izolýasiýanyň garşylygyny gözegçilikde saklamaga; gyşarmagyň sebäbini görkezmäge mümkinçilik berýär. Bu gorag enjamy kuwwaty 1,6...250 kWt bolan elektrik hereketlendirijilerini goramaklyga mümkinçilik berýär.

X BAP

OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINDE OPTIKI ŞÖHLELERIŇ ELEKTRIK ÇEŞMELERINIŇ ULANYLYŞY

10.1. Optiki şöhleler we olaryň önümçilikde ulanylyşy

Elektrik ýagtylandyryş elektrik energiýanyň giňden ulanylýan ugurlarynyň biridir. Elektrik ýagtylandyryş çeşmelerini döretmekde köp alymlar işläpdirler. Rus alymy akademik B.Petrow 1802-nji ýylda elektrik dugasyny açýar we onuň ýagtylandyrmak üçin ulanmak boljakdygyny aýdýar.

1872-nji ýylda A.Lodygin kömür gyzyň ýagtylanýan çyrany we 1890-njy ýylda gyzyň simi molibdenden we wolframdan ýasalan çyralary Parižde bolan sergide görkezýär. 1876-njy ýylda P.Ýabloçkow “elektrik şemi” diýip atlandyrylan gurluşa patent alypdyr. Elektrolýuminessensiýa ýagtylyk çeşmelerini döretmekde akademik S.Wawilow we onuň şägirtleri köp açyşlar etdiler.

Elektromagnit tolkunlar rentgen şöhlelerinden tä ýuwaş yrgyldaýan tolkunlar çäklerde bolýar. Olaryň uzynlygy nanometrde ölçenilýär ($1 \text{ nm} = 10^{-6} \text{ mm} = 10^{-9} \text{ m}$).

Elektromagnit tolkunlaryň optiki böleginiň 340000-760 nm çäklerdäkisine infragyzyl şöhleler diýilýär, 760-380 nm çäklerdäki göze görünýän bölegine ýagtylyk şöhleler we 380-10 nm aralykdaky bölegine ultramelewşe şöhleler diýilýär.

Infragyzyl şöhleler göze görünmeýän şöhleler bolup, olaryň ýylylyk täsiri esasynda duýulýar. Ol mallaryň hamyna ýa-da ösümlikleriň üstki gatlaklaryna çuň girýär we onuň energiýasy esasan ýylylyk energiýa öwrülýär. Infragyzyl şöhleler mallaryň hamyna 2,5 mm, dänä – 1...2 mm, çig kartoşka – 5 mm, suwa – 35-45 mm, bişirilýän çörege – 7 mm çenli girýär. Bu şöhleler esasan mallary we guşlary ýylatmak, önümleri gyzdyrmak we guratmak üçin ulanylýar.

Ultramelewşe şöhleler göze görünmeýän şöhleler bolup, olar özleriniň biologik täsiri bilen häsiýetlendirilýär. Olar tolkunlarynyň uzynlygyna görä dürli häsiýetli bolýarlar. Ultramelewşe şöhleler üç *A*, *B* we *C* toparlara bölünýärler. Ultramelewşe “*A*” toparyň şöhleleriniň uzynlygy 380-320 nm çäklerde bolup, olaryň täsiri esasynda önümler dürli reňklerdeki şöhleleri berýärler. Munuň esasynda bu uzynlykdaky tolkunlar önümleriň (etiň, ýumurtganyň we başgalaryň) hilini barlamak üçin ulanylýar. “*B*” toparyň şöhleleriniň uzynlygy 320-280 nm çäklerde bolup, janly organizmlere güýçli biologik täsir edýär, güne ýanma döredýär we onuň täsiri esasynda prowitamin D ýeňil özleşdirilýän D witamine öwrülýär, rahat kesele garşy göreşmek üçin ulanylýar. “*C*” toparyň şöhleleriniň uzynlygy 280-180 nm çäklerde bolýar, olaryň örän güýçli bakteriýalary yok etmek häsiýeti bar. Şonuň üçin olary suwy, gap-çanaklary, jaýlary, haltalary bakteriýasyzlandyrmakda, dezinfeksiýa we sterilizasiýa etmekde giňden ulanylýar.

Göze görünýän şöhleler uzynlygy 760-380 nm çäklerde bolup adamyň gözüniň görejine täsir edýär, janly organizmleriň we ösümlikleriň ösmegi, adamlaryň adaty ýagdaýda işlemegi we dynç almagy üçin örän zerur. Göze görünýän şöhleler adamlaryň işleýän ýerlerini gerek derejede ýagtylandyrmak, önümçiligi ýokarlandyrmak, gije-de gündüzki ýaly işlemek, howpsuzlyk düzgünleri berjaý etmek, ösümliklerde fotosintez geçmegi, mallaryň we guşlaryň biologik işjeňligini sazlamak üçin ulanylýar.

10.2. Optiki şöhleleriň esasy düşüňjeleri, ululyklary we ölçeg birlikleri

Şöhlenenme materiýanyň bir görnüşi bolup, dynçlyk massasy nula deň we wakuumda $3 \cdot 10^8$ m/s tizlik bilen ýaýraýar. Onuň tolkun we korpuskulýar häsiýetleri bardyr. Tebigatda şöhlenenme kosmiki şöhlelerden başlap, gowşak elektromagnit tolkunlaryna çenli aralykda bolýarlar. Şöhlenenme fotonyň energiýasy bilen kesgitlenýär.

Optiki şöhlenenme 1 mm-den 1nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) çenli aralykda bolýarlar. Ol özüne infragyzyl (görünmeýän), görünýän we ultramelewşe (görünmeýän) aralyklary birleşdirýär. Bu şöhlenenmeler spektriň aşakdaky böleklerine bölünýärler:

infragyzył – 1 mm...780 nm, görünýän – 780...380 nm we ultramelewşe – 380...1 nm. Görünýän spektr iň az aralygy tutýar.

Esasy ýagtylyk ululyklary – ýagtylyk akymy, ýagtylygyň güýji we ýagtyldylmakdyr. Ýagtylyk akymynyň birligi deregine lýumen kabul edilendir. Ol platinanyň gaty hala geçmek temperaturasyndaky (2042 K), absolýut gara jisimiň $0,5305 \text{ mm}^2$ meýdanynyň şöhlenenmesine deňdir. Adamyň gözi $\lambda = 555 \text{ nm}$ tolkun uzynlygyna has duýgurdyr. Ösümligiň orta ýapragy 680 nm tolkun uzynlygyny has gowy duýýar. Ösümligiň ösmegine oňaly täsir edýän ýagtylyk akymyna fitoakymy (ösümligiň ýagtylyk akymy) diýilýär. Bu ululygyň ölçeg birligi deregine 680 nm tolkun uzynlykly, kuwwaty 1 Wt bolan monohromatik şöhle akymyna deň bolan **ft** kabul edilendir. Spektriň ultramelewşe şöhlenenmesiniň energiýasyny häsiýetlendirýän bakterisid (mikroblary öldürýän) we eritema (deriniň gyzmagy) ululyklary bardyr. Bakterisid akymynyň birligi deregine tolkun uzynlygy $\lambda = 254 \text{ nm}$ we kuwwaty 1 Wt şöhlenenmä san taýdan deň bolan ululyk *bakt* (*b*) kabul edilendir. Eritem akymynyň birligi deregine tolkun uzynlygy $\lambda = 297 \text{ nm}$ we kuwwaty 1 Wt şöhlenenmä san taýdan deň bolan ululyk **er** kabul edilendir. Berlen ugurda ýagtylyk akymynyň giňişlikdäki dykzlygyna **ýagtylyk güýji** diýilýär. Ol ýagtylyk akymynyň konus görnüşli burça bolan gatnaşygy bilen kesgitlenýär:

$$I = \Phi/\omega. \quad (10.1)$$

Birlikleriň CII ulgamynda ýagtylygyň güýjüniň ölçeg birligi deregine *kandela* (*kd*) kabul edilendir. Ol ululygy 1 steradian konus şekilli burçda gyradeň ýaýraýan, 1 lm ýagtylyk akymynyň giňişlikdäki dykzlygyna deňdir. *Steradian* – depesi sferanyň merkezinde ýerleşen we esasy sferanyň üstünden onuň radiusynyň kwadratyna deň bolan meýdany bölüp alýan konus şekilli burça deňdir.

Ýagtylandyryş. Ýagtylyk akymynyň onuň düşýän meýdanyna bolan gatnaşygyna deňdir:

$$E = \Phi/S. \quad (10.2)$$

Ýagtylandyryşyň ölçeg birligi – *lyuks* (*lk*); $1 \text{ lk} = 1 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}$. Göze görünýän şöhlenenmäniň çesmesine baha bermek üçin *ýagtylyk berijilik* ululygy ulanylýar. Ol Φ ýagtylyk akymynyň P çesmäniň kuwwatyna bolan gatnaşygyna deňdir:

$$\eta = \Phi/P. \quad (10.3)$$

Ýagtylyk berijiligiň ölçeg birligi lm/Wt bilen ölçenýär.

Optiki şöhleleriň ýagtylyk akym, ýagtylyk güýji, ýagtylandyryş we beýleki esasy ululyklary bar. Optiki şöhleleriň gözüň görüş nerwlerine täsir edýän böleginiň kuwwatyna ýagtylyk akymy diýilýär.

Ýagtylyk akymy şeýle kesgitlenilýär:

$$F = k \cdot W/t, \text{ lm}, \quad (10.4)$$

bu ýerde: k – proporsionallyk koeffisiýenti; W – optiki şöhläniň ölçeg birligi energiýasy, t – wagt.

10.3. Elektrik ýagtylandyryjylaryň hasaplanylşy

Ýagtylandyrylyşy hasaplamagyň maksady iş ýerde talabalaýyk ýşyklandyrylyşy üpjün etmek üçin ýagtylandyryjylaryň sanyny we kuwwatyny kesgitlemekdir. Ýşyklandyrylyşy hasaplamaga girişmezden ozal bilmeli: jaýyň planyny, edilýän işiň häsiýetini, tehnologik enjamlaryň ýerleşişini, jaýyň beýikligini, diwarlarynyň we depesiniň reňkini, işiň tehnologik tarapyndan emeli ýagtylyga bolan talaplary. Ýagtylandyrylyşy hasaplamaga girişmezden ozal ýagtylandyryjynyň, kysymyny, ýagtylandyryşyň paýyny we ýagtylandyryjylaryň jaýda ýerleşdirilişini kabul etmeli. Ýagtylandyryjylaryň kysymyny saýlap almak üçin daşky gurşaw esas bolýar. Ýagtylandyryjylary ýerleşdirmek üçin olaryň asylyş beýikligini we olaryň aralygyny kesgitlemeli. Ýagtylandyryjylaryň potolokdan asylyşy jaýyň beýikligine görä 0,3...1,5 m çäklerde kabul edilýär. Ýagtylandyryjylar gönüburçluk ýa-da kwadrat derejisinde, käbir halatlarda küşt tagtasy görnüşinde ýerleşdirilýär. Ýagtylandyryjynyň jaýda asylyşynyň belentligi 4...5 m-den ýokary bolmaly däl. Ýagtylandyryjylaryň görnüşine görä olaryň aralygy L , asylyşynyň beýikligi H_p (jaýyň beýikligine, ýagtylandyryjynyň görnüşine, ulanylýan çyranyň kuwwatyna görä $H_p = 3...6$ m çäklerde alynýar) $L_{opt} = L/H_p = 1,6...2$ çäklerdäki gatnaşyklarda alynýar. Diwar bilen ýagtylandyryjylaryň aralygy $L_d = (0,4-0,5) L$ çäklerde alynýar. Bulardan soňra ýagtylandyryjynyň döretmeli ýagtylyk akymy kesgitlenmeli. Döredilmeli ýagtylyk akymy ýagtylyk akymynyň ulanyş koeffisiýenti, udel kuwwaty we nokat usullarda hasaplanylýar.

Ýagtylyk akymynyň ulanyş koeffisiýenti. Bu usul gorizontalk tekizlikdäki meýdanlaryň ýagtylygyny hasaplamak üçin ulanylýar. Bu usulda çyranyň döretmeli ýagtylyk akymy şeýle hasaplanylýar:

$$F_n = E_{\min} S k Z / (N_{\zeta} \cdot \eta), \text{ lm}, \quad (10.6)$$

bu ýerde: E_{\min} – ýagtylygyň paýy, lk; jaýda edilýän işiň häsiýetine görä $E_{\min} = 30...50$ lk çäklerde almak bolýar; S – ýagtylandyryýan meýdan, m²; k – ätiýaçlyk koeffisiýenti; gyzyp ýagtylandyryýan çyralar üçin $k = 1,3-1,7$; lýuminessent çyralar üçin $k = 1,5...2$ çäklerde almak bolýar; Z – ýagtylyk akymynyň deň bolmaýanlygyny hasaba alýan koeffisiýent, $Z = 1,1...1,2$ çäklerde almak bolýar; N_{ζ} – ýagtylandyryjylaryň sany; η – ýagtylandyryjylaryň döredýän ýagtylyk akymynyň peýdaly ulanyş koeffisiýenti.

Jaýyň indeksi şeýle kesgitlenilýär:

$$i = a \cdot b [Hp (a + b)], \quad (10.7)$$

bu ýerde a we b jaýyň ini we boýy, m.

Jaýyň indeksi ulanylýan ýagtylandyryjylaryň kysymy, jaýyň diwarlardan, depesinde we tehnologik enjamlardan ýagtylyk akymyň yzyna serpikdirilişi esasynda tablisalardan alynýar.

Hasaplanan ýagtylyk akym F_h esasynda oňa iň gowy ýagtylyk akym döredýän çyrany F_ζ , $F_h \leq F_\zeta$ şertde tablisalardan saýlap alynýar.

Hakyky döredilýän ýagtylandyryş şeýle hasaplanylýar:

$$E_{hak} = E_{min} \cdot F_\zeta / F_h. \quad (10.8)$$

Saýlanyp alnan çyranyň döredýän ýagtylyk akymy (0,90...1,20) E_{min} çäklerde bolmaly.

Ýagtylandyryjylaryň umumy kuwwaty aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$P_{\zeta} = P_\zeta \cdot N_\zeta / 1000, \text{ kWt}, \quad (10.9)$$

bu ýerde P_ζ – saýlanyp alnan çyranyň kuwwaty, Wt.

Udel kuwwat usuly. Ýagtylandyryjylaryň tok çeşmäniň takmynan kuwwatyny hasaplamak üçin ulanylýar. Köp geçirilen barlaglaryň netijesinde dürli önümçilik jaýlarda dürli ýagtylandyryjylar ulanylanda 1 m² meýdany ýagtylandyrmak üçin gerek bolan ýagtylyk akymy kesgitlenen we olaryň bahalary 10.1-nji tablisada görkezilen. Olaryň esasynda jaýda oturdylmaly çyranyň kuwwaty hasaplanylýar:

$$P_\zeta = P_{ud} \cdot S / N_\zeta, \text{ Wt}, \quad (10.10)$$

bu ýerde: P_{ud} – jaýy ýagtylandyrmak üçin bolan gerek udel kuwwaty, Wt/m²; S – ýagtylandyrylan jaýyň daşky ölçegi boýunça meýdany, m²; N_ζ – oturdylan çyralaryň sany.

Nokat usuly. Islendik tekizliklerde ýagtylandyrylyşy hasaplamak üçin ulanylýar. Bu usulda ýagtylandyrylýan jaýyň islendik nokadyndaky ýagtylyk akymy bolmalysyndan pes bolmaly däl. Bu usulda ýagtylandyrylýan jaýyň iň pes ýagtylandyrylýan nokady üçin ýagtylyk akymy şeýle hasaplanylýar:

$$F = 1000 E_{min} \cdot K / (m \cdot SI), \text{ lm}, \quad (10.11)$$

bu ýerde: m – ýagtylyk akymy iň pes düşýär diýlip bellenen nokatdan daşda ýerleşen ýagtylyk çeşmelerden goşmaça düşýän ýagtylygy hasaba alýan koeffisiýent, $m = 1 \cdot 1 \dots 1,2$; SI – bellenen nokatdan daşdaky ýagtylyk çeşmelerden düşýän şertli ýagtylyk akymy.

Olary ýagtylandyryjynyň giňişlikdäki izolýuks çyzgylary esasynda almak bolýar.

Hasaplanan ýagtylyk akym esasynda çyranyň we ýagtylandyryjylaryň kuwwaty hasaplanylýar. HCP102, HCP103, HB007, HP1020, HB016 ýagtylandyryjylar ulanylanda $P_h = 50,6$; $P_d = 30\%$; $P_{im} = 10\%$; $K = 1,3$; $Z = 1,15$ bolanda, udel kuwwat koeffisiýentleri 10.1-nji tablisada getirilýär.

Asylyan beýikligi, Hp (m)	Ýagtylandyryýan meýdan, m ²	Dürli ýagtylandyryşlarda (lk), udel kuwwat (Wt/m ²)						
		5	10	20	30	50	75	100
1,5...2,0	10...15	3,4	6,7	13,3	20	33,2	50	66,5
	15...25	2,9	5,8	11,6	17,4	29	43,5	58
	25...50	2,4	4,8	9,6	14,4	24	36,0	48
	50...150	2,0	4,0	7,9	11,8	19,8	29,6	39,5
	150...300	1,6	3,1	6,2	9,3	15,5	23,3	31
	>300	1,4	2,7	5,4	8,1	13,5	20,2	27
2,0...3,0	10...15	5,0	10	20	30	50	25	100
	15...25	3,8	7,5	15	22,5	37,5	56,3	75
	25...50	2,8	5,7	11,4	17,1	28,5	42,7	57
	50...150	2,3	4,5	9	13,5	22,5	33,8	45
	150...300	1,9	3,8	7,5	11,3	18,8	28,1	37,5
	>300	1,5	3,0	6,0	9	15	22,5	30

Jaýlary ýagtylandyrmak üçin ýagtylandyryş udel kuwwatda berlende ony ýagtylyk akym birligine 10.1-nji tablisada berlen koeffisiýentler esasynda geçirilýär, $F = K \cdot P_{ud}$. Ýagtylandyryjylaryň udel kuwwat ölçegden – Wt/m², ýagtylyk akymyna – lm geçiriliş koeffisientleri 10.2-nji tablisada getirilýär.

10.2-nji tablica

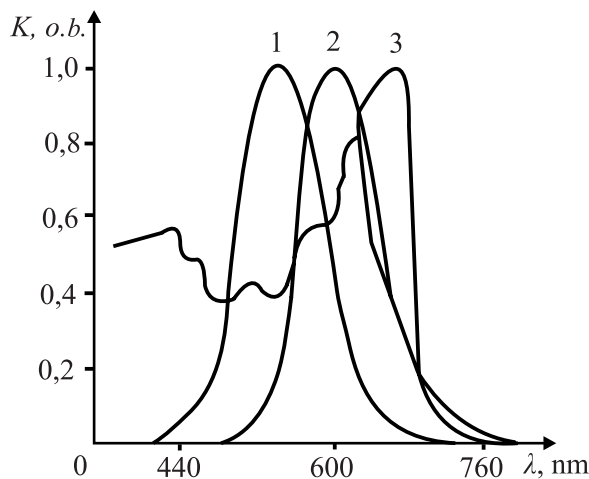
Çyranýň kuwwaty, Wt	Napryaženiýelerde geçiriliş koeffisiýenti, W	
	127 W	220 W
100 Wt çenli	2,4	2,0
100 Wt we ondan hem uly	3,2	2,5

Ýagtylandyryjylaryň görnüşini, kysymyny dogry saýlap almak we ýerleşdirmek, çyralaryň kuwwatyny dogry hasaplamak, iş ýerlerde gowy sanitar-gigienik şertleri döredýär, adamlaryň zähmet öndürijiliginiň artmagyna, howpsuzlyk düzgünleriň berjaý edilmegine we köp mukdarda elektrik energiýanyň tygşytlanmagyna getirýär.

10.4. Optiki şöhlelenmäniň häsiýetleri

Şöhlelenmäni kabul ediji tarapyndan energiýanyň bir görnüşiniň siňdirilmeği energiýanyň başga görnüşine: himiki ýa-da biohimiki, elektrik, mehanik, ýylylyk, ikilenji şöhlelenmäniň energiýasyna ýa-da bu energiýalaryň toplumyna öwürülýär. Şöhlelenmäni kabul edijiler esasan hem biologik kabul edijileri spektriň (tolkun uzynlyklarynyň) aýry-aýry böleklerini dürli-dürli duýýarlar. Aýdylanlary hasaba alyp, hasaplama işleri geçirilende oňositel spektral duýujylyk düşüňjesi ulanylýar.

10.1-nji suratda: 1 – adamyň gözünüň; 2 – towugyň gözünüň; 3 – ýaşyl ýapragyň otnositel spektral duýujylyk häsiýetnamalary getirilýär. Olar ýagtylandyryjy we şöhlelendiriji abzallar hasaplananda ulanylýar.



10.1-nji surat. Spektral duýujylygyň häsiýetnamalary

Infragyzyň şöhlelenme. Infragyzyň şöhlelenmäniň (IG) spektri IG-A (780...1400 nm), IG-B (1400...3000 nm) we IG-C ($3 \cdot 10^8$... 10^6 nm) böleklere bölünýär. Infragyzyň şöhlelenmesi mallaryň tenine çuň aralaşýar we olara ýylylyk täsirini ýetirýär. Mallaryň we guşlaryň şöhlelendirilmegi olaryň ösüşini çaltlandyryr, iýmit çalşygyny we gan aýlanyşygyny ýokarlandyryr, kesellemeklerini azaldýar. Esasanam şöhlelenmäniň IG-A bölegi mallaryň we guşlaryň endamyna has güýçli geçip bilýärler. Infragyzyň şöhlelenmäniň aşa berilmegi (43,5°C-dan ýokary temperaturada) dokumalaryň janly öýjükleriniň ölmegine getirýär. Infragyzyň şöhlelenme däneleri guratmak we ekinleriň dänelerindäki dürli mör-möjekleri öldürmek (dez-inseksiýa) üçin ulanylýar.

IG şöhlelenme ekinleriň tohumlaryna selektiv täsir edýär. Bu şöhlelenme tohumlaryň üstündäki zyýanly mikroflorany doly ýok edýär. IG şöhlelenme bilen gök önümleri we miweleri, massasynyň we göwrüminiň az ýitirilmegi bilen, iýmit maddalaryny, witaminleri, tagamyny, reňkini, ysyny ýitirmän guratmaga mümkinçilik berýär. IG şöhlelenme süýdi pasterizirlemekde ulanylýar. Onuň netijesinde pasterizirlemegiň wagty ep-esli azalýar we süýdi 5°C 8-10 gije-gündiziň dowamynda saklamaga mümkinçilik berýär.

Ultramelewşe şöhlelenme. Ultramelewşe (UM) şöhlelenmäniň spektriniň düzüminde UM-A (315...380 nm), UM-B (280...315 nm), UM-C (280-den kiçi) şöhlelenmeleri bolýar.

315...380 nm tolkun uzynlykly UM-A şöhlenme. Adamyň derisinde pigmentasiýa (janly organizmiň dokumalaryna reňk berýän maddalaryň barlygyny bildiýän reňk) emele getirýär we ony uly bolmadyk biologik işjeňlige eýe edýär. Käbir jisimler bu oblastyň spektrlerini özüne siňdirenlerinde ýagtylanýarlar. Bu ýagtylanma lýuminessensiýa diýilýär. Ultramelewşe şöhlenmäniň *A* bölegi jisimiň himiki düzümini lýuminessent derňewlerini geçirmek üçin ulanylýar. Bu derňewde oba hojalyk önümlerine hil taýdan baha bermeklik (dänäniň zaýalanmagyna, kartoşkanyň çüýremeginiň derejesi, etiň zaýalanmagyna we ş.m.) amala aşyrylýar. Towugyň täze ýumurtgasy gyzyly ýagtylygy flýuoresirleýär, zaýаланан ýumurtgalar bolsa mawy ýagtylygy flýuoresirleýär. Mundan hem başga bu şöhlenme käbir jisimleriň (lýumino-forlaryň) kömegi bilen, göze görünýän şöhlenmäni almaga mümkinçilik berýär.

280...315 nm orta tolkun uzynlykly UM-B şöhlenme. Janly organizmlere has güýçli we dürli-dürli täsir edýär. Ony medisina we weterinar lukmançylygynyň giňden ulanylýarlar. Bu şöhlenmäniň kwantlary, ýagny adamyň teni şöhlenmäni kabul edip alanyndan birnäçe wagt geçenden soňra, onuň derisiniň şol ýerinde gyzarma peýda bolýar, eritema emele gelýär, soňra güne garalma görnüşinde pigmentasiýa emele gelýär. Organizm tarapyndan bu şöhlenmäniň aşy kabul edilmegi jan saglygy üçin zyýanly bolan çişme ýagdaýlaryna getirýär. UM-B şöhlenme adamyň we haýwanlaryň janly organizmlerinde D vitamini emele getirýär. Bu vitamin adamlaryň, mallaryň, guşlaryň organizmleri tarapyndan fosfor-kalsiý birleşmelerini siňdirmäge kömek edip, süňklerini berkidip, rahat keseliniň çykmazlygyna ýardam edýär. Maldarçylygyň we guşçulygyň önümçilik görnüşine geçilmegi, olaryň bakyda bolup, hereket etmezligine getirýär. Bu bolsa olarda döwürleýin gün energiýasynyň ýetmezçiligini ýüze çykarýar. Mallarda we guşlarda bu ýetmezçiligiň otrisatel täsirini, UM-B şöhlenmäni we ýagtylyk düzgünini dogry gurnamak ýoly bilen azaltmak bolýar. Bu şöhlenme (süýt, hamyrmaýa, un we ş.m.) önümlerde D vitaminiň saklanmagyny üpjün edýär.

280 nanometrden kiçi tolkun uzynlykly UM-C şöhlenme. Bu şöhleleriň kwantlarynyň uly energiýalary bolup, sterilizirlemek işlerinde, himiki reaksiýalary we biologik hadysalary çaltlandyrmakda hem-de haýallatmakda, (jaýlarda, suwlarda, işçi ýerlerinde, gap-çanaklarda, gurallarda geýimlerde we ş.m.) ýokanç mikroblary ýok etmekde ulanylýar. Bu maksatlar üçin esasanam spektriň 200...280 nm tolkun uzynlyklary has-da täsirlidir. Şöhleleriň berliş mukdary biologik hadysalara has-da güýçli täsir edýär. Iýmitlik önümlerine, gök önümlere we miwelere şöhleleriň berliş mukdary az bolanda olarda heň kömelekleri emele gelýär, köp bolanda bolsa olaryň emele gelmegi azalýar. Etler yzygiderli şöhlendirilende adaty temperaturada, doňdurylmadyk ýagdaýda, saklamaga mümkinçilik berýär we olar täze hem-de ter halyny saklaýar. Bu şöhlenmeler ammarlarda zyýankeşleri öldürmekde giňden ulanylýar. Jandarlara we ösümlüklere bu şöhlenmeler uzak wagtlap täsir etdirilende nesil üýtgemelerine getirýär. Olar täze häsiýetli ösümlikleri we başga jandarlary emele getirmekde ulanylýar.

Optiki şöhlelenmäniň ösümliklere edýän täsiri. Şöhlelenme şertlerine diňe bir fotosintez bagly bolman eýsem başga ösümlikleriň fiziologik hadysalary bolan ösüşi, ýapraklaryň we beýleki bölekleriniň ösüşi hem bagly bolup durýar. Köp ösümlikleriň boý almagynda we ösmeginde optiki spektriň diňe 300...1000 nm aralygyndaky tolkun uzynlyklarynyň täsiri sebäp bolýar. Bu görkezilen tolkun uzynlyklarynyň üç sany topar tolkunlarynyň aralygy: 1000...700 nm baldagyň uzamagyna; 700...400 nm *ýaşayyş ukyplylygyna*; 400...300 nm ösümliğin ölçegleriniň emele gelmegine täsirlerini ýetirýärler. Şöhlelenmäniň 700...400 nm tolkun uzynlygynyň aralygynyň fotosintez reaksiýsynda esasy orny eýeleýänligini göz önünde tutup, fotosintetik aktiw radiasiýa (FAR) diýlip aýdylýar. Infragyzyl şöhlelenmäniň 1000 nanometrden ýokary tolkun uzynlyklary diňe ýylylyk täsirini ýetirýärler. Ultramelewşe şöhleleriň 300 nanometrden kiçi tolkun uzynlyklary ösümliklere öldüriji täsirini ýetirýär.

Optiki şöhlelenmäniň haýwanlara edýän täsiri. Ösümlikler tarapyndan Günüň ýagtylyk energiýasynyň ýygnaľmagy janly organizmler tarapyndan giňden ulanylýar we olar ýaşayyşyň esasy düzýän beloklara, ýaglara uglewodlara we beýleki iýmitlik maddalaryna öwrülýärler. Ýagtylandyryşyň intensiwligi we dowamlylygy, ýagtylygyň spektral düzümi, gijäniň we gündiziň yzygiderli çalşyp durmagy organizmde fiziologik hadysalaryň güýçli depginde geçmegine we sazlaşmagyna getirýär hem-de haýwanlaryň köpelmegine, ösüşine we boý almaklaryna uly täsir edýär.

Haýwanlaryň önümliligine ýagtylygyň täsir ediş hadysasy ýagtylygyň güýjüne, dowamlylygyna, yzygiderliligine we spektral düzümine bagly bolýar. Ýagtylyk merkezi nerw ulgamynyň işjeňligini ýokarlandyryp, haýwanlaryň organizmleriniň ýaşayyş ukyplaryny ýokarlandyrýar ýa-da peseldýär.

Ýagtylyk gözüň ýagtylyk kabul ediji bölegine we deriniň reseptorlaryna täsir edip, nerw ulgamynyň işiniň, soňra haýwanyň ähli organizminiň üýtgemegine getirýär. Dowamly we ýokary intensiwlikli ýagtylygyň täsiri astynda, haýwanlaryň nerw-myşsa aparatynyň tonusy ýokarlanýar. Onuň netijesinde ähli oba hojalyk haýwanlarynyň esasanam ýaş haýwanlaryň hereketleri işjeňleşýär. Meselem: ýatkada ýagtylygyň 5-den 100 lk çenli artmagy we dowamlylygynyň 6-dan 18 sagada çenli artdyrylanda, öňkä garanda, göleler we jojuklar 2,5...4 sagat köp hereket edýärler, az ýatýarlar, iými gowy iýýärler, olarda iýmit siňdirilişi çalt bolup geçýär, çalt boý alýarlar hem-de ösýärler. Intensiw ýagtylandyrylanda sygyrlarda, ene doňuzlarda, atlarda, öküzlerde, erkek doňuzlarda, sütüklü haýwanlarda we towşanlarda jyns gatnaşyklary işjeňleşýär.

Haýwanlaryň nerw-myşsalarýna optiki şöhläniň spektrleriniň bölekleri birmeňzeş täsir etmeýär. Haýwanlar gyzyň şöhle bilen ýagtylandyrylanda maksimal oýandyrylýar, gök we melewşe şöhle bilen ýagtylandyrylanda minimal oýandyrylýar, ýaşyl we mämişi reňk bilen ýagtylandyrylanda haýwanlaryň özüni alyp barşyna täsir etmeýär diýen ýalydyr.

Häzirki wagtda aýry-aýry mázleriň, içki sekresiýa mázleriniň gan üçin işläp çykarýan maddalarynyň alynmagy we olaryň gana goşulmagyny ýagtylyk düzgüni bilen sazlap bolýar. Ýagtylygyň täsiri astynda organizmiň ösmegine täsir edýän, kelle beýnisiniň düýbünde ýerleşen içki sekresiýa máziniň massasy ulalýar, bazofil öýjükleriň sekresiýa işjeňligi artýar. Gana köp mukdarda garmonlar goşulýarlar. Onuň netijesinde böwregiň üstündäki, galkan görnüşli, jyns we beýleki mázleriň işleýşi gowulanýar. Munuň tersine, jaýyň içinde ýagtylygyň yetmezçilik etmegi kelle beýnisiniň düýbünde ýerleşen içki sekresiýa máziniň ösmezligine, onuň massasynyň kiçelmegine we garmonal işjeňliginiň hem-de endokrin ulgamynyň ýerine ýetirýän işiniň peselmegine getirýär.

Optiki-endokrin mehanizmi, haýwanlaryň jyns organlarynyň işleýşi bilen, gurşawyň ýagtylyk şertlerini sinhronlaşdyrýar. Jandarlary gije-gündiziň dowamyn-da ýagtylandyrmaklyk, sary maddanyň garmonal ulgamynda funksional işjeňlige çalt höwes döredýär we öz wagtyndan öň depressiýa düşmegine getirip biler. Depressiýanyň derejesi haýwanlara we esasanam urkaçy haýwanlara ýagtylygyň täsir edişiniň dowamlylygyna bagly bolup durýar. Umuman aýdylanda, uzak wagtlap, gije-gündiziň dowamynda, jandarlara 100 lk ýagtylyk bermek artykmaç bolýar. Bu fiziologik taýdan esaslanan däldir we ol jandarlarda endokrin ulgamynyň işjeňligini peseldýär.

Ýagtylyk düzgüniniň täsir etmegi netijesinde endokrin ulgamynyň garmonal işjeňliginiň artmagy öz gezeginde jandarlaryň organizmlerindäki energiýa we maddalaryň öwrülişigine täsir edýär. Jandarlaryň organizminde gazlaryň çalşygynyň ýagtylandyrylyşyň intensiwligine we dowamlylygyna hem-de spektral düzümine baglylygy belli boldy. Ýatakda emeli ýagtylandyrylyşyň 15...20 lýuksdan 100...120 lýuksa çenli artdyrylmagy sygyrlaryň kislorody ulanyşyny 11...26%, ugloksislotalaryň bölünip çykarylmagyny 26,2...34,1%, olaryň 1 kilogram massasynda ýylylyk mukdarynyň emele gelmegini 16...22% artdyrýar. Ýagtylandyrylyşyň dowamlylygynyň 6...8%-den 12...18% çenli artdyrylmagy mallaryň organizmlerinde gaz çalşygyny has-da işjeňleşdirýär. Munuň tersine pes ýagtylandyryş we gündizki döwrüň gysga bolmaklygy, jandarlaryň organizmlerinde kislorodyň we uglekislotalaryň çalşygyny peseldýär hem-de okislenme hadysalarynyň çalt peselmegine getirýär.

Melewşe şöhlelenme gaz çalşygyny has köp artdyrýar. Köp ylmy-barlag işleri, oba hojalyk jandarlarynyň organizmlerinde azot çalşygyny güýçlendirýändigini görkezdi. Ýagtylyk jandarlaryň organizmlerinde iýmlik proteýiniň, mineral maddalaryň toplanmagyna getirýär. Bu bolsa içki organlaryň, myşsalaryň, süňkleriň we düzüminde azody saklaýan dokumalaryň güýçlenmegine getirýär.

Ýagtylyk spektral düzümi boýunça beloklaryň dokumalarda ýygnanmagy we özleşdirilmegi birmeňzeş däl. Spektriň gök, mawy we ýaşyl bölekleri beloklaryň çalşygyny artdyrmak bilen jandarlaryň ösmegine getirýär. Şol bir wagtyň özünde

gyzyl, mämişi, we sary ýagtylyk jandarlaryň organizmlerinde iýmlerdäki proteýinleriň özleşdirilmegini, beloklaryň toplanmagyny haýalladýar. Ak ýagtylyk, proteýin çalşygynda spektriň gök we gyzyl bölekleriniň aralygynda ýerleşýär.

Ýagtylandyryş we onuň dowamlylygy belok çalşygyna has gowy täsir edýär. Munuň tersine jandarlary uzak wagtlap, pes ýagtylykda, gündiziň gysga wagtynda saklamaklyk, olaryň organizmlerinde belogyň özleşdirilmegini peseldýär we netijede dokumalarda belogyň toplanmak düzgüni bozulýar, jandarlaryň boý alşy hemde ösmegi haýallaýar.

10.5. Nakal çyralary

Nakal çyralarynyň işleýiş esaslary elektrik energiýasyny ýylylyk energiýasyna öwürmeklige esaslanandyr.

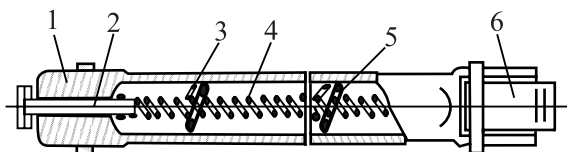
Ulanylýan ýerlerine baglylykda nakal çyralaryň dürli görnüşleri öndürilýär. Çyra nakal sapajygyndan we ony daşky gurşawdan goraýan aýna ballondan durýar. Kolba dury, tutuk, mawumtyl reňkdäki ýa-da süýt reňkli aýnalardan ýasalýar. Eger ýagtylygy haýsy-da bolsa bir ugra gönükdirmek gerek bolsa, onda kolbanyň içki yüzüne zerkal kümüş ýa-da alýumin gatlagy çäýýlýär. Kolbanyň içinde nakal sapajygy saklar ýaly ýörite ýasalan asgyçlary bolýar. Nakal simini elektrik toguna birleşdirmek üçin elektrik çyrasynyň hyrly bölegi, ştifli birleşmesi, fokusirleýji bölegi bolan patron, towlanyp oturdylýan bölegi (цоколь) ulanylýar.

Kolbasynyň içinden howasy aýrylan nakal çyralara wakuumly çyralar, inert gazlary bilen doldurylan nakal çyralara bolsa gaz doldurylan çyralar diýilýär. Wolframynyň gazlarda dargamagy wakuumda dargamagyndan azdyr. Gaz bilen doldurylan çyralarda nakal sapagy 2700°C, ýagtylyk berijiligi 6,7...19,1 lm/Wt we işlemeli wagtynyň dowamlylygy 1000 sagada deňdir.

Ulanylýan ýerlerine we görnüşlerine baglylykda önümçiligiň goýberilýän çyralarynyň niýetlenen naprýaženiýeleri dürli-dürli bolýarlar. Meselem, awtomobilleriň we traktorlaryň çyralary 6 we 12 wolt bolýar. Ýerli ýagtylandyryşda ulanylýan çyralar: 127...135; 215...225; 220...235; 230...240; 235...245 W niýetlenendir. Setiň naprýaženiýesiniň üýtgeýänligi sebäpli olar ýokardaky aralyklara niýetlenip ýasalýar. Nakal çyralarynyň kuwwatynyň artmagy bilen olaryň ýagtylyk berijiligi hem artýar. Birmeňzeş kuwwatly 127 W naprýaženiýä niýetlenen çyranyň ýagtylyk berijiligi 220 W naprýaženiýä niýetlenen çyranyň ýagtylyk berijiliginden uludyr.

Galogen çyralary (10.2-nji surat) giňden ulanylyp başlandy. Adaty nakal çyralarynda wolfram simi ýuwaş-ýuwaşdan gyzyp, tozana öwrülýär we pytraýar. Pytramanyň netijesinde emele gelen tozan şekilli bölejikler kolbanyň içki üstüne siňýärler we kolba gabyň durulygyny peseldýärler.

Galogen çyralarda kwars kolbanyň içki ýüzüne ýoduň belli mukdary goşulan ergini çaýylýar. Bu çyralarda aýratyn arassa wolfram sapajygy turbanyň oky boýunça, wolfram daýançlaryndan asylyp, çekdirilýär. Çyra elektrik togy (2) elektrod-laryň üsti bilen birleşdirilýär.



10.2-nji surat. Galogen nakal çyrasynyň gurluşy:

1 – çyranyň ýasy aýaklary; 2 – molibden elektrodлары; 3 – kwars kolbasy;

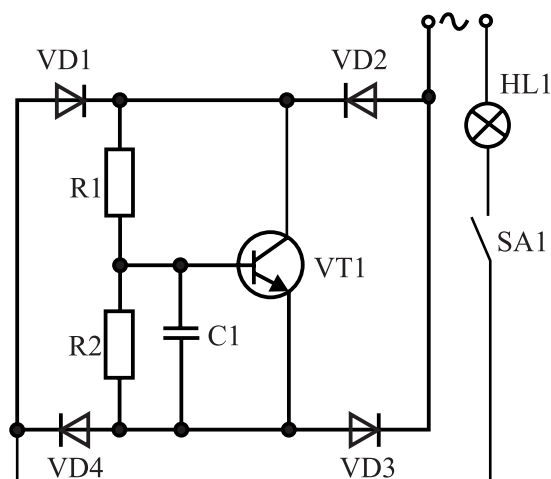
4 – nakal sapagy; 5 – wolfram daýançлары; 6 – galtaşma plastinkalary

Regeneratiw (dikeldiji) ýodly aýlaw aşakdakydan durýar. Temperaturasy ýaňy gyzan nakal sapagyndan bölünip çykan wolframynyň bölekleri kolbanyň diwarlaryna çöküp ýod bilen birleşýärler. Netijede, birleşmede ýodly wolfram emele gelýär we nakal sapagynyň töweregindäki ýokary temperaturaly zolaga düşüp täzedan wolframa we ýoda bölünýärler. Wolframlar nakal sapagynyň üstüne düşýärler, ýod bolsa kolba gaýdyp baryp täzedan ýokarda bolup geçen hadysa gatnaşýarlar.

Galogen çyralaryň işleýän wagtlarynyň dowamlylygy beýleki nakal çyralaryňka garanda iki esse, käbir görnüşleri üçin 10 esse köpdür. Şöhlesiniň spektral düzümi tebigy şöhleniňkä meňzeşdir. Ýagtylyk berijiligi bolsa 18...20% köpdür. Bu çyralaryň gabarasynyň beýleki nakal çyralaryňkydan ep-esli kiçi bolanlygy üçin, olar ýagtylandyryjy abzallaryň ölçeglerini we massasyny azaltmaga mümkinçilik berýär. Galogen çyralary ýokary mehaniki berklige we ýylylyga durnuklylygy bilen tapawutlanýar. Olar ýokary içki basyşa durnuklydyrlar we işleýän wagtlarynda üstünden sowuk suw dökülende hem olara hiç hili zyýan ýetmeýär. Bu çyralary diňe kese ýagdaýda oturdyp işledýärler. Çyralar belgilenenlerinde K harpy kwarsy aňladýar. Awtomobillerde ulanylýan çyralaryň bellikleriniň birinji harpy A harpydyr. Ikinji harpy galogen goşundysyny H – arassa iody, G – galogen garyndysyny aňladýar. Birinji topar sanlar naprýaženiýäni – W , ikinji topar sanlar kuwwaty – Wt aňladýar.

Çyranyň nakal sapagynyň garşylygy gyzgyn wagtynda, sowuk wagtyndaky-syndan uly bolýar. Şonuň üçin köp halatlarda nakal çyralary tok çeşmesine birleşdirilen pursatynda hatardan çykýarlar. Eger nakal çyrasy ýuwaş-ýuwaşdan işe girizilse, nakal sapagynyň togy hem ýuwaş-ýuwaşdan artýar we onuň uzak wagtlap işlemegi üpjün edilýär. 10.3-nji suratda nakal sapagyny birsydyrgyn gyzdyrýan gurluşyň shemasy getirilen.

Shemada görkezilen detallaryň görnüşleri we olaryň ululyklary $HL1$ çyrany ýakmaklygy takmynan 100 millisekunt gijikdirýär. Bu wagty adamyň gözi duýup ýetişmeýär.



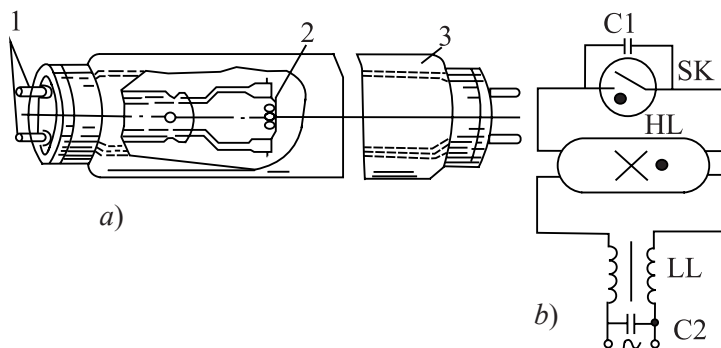
10.3-nji surat. Nakal çyrasynyň işleýän wagtyňy uzaldýan shema:
*KD202 K görnüşli VD1...VD4 diodlar; R1 = 10 kOm; R2 = 1 kOm; C1 = 10 mkΦ;
 KT848 A görnüşli VT1 tranzistor; HL – duýduryş çyrasy; SA1 – ýazdyryjy*

10.6. Optiki şöhlemenäniň gaz razrýadly çeşmeleri

Elektrik razrýady netijesinde döreyän gazlaryň we buglaryň ýagtylandyrmasy-na optiki şöhlemenäniň gaz razrýadly çeşmeleri diýilýär. Optiki şöhlemenäniň gaz razrýadly çeşmeleriniň peýdaly täsir koeffisiýentleri gyzyp ýagtylandyrylýan ýagtylyk çeşmelerinden has ýokarydyr. Şöhlemenäniň reňki we spektri boýunça paýlanyşy metallaryň we gazlaryň bugunyň, elektrik razrýadynyň görnüşine bagly bolýarlar. Şöhlemenäniň bu gaz razrýadly çeşmeleriniň häsiýetleri olaryň senagatda we oba hojalygynda giňden ulanylmagyna getirdi. Şöhlemenäniň gaz razrýadly çeşmeleriniň gaz ýagtylykly, elektrodлары razrýadlary netijesinde ýagtylanýan we lüminessent çyralaryna bölýärler. Şöhlemenäniň gaz razrýadly çeşmeleriniň giňden ulanylýan görnüşü simabyň bugunda razrýadlanýan çyralardyr. Çyralaryň işleýän wagtynda olaryň içindäki basyşyň ululygyna baglylykda: pes basyşly 0,01 MPa; ýokary basyşly 0,01... 1 MPa; aşa ýokary basyşly 1 MPa-dan ýokary basyşly çyralara bölünýärler.

Pes basyşly lüminessent çyralar. Bu çyralaryň giňden ulanylýan görnüşiniň gurluşy we shemasy 10.4-nji suratda getirilýär. Ol içki üsti lüminofor bilen örtülen turba şekilli ýasalan (3) aýna ballondan durýar. Kolbanyň gyraňly taraplarynda (2) spiral görnüşli wolfram elektrodлары ýerleşdirilýär. Elektrodларыň daşyna çykýan uçlary (1) çişlere galaýylanyp goýulýar. Kolbadan howa sorulyp çykarylýar we ol argon hem-de köp bolmadyk mukdarda (30...80 mg) simap bilen doldurylýar. Argon elektrodларыň daşyndaky oksid örtügiň tozamazlygyny we çyranýň içinde döreyän razrýadyň ýeňil bolup geçmegini üpjün edýär.

İşleyiş esasy. Lýuminessent çyralary tok çeşmesine birleşdirilende (10.4-nji surat) onuň elektrodлары 800...900°C çenli gyzýar. Elektrodlardan elektronlar bölünip çykyp, olaryň daşynda elektron buludyny emele getirýär. Çyranyň gyzmagy bilen, onuň içindäki simap gyzyp, buga öwrülýär we simap buguny emele getirýär. Soňra elektrodlara ýokarlandyrylan naprýaženiýäniň impulsalary berilýär. Olaryň arasynda elektrik razrýady döräp, tok akyp başlaýar we çyra ýanýar. To-guň geçmegi bilen bug ionlaşýar we ultramelewşe şöhleleri goýberýär. Bu şöhle-ler lýuminoformas täsir edip, ondan göze görünýän ýagtylygyň bölünip çykmagyny üpjün edýär. Lýuminoformyň himiki düzümini saýlap alyp, lýuminessent çyradan ýagtylygyň islendik spektrini almak bolýar.



10.4-nji surat. Lýuminessent çyrasy:
a – gurluşy; b – birleşdiriliş shemasy

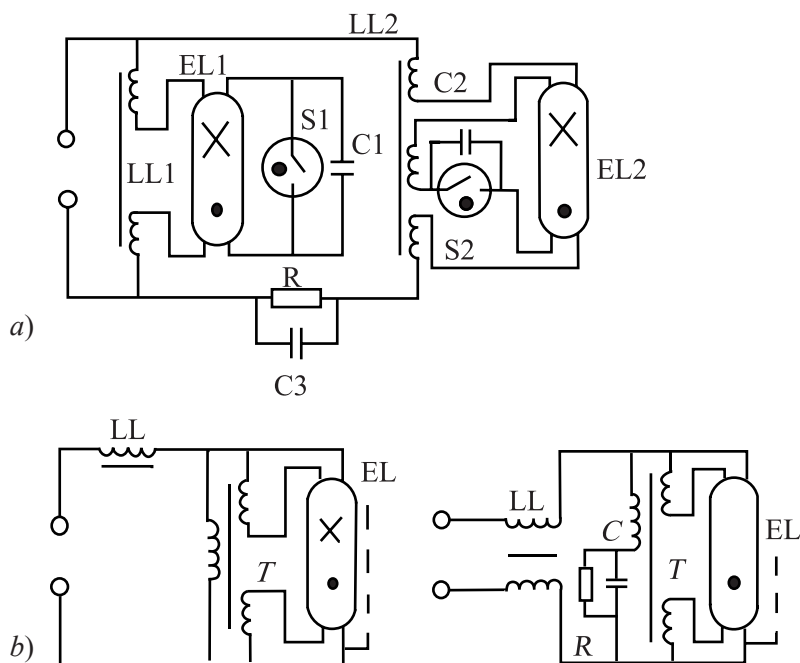
İşe goýberiji we sazlaýjy abzallar. EL lýuminessent çyrasyny tok çeşmesine birleşdirmek üçin LL drosselden we SK startýordan ybarat bolan işe goýberiji we sazlaýjy abzallary ulanylýar. (10.4-nji b surat).

Drossel – elektrotehniki polatdan ýasalan özenli induktiw tegekden durýar. Ol lýuminessent çyra işleýän wagtynda onuň üstünden akýan toguny çäklendirmek we çyrany ýakmakda gerek bolan ýokarlandyrylan naprýaženiýäniň impulsalaryny emele getirmek üçin ulanylýar.

Startýor – içki ýüzünde elektrodлары galaýylandyrylyp birleşdirilen aýna kolbajykdan durýar. Bu kolbajygy inert gazy bolan neon bilen doldurýarlar. Bir ýa-da iki elektrody hem bimetal plastinkalardan ýasalýar. Çyra tok çeşmesine birleşdirilende startýoryň elektrodларыnyň arasynda köreýän razrýad emele gelip, bimetal elektrodлары gyzdyrýar. Bu elektrod egrelmek bilen çyranyň elektrodларыny yzygider birleşdirýär. Olaryň üstünden tok akyp başlaýar we gyzdyrýar. Elektrodларыny gyzdyrylýan wagtynda olaryň daşynda simaply elektron buludy emele gelýär. Startýoryň elektrodларыnyň birleşmegi netijesinde elektrodлары gyzdyryjy köreýän razrýad öçýär. Bimetal elektrod sowap başlaýar we birnäçe wagtdan soňra çyranyň elektrodларыnyň zynjyry üzülýär. Drossele ýygnaýan razrýadyň energiýasy we setiň

naprýaženiýesi (drosseliň öz induksiýasynyň EHG we setiň naprýaženiýesiniň jemi) çyrany ýakýar.

Gaz razrýadly çyralarynyň birleşdiriliş shemalary. Shemalar startýorly we startýorsyz bolup bilýärler. Bir çyraly shemalarda 1УБК we 1УБИ görnüşli drosselli birleşdiriliş shemalary ulanylýar (10.5-nji surat). Startýordaky C1 kondensator çyra işe goýberilende radiopäsgelçilikleri aýyrmak, haprýaženiýäniň impulsynyň amplitudasyny ulaltmak, startýordaky köreýän razrýady we çyra ýanandaky işçi razrýady stabilleşdirmek üçin ulanylýar.



10.5-nji surat. Lýuminessent çyralaryň birleşdiriliş shemalary:

a – işe goýberijili sazlaýjyly, iki çyraly startýorly;

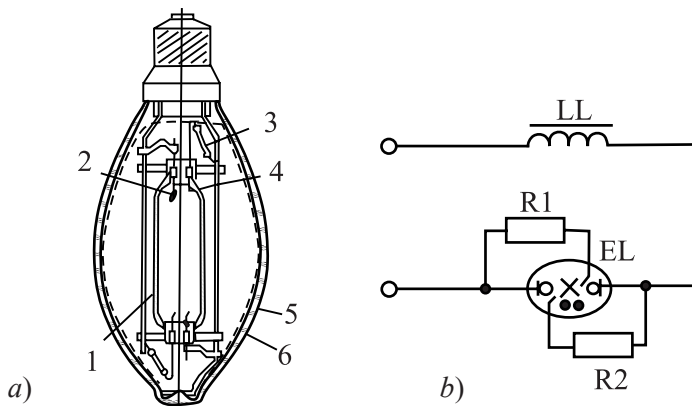
b – işe goýberijili sazlaýjyly, bir çyraly startýorsyz

1УБК görnüşli drosselli, bir çyraly shemalaryň köpüsinde, kuwwat koeffi-siýentini 0,9...0,95 çenli artdyran garşylyk bilen parallel birleşdirilen ikinji kon-densator ulanylýar.

Startýorly shemalaryň işleýşiniň ygtybarsyz bolýanlygy sebäpli startýorsyz she-malar giňden ulanylýar (10.5-nji surat). Bu shemalarda EL lýuminessent çyralaryny işe goýbermek üçin 1АБИ we 1АБК ballast gurluşlary ulanylýar. Olar adaty ýa-da LL simmetrik drosselden, çyra berkidilen simmetrik böleklere bölünen geçiriji zolakly ýa-da simli ikinji tegekli T nakal transformatoryndan durýar. Bu shema boýunça lýuminessent çyra tok çesmesine birleşdirilende şol bir wagtyň özünde ýakmak üçin T nakal transformatorynyň birinji tegeginden we çyranyň elektrodларыny

gyzdyrmak üçin nakal tegeginde naprýaženie berilýär. Ýokary basyşly lýumines-sent çyralary, dugaly simap lýuminessent çyralary (DSC) aşakdaky ýaly gurlandyr.

Daşky (6) kolbanyň içki ýüzi (5) lýuminofor bilen örtülen, ýylylyga çydamly aýnadan ýasalýar (10.6-njy a surat). Kolbanyň ellips şekilli daşky görnüşi çyranýň işleýän wagtynda temperaturanyň gyrađeň ýaýramagyny we lýuminofooryň tygşytlý işlemegini üpjün edýär. Çyranýň kolbasy patrona towlanyp oturdylýan bölegine ýelmeşdirilýär.



10.6-njy surat. DSC (DRL) çyra:
a – gurluşy; b – birleşdiriliş shemasy

Kolbanyň içinde kwars aýnasyndan turba şekilli 1 ýanýan bölegi (gorelka) ýerleşdirilip, onuň gyraň kesiginde (2) esasy we (4) goşmaça elektrodlar galaýy-lap oturdylýar. Elektrodlar wolframdan ýasalýar. Goşmaça elektrodlar esasy elektrodlara (3) togy çäklendiriji garşylygyň üsti bilen, gorelkanyň garşylykly gyraňynda birleşdirilýär. Gorelkanyň içinde argon we simabyň belli bir mukdary bolýar. Lýuminofooryň häsiýetini gowulandyrmak üçin kolbanyň boşlugy uglerod-nyň dioksidi bilen doldurylýar.

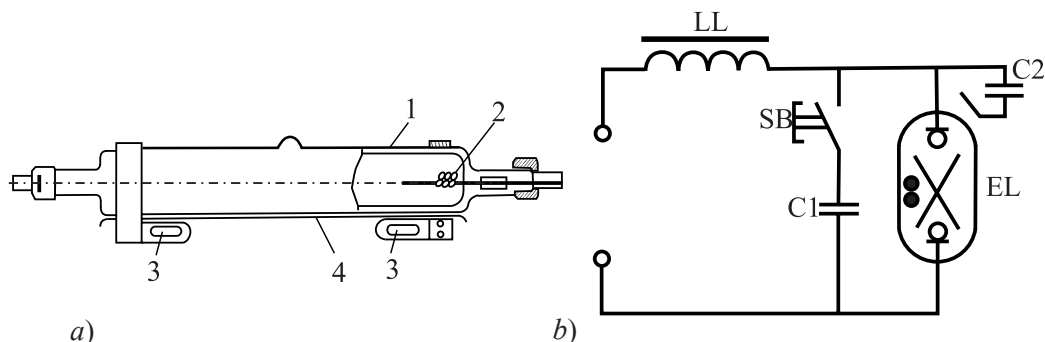
DSC çyranýň tok çeşmesine birleşdiriliş shemasy 10.6-njy b suratda getiril-ýär. EL çyra tok çeşmesine birleşdirilende biri-birine ýakyn ýerleşdirilen esasy we kömekçi elektrodлары aralarynda razrýad döreýär. Bu razrýad gorelkadaky gazlary ionlaşdyrýar we esasy elektrodлары arasynda razrýadyň emele gelmegine getirýär. Çyra ýanandan soňra esasy we goşmaça elektrodлары arasyndaky razrýadlar öçýär-ler. LL görnüşli ballast gurluşy çyranýň toguny çäklendirýär. R1 we R2 garşylyklar bolsa çyra ýakylýan pursatynda toguň ululygyny çäklendirýärler. Çyranýň ýakyl-ýan pursatynyň togy niýetlenen bahasyndan 2...2,6 esse artýar. Çyranýň ýanmagy bilen bu toguň ululygy ýuwaş-ýuwaşdan peselýär. Naprýaženiýe bolsa 65 W-dan 130 W çenli artýar. Çyranýň kuwwaty we şöhlelenmesi artýar. Çyranýň ýanmakly-gy 5...10 minudyň dowamynda bolup geçýär. Iş düzgüninde çyranýň temperaturasy 200°C-e ýetýär.

XI BAP

ULTRAMELEWŞE WE INFRAGYZYL ŞÖHLELENDIRIJI ENJAMLAR

11.1 Ultramelewşe şöhleleriniň çeşmeleri

Ýokary basyşly, simaply turba şekilli, dugaly çyralar DRL (DST)-kuwwatly ultramelewşe şöhlelenmesiniň çeşmesidir. DST-gurluşlar 11.1-nji *a* suratda getirilýär. Turba şekilli çüýşe gap, ultramelewşe şöhlelenmäni gowy geçirýän, berk eredilen (1) kwars aýnasyndan durýar. Bu gabyň iki gapdalyna wolframdan ýasalan işjeňleşdirilen (2) elektrodlar gyzdyrylyp birleşdirilýär. Aýna gap argon we simabyň garyndysynyň kesgitli mukdary bilen doldyrylýar. Çyrany armatura birleşdirmek we lampanyň içindäki zarýadsyzlanmany ýeňilleşdirmek üçin aralygynda (4) misden ýasalan folga ýerleşdirilen (3) metaldan ýasalan saklaýjylar ulanylýar. *EL* çyrada togy çäklendirmek we zarýadsyzlanmany stabilizirleýji *LL* drossel bilen yzygider edilip *DST* çyra elektrik setine birleşdirilýär (11.1-nji *b* surat). Çyra paralel birleşdirilen



11.1-nji surat. DRL çyranyň gurluşynyň we tok çeşmesine birleşdirilişiniň shemasy:
a – gurluşy; b – çyranyň birleşdiriliş shemasy

C1 kondensator we *SB* düwme, drosseliň we *C1* kondensatoryň özara täsir edişmegi netijesinde ýokary naprýaženiýäniň ýakyjy impulsyny almak üçin ulanylýar. *C2* kondensator çyranyň ýakylmagyny ýeňilleşdirýär. Çyra ýanandan soň 5...10 minudyň dowamynda gyzýar. Onuň içindäki basyş ulalýar we aýna gabyň okunyň ugry boýunça razrýadyň ýagtylanýan sapajygy emele gelýär. Onuň temperaturasy 6000...8000° *K* ýetýär we çyranyň elektrik, ýagtylyk hem-de tehniki häsiýetnamalary üýtgeýär. Çyra öçenden, 5...10 minut geçip, sowandan soň, ikilenji gezek ýakmak üçin işe girizip bolýar. Önümçilikde DST çyralaryň giňden ýaýranlarynyň kuwwatlary 230, 400, 1000 Wt bolup, olaryň işleýän wagty 1500 sagatdan hem köpdür. Mundan hem başga bu çyralar göçme şöhlelendiriji enjamlarda: mallaryň we guşlaryň UM şöhlelenmeleriniň ýetmezçilik eden halatlarynda olaryň or-

nuny doldurmak üçin; ýer işlerinde, ekişiň ön ýanynda ekinleriň tohumlaryny şöhlendirmek üçin şöhlendiriji enjamlarda oturdylýar. Bu çyralaryň işleýän wagty gutarandan soň, olaryň şöhle akymlary iki esse azalýar. Iýuminessirlendiriji naprýaženiýäniň ululygynyň 1% üýtgeýän halatynda DST çyranyň eritem akymy 4% üýtgeýär. Pes basyşly ultramelewşe şöhlelenmäniň gaz razrýadly çeşmeleri (DB, ЛЭ we ЛЭР) bardyr. Mikroorganizmlere öldüriji täsirini ýetirýän UM-C şöhlelenmäni almak üçin duga görnüşli gaz razrýadly (bakterisid), pes basyşly DB görnüşli çyralar ulanylýar. DB görnüşli bakterisid çyralary Iýuminessent ýagtylandyryjy çyralardan Iýuminofooryň ýoklugy we aýna gabyň ýöriteleşdirilen *uwil* aýnasynyň ýoklugy bilen tapawutlanýar. Iýuminessent çyralarynyň aýnalary UM-C şöhlelenmelerini geçirijiligiň ýokary koeffisiýentine eýedir. DB çyralaryny birleşdiriliş shemalary Iýuminessent ýagtylandyryjy çyralaryny birleşdiriliş shemalaryndan tapawutlanýar. Çyranyň şöhlendiriş spektory çyzykly bolup, şöhlelenme akymynyň 80% 254 nm tolkun uzynlygyna degişli bolýar.

Mallarda we adamlarda rahat keseliniň garşysyna we eritem täsirini ýetirýän, obýektleriň ýagtylanmasyny oýarýan ЛЭ Iýuminessent eritem çyralary UM-C şöhlelenmäni almak üçin ulanylýar. Bu çyralar daşky görnüşi boýunça Iýuminessent ýagtylandyryjy çyralardan hiç hili tapawudy ýokdur, ýöne olaryň aýna gaby uwil aýnasyndan ýasalýar. Iýuminofooryň ýörite düzümi bolup, aýna gabyň içki üstüne çaýylyr we ultramelewşe şöhlelenmäniň gerek bolan akymyny almaga mümkinçilik berýär. ЛЭР görnüşli eritem çyralary ýokary tozanly jaýlarda ulanmak üçin ulanylýar. Bu lampalaryň işleýiş wagtynyň ahyrynda, ultramelewşe şöhlelenmäniň täsiri astynda, Iýuminofooryň ýagtylanyşynyň azalmagynyň we aýna gabyň durulygynyň peselmegi netijesinde şöhlelenmäniň akymy 60% azalýar. Oba hojalyk önümçiliginde ulanylýan ultramelewşe çyralaryň tehniki maglumatlary 11.1 tablisada getirilýär.

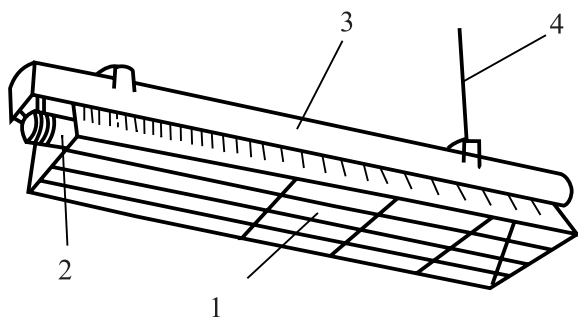
11.1-nji tablisa

Çyralaryň görnüşleri	Kuwwaty, Wt	Niýetlenen naprýaženiýesi, W	Ýagtylyk akymy, lm	Eritem akymy, mer	Bakterisid akymy, Mb	Işleýän wagty, sag
ЛЭ 15	15	127	40	300	55	3000
ЛЭ 30	30	220	110	750	125	5000
ЛЭР 40	40	220	120	1600	-	1500
ДРВЭД 220/160	160	220	2100	350	-	1500
ДБ 15	15	127	60	-	2000	2000
ДБ 30	30	220	140	35	6000	3000
ДБ 60	60	220	180	41	8000	2000
ДРТ 400	400	220	8000	4750	10500	2500
ДРТ 1000	1000	220	32000	16500	39500	1200

11.2 Mallary we guşlary ultramelewşe şöhleleri bilen şöhlendiriji enjamlar

Mallary we guşlary ultramelewşe şöhleleri bilen şöhlendiriji enjamlar butnawsyz (stasionar) we göçürilýän görnüşde ýasalýar.

ЭО1-30M eritem şöhlendirijisi (11.2-nji surat) oba hojalyk mallaryny ultramelewşe şöhleleri bilen şöhlelendirmek üçin ulanylýar. Ol (3) serpikdiriji ga-bykdan, (1) metaldan ýasalan tor bilen goralan (2) (ЛЭЗО-12) eritem çyrasyndan, işe goýberiji we sazlaýjy abzallardan, berkitmek üçin (4) iki sany asmak üçin ýasalan berkidişlerden durýar. Şöhlendiriji tozandan, çyglylykdan goralan görnüşde edilip ýasalýar.



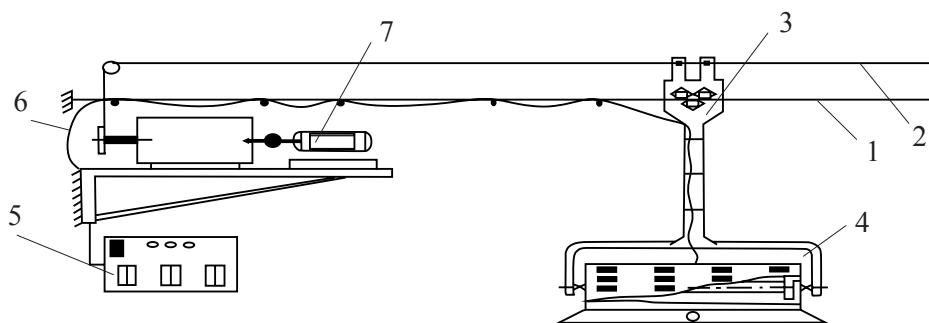
11.2-nji surat. ЭО1-30 M eritem şöhlendirijiniň gurluşy

ОЭ-1 we ОЭ-2 eritem şöhlendirijileri ulanylýan ýerleri we gurluşlary boýunça ОЭ1-30M şöhlendirijä meňzeşdir. Olar diňe gurluşy boýunça tapawutlanýarlar.

ОЭ-1 adaty görnüşde çykarylýar, ОЭ-2 bolsa tozandan we çygdan gorap bolýan görnüşde çykarylýar. ОЭСН02-2x 40 /П15' X-01 ýagtylandyryjy – şöhlendiriji şol bir wagtyň özünde jaýlary ýagtylandyrmak we oba hojalyk mallaryny şöhlelendirmek üçin ulanylýar. Bu ýagtylandyryjy-şöhlendiriji ЛБР40 ýagtylandyryjy lyuminessent çyrasyndan, ЛЭР40 eritem çyrasyndan we oňa berkidilen serpikdirijiden hem-de işe goýberiji-sazlaýjy abzaldan durýar. Çyralar aýratyn öçürip ýakyjylaryň üsti bilen birleşdirilýär. Oba hojalyk mallaryny we guşlaryny şöhlelendirmek üçin eritem şöhlendirijileri 1.8...2.2 m beýiklikde aşakdaky hasap boýunça asylýar. Ýagny bir sany daňylmadyk iri şahly mal üçin we daňlan iki sany iri şahly mallar üçin 8...10 m² meýdana niýetlenilen bir sany şöhlendiriji oturdylýar. Bir şöhlendiriji göleleriň toplumynyň we guzlaýan towuklaryň saklanýan jaýynda 15...20 m² meýdana niýetlenilýär. Bir şöhlendiriji 25...30 m² meýdanda baka goýlan jojuklar, ene doňuzlar we polda saklanýan jüýjeler üçin niýetlenilýär.

YO-4M mehanizmleşdirilen şöhlendiriji enjam (11.3-nji surat) oba hojalyk mallaryny ultramelewşe şöhleleri bilen şöhlelendirmäge niýetlenendir. Enjam (5) dolandyryjy şkaftan ДРТ400 çyraly (4) sany şöhlendirijiden, (3) asmak üçin

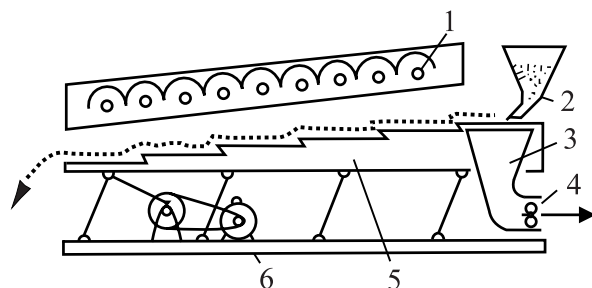
niýetlenen gurluşdan, şöhlendirijileri (6) süşürijiden, kabellerden, kuwwaty 0,27 kWt bolan elektrik hereketlendirijiniň kömegi bilen (7) hereketlendirilýän stansiýadan, hereketiň ugruny üýtgediji reduktordan durýar. Şöhlendirijiler (1) polat simlerden asylýar, olar mal saklanylýan stanoklaryň ýa-da mal daňylýan sütünleriň üstünden çekilýär. Olar (2) äkidiji trosuň kömegi bilen süşürilýär. Mallaryň ýerleşen jaýlarynyň howasyny ultramelewşe şöhlenme bilen zyýansyzlandyrmak üçin БПИ01-30-001 şöhlendirijiler ulanylýar. Bu şöhlendiriji ýörite reňk bilen örtülen serpikdirijiden we ДБ-30 bakterisid çyrasyndan durýar. Şöhlendiriji potolokdan asylýar ýa-da jaýyň diwarlaryna berkidilýär. Mundan başga hem ultramelewşe şöhlendirijileri mallara berilýän suwlary zyýansyzlandyrmak, süýtleri pasterizirmek, gap-çanaklary stilizirmek üçin ulanylýar. Oba hojalyk ekinleriniň tohumlary ultramelewşe şöhlenmesi bilen gerek bolan mukdarda şöhlendirilende, olaryň gögerijiligine, hasyllylygyna we ýetişşine gowy täsir edýär. Gant şugundyrynyň tohumy şöhlendirilende onuň hasyllylygy 7-9% artýar we onuň düzümindäki süýjülik 15-19% çenli ýetýär. Iýmitlik üçin tohumyndan ösdürilip ýetişdirilýän käşir ultramelewşe şöhlesi bilen şöhlendirilse onuň hasyllylygy artýar. Şöhlendirilen tohumlar gysga wagtda we ählisi diýen ýaly gögerýär, hasylyň ýetişýän wagty 2-3 gün kemelýär. Mundan başga hem tohumlar ОУ3-2 şöhlendiriji enjamlar bilen şöhlendirilýär (11.4-nji surat). Däne (2) bunkerden dökülip (5) yrgyldaýan lotoklar boýunça 55-60 sekundyň dowamynda hereket edýär.



11.3-nji surat. YO-4M mehanizmlaşdirilen şöhlendiriji enjamyň gurluşynyň shemasy

Lotoklaryň ýokarsynda (1) dokuz sany ДРТ1000 çyra ýagtylanýar we tohumlary şöhlendirýär. Uzynlygy 6 m, ini 4 m bolan lotok kuwwaty 0,6 kWt bolan, elektrik hereketlendirijiniň kömegi bilen herekete getirilýär. Lotogyň birinji bölüminiň aşagynda (3) tozan sorujy we (4) üfleýji ýerleşdirilen. Olar kuwwaty 0,25 kWt bolan elektrik hereketlendiriji bilen hereketlendirilýär. Dugaly simap çyralary transportýordan 0,65 m beýiklikde ýerleşdirilýär. Enjamyň kuwwaty 16 kWt deň bolup, onuň öndürijiligi 1,5 t/sag ýetýär.

Şöhlenenmäniň ultramelewşe çeşmeleriniň kömegi bilen zyýanly mörmöjekleri ýagtylyk bilen tutmaklygyň netijeliligini ýokarlandyryp bolýar. Bu işde adaty ýagtylyk çeşmeleriniň deregine, ЛЭ, ДБ ýa-da ДРТ ultramelewşe çyralary ulanylýar. Şöhlelendiriji enjamlar saýlanyp alnanda, aşadaky talaplar ýerine ýetirilmeli: Şöhlenenmäniň deň ýaýramagy üpjün edilmeli; şöhlenenmäniň gerek mukdaryny bermeli; şöhlenenmäniň we şöhlelendiriji enjamy ulanmaklygyň ykdysady we tehniki gerekligini esaslandyrmaly. Bu ýagdaýda jandarlar ultramelewşe şöhlesi bilen şöhlelendirilende dykzylygy pes we şöhlelenme wagty uzak bolan wagtynda netijelilik ýokary bolýar. Bu ýagdaýy göz öňüne tutup, stasionar ýagdaýda işleýän ЭО1-30М, ЛЭР30 çyraly ОЭ-2 we ЛЭР-40 eritem çyraly ОЭСП02-2x40 ýagtylandyryjy-şöhlelendiriji ulanylýar. Olary ulanmaklyk bilen mallaryň we guşlaryň gyradeň, ýumşak we netijeli şöhlelendirilmegi gazanylýar. Ultramelewşe şöhlelendiriji enjamlaryň işleýşiniň t_0 dowamlylygy aşadaky aňlatma bilen kesgitleňýär $t_0 = H_{er}/E_{er}$. Bu ýerde H_{er} – berlen şöhlenenmäniň mukdary mer-sag/m², E_{er} -iň gowy şöhlelenme şertlerindäki şöhlelenme, mer/m²



11.4-nji surat. ОV3-2 tohumlary şöhlelendiriji enjamyň gurluşynyň tehnologik shemasy

Üstün E_{er} nokadyndaky şöhlelenme ultramelewşe şöhlenenmäniň çeşmesiniň görnüşine we onuň şöhlenenýän üstden näçe beýiklikdedigine baglydyr. Ultramelewşe şöhlenenmäniň dürli beýikliklerden asylan çyralaryň emele getirýän şöhlelenmesi dowamlylygy baradaky bahasyny 11.2-nji tablisadan alyp bolar.

11.2-nji tablisa

Çyralaryň görnüşleri	1,0	1,5	2,0
ДРТ220	560	250	140
ДРТ375	950	420	288
ЛЭ15	30	11	7
ЛЭ30	75	33	19

Gije-gündiziň dowamynda oba hojalyk jandarlarynyň alan şöhlelenmeleriniň mukdaryny 11.3-nji tablisadan alyp bolar.

11.3-nji tablisa

Jandarlaryň görnüşleri we ýaşlary boýunça toparlary	Gije-gündizde alnan şöhläniň mukdary, mer·sag/m ²
Alty aýa çenli bolan göleler	120...140
Alty aýdan uly bolan göleler	160...180
Tüweler	180...210
Sygyrlar we öküzler	270...290
Emzikli jojuklar	20...25
Ýaş jojuklar	60...80
Et üçin bakylýan doňuzlar we ene doňuzlar	80...90
Üç günlük guzular	220...240
Ene goýunlar	245...260
Polda saklanylýan jüýjeler	15...20
Gözeneklerde saklanylýan jüýjeler	20...25
Öň tarapynda gapysy bolan gözeneklerde saklanylýan jüýjeler	40...50
Polda saklanylýan guzlaýan towuklar	20...25
Gözeneklerde saklanylýan towuklar	40...50

Çyralar üçin E – şöhlelenme, armaturada siňdirilýän şöhlelenmäni hasaba almazdan getirilen. Onuň täsirini $k_{apm} = 1,2...1,4$ koeffisiýenti hasaba alyp kesgitlemeli. Şöhlelendiriji enjamlar ulanylanda ultramelewşe çyranyň häsiýetnamalarynyň gyşarmalaryny, setiň naprýaženiýesiniň şöhlelendiriji akymyň bahasyna täsirini, aýnanyň ýagtylygy siňdirijiligi, jaýdaky temperaturanyň we çyglylygyň üýtgemegini hasaba almalydyr. Şöhlelenme şöhlelendiriji enjam 100 sagat işländen soň, barlanmalydyr. Şöhlelenme УФМ-71 ufimetriň kömegi bilen gözegçilikde saklanylýar. Bu abzalyň ölçeýiş çägi 5 sany bölekden 0...30; 0...100; 0...300; 0...1000 we 0...3000 mer/m² ybaratdyr.

Ultramelewşe şöhleler bilen işlenende deriniň üstüniň ýanmak mümkinçiligini we göziňe gara gorag äýneklerini dakynyp, goranmalydyr. Jisimler we jaýlar açyk bakterisid çyralary bilen şöhlelendirilende jaýda adamlaryň bolmazlygy üpjün edilmelidir.

11.3 Infragyzyl şöhlelenmäniň enjamlary

Infragyzyl şöhlelenme ýaş mallary we guşlary gyzdirmek, oba hojalyk önümlerini guratmak we ş.m. ulanylýar. Olary çeşmeleriniň spektral düzümi boýunça ýagty we garaňky bölekler bölýärler.

Infragyzyl şöhlelenmäniň ýagty çeşmeleri. Gurluşy we işleýiş esasy boýunça nakal çyralaryndan tapawutlanmaýarlar. Ýöne olaryň nakal sapajyklary ýagtylandyryjy çyralaryň nakal sapajyklaryndan kiçi temperaturalara ($T = 2270...2270\text{ K}$) niýetlenendir.

Önümçilikde ИК3220-500, ИК3220-250 infragyzyl aýna çyralary we КГ220-1000-1 infragyzyl kwars galogen çyralary öndürilýär. Gerek bolan ugurda şöhlelenmäniň düzümini üpjün etmek üçin, bu çyralaryň çüýşeleriniň iç tarapyňyň bir bölegi alýumin ýa-da kümüş bilen örtülýär. ИК3К çyranyň kolbasy ýylylyga çydamly gyzyl lak bilen örtülýär. Bu çyranyň ýagtylyk akymynyň käbir mukdaryny peseldýär, ýöne mallarda we guşlarda wagşyçylyk hadysasyny peseldýär. Infragyzyl çyralaryň nakal sapajygynyň temperaturasynyň peselmegi bilen, olaryň işleýişiniň wagty 5000 sagada çenli uzalýar.

Garaňky şöhlendirijiler. Turba şekilli elektrik gyzdýryjy elementler (EGE) görnüşinde ýasalýar. Olar ýörite ýasalan armaturalarda ulanylýar. Bu armaturalar şöhlelenmäniň akymyny giňişlikde ýaýratmaga, gyzdýryjy elementini mehaniki urgulardan goramaga we dolandyryan adamyň galtaşmazlygyny üpjün etmäge mümkinçilik berýär. Oba hojalyk mallaryny we guşlaryny infragyzyl şöhlendirmek üçin ak ýagtylandyryjy çeşmeleriň görnüşleriniň birnäçesi ulanylýar.

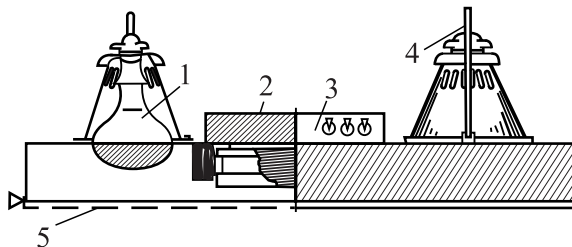
ССПО1-250 infragyzyl şöhlendiriji plastmassa gabykdan, ИК3220-250 çyradan we daşky mehaniki urgulardan goraýan torly emalirlenen gorag gabygyndan durýar.

ОПИ-1, ОПИ-2 infragyzyl şöhlendirijileriň polat gatlagyndan konus şekilli ýasalan gabykdan durýar. Ýagtylandyryjynyň ýokarsynda plastmassadan ýasalan kolbanyň aşagynda Е-40 farfordan ýasalan patron durýar. ОПИ-1 şöhlendiriji kuwwaty 500 Вт bolan infragyzyl çyrasy tarapyndan goýberilýär. ОПИ-2 şöhlendiriji ПС-70/Е-11010-375 görnüşli infragyzyl çyralar üçin niýetlenendir. ОПИ-1 şöhlendiriji ИК3220-250-1 we ИК3220-250 çyralar üçin niýetlenendir.

КГ220-1000-1 galogen çyraly “Латв ИКО” asma şöhlendiriji daşky gabygyň “gulajygundan” çekdirilen trosa berkidilýär. Şöhlendirijiniň daşky gabygy sinklenen demirden ýasalýar. Çyranyň aşagynda metaldan ýasalan tor, ony urgulardan goraýar.

ИКУФ we “Луч” atly stasionar awtomatlaşdyrylan gurluşlar ýaş mallary we guşlary bir wagtyň özünde ultramelewşe we infragyzyl şöhleleri bilen şöhlendirmek üçin ulanylýar. Enjam 40 sany şöhlendirijiden we dolandyryjy pultdan durýar. Her bir şöhlendiriji 2 sany ИК3220-250 çyradan, bir sany ЛЭ15 eritem ýa-da ЛЭ15 eritem ýagtylandyryjy çyradan durýar.

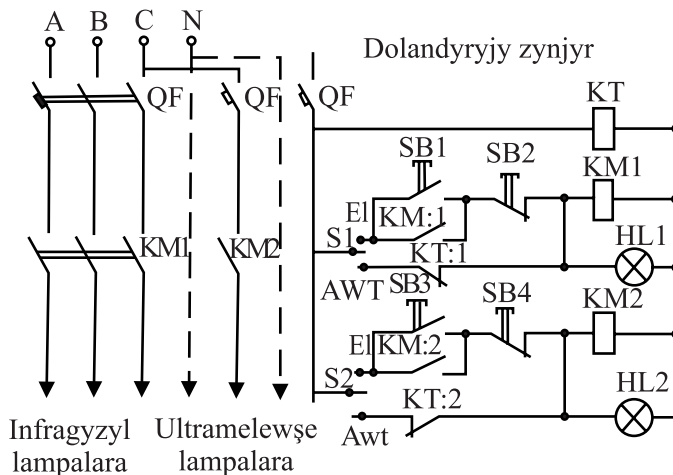
ИКУФ-1 we ИКУФ-1М şöhlendiriji enjamlar biri-birine meñzeşdirler (11.5-nji surat). Olaryň tapawudy ИКУФ-1М enjam jebis beklenip ýerine ýetirilýär. Onda ýaş mallary we guşlary infragyzyl şöhlesi bilen gyzdymaklyk we ultramelewşe şöhlenmesi bilen şöhlendirmekligi dolandyrmak üçin iş düzgüni- ni üýtgediji geçiriji ýokdur.



11.5-nji surat. IGUM-1 şöhlendiriji enjamyň gurluşy:

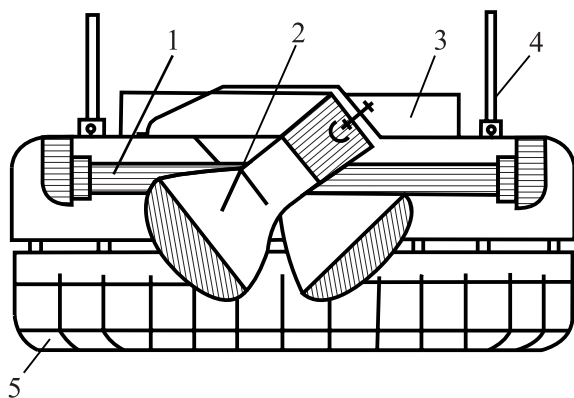
1 – infragyzyl şöhle çyrasy; 2 – UM şöhle çyrasy; 3 – daşky gabyk; 4 – asgyç; 5 – gorag tory

ИКУФ görnüşli enjamyň dolandyryjy puly 220-120 wolta niýetlenen transformatordan, QF awtomatik öçürijiden KM1 we KM2 magnit işe goýberijilerden we 2PBM görnüşli KT wagt relesinden durýar. Pultuň ön tarapynda, işiň düzgünini üýtgediji, SB1...SB4 çyralary ýakýan we öçürýän düwmeler, HL1,HL2 signal çyralary oturdylýar (11.6-njy surat).

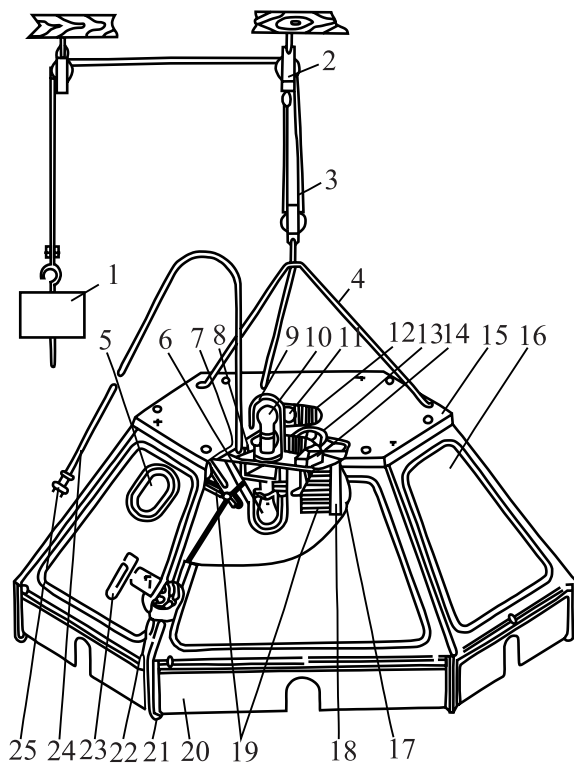


11.6-njy surat. IGUM-1 şöhlendiriji enjamyň elektrik shemasy

“Луч” şöhlendirijisi 11.7-nji suratda getirilýär. Ol eritem çyralarynyň syk ýerleşdirilen patronlaryndan, infragyzyl çyralarynyň patronlary bolsa infragyzyl şöhleleriniň talap edilýän ugurda ýaýramagyny üpjün etmek üçin dik oka görä dürli burçlar boýunça ýerleşdirilýär. Bu şöhlendirijiniň dolandyryjy shemasynda infragyzyl çyralaryny iýmitlendiriji naprýaženiýäni üýtgetmek üçin sazlaýjysy bardyr.



11.7-nji surat. “Луч” şöhlelendiriji gurluşyň shemasy



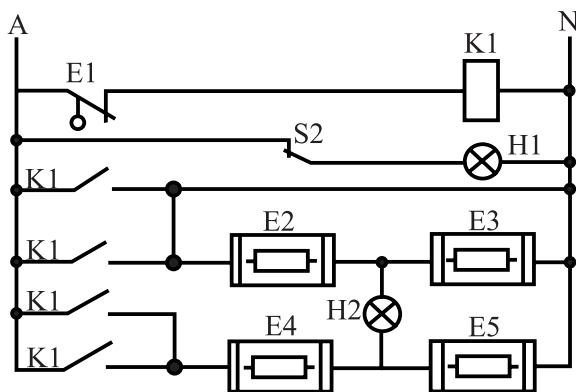
11.8-nji surat. БП-1 elektrik bruderin gurluşynyň shemasy:

- 1 – deňleýji agyrlýk; 2 – blok; 3 – tros; 4 – asmak üçin gurluş; 5 – seredilýän gözenek;
 6 – ýagtylandyryjy çyra; 7 – salnikli dykzlandyrma; 8 – simleri birleşdiriji gurluş;
 9 – gorag plafony; 10 – duýduryş çyrasy; 11 – şiber; 12 – howa çalşyjy kanal;
 13 – goraýjynyň gapagy; 14 – goraýjy; 15 – gapak; 16 – saýawanyň bölegi; 17 – gyzdyryjy;
 18 – saklaýjy; 19 – gyzdyryjy element; 20 – tutulyk; 21 – direg; 22 – ýylylyk relesi;
 23 – gözegçilik termometri; 24 – iýmitlendiriji kabel; 25 – ştepsel dürtgüji

Infragyzył şöhlelenmäni netijeli ulanmaklyk, şöhlelenme düzgünine baglydyr. Meselem: jojuklary şöhlelendirmek üçin olaryň saklanýan jaýynda iki sany temperaturanyň düzgüni bolmaly. Olaryň biri emdirýän ene doňuzlar, beýlekisi bolsa emýän jojuklar üçin. Jojuklyk we emdirilýän döwürde, olaryň dynç alýan meýdanlary ОПИ-2, ССПО1-250 şöhlendirijiniň kömegi bilen şöhlendirilýär. ИКУФ, “Луч”, ОПИ-1, ”ЛатвИКО” enjamlarynyň şöhlendirijileri biri-biriniň içinden geçilýän jaýlarda germewiň üstünde oturdylýar.

Eger jaýlarda ýyladyş ulgamy ýok bolsa, onda ИКУФ, “Луч” enjamlaryň şöhlendirijileri her bir jaýda aýratynlykda oturdylýar. Eger mal ýataklaryndaky temperatura 16°C-dan ýokary bolsa onda, ИКУФ infragyzył şöhlendiriji çyralary yzygider birleşdirilýär. Göleleri şöhlelendirmek üçin, ИКУФ we “Луч” şöhlendiriji enjamlary ulanylýar. Göleler gözeneklerde saklananda bir şöhlendiriji 2 sany goňşy gözenegi şöhlelendirmek üçin ulanylýar. Göleler toplumlaýyn saklananda her bir şöhlendiriji enjam 4 m² meýdany şöhlendirýär diýip hasaplamaly. Göleler üznükli, her 1...1,5 sagatdan 30 min arakesme berlip, şöhlendirilýär. Göleler 2...3 günlük wagtynda, köp wagtlaryny ýatyp geçirýärkäler şöhlendiriji çyralar 0,5...0,6 m beýiklikden asylýar. Olar ulalanlaryndan soňra çyralary 1,2 m çenli ýokaryk galdyrýarlar. Ýaňy çykan jüýjeleri şöhlelendirmek üçin çüýşesi reňklenen infragyzył çyralar ulanylýar. Kuwwaty 250 Вт bolan bir sany çyra bilen 100...120 jüýje, 60...80 sany hindi towugynyň jüýjesini, gazyň jüýjesini, ördek jüýjesini şöhlelendirip bolýar. ИКУФ we “Луч” görnüşli awtomatlaşdyrylan şöhlendiriji enjamlar jübüt-jübütden gönüburçluk sekilli esasa berkidilýär we bruderiniň deregine ulanylýar. Guşlar bir hatar gözeneklerde ýerleşdirilende şöhlendirijiler gözenegiň polunda 0,6...0,7 m beýiklikde stasionar ýagdaýda ýerleşdirilýär. Jüýjeleri 20...30 günlük bolýançalar üznüksiz düzgünde gyzdyrýarlar.

Jüýjeleri ösdürmek üçin БП-1 elektrik bruderleri ulanylýar (11.9-njy surat).



11.9-njy surat. БП-1 bruderiniň esasy elektrik shemasy

Bruderin saýawany piramida görnüşinde bolup, ol biri-biri bilen berkidilip birleşdirilen alty sany bölümden durýar. Iki sany böleginde gapagy açylyp-ýapylýan tegelek aýnalary bolýar. Olar bruderin içindeki howany çalyşmak üçin ulanylýar. Bölümlerin ýokarysy gapak bilen ýapylýar. Bruderin gabarasy bilen gapaklaryň arasyndaky boşluk ýylylyk geçirmeýän material bilen doldurylýar. Konusa berkidilen gyzdyryjylar iki hilli bolýar. Birinjisi nihrom siminden spiral görnüşinde ýasalyp, keramikadan ýasalan gabaranyň joýajyklarynda ýerleşdirilýär we onuň üstüne germew çekilen bolýar. Ikinjisi – turba şekilli elektrik gyzdyryjylardan ybaratdyr. Bruderleri ketekleriň ugry boýunça poluň ýokarsyndan deň beýiklikden, ini 18 metre deň bolan ketekden üç hatar edip, ini 12 metre deň bolan ketekde bolsa iki hatar edip asýarlar. Her bip bruder bir günden 30 güne çenli bolan jüýjeleriň 500...600 sanysyny gyzdyrmaga niýetlenendir. Bruderin niýetlenen kuwwaty 1200 Wt deňdir. Ol 220 W napryáženiýä niýetlenendir. Bruderin birleşdiriliş shemasy 11.9-njy suratda getirilýär. Bruderin aşagynda perdeli datçikli ýylylyk relesi ýerleşdirilýär. Ol temperaturany 24...36°C aralygynda $\pm 1^{\circ}\text{C}$ takyklyk bilen awtomatik ýagdaýda saklamaga mümkinçilik berýär. Bruder işçi ýagdaýynda poluň üstünde goýlan di-reglerde oturdylýar. Jüýjeler onuň aşagynda saýawanyň aşagyndaky ýaly we onuň töwereginde ýerleşýärler. Eger jüýjelere gyzgynlyk gerek bolmasa onda bruderini aşagyndan adam geçip biler ýaly beýiklige galdyrýarlar.

XII BAP

OBA HOJALYGYNDA TEHNOLOGIK IŞLARI ELEKTRIKLEŞDIRMEK WE AWTOMATLAŞDYRMAK

12.1. Maldarçylykda ot-ıým taýýarlamak işleriniň mehanizasiýasy

Maldarçylyk oba hojalyk önümçiliginiň köp zähmet talap edýän pudagy hasaplanýar. Bu pudagyň mehanizasiýasy entek ýeterlik däl.

Maldarçylyk fermalarda önümçilik işleri özara baglanyşykly we şertleşikli bolýar. Meselem ot-ıým taýýarlaýan sehiň (bölümiň) dogry guralan işi diňe bir çig malyň öz wagtynda berilmegine bagly bolman, eýsem suwuň, elektrik energiýanyň, buguň, önümçiligiň üznüksizligi, öndürilijligi we beýlekiler boýunça aýry-aýry maşynlaryň özara baglanyşygy bilen hem baglydyr.

Fermadaky işleriň häsiýetleri boýunça butnawsyz gurluşlardan ýa-da çäkli aralyklara süýşürilýän gurluşlardan peýdalanylýar. Bu hili şertlerde maldarçylyklardaky işleriň mehanizasiýasy elektrik işleriniň liniýalarynda amala aşyrylsa has hem gowy bolýar. Şonda aýry-aýry işler däl-de, eýsem tutuş işler önümçiligiň göwrümine we kabul edilen tehnologiýa jogap berýän dogry saýlanyp alnan maşynlar we gurluşlar ulgamy arkaly amala aşyrylýar.

Mallara iým öňünden we her gün taýýarlanylýar. Öňünden taýýarlanylýan esasy iýmlere silos, bede we beýleki ýokumly iýmler degişlidir.

Uly ýitgilere ýol bermezlik we mallary köki miweli ösümlikler bilen iýmitlendirmek üçin käbir hojalyklarda olar ýygnaýan döwri çyglygyna owradylyp silos edilýär we soňra sygyrlara hem-de gaýnadyp doňuzlara berilýär. Köki miweli ösümlikleriň saklanýan ýerlerindäki ýitgisi 20-30% bolsa, silosyňky 1-2% geçmeýär.

Köki miwelileri kerçejji – ýuwujy içki we daşky silindrden durýar. Içki silindriň oýuklarynda üç sany dik gozganmaýan pyçaklar oturdylan, olaryň garşysynda bolsa şarnirli ugrukdyryjy saýawan berkidilen. Saýawanlary pyçaga garanyňda dürli ýagdaýlarda goýmak bolýar, bu bolsa kesilýän iýmleriň galyňlygyny 1–30 mm çäklerde üýtgetmäge mümkinçilik berýär ýa-da pyçaklary işden aýyrýar.

Silindriň içindeki dik okda ýuwujy disk, silindriň içinde pyçakly enjamyň üç agyzly ganaty aýlanýar, şeýle hem ýasy uçlary içki we daşky silindriň arasynda aýlanýan ikinji üç agyzly ganat berkidilýär.

Daşky silindriň üç sany kesilen ýeri bolup, olaryň birinjisi boýunça ýuwan köki miweliler, ikinjisinden kesilen köki miweliler çykýar, üçünjisinden bolsa hapa suw daşyna akdyrylýar. Daşky silindre suw silindriň üstünde ýerleşýän aýlawly suwaryjydan barýar we suw turbasy bilen birleşdirilýär. Içki silindriň gapdal tarapynda zynjyrlý, çañna görnüşdäki plankaly transportýor ýerleşýär.

Uly disk berkidilen üç agyzly ganatjyklar we dik okda oturdylan kiçi disk minutda 140 aýlaw tizlik bilen aýlanýar.

Köki miweli ösümlikler aýlanyp, biri-birleriniň üsti boýunça hereket edýärler, olaryň üst tarapy suw bilen ýuwulýar we merkezden daşlaşýan güýjüň täsiri bilen silindriň diwarlaryna zyňlyp hem sürgün üstden geçip transportýoryň kabul ediji kamerasyna düşýär. Transportýor köki miwelileri buglamak üçin gazanlara berýär.

Sürgi ýapylyp, saýawan orta süýşýär. Bu ýagdaýda köki miweliler merkezden daşlaşýan güýjüň täsiri bilen kiçi ýuwujy diskden ula togalanýar we onuň bilen aýlanyp başlaýar. Öz ýolunda saýawana düş gelip, olar dik okda aýlanýan üç agyzly ýasy uç bilen silindre tarap hereket edýärler. Ganatjyklar köki miwelileri silindriň içinde aýlaýarlar. Merkezden daşlaşýan güýç köki miwelileri içki silindriň diwaryna gysýar we özüniň çykyp duran kesgiçleri bilen kesýär. Üç kesgiçden ikisiniň bitewi tygy bar we olaryň ikisi hem bir wagtda işe girýärler, üçünjisiniň bolsa darak ýaly tygy bolup, ol haçan-da köki miwelileri ownuk ýonuşga ýaly edip ownatmaly bolanda işe girizilýär. Ikinji ýasy uç kesilen köki miwelileri transportýoryň daşky silindriň deşiginden zyňýar. Daşky silindriň içinde ýerleşdirilen hapa ternawda aşakdan uly ýuwujy diske berkidilen ýasy uja tarap hereket edýär. Bu ýasy uç hapa suwy we hapany alyp gidiji turba gönükdirýär. Maşynyň kuwwaty sagatda 5 tona barabar. Elektrik energiýanyň udel harçlanyşy 0,5 kWt-sag/t. Maşynyň agramy 550 kg. Suwuň harçlanyşy 200–400 l/t.

IIKA-5 M kysymly mal iýmitini taýýarlaýjy agregat. Bu agregat utgaşykly çylşyrymly maşyn bolup, merkezden daşlaşýan silindr görnüşli köki miwelileri ýuwujydan, daşlary aýryjy dik şnekli gurluşdan, üç bölümlü bug paýlaýjyly buglaýjy çanakdan, eziji-garyjydan we ýokumly iýmiň bunkerinden durýar.

Agregat köki miwelileri ýuwýar, olaryň daşlaryny aýyrýar we gaýnadýar, olary eýleýär, ýokumly iýmler, saman uny, ýagy alnan süýt, gyzgyn suw ýa-da suwuk ot-íým bilen garmak ýaly işleri ýerine ýetirýär. Agregat toparlaýyn herekete getiriji arkaly işleýär, ýagny onuň ähli iş bölekleri we mehanizmleri kuwwatly 4,5 kWt barabar bolan bir sany elektrik hereketlendiriji arkaly herekete getirilýär.

Kartoşka merkezden daşlaşýan ýuwuja salynýar we ýuwlup dik şnegiň bunkerine barýar. Daşlardan arassalanandan soň şnegiň hyrly bölegi boýunça ýokary galýar we buglaýjy gazanyň üç böleginiň haýsy hem bolsa birine düşýär.

Bu ýerde kartoşka bug bilen bişýär. Bug KM-1600 kysymly bug gazanynyň bug paýlaýjysyndan gelýär. Bişen kartoşka gazanyň düýbündäki çykaryjy deşikden öz agramy boýunça eziji enjama düşýär we ol ýerde mynjyrap, soňra şnegiň kömegi bilen ýokumly iýmler (ýa-da ýagy alnan süýt bilen) dozatoryň üsti bilen bunkere düşýär.

IIKA-5M kysymly ot-íým taýýarlaýjy agregat, esasan, buglanan kartoşkadan ot-íým taýýarlamakda we doňuzlar üçin ýokumly iýmler taýýarlamakda ulanylýar. Onuň öndüriligi kartoşkany buglamakda 1,6 t/sag; ot-íým garyndylaryny taýýarlamakda bolsa 5 t/sag barabardyr.

Şeýle hem agregatyň kömegi bilen bişirlen kartoşkadan silos taýýarlap bolýar. Maldarçylykda önümçilik işleri toplumlaýyn elektrikleşdirmekde ot-íýmleri, süýt gap-gaçlary buglamak, ýaşajyk mallaryň, guşlaryň we başgalaryň jaýlaryny ýylatmak üçin köp bug gerek bolýar.

Ot bilen buglaýjylar kämilleşmedik bolup, olaryň peýdaly täsir koeffisiýenti 10–15% ýokary galmaýar, işleriň mehanizasiýasy hem olardan peýdalanylanda juda pesdir.

Bug bilen işleýän buglaýjylar 3K-0,5 we 3КП-1,0; KM-1600, şeýle hem KB-100, KB-200 we KB-300 kysymly agregatlar has köp ýaýranlardyr. Olaryň göwrümi 500 litre çenli bolup, şarnir görnüşdäki direglerde oturdylýar. Bug geçiriji arkaly onuň içine 0,2-0,7 atm çenli basyşdaky bug goýberilýär. Bugy pes basyşly bug gazanlardan alýarlar.

Bug bilen buglaýjylaryň peýdaly täsir koeffisiýenti olaryň gurluşlaryna we bug gazanynyň görnüşine baglylykda 20-30% barabardyr. Köki miweli ösümlikleri buglamak üçin buguň udel harçlanyşy 0,16-dan 0,20 kg/kg çenlidir, kesilen samany buglamakda bolsa ol 0,40-dan 0,50 kg/kg çenlidir. Elektrik bilen buglaýjy berk ýapylýan gazan bolup, aşagynda elektrik bilen gyzdýryjy element oturdylýar. Elektrik gyzdýryjy bolup keramik izolýasiýaly üç sany nihrom simiň spiraly hyzmat edýär.

Elektrik buglaýjylaryň peýdaly täsir koeffisiýenti elektrik ulgamyň we buglaýjynyň ýitgisini hasaba alanyňda 25-35% barabardyr.

DKU-1,2 M uniwersal owradyjynyň esasynda AKH-1M kysymly asma agregat döredilen. Ol birleşdirilen iýmleri taýýarlamaklyga niýetlenilip, onuň iki sany ýörite şnekli garyşdyryjysy bar. Garyşdyryjylar gezekli-gezegine owradyja birikdirilýär. Bu bolsa agregatyň dyngysyz işlemegini üpjün edýär. Garyşdyryjynyň göwrümi 300-400 kg. Agregatdaky owradyjy kuwwaty 10 kWt bolan elektrik hereketlendiriji arkaly, transportirleýji gurluş we garyşdyryjy bolsa kuwwaty 2,8 kWt bolan elektrik hereketlendiriji arkaly herekete getirilýär. Bug dörediji we ot-iýmleri buglaýjy agregatlaryň maglumatlary 12.1-nji tablisada getirilýär.

12.1-nji tablisa

Görkezijileri	3K-0,5 kysymly ot-iýmleri buglaýjy agregat	3KII-1,0 kysymly göçme ot-iým buglaýjy agregat	Bug döredijiler			
			KM-1600	KB-100	KB-200	KB-300
Gazanyň üstki gyzgyny (m ²)	3,0	6,0	13,03	5,78	9,0	14,00
Buguň basyşy (kg/sm ²)	0,2	0,2	0,25	0,70	0,70	0,70
Suw gazanynyň göwrümi (e)	180	335	710	367	592	1060
Gazanyň bug öndürilijiligi (kg/sag)	60-65	140-150	300	100	200	300
Gazandaky suwy gaýnaýança gyzdyrmak üçin ýitirilýän wagt (min)	25-30	40-45	-	40	40	40
Gabara ölçegleri (mm) uzynlygy	3600	3000	-	1600	2300	2850
Ini	1300	1430	-	1000	1000	1200
Beýikligi (turbasyz)	2700	2900	3500	1300	1300	1500
Agramy (kg)	600	1200	1100	500	850	1200
Buguň temperaturasy	-	-	-	115	120-130	120-130
Ýangyç kg/sag	-	-	-	15	28	40

Däneli bunkerde dänäniň owradyja girýän ýerinde, ýagny onuň çykalga böleğinde magnitli saklaýjy oturdylýar. Iým garyndysy düzülende agregatyň öndürilijiligi 0,6-dan 2,0 t/sag barabar bolýar. Agregatyň elektrik hereketlendirijisi bilen birlikdäki agramy 830 kg.

Ýokumly iýmleriň awtomatik terezisi birleşdirilen iýmleriň düzüm böleklerini we atymlyklaryny hasaba almak üçin zerurdyr. D-50 P kysymly tereziniň kömegi bilen ortaça agramdan onlarça paýlary takyklygy 0,1% çekip bolýar. Onuň öndürilijiligi 10 t/sag.

Awtomatik tereziden peýdalanylanda önüm ölçeg gaba (kowşa) barýar. 50 kg agramdaky paý dökülen soň, gabyň düýbi açylýar we däne düşüriji transportýoryň

lentasyna dökülýär we dänäniň täze paýy gaba gelenden soň kesilýär. Indiki paýyň çekiwi gap boşanyndan soň başlanýar we gabyň düýbi gaýtadan ýapylýar. Terezi hasaplaýjy (sçýotçik) bilen enjamlaşdyrylan, ol çekilen paýlaryň sanyny we ähli goýberilen önümiň kilogramlardaky agramyny hasaba alýar. Hasaplaýjydaky ahyrky ýazdyryjy bilen kesgitli önümiň sany çekilip bolnandan soň işi togtadyp bolýar.

Iri baldakly iýmler taýýarlananda samanyň we bedäniň kesiliş uzynlygy iri şahly mallar üçin 25-30 mm, atlar we goýunlar üçin bolsa 10-22 mm köp bolmaly däl.

Bededen un taýýarlamak üçin ony ilkişada uzynlygy 8-12 mm möçberde kesýärler. Bededen çyglylyk 10-12% köp bolmadyk ýagdaýda has oňat un almak bolýar.

Iri baldakly iýmler saman kesijileriň, emma gök silos, bolsa silos kesijileriň we silos kombaýnlaryň kömegi bilen kesilýär. Şol bir maşynlardan samany we gök massany kesmekde peýdalanylşy seýrek gabat gelmeýär, hut şonuň üçin hem olary saman silos kesýänler diýip hem atlandyrýarlar.

Energiýanyň udel harçlanyşy kesiliş uzynlygyna we maşynyň gurluşyna bagly bolup, ol saman kesijilerde 1,5-dan 3 kWt: sag/t, silos kesijilerde bolsa 0,5-den 1,2 kWt, t/sag barabardyr. Saman kesijiler kesiji enjamlarynyň gurluşy boýunça barabanly we diskli görnüşlere bölünýärler.

PSB-3,5 Mr kysymly saman silos kesijiler. PSB-3,5 Mr kysymly saman kesijiniň kesiji enjamy päkili barabandan we garşylykly kesiji plastinadan durýar. Maşynyň barabanynyň iki diski bolup, olara wint çyzygy boýunça ýerleşýän dört päki berkidilendir.

Işlediji mehanizm işlenmeli çig maly kesiji enjamlara berýär we ol üstki, aşaky okjagazlardan hem transportýoryň okundan durýar. Hereketiň dişli tigrirlerini çalşyryp samany 14 we 20 mm uzynlykda kesip bolýar, iki päkini aýryp ýene iki ululykda, ýagny 28 we 40 uzynlykda kesip bolýar. PSB-3,5 Mr kysymly kämilleşdirilen saman silos kesijide kesiş uzynlygy 2 mm ýetirmek üçin goşmaça goşa dişli tigrir girizilen.

PSS-6 kysymly silos kesiji tigrini üstünde berkidilen çarçuwadan (ramadan), kesiji enjamdan, howa transportýoryndan, işlediji zynjyrlý-plankaly transportýordan we geçiriji mehanizmden durýar. Kesiji mehanizm garşylykly kesiji plastinalardan we ganata berkidilen egri çyzykly päkileri bolan iki sany pyçakdan durýar. Garşylykly kesiji plastina bilen pyçagyň päkisiniň, arasynda 0,5-1,0 mm yş goýulýar. Ganata iki sany ýasy uç berkidilýär, olar bolsa öz gezeginde aýlanyp owradylan iým böleklerini transportirlär ýaly howa akymyny döredýär. Kesiji enjamyň gutusy şol bir wagtda wentilýatoryň hem gutusy bolup durýar. Kesim bölekleri 6; 15; 25; 40 we 104 mm uzynlykda bolup bilýärler.

Samany, bedäni we mekgejöweniň baldagyny owradyp hem şol bir wagtda owradylan bölekleri turbalar boýunça 20 m çenli transportirmek üçin URK-30A kysymly baldakly iýmleri owradyjydan peýdalanylýar.

Maşynyň owradyjy mehanizmi iki hatar hereketlenmeýän, çarçuwaň gapdal diwaryna berkidilen 63 sany konsentrik dişlerden we aýlanýan diske berkidilen, üç hatar gozganýan disklerden durýar.

Saman kabul ediji kamera berilýär, soňra işlediji enjamyň üsti bilen diske berilýär, ol ýerde bolsa saman dişler bilen garbalyp alnyp owradylýar. Diskiň howa akymyny dörediji ýasy uçlary arkaly owradylan saman 20 m çenli aralykda ýerleşýän goýulmaly ýere transportirlenýär.

Iýmler işlenenden soň iým saklanýan sehlere transportirlemekde dürli gurulşulardan peýdalanylýar, meselem gury iýmleri galdyrmakda HB-4 kysymly noriýadan, köki miwelileri bermekde bolsa TU-5 kysymly uniwersal transportýordan peýdalanylýar.

ATV-5 kysymly uniwersal transportýor. Uzynlygy 5m we ini 0,41 m bolan çañna şekilli daşajy transportýoryň çañnalarynyň arasy 305 mm-e deňdir. Ol mekgejöweniň başlaryny, kartoşkalary, kelemi, köki miwelileri, bede daňylaryny ýüklemek üçin niýetlenilýär. Transportýor kuwwaty 2,8 kWt bolan elektrik hereketlendiriji arkaly herekete getirilýär. Hereketlendiriji çarçuwa berkidilen esasa oturdylan. Lentany dartmak üçin aşaky başjagazda dartyjy enjam bar.

ABM-0,4 kysymly witaminli bede ununy taýýarlaýjy agregat ojakdan, transportýordan, guradyjy barabandan, gury üşmegi toplajy, döwüji, bede ununy alyp gidiji ulgamdan we dolandyrys bölekden durýar.

Agregatda umumy kuwwaty 55 kWt bolan sekiz elektrik hereketlendirijiden ybarat bolan köp hereketlendirijili elektrik herekete getirijiden peýdalanylýar.

Agregatyň bede 75-den 8%-e çenli çyglylykda ýygñalan halatyndaky bede ununyň sagatdaky öndüriligi 400-500 kg barabardyr.

TY-5 kysymly transportýoryň maglumatlary:

Öndüriligi, t/sag	– 6;
Beriş beýikligi, m	– 3,9;
Gabara ölçegleri, mm	
Uzynlygy	– 5600;
Ini	– 1360;
Beýikligi	– 2600;
Agramy, kg	– 400;
Zynjyrynyň hereket tizligi, m/sek	– 0,37-0,5.

Mazuty ýa-da dizel ýangyjyny harçlaýşy sagatda 50-90 kg. Ýylylyk temperaturasy (900-1000)°C-e deň.

Guradylan material ozaly bilen has ýokary temperaturaly içki silindre barýar. Soňra üşmek kepje bilen garylyp, ortaky silindre, soňra bolsa daşky silindre barýar.

Siklon guradylan üşmegi işlenen gazlaryň akymyndan bölup aýyrýar we döwüp owradyjy guradylan üşmegi owradyp una öwürýär. Üşmekleriň owradylyş derejesi deşikleriniň diametrleri 3,4 we 6 mm bolan çalşyrylýan gözenekler bi-

len sazlanýar. Daşyna çykaryjy şnek uny gutydaky agzy gapakly deşige gönükdirýär we ol ýerde bolsa un deşige berkidilen haltalara guýulýar.

Agregatdan, şeýle hem öndüriligi 2-4 t/sag bolan däneleri guratmakda hem peýdalanylýar.

УДЦ-300 kysymly bede guradyjy. Guruş ýeledirijiden, elektrik hereketlendirijiden we howany bölüji ulgamdan durýar. Ýeledirijiniň iş tigri gös-göni kuwwaty 4,5 kWt bolan elektrik hereketlendirijiniň rotorynyň okuna berkidilýär. Ýelediriji sagatda 20,600 m³ howany öndürüp bilýär. Howa umumy kuwwaty 15 kWt bolan turba şekilli böleklerden durýan elektrik gyzdyryjylar arkaly gyzdyrylýar. Ýeledirijiniň üstünden geçýän howa gyzdyryjylar arkaly 2,5°C ýokarlandyrylýar.

Ýeledirijiniň daşky gutusynda elektrik hereketlendiriji we elektrik gyzdyryjylary dolandyrar ýaly magnitli goýberijiler berkidilýär. Ýelediriji işe girizilen dessine elektrik gyzdyryjylar hem awtomatik işe girýärler.

Bede guradyjy agregat adatça bede saklanýan jaýda oturdylýar.

Tagtalardan taýýarlanan howa bölüji ulgam merkezi kanaldan we oňa perpendikulýar ýerleşdirilen bölüji turbalardan durýar. Kanalyň diwarlarynda aýna ýerleri edilip, oňa hem bölüji turbalar birleşdirilýär. Bir bölüji ulgamyň meýdany 50 m² barabardyr.

Ýelediriji bede saklanýan jaýyň daşynda goýulýar we merkezi kanalyň sowma turbasy bilen birleşdirilýär we kanalyň beýleki tarapy jebis ýapylýar.

Guruşyň kömegi bilen diňe bir dökülen bedeler guradylman, eýsem dykzlandyrylyp daňlan bedeleri hem guratmak bolýar. Şonda daňlary (aralarynda ýer goýman) biri-birlerine golaý ýerleşdirmek zerurdyr.

12.2. Ot-iýmleri paýlaýjy elektromehanik gurluşlar

Iri şahly mallara ot-iým paýlamakda dürli kysymdaky elektromehanik gurluşlardan peýdalanylýar. Özi hereket edýän elektrikleşdirilen ot-iým paýlaýjynyň kömegi bilen sygyrlara silos, iri baldakly ot-iým paýlap bolýar we şol bir wagtda hem iým gabyndaky galyndy iýmleri arassalap bolýar.

Ot-iým paýlaýjy aşakdaky tertipde işleýär. Sygyrlara berilmeli ot-iým kömekçi transportýor arkaly bunkere (gaba) guýulýar. Düýbi bitewi bunker (gap) ot-iým paýlaýjy ot-iým gabyna dökülýär. Ot-iým paýlaýjynyň önünde ýerleşýän germew, galan ot-iümleri ot-iým gabynyň düýbünden gazap aýyrýar. Şol wagt ot-iým beriji transportýor işlemeýär.

Ot-iým paýlaýjy hereketiniň ahyrynda öz hereketiniň ugruny awtomatik ýagdaýda üýtgedýär, transportýor işe girip iýmleri paýlaýar. Ot-iým paýlaýjy 10 m/min tizlik bilen hereket edip, sagatda 3 tonna iými paýlaýar.

Ot-iým paýlaýjyny iým gabynyň ini 1,2 m bolan elektrikleşdirilen sygyr saklanýan jaýlarda ulanylýar.

Ot-iým päýlaýjy (paýlajynyň ýokarsynda berkidilen) asma ýoluň relesine asylýar. Ol güýç tanapy we elektrik hereketlendiriji arkaly herekete getirilýär. Ot-iým paýlaýjy iýmleriň berilýän ýerinden dolandyrylýar. Düşürýän ýerine çenli iýmleri hereketlendirmek, saklamak, baş bölümlü wagonjyklary içindäki iýmler iým gaplaryna döküler ýaly biraz sägindirip, wagonjyklary ulag ýagdaýyna gaýtaryp getirmek, ot-iým paýlajylary ot-iým paýlaýja çenli hereketlendirmek we ot-iým paýlaýjyny ot-iým ýüklenýän meýdançada saklamak işleri awtomatik usulda amala aşyrylýar.

Wagonjyklaryň oklarynyň arasyndaky aradaşlyk mallaryň ýanaşyk ýatagynyň oklarynyň arasyndaky aradaşlyga deňdir. Wagonjyklaryň uzynlygy iým gabynyň gurluşyna baglydyr. Asma paýlaýjylaryň beýikligini wagonjyklar agdarylanda iým gabyna degip agdarylmaz ýaly edip hasaplaýarlar. Ot-iým paýlaýjy bir gezekde baş sygra iým paýlaýar. Ýüklenen iýmli iým paýlaýjyny goýbermezden öň onuň sazlaýjysyny şol ýa-da beýleki topardaky sygyrlaryň iým gaplarynyň iým paýlaýjylarynyň düşürilmeli ýerine sazlanýar. Munuň üçin iým paýlaýja berkidilen sazlanýan aralyk direg ýeriň üstündäki ýoluň relsine berkidilen degişli direge büdremez ýaly edilip oturdylýar.

Iýmli paýlamak boýunça sagymçynyň etmeli işi diňe iýmli iým paýlaýjysynyň bölümlerine düşürmeklige, gerek topardaky sygyrlaryň aralyk diregini oturtmaklyga we işe giriziji düwmä basmaklyga syrygýar. Entek paýlaýjy baş sygra hyzmat etmek boýunça işler toplumyny ýerine ýetirýän mahaly, sagymçy indiki topardaky sygyrlaryň iýmini taýýarlaýar.

Trosly ot-iým paýlaýjy gurluşlar sygyr saklanýan merkezde mallaryň kelleleri iki hatar ýerleşende iýmli paýlamak üçin niýetlenilýärler.

Her iki iým geçişlere bir wagtda biri-birine garşylykly tarapa, bitewi tanap ulgamyny düzýän iki tanap (biri iş tanapy, iým paýlaýan tarapa, beýlekisi oňa garşylykly tarapa) hereket edýärler.

Gurşawa hyzmat edýän işgär, öz garaýşy boýunça sürgüniň kömegi bilen platformany ony gerek ugra süýşürüp haýsy hem bolsa bir hereket edýän tanap bilen birleşdirýär, ýa-da sürgüni bitarap ýagdaýda goýup, platformany saklaýar.

Mehanizirlenen ot-iým paýlaýan gurluşlaryň dürli görnüşleriniň biri hem iým gaplaryň üsti, gapdaly ýa-da olaryň işi boýunça hereket edýän transportyorlardyr, ýa-da hereket edýän iým gaplardan döreýän transportyorlardyr. Şeýle iým paýlaýjylar maldarçylyk jaýlarda iým geçelgelerini döretmek zerurlygyny aradan aýyrýar.

Iýmli transportirlenýän mahaly mallaryň iým gaplaryna barmaga mümkinçilikleri bolmaýar.

Seredilip geçilen görnüşlerde transportyor gurluşlar mallary iki hatarly ýerleşdirip, daňyda saklamak şertinde peýdalanmaklyga hasaplanylýan. Mallary dört hatarly ýerleşdirmekde gurluşyň iki komplekti (toplumy) gerek bolýar.

Agzalyp geçilen transportýorly iým paýlaýjylaryň esasy kemçiligi, olaryň agyr demir göwrümliligi bolup durýar.

Mallary daňyda ýa-da daňysyz saklamakda iým paýlamak boýunça peýdalanylýan mehanizmleşdirilen serişdeler aşakdaky görnüşlere bölünýärler:

1. Öz-özi hereket edýän iým paýlaýjy gurluşlar.
2. Asma ýoluň relsi boýunça hereket edýän asma gurluşlar.
3. Tanaply ýerüsti iým paýlaýjy gurluşlar.
4. Transportýorly gurluşlar.

Olaryň her biri gurluşlary boýunça köp görnüşli bolup bilerler.

12.3. Sygyrlary maşyn bilen sagmak

Sygyrlary maşyn bilen sagmak daýhan birleşiklerinde, kärendeçi maldar hojalyklarynda peýdalanylýar. Olar sagymçylary agyr gol zähmetinden boşadyp, olaryň zähmet öndürijiligini ýokarlandyrýar we sygyrlaryň sagymyny artdyrmaga mümkinçilik berýär.

Sagym maşynlary sormak esasyda işleýärler. Howa sorujy (wakuum – nasos) mal howlusy ýa-da sagym meýdançasý boýunça ýerleşdirilen turba geçirijidäki we rezin şlanga bilen turba geçirijä birleşdirilen sagym enjamyndaky howany sorýar. Sagym stakanyndaky seýreklenen howa sygryň ýelnine dakylan emzik arkaly ýelniň süýdüni sorup, süýdi stakana guýýar. Howanyň seýreklenmesi wakuum – sazlaýjy arkaly sazlanýar we turba geçirijä tovlanyp ýörite enjam –wakuummetr salnan arkaly barlanýar. Sygyrlary sagmak üçin turba geçirijidäki howanyň seýreklenme derejesi 38 sm simap sütünine barabar bolar ýaly derejede saklanylýar. DA-3M kysymly sagyjy agregatyň toplumyna kuwwaty 2,8 kWt bolan elektrik hereketlendiriji, wakuum – sorujy, wakuum-ballon, wakuum-sazlaýjy, armaturalary bilen birdýumly turbalar toplumy, 10 sagym enjamlary girýär.

Elektrik hereketlendiriji, wakuum – sorujy we wakuum-ballon meýdany 6 m² töweregi bolan aýratyn jaýda oturdylýar. Turba geçiriji poldan 1,6-1,8 m beýiklikde, soruja görä käbir ýapgytlykda iým gabyň uzaboýuna goýulýar.

DA-3M sagyjy enjam dört sagym stakanlardan, kollektordan, pulsatordan, göwrümi 20 litr bolan bedreden, bedräniň gapagyndan we rezin şlangalardan durýar.

Üç taktly sikl (wagt) boýunça maşynly sagym hadysasy soruş gysyş we dync alyş taktlardan (yzygiderli hereketlerden) durýar. Iki taktly siklli sagymda dync alyş takty bolmaýar. Sikliň dowamlylygy çen bilen 1 sek, ýagny siklleriň ýygyllygy (pulsasiýa) minutda 60 barabardyr.

Iki sikl boýunça işleýän sagym maşynlar üç taktly sikl boýunça işleýänlere garanyňda has öndürijiliklidir.

Üç taktly sikl boýunça işleýän maşynlar sygryň ýelnindäki emziklere dakylan sagym stakanlary artyk saklanan ýagdaýlarynda hem az howply bolýarlar.

Esasy magistral şlanga üçlük (troýnik) arkaly sagym enjamyna birleşdirilýär. Üçlük öz gezeginde iki sowma turba arkaly aýratynlykda pulsatora we yzyna gaýdýan klapanyň kamerasyna birleşdirilýär.

Sagym stakana guýlanda süýt turbajygynyň çykgyndysy metal korpusyň içine iteklenýär. Mundan soň rezinli emzik süýt turbajygy bilen bilelikde peşeden ýeňillik bilen çykarylýar. Metal halka rezinli emzikden çykarylýp ondan süýt turbajygy aýrylýar.

Şeýle hem sagym işlerinde ПДА-1 kysymly göçme sagym enjamdan peýdalanylýar.

Soňky ýyllarda sygyrlary sagmaklyk sagym stanoklary bilen enjamlaşdyrylan meýdançalarda hem amala aşyrylýar. Şonda sygyrlaryň özleriniň şol meýdança gelmekleri endik etdirilýär.

12.4. Ekerançylygy elektrikleşdirmek we awtomatlaşdyrmak

Ýapyk toprakdaky işleriň elektrik mehanizasiýasy. Bugardyjy (parnik) we ýyladyşhanalarda elektrik energiýasy topragy we howany gyzdymakda, suwaryş suwlaryny ýylatmak, sorujylary, ýeledirijileri, şeýle hem topragyň we bioýangyçlaryň üstüni täzelemek, torf çüýrüntgili küzejikleri, kubikleri, ulanylýan maşynlary we mehanizmleri herekete getirmekde peýdalanylýar.

Ýapyk toprakda elektrik energiýasyndan işleri awtomatlaşdyrmakda, ilkinji nobatda topragyň we howanyň temperaturasyny we çyglylygyny awtomatik sazlamakda, ýyladyşhanalardaky emeli ýşyklandyryşy awtomatik dolandyrmakda giňden peýdalanylýar.

Ýyladyşhanalardaky topragyň we howanyň temperaturasyny we howasyny barlamakda we awtomatik sazlamakda, şeýle hem onuň ýşyklandyryşyny dolandyrmakda KAP-2 kysymly elektrik gurluşdan, ýagny awtomatik sazlaýjy toplumdan peýdalanylýar.

Awtomatik sazlaýjynyň kömegi bilen ýyladyş, howa çalyşmak (wentilýasiýa), ýşyklandyryş, suwaryş we topragy gyzdymak işleri dolandyrylýar. Gurluşyň ulanýan kuwwaty 300 Wt töweregi. KAP-2 topragyň we howanyň temperaturasyny (temperaturany $\pm 3^{\circ}\text{C}$ we çyglylyk boýunça $\pm 5\%$ çenli takyklyk bilen) sazlaýar.

Gök önümleri ýapyk toprakda ösdürüp ýetişdirmekde parnikleri we ýyladyşhanalary gyzdymak üçin ep-esli çykdaý edilýär. Şonuň üçin ýapyk toprakda tygşylylyk meselesinde senagatdaky ýylylyk galyndylardan peýdalanmak möhüm ähmiýete eýedir.

Bugun we suwuň $(90-95)^{\circ}\text{C}$ temperaturadaky ýylylyk galyndylaryny peýdalanmakda uly bolmadyk boýlerli gurluş gurulýar. Şol ýerden gyzgyn suw ýyladyşhanalara paýlanylýar. Ýyladyşhanalaryň özi diametri 70-100 mm bolan polat turbalar arkaly gyzdyrylýar. Suwuň temperaturasy $(90-95)^{\circ}\text{C}$ bolanda ýyladyşhananyň 1 m^2 meýdanyna $0,8\text{ m}^2$ turbanyň ýyladyş üsti gerek. Turbanyň diametri

76 mm bolanda ýyladyşhananyň 1 m² meýdanyna 3,3 m töweregi turbanyň gerek boljakdygyny aňladýar. Has pes temperaturada turba bolan isleg artýar. Meselem, suwuň temperaturasy 60°C bolanda bu isleg iki esse artýar.

Elektrik energiýasy gymmat bolmadyk etraplarda ýapyk toprakda elektrik bilen gyzdymagyň kabel, ýalaňaç sim, elementli we elementli-elektrodly usullaryndan peýdalanylýar. Ýyladyşhanalary kabel bilen gyzdyrmakda ulanar ýaly ýörite gurluşly gyzdryjy kabeller goýberilýär. Olaryň simleri nikelden taýýarlanyp, garşylyklary 1,0 m üçin 0,5-10 m barabardyr we ýol bererli ýüki 1,0 m üçin 20-40 Wt-dyr.

Topragyň aşaky gatlagyna, şeýle hem gapdal taraplara şlak dökýärler, bu bolsa topragyň aşaky gatynyň we gapdallarynyň ýylylyk ýitgisini azaldýar. Şlaga dökülýän 5-10 sm galyňlykdaky çäge gatynada ýyladyjy kabel ýerleşdirilýär. Çäge kabeliň döredýän ýylylygyny kabul edýär we ony toplan, ýokarky gatda ýerleşýän topraga geçirýär. Kabeliň ýokarky berkidilen bölekleri ýyladyşhananyň howasyny gyzdyrýar. Ýyladyşhanadaky gyzdrylmaly topragyň böleginiň uzynlygy adatça howany gyzdyrmak üçin alynýan kabeliň uzynlygyndan 1,5-2 esse köp alynýar.

Topragy kabel bilen gyzdyrmak iň howpsuz hasaplanýar, sebäbi kabeliň içki simleri daşky gatlak bilen gysga utgaşma etse, kabel ýanyp zaýаланýar.

Gyzdyryş temperaturasy datçikler arkaly awtomatik sazlanýar. Datçiklerde galtaşmaly termometrler we bimetal termosazlaýjylar bolýar. Olar öçüriji enjamyň, mysal üçin, magnitli goýberijiniň aralyk relesine täsir edýärler. Awtomatik sazlaýyşda elektrik energiýasynyň harçlanyşy 40% peselýär.

Şeýle hem gyzdryjy kabelden, ýyladyşhanalary (teplisalary) gyzdyrmakda peýdalanylýar.

12.5. Suwaryş üçin niýetlenen gurluşlaryň elektrikleşdirilişi

Däne, tehniki we ýörite ekinleriň uly meýdanlaryny mehanizmleşdirilmedik usuly bilen suwarmak mümkin däl, sebäbi bu uly işçi güýjüni sarp etmekligi talap edýär.

Ýerleri elektrik energiýasy bilen suwarmak daýhan birleşikleri we kärendeçi hojalyklar üçin ykdysady taýdan bähbitli. Elektrik energiýasy zähmet öndürijiligini mese-mälim ýokarlandyrýar.

Elektrik bilen suwarma işleri öz-özünü basym ödeýär, suwarylýan ýerlerden alynýan önümiň özüne düşýän bahasy, suwarylmaýan ýerlere garanynda pes bolýar.

Mehanizmleşdirilmedik suwarmada 1 m³ suwy getirmek we paýlamak üçin edilýän çykdajy (suw at bilen daşalanda) 8 adam sag/m³ barabar bolýar, haçan-da bu iş elektrik mehanizasiýa arkaly amala aşyrylanda bolsa, bu çykdajy 0,08 adam. sag/m³ deňdir.

Adatça emeli suwaryş: özakymlaýyn we ýagys ýagdyrmak usullary boýunça amala aşyrylýar. Özakymlaýyn suwaryşda suw suwarylmalý meýdanyň iň beýik nokadyna çykarylýar we ol ýerden suwarylmalý meýdanyň aýry-aýry ýerlerine

özakymyna ugrukdyrylýar. Ýagys ýagdyrmak usulynda ýörite ýagys ýagdyryjy gurluş arkaly suw batly basys astynda ekin meýdanyna sepelenýär.

Ýagys ýagdyryjy gurluşyň özakymyna suwaryşa garanynda aşakdaky esasy artykmaçlyklary bar:

1) suw has netijeli harçlanýar;

2) meýilleşdirilýän işleriň göwrümi az bolýar we topragy işläp bejermekligi mehanizmleşdirmeklige we hasyly ýygnamaklyga päsgel berjek ownuk ulgam gurluşyklary boýunça her ýylky işleri ýerine ýetirmeli bolmaýar;

3) toprak batgalyga we şorlanma sezewar edilmeýär;

4) topragyň çyglanyşyny gowy sazlap bolýar we az işçi güýji sarp edilýär.

Häzirki döwürde ýagys ýagdyrmak usuly bilen aglaba gök önüm we miwe, ir-ýimiş ekinleri suwarylýar. Soňky ýyllarda bu usul bilen tehniki we ýörite ekinler hem suwarylýar. Suwaryş işlerde bir tigirli merkezden daşlaşýan sorujylar ulanylýar.

XIII BAP

OBA HOJALYK MAŞYNLARYNYŇ WE ENJAMLARYNYŇ AWTOMATLAŞDYRYLAN ELEKTRIK HEREKETE GETIRIJILERI

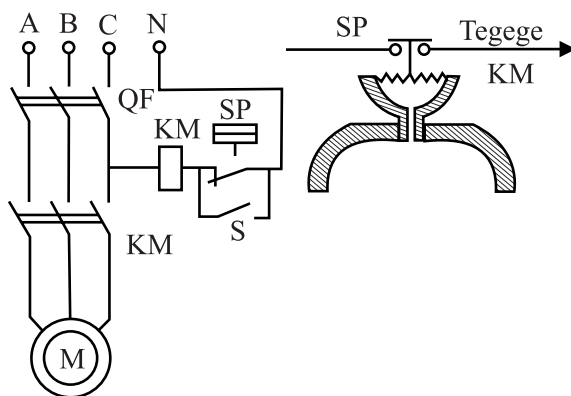
13.1. Suw üpjünçiliginiň enjamlarynyň elektrik herekete getirijileri

Oba hojalyk önümçiliginde dürli çeşmeleriň suwuny ulanýan üçekli (башенные) we üçeksiz (безбашенные) awtomatik suw berijileri giňden ulanylýar.

Üçekli suw galdyryjylary. 13.1-nji suratda getirilen shema boýunça awtomatik usulda işleýärler. Suw galdyryjynyň esasy bölekleri – suw sorujyny herekete getirýän *M* elektrik hereketlendirijiden, *QF* awtomatik öçürijiden, *KM* magnit işe goýberijiden, *VD1...VD4* göneldiji köprüniň üsti bilen birleşdirilen derejäniň relesinden, ýokarky we aşaky derejeleri görkezýän *SL1* we *SL2* elektrodlardan durýan derejäniň elektron datçiklerinden durýar. Suw galdyryjyny işe girizmezden öňinçä *SA* geçirijini üýtgedip, “El bilen” dolandyrylýan ýa-da “Awtomat” ýagdaýlarda goýulýar. Soňra *QF* awtomatik öçüriji işe girizilýär. Suw berijiniň gabynda suwuň ýok, *SA* geçirijiniň bolsa “Awtomat” ýagdaýlarynda duran mahalynda, tok $KV:1$ derejäniň relesiniň aýryjy açarynyň birleşen galtaşmasyndan, üç fazaly elektrik zynjyryndaky suw sorujyny aýlandyran *M* elektrik hereketlendirijini işe goýberýän we duruzýan *KM* magnit işe goýberijiniň esasy galtaşmalaryndan we tegeginden geçýär. Suw suw berijiniň suw ýygnaýjy gabyna gelip başlaýar. Gapdaky suwuň derejesi ýuwaş-ýuwaşdan aşakdaky derejäni görkezýän *SL2* datçigiň oturdylan

[illegible]

Howaly-suwly gazanly, üçeksiz suw çekijileri. Awtomatik suw çekijileri dolandyrmak üçin gazanyň içindäki howanyň basyşyny duýýan SP basyşyň rellesi ulanylýar. Suw çekijini işletmek üçin QF awtomatik öçüriji işe girizilýär (13.2-nji surat).



13.2-nji surat. Üçeksiz awtomatik suw çekijiniň esasy elektrik shemasy:
a – dolandyryjy shemasy; b – basyşyň relesi

Gazanda suwuň bolmadyk halatynda *SP* basyşyň relesiniň galtaşmalary ýapyk ýagdaýynda durýar. Tok *KM* magnit işe goýberijiniň tegeginden geçýär. Ol suw sorujyny aýlaýan *M* elektrik hereketlendirijisiniň işini dolandyrýar. Netijede, suw sorujynyň işlemegi esasynda suw gazanyň içine guýlup, ondaky howa gysylp başlaýar. Haçan-da, gazanyň içindäki basyş berlen in uly bahasyna ýetende, basyşyň relesiniň çee membranasy egrelýär. *SP* basyşyň relesiniň galtaşmalary açylýar, magnit işe goýberiji öçýär we elektrik hereketlendirijisi hem-de suw sorujy duruzylýar. Gysylan howanyň basyşy astynda, gazandaky suw geçiriji sete berilýär. Haçan-da, gazandaky howanyň basyşy berlen minimal bahasy bilen deňleşende, basyşyň relesi täzeden işläp başlaýar we magnit işe goýberiji hem-de suw sorujy işläp başlaýar.

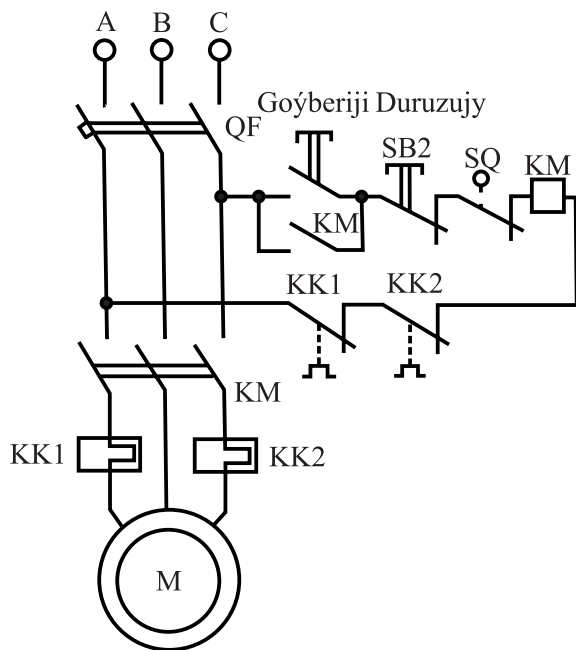
Eger-de, käbir sebäbe görä basyşyň relesi suw sorujyny işden çykarmasa, haçan-da basyş berlen bahasyndan artsa, ýöriteleşdirilen goraýjy klapa işe girýär we onuň üsti bilen suw gelip başlaýar. Üçeksiz suw çekijileri suw gaplaryny beýiklikde saklamak üçin gymmat baha durýan üçekleri gurmaklygyň gerekligini aradan aýyrýar. Şonuň üçin üçeksiz usul bilen suwuň berlişiniň bahasy üçekli usula garanda 1,5...2 esse arzan düşýär. Bu usulyň ýetmezçiligi wagtyň geçmegi bilen gazandaky howanyň suwda eremegi bilen suw sorujynyň çalt-çaltdan işlemeli bolýanlygydyr. Bu kemçiligi aradan aýyrmak üçin häzirki zaman üçeksiz suw çekijilerde gazandaky ätiýaçdaky howa awtomatik usulda doldurylyp durulýar. Mundan başga hem gazanyň içinde bölüji rezin diafragmaýy gazanlar goýberilýär. Üçeksiz suw çekijileri el bilen dolandyrmak üçin *S* öçüriji ulanylýar. Suw çekijiler suwa çümdürilýän merkeze ymtylýan elektrik suw sorujyly agregatlar bilen üpjün edilýär. Galtaşmasyz elementli sorujy agregatlary awtomatik dolandyrýan IIIЭТ, САУНА görnüşli ulgamlar, aşa ýükden goraýjy elementli sorujy agregatlary dolandyryjy КУПНА gurluşlaryň toplumu, suw sorujyny ýuwaş-ýuwaşdan işe goýberýän КУППН gurluşlaryň toplumu çykarylýar.

13.2. Maldarçylyk fermalarynda iýmleri taýýarlamak, paýlamak üçin ulanylýan maşynlaryň elektrik herekete getirijileri

Maldarçylyk we guşçulyk fermalarynda iýmler iým sehlerinde we iým aşhanalarynda taýýarlanylýar. Onuň üçin üç fazaly asinhron elektrik hereketlendirijilerini herekete getirýän ýöriteleşdirilen maşynlar we agregatlar ulanylýar. Elektrik hereketlendirijileri we maşynlary biri-biri bilen tekiz kemerli geçirijiler we muftalar hem-de reduktorlar arkaly birleşdirilýär.

“Волгарь-5” kysymly iýmleri owradyjy. Ol kökli önümleri, ýaşyl massany, silosy, iri iýmli owratmak üçin ulanylýar. Owradylan massa ýonuşga we ownuk maňyz görnüşinde bolýar. Maşynlar kuwwaty 22 kWt bolan üç fazaly asinhron elektrik hereketlendirijiniň kömegi bilen herekete getirilýär. Kesiji enjamyň barabanynyň aýlaw ýygylgy 730 min^{-1} , owradyjynyň ýygylgy 1000 min^{-1} . Owradyjynyň dolandyrylyş shemasy 13.3-nji suratda getirilýär.

Aşa ýükde SQ – ahyrky öçürijiniň kömegi bilen M – elektrik hereketlendirijini öçürmek üçin owradyjy enjam goraýjy gurluş bilen üpjün edilendir. Iýmiň görnüşine baglylykda maşynyň öndürilijligi 0,8 den 10 T/sagada çenli bolýar.



13.3-nji surat. “Волгарь-5” kysymly iýmli owradyjynyň dolandyrylyşynyň elektrik shemasy:

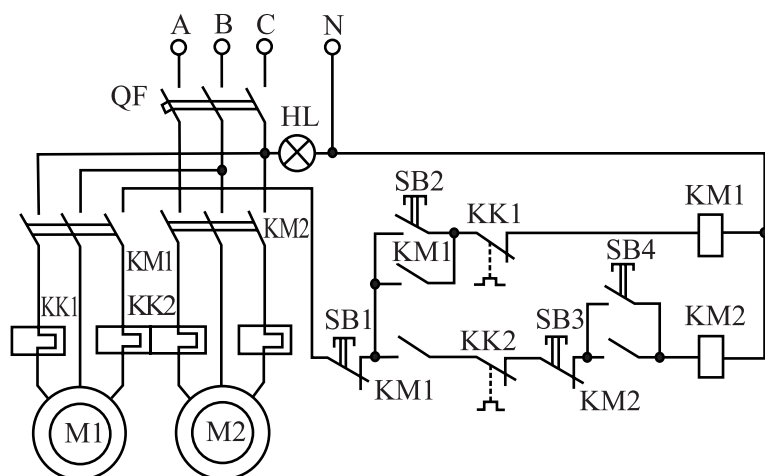
QF – awtomatik öçüriji; SB – diwmeli öçüriji; SQ – ahyrky öçüriji;
 KM – magnitli işe goýberiji; $KK1...KK2$ – ýylylyk releleri

PKY-200 uniwersal iým paýlaýjy öňünden owradylan ähli iýmleriň görnüşlerini ýa-da çyglylygy 70% bolan olaryň garyndylaryny iki hatarly iýmleýjili bakdakly iri şahly mallary iýmlemek üçin ulanylýar. Bu iým paýlaýjyda PKC-3000 iým paýlaýjynyň elementleriniň 70% ulanylýar. Şonuň üçin onuň işleýşi PKC-3000 iým paýlaýjynyň işleýşi ýalydyr. Iým paýlaýjynyň öndüriligi iýmiň görnüşine baglylykda sagatda 1...10 tonna deňdir. Ony bir adam işledýär. Iými doly paýlamak wagty 40...60 minuda deňdir. PKY-200 uniwersal iým paýlaýjyny ulanmaklyk işiň çykdaýlaryny ep-esli kemeldýär, işleýän adamyň iş şertlerini we mallaryň saklanyşyny gowulandyryr.

13.3. Ders aýryjy enjamlaryň elektrik herekete getirijileri

Maldarçylyk fermalaryndaky önümçilik toplumlarynda mallaryň we guşlaryň derslerini arassalamak işi zähmete sarp edilýän çykdaýlaryň 30%-ine deň bolýar. Şonuň üçin dersi aýyrmak üçin dürli görnüşli elektrikleşdirilen hem-de mehanizmeleşdirilen enjamlar we konweýerler ulanylýar.

TCH-160 görnüşli gyrdaýjy transportýory mal saklanylýan jaýlardan dersi aýyrmak we ulaga ýüklemek üçin ulanylýar. Enjamyň öndüriligi sagatda 4...5,5 tonna deňdir. Bu enjam kese we ýapgyt transpotýorlardan durýar. Olar kuwwaty 4 we 1,5 kWt bolan asinhron hereketlendirijisi tarapyndan herekete getirilýär hem-de ýöriteleşdirilen stansiýa tarapyndan dolandyrylýar.



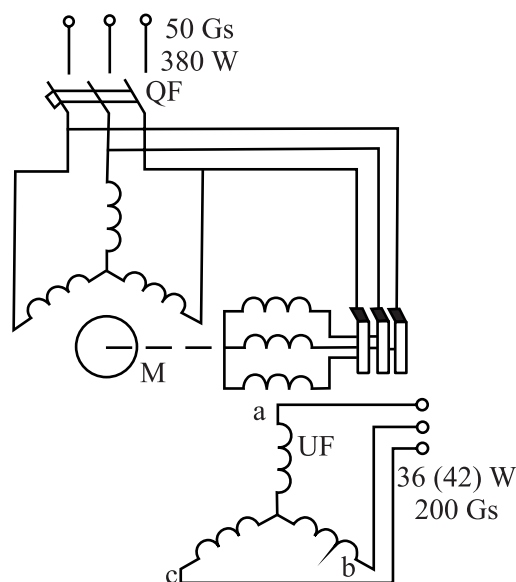
13.4-nji surat. TCH-160 görnüşli gyrdaýjy transportýoryň dolandyrylyşynyň shemasy

Transportýory işe çirizmek üçin ilki bilen *QF* awtomatik öçüriji işe girizilýär (13.4-nji surat). Soňra *SB2* düwmäniň kömegi bilen *KM1* magnit işe goýberijiniň

üsti bilen ýapgyt transpotýoryň *M1* hereketlendirijisine elektrik togy berilýär. Şol bir wagtyň özünde kömekçi *KM1* galtaşma *KM2* magnit işe goýberijiniň dolandyrýan zynjyryny işe taýýarlaýar. Soňra *SB4* düwmä bilen kese transportýoryň *M2* elektrik hereketlendirijisi işe girizilýär. Transportýorlar *SB3* we *SB1* düwmeler tarapyndan ters tertipde duruzylýar.

13.4. Dowarlary gyrkmak üçin ulanylýan maşynyň elektrik herekete getirijileri

Häzirki wagtda dowarlary gyrkmak üçin dürli görnüşli gyrkym agregatlary giňden ulanylýar. Bu enjamlarda ýokary ýygylýkly MCV-200 atly gyrkym maşynlary ulanylýar. Bu maşynlar ИЭ-94-03 toguň ýygylýgyny asinhron öwrüjileri ýa-da ПЧФ-4-200-36 atly ýygylýgy statiki ferromagnit öwrüjisi tarapyndan iýmitlenýärler. Toguň ýygylýgynyň asinhron öwrüjileriniň shemasy 13.5-nji suratda getirilýär. Onda 50 Gs ýygylýkly üç fazaly üýtgeýän togy, ýygylýgy 200 Gs bolan ýokary ýygylýkly toga öwürmegiň shemasy getirilýär. Bu öwrüjiniň bir okunda aýlaw ýygylýgy $n = 3000 \text{ min}^{-1}$ bolan gysga utgaşdyrylan rotorly asinhron elektrik hereketlendirijisi we generaror-öwüriji düzgüninde işleýän faza rotorly asinhron elektrik hereketlendirijisiniň esasynda ýasalan alty polýusly ýygylýgy öwrüji oturdylýar. Ýygylýgy öwrüjiniň sarymy, onuň statorynda döreýän magnit meýdany rotoryň aýlanýan ugruna garşylykly aýlanar ýaly edilip birleşdirilýär.



13.5-nji surat.
Asinhron ýygylýgy öwrüjiniň elektrik shemasy

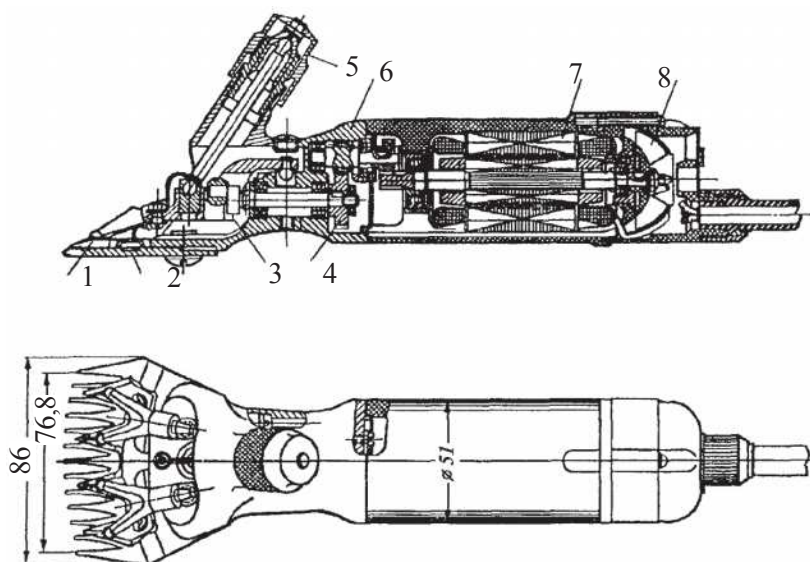
Statoryň her bir sarymynyň üç sany jübüt polýuslary ($p = 3$) bar. Onuň üçin onda aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenýän ýygylkly EHG emele gelýär:

$$f = (n_r + n_{mm})p / 60 = (1000 + 3000) \cdot 3 / 60 = 200\text{Gs},$$

bu ýerde: n_r – rotoryň aýlaw ýygylgy; n_{mm} – öwrüjiniň rotorynyň sarymlarynda döreýän magnit meýdanynyň aýlaw ýygylgy; p – öwrüjiniň statorynyň sarymlaryndaky jübüt polýuslarynyň sany.

Toguň ýygylgynyň statiki öwrüjisi bolan ПЧФ-4-200-42 hem asinhron öwürijiniň işini ýerine ýetirýär. Bu öwrüjiniň setden alýan kuwwaty 2 kWt bolup, berýän kuwwaty bolsa 1,2 kWt-e deňdir. Onuň massasy 135 kilograma deňdir.

Ýokary ýygylkda işleýän MCY-200 kysymly gyrkym maşyny (13.6-njy surat) gyrkyjy başdan (6) we elektrik hereketlendirijisinden (7) hem-de iýmitlendiriji şnurdan, öçürijiden durýar. Gyrkyjy başyň daşky gabygy bolup, 4 geçiriji mehanizmden, 1 we 2 kesijilerden, 3 merkezde saklaýjy hem-de 5 gysyjy mehanizmlerinden durýar. Maşynyň daşky gabygy alýuminiň ergininden ýasalan bolýar. Gysyjy 5 mehanizm pyçagyň işçi tekizligi bilen daragyň aralygyndaky yşy kiçeldýär. Ol ýokarky böleginiň gysyjy gaýkasy bolan ştuserden durýar. Soňky gysyjy patrona direlip, maşynyň hereketli egnine sterženi basýar. Hereketlendirijini sowatmak üçin 8 ýelpewaç ulanylýar. MCY-200 kysymly maşynyň gyrkýan aralygynyň ini 76,8 mm-e deňdir. Pyçagyň öňe-yza edýän hereketi minutda 2200-e deň bolup, pyçagyň 4 sany we daragyň bolsa 13 sany dişi bardyr. Maşynyň massasy 1,55 kilograma, elektrik hereketlendirijisiniň kuwwaty hem 0,13 kWt-e deňdir.



13.6-njy surat. Ýokary ýygylkda işleýän MCY-200 kysymly gyrkym maşyny

XIV BAP MATERIALLARYŇ ELEKTROFIZIKI TAÝDAN IŞLENIP BEJERILIŞI

14.1. Materiallaryň elektrik togy bilen işlenip bejerilişi

Oba hojalyk ekinleriniň hasyllylygyny ýokarlandyrmak üçin däneler ekişden öň elektrik togy arkaly işlenip bejerilýär. Däne örtüklileriniň arasynda napryäženiýesi 100–400 kW/m elektrik meýdany döredilýän kondensatorlar arkaly işlenip bejerilýär. Dürli ösümlikleriň dänelerini işläp bejermegiň dowamlylygy 20-180 s-e barabardyr.

Köp oba hojalyk ösümlikleriniň dänesini ýurduň dürli ýerlerinde işläp bejermegiň netije berendigi tassyklandy. Hususan hem däne ösümlikleriniň hasyllylygyny 10-15%, mekgejöweniňki bolsa 25% çenli ýokarlanýar. Şunuň bilen birlikde hem alynýan önümiň hili äşgär ýokarlanýar.

Gowşak elektrik togunyň (dykyzlygy 0,1–0,5 A/m²) ösümlikleriň ösüşini çaltlandyryandygy, olaryň ýetişmesini tizleşdirýändigigi, hasyllylygyny artdyryandygy kesgitlenen.

Toguň ýeterlik uly dykyzlygy ösümlikleriň ösüşini haýalladýar. Şeýle bolan soň beýle etmeklik haşal otlaryň garşysyna göreşmekde ulanylýar. Bu düzgün traktoryň esasynda gurlan agregatyň gurluşynda ulanylýar. Şonda traktoryň kuwwat okuna berkidilen elektrik togunyň generatory herekete getirilýär. Generatoryň döredýän togy transformatoryň ilkinji tegegine birleşdirilýär. Transformatoryň ikinji tegeginin uçlary bolsa asma we ýer bilen birleşdirilen elektrodlaýa çatylyar. Asma elektrodlaý topragyň üsti bilen hereketlenip, haşal otlara galtaşýar. Şonda haşal otlaryň üstünden akýan tok olaryň baldagyny we köklerini zaýalaýar.

Mallar üçin iýmlik otlar taýýarlananda otlary guratmagy tizleşdirmek usulynyň ähmiýeti uludyr. Şol usullaryň biri hem ösümlik çig malyny elektroplazmolizlemekdir. Plazmoliz munuň özi protoplazmalary gysyp öýjükleriň protoplastyny onuň gabygyndan gat-gat edip aýyrmakdyr. Kābir çäklerde bu hadysa öňki derejesine gelip bilýär, emma güýçli täsirde protoplazma başdaky häsiýetini dikeldip bilmeýär we öýjükler ölýärler. Öýjükler ölenden soň onuň bilen baglanyşykly suwuklyk öýjükleri giňişlige çykýarlar.

Plazmoliz mehaniki, ýylylyk, elektrik we beýleki usullar arkaly ýerine ýetirilýär. Elektroplazmoliz munuň özi öýjüklere elektrik toguny täsir edip plazmolizi döretmeklikdir. Elektroplazmoliz üçin üýtgeýän senagat tokdan we ýokary ýyglykly we impulsly hemişelik tokdan peýdalanylýar. Önümiň dargamak mümkinçiligi sebäpli hemişelik tokdan peýdalanylmaýar.

Ösümlük çig malyny elektrop plazmoliz etmek üçin elektrop plazmolizator diýlip atlandyrylýan ýörite gurluşdan peýdalanylýar. Elektrop plazmolizatoryň has köp ýaýran görnüşi okjagaz görnüşde bolýar. Bu gurluş biri-biriniň arasynda belli bir yşy bolan özi hem kese esasyda oturdylan we biri-birine garşylykly podşipnikde aýlanýan iki sany metal okjagazdan-elektroddan durýan agregatdan ybaratdyr. Podşipnikler we esasy okjagazlardan elektrik taýdan goralgy bolýar. Okjagazlara elektrik tok biri-birine galtaşýan we olara berkidilen halkalara berilýär. Ösümlük çig maly okjagazlaryň arasyndan üznüksiz hereket edip geçýär we elektrik zynjyry utgaşdyrýar.

Meýdandaky iýmlik otlary emeli ýol bilen guratmaklyk elektrop plazmolizi we otlary ýygyp ýatymaklygy utgaşdyrmak arkaly güýçlendirilýär.

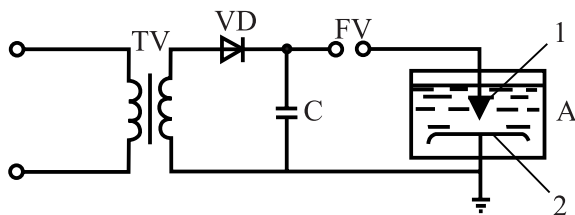
14.2. Elektrik uçgunyndan peýdalanmak

Uçgun toparlaryndan peýdalanmak. Uçgun toparlary munuň özi, kähalatlar-da çylşyrymly aýdyň egrenen we şahalanan sapajyklar bolup, elektrod lary toparlara birleşdirýär. Plazma (ionlaşan gaz) bilen doldurylan şol sapajyklar üznüksiz döreýärler we tüzeleri bilen çalşyp, ýitip gidýärler.

Köp fiziki hadysalar (dykzlygy uly elektrik togy, uçgun tolkuny, uçgun toparlarynyň ýokary gyzygynlygy we başg) bilen bagly bolup, elektrik uçgunly hatarlar energiýanyň islendik mukdaryny almaklygy üpjün edýändigini we ony islenýän ýere gysga wagtlaýyn bölek bat bermäge mümkinçilik döredýänligi sebäpli ondan her hili ýagdaýlarda peýdalanylýar.

Elektrik toparlaryndan elektrikgidrawlik täsir almakda peýdalanylýar. Elektrikgidrawlik täsir munuň özi elektrik toparlarynyň bady bilen suwuklyklarda ýokary basyşyň döredilmegidir.

Elektrik-gidrawlik täsiri almak üçin hyzmat edýän bat generatorynyň ýönekeý shemasy (14.1-nji surat) zarýad zynjyryndan güýçlendiriji TV-transformatordan we VD-göneldijiden; energiýany toplaýjy C-kondensatordan, toparlary (adatça howa uçgun toparlary) dörediji aralyk FV-zynjyrdan we suwda ýerleşýän esasy aralyk A uçgundan durýar.



14.1-nji surat. Elektrik-gidrawlik täsiri almak üçin hyzmat edýän bat generatorynyň ýönekeý shemasy: 1 we 2 – elektrodlar

Elektrik batly uçgunlary dörediji generator aşakdaky tertipde işleýär. Zarýad zynjyry kondensatory aralyk uçgunlary döredijini deşip alýan naprýaženiýä çenli

zarýadlandyrýar. Şol wagtyň dowamynda toplaýjy suwdaky esasy aralykdaka utgaşýar we soňkynyň deşilip açylmagy bolup geçýär. Suwdaky açylmadan soň elektrodларыň arasynda tok geçiriji döräp, toplaýjy kondensatorda tok toparларыny döredýärler. Onlarça we ýüzlerçe kiloampere ýetýän toparларыň togy sapakdaky plazmany 10^4 K temperatura çenli gyzdyrýar. Suwuň az gysylýanlygy sebäpli sapakdaky plazmanyň gyzmasy sapak toparларыnyň basyşynyň 10^9 Pa çenli ýokarlanmagyna getirýär. Bu basyş ähli tarapa berlip, suwda urgy tolkunyny döredýär. Elektrogidrodinamik täsiriň urgy tolkun ýagdaýyndan başga-da suwuklygyň tizlik akymynyň, akustik şöhlenlenmaniň ýylylyk urgusynyň, daş-töweregiň tok hatarларыnyň, elektromagnet şöhlenlenmeleriniň bolmagy mümkin.

Toparlar hadysasynda kondensatoryň naprýaženiýesi peselýär we hadysa zynjyryň ähli ululyklary bilen kesgitlenýän ýygylýklarynda şol bir yzygiderlilikde gaýtalanyp durýar.

Elektrik-gidrawlik täsir meýdanda ýatyrylan otlary owratmakda ulanylýar. Şonça elektrik-gidrawlik täsir suw bilen doldurylan, ýatyrylan otlarda deslapky deşilip döredilýän ýörite deşikli gapda (deşiğiň diametri 22-40 mm, gabyň çuňlugy ýatyrylan otlaryň beýikliginiň 1/3 bölegine barabar edilip döredilýär. Bu usuly durmuşa geçirmek üçin “Вулкан” we “ЭГУФН” kysymly gurluşlar döredilen. “ЭГУФН” gurluş bat beriji generatordan, dolandyryjy pultdan, üýtgeýän toguň generatory berkidilen içinden ýandyrylýan hereketlendirijiden, DK-9 kysymly kompressory bolan iki sany elektrik ýada pnevmopreforatorдан durýar. Onuň naprýaženiýesi 6 kW, bat berijiniň energiýasy 150 kJ, elektrik energiýanyň harçlanyşy $0,2 \text{ kW}\cdot\text{sag}/\text{m}^2$, bellenen kuwwaty 10 kWA.

Elektrik-gidrawlik täsirde döreýän suwuklyklaryň tolkun urgusyny we tizlikli akymларыny dürli materiallary we maddalary arassalamakda we ýuwmakda peýdalanmak mümkin. Muňa mysal edip ýüňleri ýuwyýan elektrikgidrawlik gurluşy görkezmek bolar. Bu gurluşyň toguň bat beriji generatory BTM-15/50 kysymly transformator göneldijiniň we KЭМ-50-1 bat beriji kondensatoryň esasyна berkidilýär. Arassalaýyş işi şeýle görkezijilerde amala aşyrylýar: $u = 5 \cdot 10^4 \text{ W}$; $C = (1 - 4)10^{-6} \text{ F}$. Gurluşyň öndürilijili başarjaňlygy 250 kg/sag-e barabar bolanda ulanýan kuwwaty 15 kWt. Ýüňi işläp bejerýän kamera üçin niýetlenen esasy shema elektrikgidrawlik täsiri almak üçin niýetlenen gurluşa meňzeşdir.

Kameranyň aşaky bölegi fokus aralygy hatarlar bilen utgaşdyrylan aýlanýan parabola görnüşdedir. Bu ýüňüň ýerleşýän yerindäki tolkun urgusyny we suw akymyny toplamaga mümkinçilik berýär. Elektrik gidrawlik usul tejribe taýdan ýüňüň elde işlenip bejeriliş hiline birmeňzeşligi üpjün edýär, emma ol zähmet öndürilijiligiň 1,5-2 esse artmagynyň hasabyna ykdysady taýdan netijeli bolup durýar. Suwuň sarp edilişini 1,5-2 esse we ýuwujy serişdeleri hem 2,5-3 esse kemeldýärler. Ýuwujy agregatlara garanynda elektrikgidrawlik gurluşyň metal taýdan agyrlыgy 2,5-3 esse azdyr, emma arassa süýümiň çykyşy 0,5-1% köpdür.

Elektrik-gidrawlik suwy galdyryjylar hem işlenip taýýarlanan. Bu suw galdyryjynyň iş düzgüni elektrik tolkunларыnyň iş aralyklaryndaky döreýän urgularыnyň tolkun urgusy sorujy klapandan suw böleklerini gysyp çykarmaklyga esaslanandyr.

Elektrikgidrawlik täsirde döreyän tolkun urgusy we beýleki ýagdaýlar mikroorganizmleri öldürýärler. Bu hadysany suwuk sredany (derýa suwlaryny, ýa-da suwlary we başg) ýokançsyzlandyrmakda peýdalanmak mümkin. 1m^3 suwy doly ýokançsyzlandyrmak üçin 0,1-0,2 kWt/sag elektrik energiýasy harçlanýar.

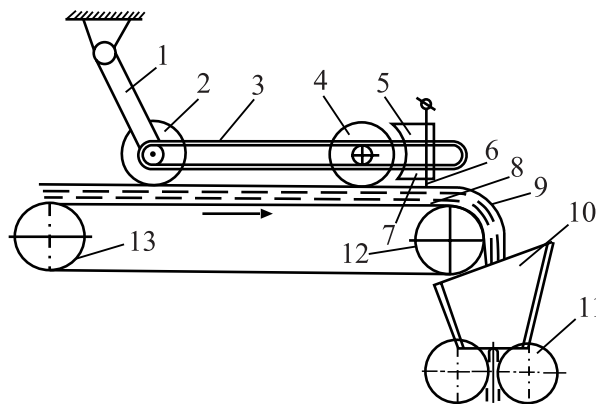
Ösümligiň içki gatlagyndan daşky üste garanyňda çygy aýyrmak kyn bolýar. Zaýаланan dokumalar özleri bilen bagly erkin faza geçýän we dokumara giňişlige siňýän çyglylygy saklamaga ukyply bolmaýarlar.

Uçgun bilen işlenen ot soňra 0,15 MPa basyş edýän tekiz ýasylaýjy oklarynyň (11) arasyna düşýär. Ýasylanma netijesinde baldak dikligine ýarylýar. Ýaryklardan baldagyň içindäki erkin çyglar aýrylyp çykýarlar. Elektrik uçguny hem ýasylanma bilen işlenen otlar meýdan şertinde hiç hili işlenmäniň ýok ýerinde we diňe ýasylap guratmaklyga garaňda 2,2 esse çalt guraýar, guradylan otuň, barlanyp durlup guradylana garaňda iýmit maddasy 12% peselýär, proteini (iýmit dokumasyny ýitiren ýagdaýynda) bolsa, 2,3 esse ýitýär.

Uçgun toparly gurluşlar gerekmejek ösümlikleriň (haşal otlar, medeni ösümlikleriň maýsalary) kökünü ýok etmekde ulanylýar. Şonda toguň zynjyry şeýle tertipde emele gelýär: asma elektrod-uçgun sapaklary – ösümlük – toprak-ýer bilen birleşdirilen elektrod. Asma elektrod topragyň üsti boýunça hereket edýär, emma ýer bilen birleşdirilen elektrod bolsa galyň toprak we onuň üsti boýunça hereket edýär.

Doňuzdarçylykda gaty materiallary işläp bejermek üçin iýmit galyndylary guradylyp owradylyp zyýansyzlandyrylýar.

Uçgun toparlaryndan ösümlikleri guratmaklygy çaltlandyryjy gurluşlarda peýdalanylýar. Onuň shemasy 14.2-nji suratda şekillendirilendir.



14.2-nji surat. Uçgun toparlaryndan ösümlikleri guratmaklygy çaltlandyryjy gurluş:

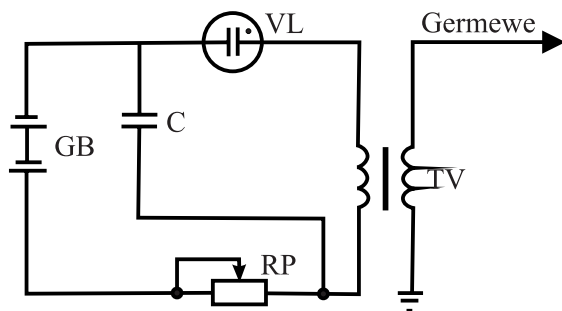
- 1 – dartyjy; 2 – ýere birleşdirilen tigirçek; 3 – izolirlenen çekiji; 4 – kopirleýji tigirçek;
- 5 – izolirlenen daşky gap; 6 – razrýadnigiň elektrody; 7 – deşik; 8 – izolirlenen geçiriji zolak;
- 9 – gaýtadan işlenilýän otlar; 10 – gap; 11 – biri-birine degip duran oklar;
- 12 we 13 – transportýoryň silindr şekilli bölegi

Gurluşda orlan ot özi hereket edýän agregatda oturdylan, lentasy (8) tok geçir-meýän materialdan ýasalan transportýora (A) berilýär. Ýatyrylan ot ýer bilen birikdi-rilen tigirçege (2), soňra bolsa kopirleýji tigirçege (4) barýar. Mundan soňra hem elektrodyň (6) aşagyndan geçip, uçgun toparlarynyň hatarlarynyň täsirine düşýär. Naprýaženiýe bat beriji generatordan togy aýryjy elektrod bilen ýer aralyga goýulýar.

Uçgun togy ösümligiň, ylaýta-da onuň baldagynyň ortasyndaky janly dokuma-lary zaýalaýar. Bu bolsa, oty mundan beýläk guratmakda otuň öz çygyny bermegine kömek edýär, onuň içki gatynyň çygyny üstki gatyna garaňda aýyrmak kyn bolýar.

Ýokary naprýaženiýäniň impulsalary (bat berijileri) elektrik germewlerde ula-nylýar. Elektrik germew izolýatorly agaç ýa-da metal direglere asylan izolýasiýa-syz geçirijidir. Geçiriji sime ýörite ýokary naprýaženiýäniň impulsaryndan wagtal-wagtal impulsar-urgular berilýär. Elektrik germewler oba hojalyk mallaryny agylda saklamakda, ekinleriň daşyny wagtlaýyn ýapyp we bede küdelerini depelemekden goramakda; howply ýerleriň (jarlaryň, çukurlaryň we başg) daşyna gorag etmekde ulanylýar. Şeýle hem elektrik germewden mallara ot-ıým paýlamakda, sygyrlary sagym meýdançasyna sürmekde, doňuzlary türgenleşdirmekde ulanylýar. Elektrik germewleriň sany (dikligine) birden-üçe, asmanyň beýikligini we diregleriň arasy-ny mallaryň görnüşine görä saýlanylýar (14.3-nji surat).

Pulsator germewiň simini minutdaky ýygylgy 60-100 impulsly, naprýaženiýesi 9-12 kW bolan ýokary naprýaženiýe bilen üpjün edýär. Mallar sime degenlerinde olaryň bedeni boýunça sim arkaly uly bolmadyk mukdardaky ($3 M_{A.S}$ geçmeýän) elektrik togy akýar. Emma mallar tarapdan bu uly bolmadyk tok urgusy, olarda simli goraga degenlerinde “gorky” refleksini döretmäge ýeterlik bolýar. Elektrik germewler impulsalaryň pulsatorlary dörediji dürli görnüşdäki elektron generator-lar bilen bilelikde goýberilýär. Olar üznüksiz we garaşýan tertipde işläp bilýärler. Üznüksiz tertipde işlände pulsator germewiň simine ýokary naprýaženiýäniň im-pulsalaryny hemişelik berýar. Bu tertip elektrik energiýasynyň köp harçlanýandygy sebäpli, gymmata düşýär. Garaşylýan tertipde bolsa pulsator ýokary naprýaženiýä-niň impulsalaryny mallar olar diňe golaýlaşanlarynda berýar. Bu bolsa özbaşdak çeşmeli elektrik energiýany tygşytly peýdalanmaga mümkinçilik döredýär.



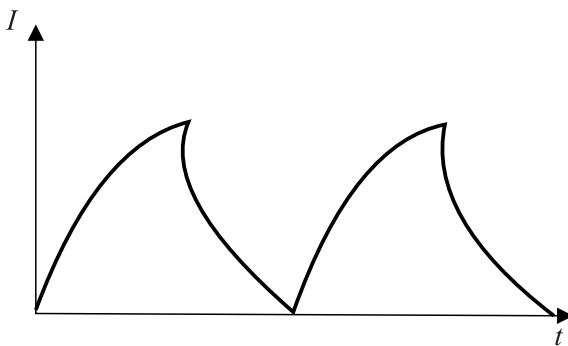
14.3-nji surat. Elektrik germewleriň impulsar generatorynyň gurluşynyň shemasy

Elektrik germewleriň impulsar generatory C kondensatordan, VL -neon çyrajydan, RP potensiometrden we TV güýçlendiriji transformatordan durýar.

Generator GB elementleriň batareýasyndan ýa-da üýtgeýän toguň setinden iýmitlenýar. Üýtgeýän tokdan iýmitlenende generatoryň zynjyrynda ýarymgeçirijili diod bolýar.

Impulsar generatory şeýle işleýär. Pulsator tok çeşmesine birleşdirilende C kondensator zarýad alyp başlaýar. Onuň önümlerine eksponensial düzgüne laýyklykda potensiallaryň tapawudy ýokarlanýar. Kesgitli naprýaženiýä (işe girizme naprýaženiýe) baranda VL -neon çyrajygy ýanýar. Kondensator zarýadsyzlanýar. Şunlukda, eksponent boýunça kondensatoryň örümlerindäki naprýaženiýe eksponent boýunça peselýar. Soňra kondensatoryň zarýadlanmasy ozalky yzygiderlikde gaýtalanýar.

Şunlukda, C kondensatoryň – neon çyra TV transformatorynyň ilkinji zynjyry RP -potensiometr zynjyr boýunça tozan görnüşli pulsirleýji tok akýar. Onuň üýtgeýiş grafigi 14,4 suratda görkezilýär.



14.4-nji surat. Elektrik germewleriň impulsar generatorynyň transformatorynyň birinji tegeginin zynjyryndaky toguň üýtgemeginiň grafigi

Bu pulsirleýji tok ýokary naprýaženiýäniň impuls toguna transformirlenip elektrik germewiň simlerine berilýär. Impluslaryň berliş ýygylgyny RP potensiometr bilen sazlamak bolýar.

1-2 Mom rezistor arkaly birikdirilen neon çyradan peýdalanmak bilen ýokary naprýaženiýäniň impulsary ýüze çykarylýar. Bu impulsary germewiň geçiriji simleri bilen metaldan edilen ýere birleşdirijiniň arasyndaky uly bolmadyk ysý döredip, ýüze çykarmak bolýar. Guralýan we iş mahaly elektrik germewlere haýsy hem bolsa bir ösümligiň degmegine ýol bermeli däl. Zerur ýagdaýlarynda otlaryň orlan zolagy döredilýär.

Elektrik germew gabarasy kiçi, ulanmasy amatly. Bir adam ony 2-3 sagadyň dowamynda başga ýere geçirip bilýär. Elektrik germewlerden peýdalanmaklyk işleri öri meýdanlarynda gurnalanda, çopanlaryň sanyny 50% azaltmaga mümkinçilik berýär.

14.3. Elektron-ionly tehnologiýa

Elektron-ionly tehnologiýa – munuň özi elektrotehnologiýanyň bir bölümi bolup durýan ylymdyr. Bu ylym dürli obýektlerde magnit we elektrik meýdanlarynyň täsirlerini öwrenýär. Bu täsirler ýylylyk, güýç we biologik görnüşlere bölünýär. Ýylylyk täsir barada ýokarda beýan edildi. Elektron – ionly tehnologiýada elektron bölekleri bolan güýçli elektrik meýdany arkaly ýa-da suwuk materiallara dürli görnüşdäki tertipleşdirilen we maksatly hereket bermek üçin özara täsirlerden peýdalanylýar.

Elektron-ionly enjamlaryň ulanylýan elektrik ýagdaýynyň güýjenmesi 100 kW/m uly bolmadyk elektrik meýdanydyr. Düzgün boýunça elektrostatiki we iň oňat toparly meýdan üçin hemişelik elektrik meýdany ulanylýar.

Elektrostatiki meýdanyny hereketsiz elektrik zaryadlar döredýärler.

Iň oňat topar ýa-da toparlary gazdaky (howadaky) elektrik toparlaryň görnüşidir. Olar haçan-da bir ýada iki elektrodlaryň arasynyň radiuslarynyň egrelip elektronara aralyklardan ep-esli kiçi bolanda güýçli meňzeş däl meýdanda döreýär.

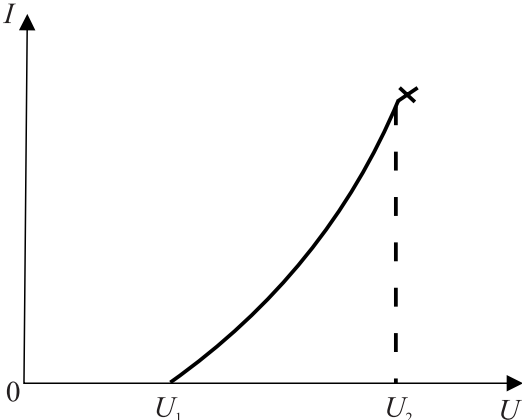
Üýtgeýän we hemişelik toguň iň oňat toparlary tapawutlanýarlar. Hemişelik toguň iň oňat topary bipolar we unipolyar görnüşlere bölünýärler. Bipolyar iň oňat topar iki elektrodda hem bolýarlar.

Unipolyar topar bir elektrodda ýüze çykýar. Kiçi egri radiusly elektrodda döreýän topara oňat, ikinjä bolsa – iň oňat däl (çökündi) diýilýär.

Unipolyar iň oňat topar položitel we otrisatel bolýarlar. Birinji ýagdaýda iň oňat topara položitel potensial, ikinji ýagdaýdaka bolsa otrisatel potensial berilýär.

Iň oňat hatar ulgamdaky elektrod- I lar ulanylanda döreýär. Olardan has köp ulanylýan ulgam: geçiriji sim tekizlik, silindriň oky boýunça geçirilen sim; iňňeli sterženler hatary-tekizlik bolup durýar.

Unipolyar, dik “geçiriji sim tekizlik” elektrod ulgamlarynyň mysalynda döreýiş hadysasyna garap geçeliň. Elektrodlara hemişelik naprýaženiýe berlende elektroddara aralykda meňzeş däl elektrik meýdan döreýär. Onuň güýjenmesi geçiriji simiň üstki meýdanynda ýokary derejede bolýar we meýdana ýakynlaşdygyça peselýar. Naprýaženiýäniň azalmagyna görä, elektrodlaryň zynjyryndaky toguň güýji nola deňleşýär. Eger naprýaženiýäni ýokarlandyrsaň onda onuň käbir U_0 bahasynda elektrik simiň üstki meýdanyndaky güýjenmesi şeýle bir derejä ýetende simiň üstki meýdanynda howanyň ionlaşmasy başlanýar. Elektronara aralygyň galan böleklerinde elektrik



14.5-nji surat. Unipolyar täjiň emele gelşiniň baglanyşygy

meýdanyň güýjenmesi ionlaşma hadysasyny saklamaga ýeterlik bolmaýar. Otrisatel zarýadlanan simiň tekizlikde hereket edýän elektrodlar meýdanynyň güýjenmesiniň peselmegi sebäpli, tizliklerini ýitirýär we otrisatel ionlary döredip, neýtral molekulalara ýelmeşýärler. Bu ionlar tekizlige tarap hereket edip, iň oňat toparyň toguny (I) döredýärler. Naprýaženiýäniň mundan buýana ýokarlanmagy iň oňat toparyň togunyň güýjüni aralyk ýokarlandyrýar. Bu ýokarlanylş tä käbir U synag naprýaženiýede uçgunyň ýa-da duganyň topara geçmegi üçin aralyk synaga çenli dowam edýar.

Şunlukda, unipolýar iň oňat toparda hakykatda hem elektrodara giňişlik iň oňat topardan elektrodalaryň potensial belgilerine gabatlaşýança bir belgili ionlar bilen dolýar.

14.4. Elektrik däne arassalaýjy maşynlar

Häzirki däne arassalaýjy maşynlar, käbir ýagdaýlarda medeni ösümlikleriň we haşal otlaryň dürli häsiýetlerinden peýdalanylýp işleýän bölekleri, däneli ösümlikleriň arasynda ösýän haşal otlardan greçkany, bugdaý dänesinden we ş.m. aýryp arassalaýan elektrik separator diýlip atlandyrylýan maşynlardan halasdyrlar. Bu maşynlarda däneleriň elektrik häsiýetlerinden, ýagny däneleriň elektrik meýdanyndaky zarýadlary alyp bilmek başarnyklaryndan peýdalanylýar. Bu başarnyk esasan siňijilik, geçirijilik, şeýle hem dänäniň görnüşi we ölçegleri bilen kesgitlenilýär.

Elektrik arassalaýjy (elektron) maşynlar aşakdaky toparlara bölünýär:

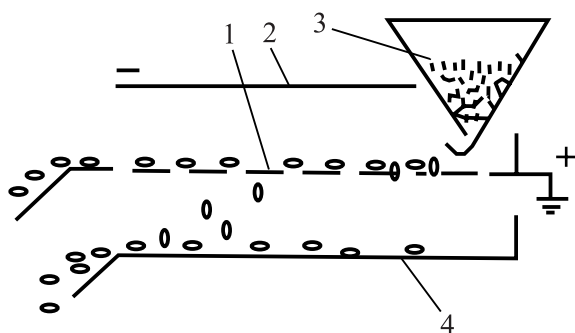
1. Elektrik meýdanyň görnüşi boýunça: elektrik meýdanly we utgaşdyrylan elektrostatik separatorlar.

2. Gurluşlary boýunça: gözenekli, kameraly, barabanly, çekili transportýorly we başgalar. Bu maşynlaryň däneleri saklaýyşlarynyň esasy shemasy 14.6; 14.7 we 14.8 suratlarda görkezilendir.

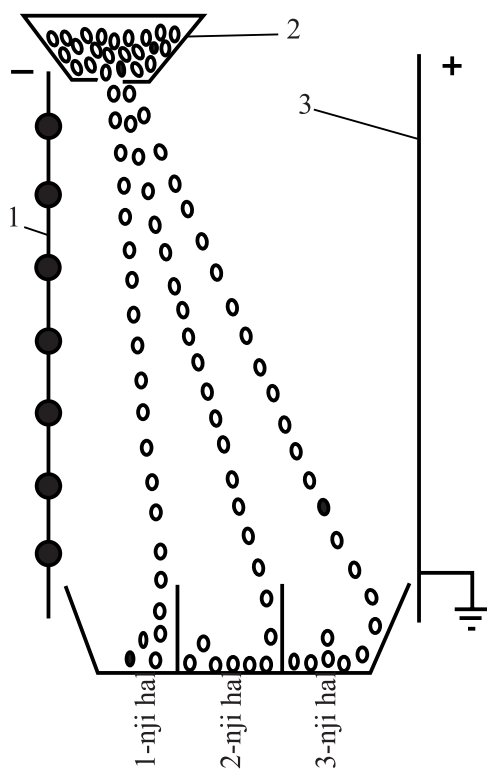
Gözenekli däne arassalaýjy maşynlarda (14.6-njy surat) sortlanýan däneler (3) bunkerden dökülip, (1) ýapgyt siltelenýän gözenekler boýunça hereket edýärler we güýçli elektrik meýdanyna düşýärler. Bu gözenege ýokary naprýaženiýäniň çeşmesiniň položitel polýusy dakylýar. Ýokarda (2) otrisatel zarýadlanan elektrod aşakda bolsa, (4) otrisatel zarýadlanan gözenek ýerleşýär. Naprýaženiýe berlende elektrik meýdanyň güýç çyzyklary esasy gözenege perpendikulýar ýerleşýar. Ösümlikleriň uzynraklary siltelenýän gözenekde däneleriň uly oky elektrik meýdanynyň güýç çyzyklarynyň ugruna gabatlaşar ýaly ýatmaga çalyşýar.

Dik ýagdaýy eýelän däneler ýeňil elenip gözenekden geçýärler. Şunlukda, elektrik meýdanynyň bolmagy gözenekli däne arassalaýjy maşynyň öndürijiligini ýokarlandyrýar.

Elektrik däne arassalaýjy maşynyň gözeneginde uzyn däneleri saýlamak bolýar (14.7-nji surat).



14.6-njy surat.
Gözenekli däne arassalaýjy maşynyň gurluşynyň shemasy



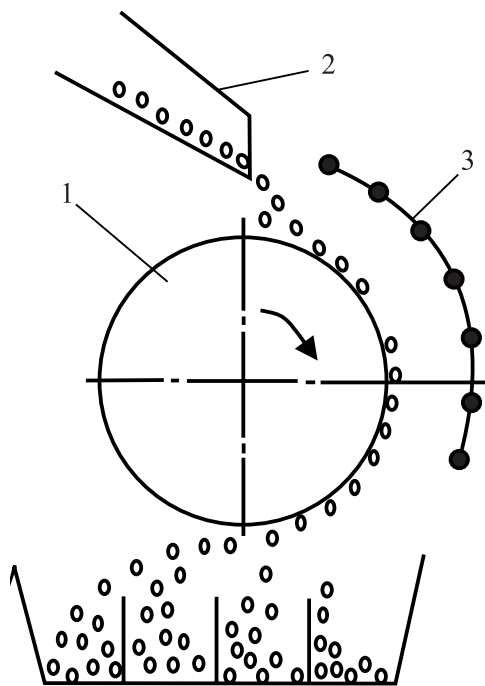
14.7-nji surat. Kameraly elektrik arassalaýjy maşynyň
gurluşynyň shemasy

Elektrodlara ýokary naprýaženiýe berlende öndürijilik ýokarlanýar. Kameraly elektrik arassalaýjy maşynyň gurluşynyň shemasy 14.7-nji suratda getirilýär.

Arassalaýjy kamera bolýar. Ol ýerde tekizlikleri parallel dikeldiji we çökdüriji elektrodlar bar (1) we (3). Çökdüriji elektrodlar ýer bilen birleşdirilen dik metal plastinkalardyr. Dikeldiji elektrodlar bolsa, inçe simlerden taýýarlanan tor görnüşdedir.

Elektrodlara ýokary naprýaženiýe berlende dikeldiji elektrodalaryň golaýynda dikeldiji toparlar netijesinde zarýadlanan bölekler ionlar döreýär (14.8-nji surat). Dikeldiji elektrodlardan çökdüriji ionlara tarap süýşüp kamera (2) berilýän däneler zarýadlandyrylýar. Zarýadlanan däne ýeriniň dartýş güýji boýunça kamera (1) düşýär we şol bir wagtda elektronyň elektrostatiği meýdanyň täsiri astynda hereket edýärler. Dänäniň zarýady köp boldugyça, oňa elektrik meýdanynda uly güýç täsir edýär hem ony çökdüriji elektroda golaýlaşdyrýar (3). Dänäniň zarýadynyň onuň geometrik ölçeglerine bagly bolýanlygy zerarly, kameraly maşyn olary bu häsiýetleri boýunça bölünmeklerini üpjün edýär. Kämraly separatorlarda medeni däneleri ýeňil garyndylardan (tozandan, ownuk sypaldan, haşal otlaryň tohumlaryndan) arassalamakda, garyndylary aýyrmakda, çigitleriň tozanyny aýyrmakda, şikesli, sowuga çydamly, gögeren çigitleri we ýeňil çigitleri aýryp sortlamakda peýdalanmak mümkin.

Elektrik däne arassalaýjy maşynlaryň adaty şertde işlemekleri üçin elektrik meýdanynyň elektrikara giňişlikde güýjenmesi çen bilen 2 kW/sm bolar ýaly edip döredilmegi zerurdyr. Muny güýçlendiriji transformator we çykýan ýerinde naprýaženiýäniň 30-70 kW bolmagy üçin naprýaženiýäni köpeldiji shemaly göneldijiniň kömegi bilen gazanmak bolar.



14.8-nji surat. Deprek şekilli elektrik däne arassalaýjynyň gurluşynyň shemasy

Däne arassalaýjy maşynlar esasan adaty howa bilen üfleýän gözenekli mehaniki maşynlarda deslapky arassalanandan soňky tohumlyk däneleri saýlamakda ulanylýar. Şonda saýlanýan tohumlaryň gymmaty mehaniki maşynlaryňka garanyňda birnäçe esse az bolýar.

14.5. Howanyň ionlaşdyrylmagy

Dürli fiziki hadysalaryň (maddalaryň radioaktiw şöhlelenmesi, kosmiki şöhlelenmeler we başg) täsiri netijesinde hemişelik howanyň tebigy ionizasiýasy bolup geçýär. Hereketliliklerine görä atmosfera ionlaryny şertleýin agyr we ýeňil toparlara bölmek bolar.

Ýeňil ion munuň özi suw bugunyň neýtral molekulalar toparynyň gurşawyndaky ionlaşan molekulalardyr. Agyr ion elektrik zaryadyny saklaýan aerosol bölejikleridir (tozanjyklar, çyg damjalar, mikrobölejikleri we başg). Ýeriň üstüniň 1 sm^3 göwrümündäki arassa howasynda 500-den 1000 çenli ýeňil ionlar we iki belgileriň hem birnäçe mün agyr ionlary bar.

Ýeňil otrisatel ionlaryň kesgitli dozasyňyň adamlara we haýwanlara oňaýly täsir edýandigi kesgitlenen. Bu ionlar merkezi we wegativ nerw ulgamynyň işleýiş ýagdaýyny üýtgedýär, iýmit çalşygyny güýçlendirýär, turşadyjy maddalaryň täsirliiligini güýçlendirýär, ganyň fizika-himiki görkezijilerini üýtgedýär, bedende B, C, D witaminleriň toplanmagyny artdyrýar. Otrisatel aeroionlaryň täsiri mallaryň ýaşayşyny gowulandyrýar, olaryň ýokanç kesellerine bolan garşylyklaryny berkidýär.

Ýeňil položitel ionlar üçin bu täsirlər häsiýetli dälidirler. Agyr aýeroionlar, ozaý bilen položiteller, oňasyz fiziologik täsirli bolýar.

Ýapyk önümçilik jaýlarda, şol sanda maldarçylyk we guşçulyk jaýlarynda, howanyň ion düzümi daşky howanyňkydan düýpli üýtgeýär. Bu sebäpden şeýle bolýar. Janly beden agyr ionlaryň köp bölegini ýuwudýar, şol sebäpden hem olaryň jaýyň içindäki toplanmasy daşyna garanynda ýokary bolýar. Daşky howanyň ýeňil aýerozollary köplenç howa çekiji ulgamyň böleklerinde saklanýarlar, şol sebäpden hem jaýyň içinde olaryň toplumy az bolýar.

Mallaryň we guşlaryň ionlarynyň düzümi bozulan howada uzak wagtlap bolmaky olaryň bedenleriniň kesellere bolan garşylyklaryny peseldýär. Şeýle jaýyň ýaramazlaşan howasyny ýeňil otrisatel aýerozollar bilen baýlaşdyrmak arkaly aradan aýyrmak mümkin.

Maldarçylyk jaýlardaky howanyň otrisatel aýerozollarynyň toplumyny aýyrmak üçin elektrik aeronizatorlardan peýdalanylýar. Elektrik aýeronizatorlarda otrisatel aýeroionlar ýokary woltly çeşmeden naprýaženiýe berlen elektrodyň iň oňat toparlaryndan döredilýär. Ionlaryň toplumy elektroda berlen naprýaženiýäniň ululygyna bagly bolýar. Elektrod hökmünde potologa dartylan inçe simden ýa-da ýiti toplum effeýuwal lüstradan peýdalanyňp, olara ýokary naprýaženiýäniň çeşmesiniň otrisatel polýusy birikdirilýär. Položitel polýusy ýer bilen birikdirilýär.

Iň oňat toparly aýeroionizatorlaryň täsiri iň oňat elektrodalaryň togunyň täsiri bilen kesgitlenilýär. Iň oňat simleriň özara aralarynyň artdygyça toparlaryň togy olaryň uzynlygyna görä ýokarlanýar, iň oňat toparlaryň başlangyç naprýaženiýesi bolsa peselýär.

Elektrik ionizatorlarda ýokary naprýaženiýäniň çeşmesi hökmünde transformator shemadan we diodlar bilen naprýaženiýäni köpeldiji shemalardan peýdalanylýar.

Transformator hökmünde suw pürküşji elektrogazdinamik generatorlardan hem peýdalanylýar.

Howanyň ionlaşdyrylmagyna dürli hapalardan arassalamak hem täsir edýär. Elektrik meýdanynda zarýadly we zarýadsyz bölejikler biri-birlerine dartylýarlar we özleriniň hususy agramlary boýunça çökýärler. Bu hadysa gaz arassalaýjy elektrik filtrlil gurluşlarda ulanylýar.

Iň oňat toparyň elektrik meýdany oba hojalyk ösümliklerini zäherli himikatlar bilen işlemegiň netijeliligini ep-esli artdyrýar we olaryň ýitgisini azaldýar. İşlenýän üste himikatlaryň pürküşli akymynyň doly çökmegi üçin işlenýän üste ionizatoryň iň oňat toparynyň zonasy arkaly himikatyň pürküşli akymy (aýerozol) goýberilýär. Aýerozolyň bölejikleri elektrikleşip, işlenýän üste tiz we doly çökýär.

Ulanylýan ionizatorlar merkezinde 30 kW naprýaženiýe bolan iň oňat elektronly metal turba böleginden ybaratdyr.

Iň oňat ionizatorlary maldarçylyk jaýlaryna reagentler pürküşli ulanylanda netijesi uly bolýar.

Ionizatorlar himikatlar bilen bilelikde ulanylanda olaryň çökjiligi 20-40% artýar we işlenýän üstüň örtüginin deňölçeçliligini 4 esse ýokarlandyrýar.

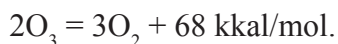
Elektrik meýdanyndaky dürli şaýlary reňkleýji gurluşlar hem edil şulara meňzeş işleýärler. Bu işde hem reňk çalynýan şaýlaryň golaýyndaky ýörite kamerada pürküşli.

14.6. Howanyň ozonlaşdyrylmagy

Maldarçylygy senagat esasyda ösdürmek, maldarçylyk we ösümçilik önümlerini öndürmek hem olary gaýtadan işlemek boýunça iri kärhanalary döretmekde, kärhanalary ýokanç kesellerden goramakda dürli azyk önümleri öndürilende olary gorap saklamakda, daşky gurşawy dürli hapaçylyklardan goramakda oňaly gorag işleri talap edýär. Şeýle goragy ozon berjaý edip biler.

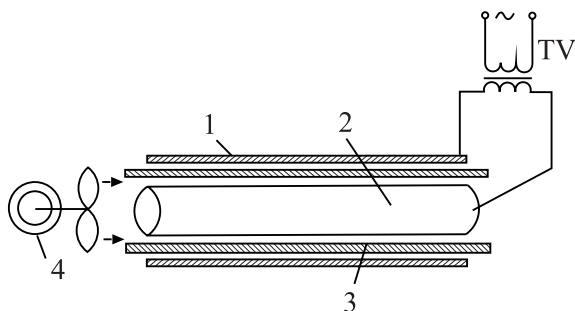
Ozon munuň özi kislorodyň ýokary işjeň allotropik görnüşidir. Ol turşadyjy hökmünde ýokary işjeňlikde bolup, köp organiki birleşmeler bilen reaksiýa girmäge ukyplydyr. Ol güýçli dezinfektant we dezodorant bolup durýar.

Halk hojalygynda giňden peýdalanylýan turşadyjylaryň arasynda ozon özüniň häsiýeti boýunça bähbitliligi bilen tapawutlanýar. Esasy artykmaçlygy hem ýeňil alnyp bolýanlygydyr. Adaty temperaturada ozon aýk mawy reňkli $0,015 \text{ Mg/m}^3$ howadaky toplanmasy duýulýan ýiti häsiýetli, ysly gazdyr. Ozon durnuksyzdyr, ol basym üýtge, molekulýar kisloroda öwrülýär. Ol kisloroddan döredilýär. Şonda ol ýylylygy özüne siňdirýär we tersine, daganda ýylylyk çykaryp, kisloroda öwrülýär.



Reaksiýanyň tizligi garyndynyň temperaturasyňa, basyşyna we ondaky ozonyň toplumyna bagly bolýar. Adaty temperaturada we basyşda reaksiýa haýal geçýär, temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ozonyň dargamagy tizleşýär.

Oba hojalyk önümçiliginde ozondan suw ulgamyny arassalamakda, enjamlary, gap-gaçlary, gurallary dezinfeksiýa etmekde, içilýän suwlary, howany, dänäni, mallaryň ot-ýmmlerini, önümçiligiň harytlaryny konserwirlemekde we saklamakda, mallaryň ösüşini çaltlandyrmakda, inkubasiýa ýumurtgalaryny işlemekde, mikroklimaty gowulandyrmakda we beýlekilerde peýdalanylýar. Ozon fotohimiki usuly we elektrosintez ýoly bilen alynýar. Fotohimiki usulda ozon ultramelewşe spektriň 175-210 nm çäginde emele gelýär. Şonda şöhlelenişin her siňdirilen kwan-tynda ozonyň iki molekulasy emele gelýär, emma 1kg ozon almak üçin sarp edilýän energiýa 600 kWt-sag ýetýär, bu bolsa beýle usuly düşewüntsiz edýär. Ozony almaklygyň esasy usuly elektrosintezdir. Şonda dielektrik aralykda (päsgeçilikde) energiýanyň elektrik toparynyň täsiri astynda kislorodyň molekulalarynyň disso-siýasiýasy ulanylýar. Bu usul ozonyň turbaly generatorlarynda amala aşyrylýar. Ozonyň generatory iki elektroddan (1; 2) we adaty aýnadan ybarat bolan dielek-trikden (3) durýar.



14.9-njy surat. Howany ozonlaşdyryjy turba şekilli gurluşyň shemasy

Dielektrik bilen aýrylyşdyrylan elektrodlaryň arasynda 2-3 mm yş bolýar. Şonuň arasy bilen hem wentilýator (kompessor) arkaly howa ýa-da arassa kislorod (4) üflenýär. Elektrodlara naprýaženiýesi 10-20 kW bolan üýtgeýän toguň ýokary naprýaženiýesi berilýär. Ozonatorlaryň käbir görnüşlerinde has jaýlaşykly ýasy elektrodlar we dielektrikler ulanylýar. Ozonyň sintezlenmegine toguň ýygylgy göni täsir edýär. Ýylylyk uly boldugyça ozonyň çykyşy köp bolýar. Güýçlendirilen ýygylgykda (500-2000 Gs) işleýän ozonatorlar döredilendir.

Ozonyň sintezi dürli elektrik meýdanyny elektrodlaryň iňne-tekizlik we ki-riş-tekizlik ulgamynda “kaskad” toparyň dielektrik pasgelçilikleriniň kömegi bilen hem amala aşyrylmagy mümkin.

Halk hojalygynda ozonatorlaryň durmuşda, tejribede, senagatda ulanar ýaly dürli görnüşlerinden peýdalanylýar.

14.7. Şorlan topragyň elektrik togy arkaly duzsuzlandyrylyşy

Şorlanan toprakda ekerançylyk işlerini alyp baryp bolmaýar. Toprak duzsuzlandyrylanda onuň ýokarky gatyndaky medeni ösümlikleriň ösmegini horlaýan we olaryň hasyllylygyny peseldýän ýa-da olaryň ösmegine asla mümkinçilik bermeýän artykmaç zyýanly duzlar aýrylýar.

Topragy duzsuzlandyrmagyň ýaýran usuly olary süýji suw bilen ýuwmakdyr. Awuly duzuň saklanyşyna laýyklykda düýpli ýuwmak 1-3 ýyla çekýär we 1 ga meýdana 5-30 müň m³ süýji suw gerek bolýar.

Topragyň duzsuzlandyrylyşyny güýçlendirmek üçin onuň üsti bilen kesgitli güýji bolan hemişelik togy goýbermeli. Şonda elektromassaň hasabyna şorlanan topragyň duzlanyş usuly ýokarlanýar. Elektroliziň netijesinde bolsa pH gursawy üýtgeýär, bu bolsa duzuň eremegini artdyrýar. Mundan başga-da elektrik meýdanyň täsiri astynda topragyň çyg geçirijiligi düýpli ýokarlandyrylýar. Bu ýagdaýlar erän awuly duzlaryň topragyň ýokarky gatlagyndan aşaky gatlagyna syzyp gitmegini güýçlendirýär, aşaky gatlagyň duzy bolsa, дренаž ulgamyna alyp barýar.

Barlaghanalarda we meýdan şertlerinde geçirilen synaglar toprak hemişelik elektrik togy bilen duzsuzlandyrylanda, suwaryş döwrüniň birnäçe esse gysgalýandygy, süýji suwuň harçlanyşynyň iki esse azalýandygyny we topragyň hojalyk taýdan özleşdirilişini çaltlandyryandygyny görkezdi.

Duzsuzlandyrylanda degişli toprak, öňünden adaty tilsimatlardan peýdalanylyp ýuwsa taýýarlanylýar. Bölünip alnan ýerde elektrodlar (katodlar we anodlar) berkidilýär. Katodlar we anodlar hökmünde diametri 35-70 mm bolan metal turbalar ýa-da sterženler ulanylýar. Katodlar anodlara garanynda adatça 3-5 metrden köpräk çuňlukda gazylyp berkidilýär. Bu esasan katoda barýan simiň elektroosmotik akymynyň ugruny bölekleyin hem bolsa agyrlyk güýjüň, täsiriniň şertlenmesi bilen, gidrawlik taýdan arassalanmaýan suwuň dik ugruny gabatlaşdyrmak üçin şeýle edilýär. Anodlar we katodlar hatarlar boýunça ýerleşdirilýär. Hatarlardaky bir atly elektrodларыň arasy adatça 10-20 m, katodларыň hatarlary bilen anodларыň hatarlary 10-20 m bolýar.

Bölünip alnan ýere suw goýberilenden soň, bir atly elektrodларыň ulgamy gönel-diji gurluşa birikdirilýär. Hemişelik toguň naprýaženiýesi toprakdaky onlarça wolt toguň dykzlygyna (1-10 A/m²) 1ga ýere elektrigiň harçlanyşyny 5-20 müň kW·sag barabardyr.

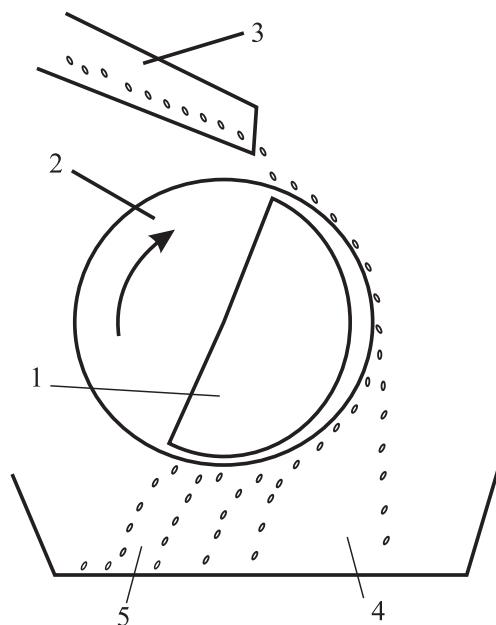
Duzsuzlandyrmak tamamlanandan soň, meýdanyň guramagyna garaşylýar. Soňra elektrik shema söküp, elektrodlar toprakdan çykarylyp, meýdan ekişe taýýarlanylýar.

14.8. Materiallaryň magnit bilen işlenip bejerilişi

Magnit meýdanyndan medeni ösümlikleriň tohumyny бүдүр-сүдүр üstleri bolan haşal otlaryň gyrmançasyndan, гүrmeginden, atgulatoryň we beýleki ösümlikleriň tohumlaryndan saýlamakda peýdalanylýar. Arassalamazdan öň дәne galyndysy magnit külkesi bilen işlenýär. Haşal otlaryň tohumy бүдүр-сүдүр üstli bolany sebäpli magnit külkesi bilen aňsat örtülýar. Medeni ösümlikleriň tohumynyň üsti ýylmanak bolany zerarly magnit külkesi olara ýelmeşýärler. Elektromagnitli tohum arassalaýjy maşynda (14.10-njy surat) magnit külkesi bilen işlenen garyndy (3) magnitli дәl materialdan aýlanýan barabanyň (2) üstüne guýulýar.

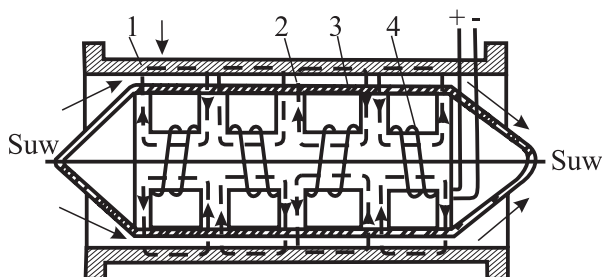
Barabanyň içinde polýuslaryň daşky üstünde çen bilen barabanyň ýarysyny tutýan (1) güýçli magnit ýerleşýär. Elektromagnitiň magnit meýdany bilen saklanan magnit bilen örtülen haşal otlaryň tohumlary barabandan onuň aşagynda ýerleşýän (5) bunkere gaçýar. Medeni ösümlikleriň tohumy bolsa haşal otlaryň tohumlaryndan başga (4) bunkere düşýär.

Oba hojalyk mallarynyň iýmitleriniň arasynda köplenç mallar üçin zyýanly demir bölekleri, çüýler, sim bölekleri gabat gelýär. Mallaryň iýmitlerini demir böleklerinden arassalamak üçin polýuslary iýmleriň ýuka gatlagynyň ýerine goлаý ýerleşdirilen magnitli ýa-da elektromagnitli enjamlar ulanylýar. Demir bölekleri magnitiň polýuslaryna dartylýar we iýmден аýрыlýar. Bu magnitli enjamlar (separatorlar) KDM-2.0 KДY-2.0 we beýleki kysymly iýmleri owradyjylarda oturdylýar.



14.10-njy surat. Elektromagnit tohum arassalaýjy maşynyň gurluşynyň shemasy

Gazanlaryň, bug döredijileriň we beýleki zatlaryň joş tutmagynyň önüni almak üçin suw magnit bilen işlenýär. Şonda suw polýuslary çalşar ýaly şert döredilen magnitli gurluşyň deşiginden goýberilýär. Magnit meýdanyň çalyşýan ugrunyň we işlenýän, hereket edýän suw akymyna goýlan elektrik togunyň täsiri astynda birgiden fizika-himiki üýtgeşmeler bolup geçýär. Şol üýtgeşmeler hem ownuk gipersli zaryadlanan kolloid bölekleriň kristallaşmagyna we emele gelen duzly joşun şlam diýlip atlandyrylýan gaba guýulmagyna ýardam edýär. Munuň netijesinde gazanyň diwarlaryna mäkäm ýelmeşip, aýrylmasy kyn bolan şol duzlaryň joşunyň öňi alynýar.



14.11-nji surat. Suwy magnit bilen işläp bejermek üçin gurluş:

1 – polat gabyk; 2 – elektromagnidiň polýuslary; 3 – latun peşeň; 4 – elektromagnidiň sarymy

Suratda suwy magnit bilen işläp bejerýän gurluş görkezilýär. Suw magnit bilen işlenilenden soň, şlamdaky joş gazanyň diwaryndan wagtal-wagtal üflenip ýeňillik bilen aýrylýar. Suwuň magnit bilen işlenilişiniň netijeliligini artdyrmak üçin suwuň işlenýän wagty bilen onuň suw gyzdýryjyda gyzdýrylyşynyň arasy 6-8 sagatdan köp bolmaly däl digine gözegçilik edilmelidir.

14.9. Balykçylykda elektrik meýdanyndan peýdalanmak

Balyklara elektrik meýdanynyň täsiri diýlende, hemişelik we unipolýar impuls toklar arkaly olary gorkuzmak, ünsüni çekmek, aljyratmak we üýtgeýän tok bilen olary gorkuzmak hereketlerini gowuşgynsyzlandyrmak we aljyratmak manyda düşünmeli.

Täsiriň häsiýeti balyklaryň görnüşine, olaryň ýagdaýlaryna, elektrik meýdanyň parametrlerine, suwuň sredasynyň ýagdaýyna, mehaniki päsgelçilikleriň barlygyna, ýagtylandyrylyşa we ş.m. baglydyr,

Öňde goýulýan maksadalaýyklykda balyklara bolan täsirleriň talabedijiliginiň has aýdyň ýüze çykmalaryny üpjün edýän parametrleri bolan elektrotehniki gurluşlardan peýdalanylýar. Meselem, elektrik bilen balyk tutmak üçin anodyň täsiri ulanylýar. Bu täsir balyklaryň kesgitli güýçli hemişelik toguň we unipolýar umpuls toguň meýdanyna tarap hereket etmegini aňladýar. Üýtgeýän tok stasionar elektrik

böwetde balyklary gorkuzmak, olaryň hereketlerini gowuşgynsyzlandyrmak üçin ulanylýar. Mundan başga-da balyk tutulýan gurallara impuls toguň täsiri hem balyklary gorkuzmak üçin ulanylýar.

Häzirki döwürde balyk tutmakda elektrik tutujylaryň ЭПГ-1-8 kysymly elektrik kowujy, ЭЛҮ-kysymly göneldijili elektrik tutujy gurluş, ЭПЗУ-1 kysymly elektrikköwet, «Пеликан» kysymly elektrikleşdirilen tral (balyk tutýan tor) görnüşlerdäki tehniki serişdelerden peýdalanylýar.

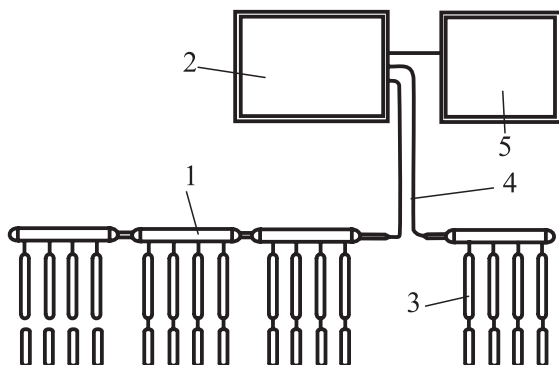
ЭПГ-1-8 elektrogen, ýagny elektrik arkaly balyklary awa salynýan gurluş esasan balyklaryň derýanyň akymynyň ugry boýunça doly däl eňňit howdanlarda, çuňlyklarda, kanallarda tor we beýleki balyk tutulýan gurallary özbaşdak ulanmaklygyň netijesi az bolan halatlary balyklary kowup tutmak üçin niýetlenilýär. Balyklary balyk tutujylara, balyk toplaýja ýa-da howdanyň tor bilen tutmasy aňsat düşjek ýerine sürýärler.

ЭПГ-1-8 kysymly elektrogonyň kuwwaty 17 kWt, ЭПГ-1-8-4 kysymdakysy bolsa kuwwaty 4 kWt kysymdakysy goýberilýär.

ЭПГ-1-8 elektrogen (14.12-nji surat) elektrik energiýanyň çeşmesi bolup durýan benzoelektrik gurluşyň naprýaženiýesini peseldip, ony 1:2:1 derejelere bölmekligi üpjün edýän naprýaženiýäni bölüji dolandyryjydan; üýtgeýän togy hemişelik toga öwürjiden; çykyş ululyklary barlag edýän we agregatyň (gurluşyň) işleýşi barada habar berýän gurluşdan ybaratdyr.

Gurluşyň esasy bölegine elektrodlar asylyp goýulýar.

Elektrodlar gırlýandlar (yzygider düzümler) görnüşde ýygnamaga mümkinçilik berer ýaly edilip gurlandyr.



14.12-nji surat. Balyklary elektrik bilen kowujy gurluş:

1 – göteriji ýüzgüçler; 2 – benzoelektrik agregaty; 3 – elektrodlar;

4 – elektrik kabelleri; 5 – dolandyryjy pult

Saklaýjy gurluşyň boşlugynda ýerleşýän elektrodlara berilýän naprýaženiýe kesgitli ululykly elektrik meýdanyny döredýärler. Elektrogen aşakdaky tertipde işleýär. Benzoelektrik agregatdan üýtgeýän naprýaženiýe bölüji dolandyryjynyň pultundan

dikligine suwa goýberlen elektrodlara berilýär. Elektrodларыň arasynda balyklary gor-kuzyjy senagat ýygylgyndaky üýtgeýän elektrik toguň magnit meýdany döreýär.

ЭПГ-1-8-1 kysymly elektrogon üçin elektrodларыň arasy 20 sm bolanda ba-lyklara täsir ediş aralyk 1,2–1,8 metre, ЭПГ-1-8-4 kysymly elektrogon üçin bolsa 2,4–3,6 metre barabardyr.

Gurluşy 2.6 T ýük göterijiligi bolan awtomobilde daşamak bolýar. Hananyň giňligine, balyklaryň toplanyşyna we akaryň tizligine baglylykda gurluşa 3-den 10 adama çenli topar hyzmat edýär.

XV BAP

OBA HOJALYK KÄRHANALARYNYŇ ELEKTROENERGETIKI GÖRKEZIJILERI WE OBA HOJALYGYNDA ELEKTRIK ENJAMLARYNY TEHNIKI HOWPSUZLYK KADALARYNA LAÝYKLYKDA ULANMAK

15.1. Elektrik energiýasynyň hili

Elektrik energiýasynyň hiliniň ýaramazlaşmagy elektrik kabul edijileriniň ka-daly işini bozýar. Elektrik kabul edijileri üç fazaly ulgamdan iýmitlenende kabul edilen standartlara görä toguň ýygylgyynyň, naprýaženiýäniň üýtgemegi, neýtra-lyň süýşmegi we esasy ýygylgyynyň naprýaženiýesiniň simmetrik dældigi bilen hä-siýetlendirilýär. Elektrik kabul edijiler bir fazaly toguň çeşmesinden iýmitlenende toguň hili soňky iki häsiýetnama aradan aýrylyp, beýlekiler bilen kesgitlenýär.

Ýygylgyň bolmaly bahasyndan üýtgemegi asinhron elektrik hereketlendirijileriň işleýşine täsir edýär. Onuň köpelmegi bilen hereketlendirijiniň togy, hereketlendirijiniň gyzmagy we maksimal momenti peselýar. Ýygylgyň azalmagy bilen agzalan ululyklar köpelýar. Ýygylgyň niýetlenen bahasyndan birnäçe göterim üýtgemegi elektrik here-ketlendirijileriniň we beýleki elektrik kabul edijileriň kadaly işleýşini bozmaýar.

Ýygylgyň bolmaly bahasyndan üýtgemegini Δf diýip belläp, onuň hakyky hem-de niýetlenen $f_n = 50$ Gs bahalarynyň tapawudyna aýdylýar, ýagny:

$$\Delta f = f - f_n. \quad (15.1)$$

Ýüküň wagt boýunça üýtgemegi netijesinde ýygylgyk we onuň gyşarmasy hemişe üýtgeýär. Ýygylgyň üýtgemegi (15.1) deňleme boýunça kesgitlenende, olaryň tapawudynyň wagt aralygynda (adatça 10 min) ortaça bahasyny alýarlar. Ýygylgyň gyşarmalarynyň mümkin bolan bahalarynyň gyşarmalary 0,2 Gs-den geçmese kadaly hasaplanýar. Eger bu gyşarma 0,4 Gs çäklerinde bolsa maksimal hasap edilýär. Naprýaženiýäniň üýtgemegi oba elektrik ulgamlarynyň elektrik ener-giýasynyň hiliniň has esasy görkezijisidir.

Ýagtylandyryjy enjamlar, telewizorlar, kompýuterler naprýażeniýäniň gyşarmasyna has duýgurdyrlar. Otrisatel gyşarmalar jaýlaryň ýagtylandyrylyşyny peseldýär. Lýuminessent çyralaryň ýanmak şertlerini çylşyrymlaşdyrýar, monitorlaryň we telewizorlaryň ekranynyň görkezişi ýaramazlaşýar. Položitel gyşarmalar gözün ýadamagyna getirip, ýagtylandyryjy we şöhlendiriji enjamlaryň, elektron tehnikanyň we hojalyk abzallarynyň iş möhletini kemeldýär.

Naprýażeniýäniň gyşarmagy asinhron elektrik hereketlendirijileriniň işleýşine uly täsir edýar. Ýeterlik takyklyk bilen hereketlendirijiniň aýlaýan momenti onuň çykgytларыndaky naprýażeniýäniň kwadratyna proporsionaldyr. Naprýażeniýe peşse elektrik hereketlendirijisiniň aýlaw tizligi we momenti hem azalýar. Doly ýükde işleýän elektrik hereketlendirijisiniň sarymlarynyň uçларыndaky naprýażeniýe ep-esli azaldylanda onuň togtamagy mümkin. Bu ýagdaýda hereketlendirijiniň zaýalanmagynyň önüni almak üçin, ony tok çeşmesinden aýyrmaly. Naprýażeniýäniň peselmegi elektrik hereketlendirijiniň işe giriş şertlerini ýaramazlaşdyrýar, ýagny işe giriş şertleri erbetleşýär.

Naprýażeniýäniň otrisatel gyşarmalarynda kuwwatyň ýitirilmegi artýar. Bu bolsa, öz gezeginde elektrik hereketlendirijisiniň gyzmagyna hem-de onuň iş möhletiniň azalmagyna getirýär.

Naprýażeniýäniň gyşarmagy gije-gündiziň dowamynda 95%, elektrik kabul edijilerde nominal bahasyndan $\pm 5\%$, we naprýażeniýäniň maksimal üýtgemegi nominal bahasyndan $\pm 10\%$ -den geçmeli dälendir.

Oba ýerlerinde naprýażeniýäniň üýtgemegi kuwwatly asinhron elektrik hereketlendirijileri işe girende, işe giriş şertlerini ýaramazlaşdyrýar. Ondan başga hem işleýän elektrik hereketlendirijileriniň durnuklylygy bozulyp bilýär.

Naprýażeniýäniň üýtgemegi radio kabul edijileriň, telewizorlaryň kompýuterleriň monitorynyň işleýşine päsgel berýar, ýagtylandyryjy enjamlaryň çyralarynyň ýylpyldamagyna getirýar.

Naprýażeniýäniň ýeterlik haýal derejede üýtgemegi V naprýażeniýäniň käbir nokatdaky hakyky bahasy bilen niýetlenen U_n bahalarynyň tapawudyna deňdir:

$$V = U - U_n. \quad (15.2)$$

Naprýażeniýäniň üýtgemegi adatça nominal naprýażeniýä görä göterimde görkezilýär:

$$V\% = 100 (U - U_n) / U_n. \quad (15.3)$$

Naprýażeniýäniň niýetlenen bahasyndan üýtgemegi we onuň gyşarmagy wagtyň dowamynda ýüküniň üýtgemeginiň esasy netijesidir. Ondan başgada naprýażeniýäniň üýtgemegi çeşmeden ulanyja çenli ulgamyň her bir böleginde, simlerde we transformatorlarda ýitgileriň esasynda döreýär.

Oba hojalyk ulgamlarynda ulanyjylarda naprýażeniýäniň talap edilýan derejelerini saklamak üçin naprýażeniýäni sazlaýan ýörite gurluşlar ulanylýar. Ol gur-

luşlara, dürli görnüşli ulgam sazlaýjylar, ulgama parallel we yzygider birleşdirilýän kondensatorlar, hem-de oba elektrik stansiýalarynyň generatorlarynyň sazlaýjylary degişlidir.

Naprýaženiýäniň egrisiniň sinusoidal görnüşden üýtgemegi ulgamyň aýry bölekleriniň we oňa birleşdirilen elektrik kabul edijileriniň wolt-ampere häsiýetnamasynyň çyzykly dældigi sebäpli döreýär. Bu ýagdaýda naprýaženiýäniň egrisi esasy ýygylgyndaky garmonikasyndan başga hem ýokary garmonika eýedir.

Naprýaženiýäniň egrisiniň görnüşini üýtgedýän ýokary garmoniki düzüjiler simleriň we transformatorlaryň induktiv garşylygyny köpeldip, kondensatorlaryň sygym garşylygyny azaldýar. Netijede, elektrik kabul edijilerde naprýaženiýäniň ýitgileri we gyşarmagy artýar hem-de ýokary garmonikanyň toklarynyň hasabyna kondensatorlaryň gyzmagy ýokarlanýar. Ýokary garmonikanyň toklary elektrik ulgamlarynda işjeň däl kuwwaty kompensirleýji kondensator gurluşlaryň işine hem-de gurluşynda kondensatorlar bolan gaz razrýadly çyralaryň shemalaryna howp salýar.

Ýokary garmonikalar ulgamyň ähli elementlerinde energiýanyň we kuwwatyň ýitgilerini köpeldýär, elektrik üpjünçilik ulgamynyň tehniki-ykdysady görkezijilerini ýaramazlaşdyrýar. Asinron elektrik hereketlendirijileriniň garşylygy has kiçi bolan ýygylgyň garmonikasy, goşmaça magnit meýdanlaryny döredip, hereketlendirijileriň gyzmagyny artdyrýar. Elektrik setleriniň umumy ugurlarynyň Döwlet standartlaryna göre elektrik energiýasynyň hiliniň görkezijileri 15.1 tablisada görkezilendir.

15.1-nji tablisa

Elektrik energiýasynyň hiline bildirilýän talaplar

Elektrik energiýasynyň hiliniň görkezijileri	Rugsat edilýän bahalar	
	niýetlenen	maksimal
Elektrik kabul edijilerde naprýaženiýäniň üýtgemegi, %	± 5	±10
Elektrik ulgamynda sinusoidal däl koeffisiýenti, %		
0,38 kW çenli	8	12
6...20 kW çenli	5	8
Naprýaženiýäniň birbada azalmak wagty, S	—	30
Üç fazaly ulgamda naprýaženiýäniň simmetrik dældigi, %	2	4
Ýygylgyň bolmaly bahasyndan üýtgemegi	± 0,2	± 0,4

Elektrik energiýanyň hiliniň görkezijileri gije-gündiziň dowamynda 95%-den az bolmadyk wagtda kadadan bahadan geçmeli däl we gije-gündiziň galan wagty maksimal bahalardan geçmeli däl.

Awariýadan soňky kadada elektroenergiýanyň hiliniň görkezijileri maksimal bahalaryň çäginde bolmaly.

Elektrik ulgamlarynyň geçiş kadasynda naprýaženiýäniň gyşarmagynyň görkezilen çäklerinden az wagtyk çykmagyna rugsat berilýär. İşleýän elektrik hereket-

lendirijileriniň gysgyçlaryndaky naprýaženiýe beýleki hereketlendirijiler işe girizilendäki niýetlenen naprýaženiýeden 20 %-den ýokary bolmaly däldir. 0,38/0,22 kW naprýaženiýeli bir fazaly ýükli oba hojalygynda ulanylýan elektrik ulgamlarynda naprýaženiýäniň simmetrik däldigi duýulýar. Bu ulgamlarda hat-da normal kadalar hem köplenç simmetrik däldirler.

Dürli faza birikdirilen bir fazaly elektrik kabul edijilerde simmetrik däl ýagdaýlarda naprýaženiýäniň gyşarmagy dürli-dürli bolup, käbirinde rugsat edilen çäklerden geçmegi mümkin. Üç fazaly ulgamda naprýaženiýäniň simmetrik bolmazlygy elektrik hereketlendirijileriň goşmaça gyzmagyna we onuň ulanyş möhletiniň azalmagyna getirýär.

Simmetrik däl naprýaženiýeler oba hojalygyndaky elektrik kabul edijileriniň işine täsir edýär. Naprýaženiýäniň simmetrik bolmazlygy hereketlendirijileriň yrgyldap işlemegine getirýär. Bu bolsa olaryň iş möhletini kemeldýär. Şonuň esasynda kada görä simmetrik bolmazlyk koeffisientiniň kadaly bahasy elektrik kabul edijileriň gysgyçlarynda uzak möhletli dowamynda 2% çenli aralykda we maksimal bahasy 4% çenli rugsat berilýär.

Faza naprýaženiýeleriniň simmetriýasyzlygy ýagtylandyryjy elektrik kabul edijilerde köp duýulýar. Şoňa degişlilikde olaryň kuwwatynyň we görnüşleriniň birmenşeşligine garamazdan, olardan dürli ýagtylyk akymalaryny alýarlar. Ýükleriň simmetriýasyzlygynyň naprýaženiýäniň hiline edýän täsirini azaltmak üçin, elektrik kabul edijileriň fazasy boýunça mümkin boldugyça simmetrik bölünmegini hem-de olaryň kuwwaty has ýokarylaryny çyzyk naprýaženiýesine birikdirilmegini üpjün etmek gerek bolýar. Şoňa simleriň esasan hem nol simiň kese kesiginiň meýdanynyň ulaldylmagy ýardam edýär.

Şonuň üçin has ýaýran 10/0,4 kW transformatorlarynyň sarymlary ýyldyz-ýyldyz-nol shema boýunça birleşmäniň deregine ýyldyz-zigzag-nol shemaly transformatorlary ulanmak maslahat berilýär.

15.2. Oba hojalyk ulanyjylarynyň elektrik üpjünçiliginiň ygtybarlylygy

Elektrik üpjünçiliginiň ygtybarlylygy – elektrik ulgamyna birikdirilen ulanyjylar islendik pursatda kadaly elektrik energiýasy bilen üpjün etmäge ukyplydyr. Ygtybarlylygyň bozulmagy ýagny, elektrik energiýasynyň berilmeginiň arasynyň üzülmegi, oba hojalyk desgalaryna öwezi dolunmajak zyýan, bir tarapdan enjamlaryň togtamagy, beýleki tarapdan bolsa önümiň zaýalanmagy bilen kesgitlenilýär.

“Elektrik enjamlaryny berkitmegiň düzgünleri” boýunça elektrik energiýasyny ulanyjylar, elektrik üpjünçiliginiň ygtybarlylygy boýunça üç topara bölünýärler.

Birinji topara degişli ulanyjylarda elektrik üpjünçiligi kesilende adamlaryň janyna howp salynýar. Halk hojalygyna uly zyýan ýetýär, gymmat bahaly esasy

enjamlara zyýan ýetýär, mallaryň kesellemegine we ölmegine getirýär, kemçilikli önümiň öndürilmegine, oba hojalyk önümleriniň zaýalanmagyna, çylşyrymly tehnologik işleriň bozulmagyna getirýär.

Birinji topara deňişli ulanyjylar 400 sany iri şahly mallar üçin maldarçylyk fermalary, süýt öndürýän toplumlar, bir ýylda 5000 göle idedilýän maldarçylyk toplumlary, 3000 göle bakylýan fermalar, 5 müň iri şahly mallar idedilýän meýdançalar, 12000 doňuz idedilýän toplumlar, 100 000 towuk saklanýan we ýumurtga öndürýän, ýylda 1 million broýler öndürilýän ferma, 10000 hindi guşy ýetişdirilýän guşçulyk fabrikleri deňişlidir. Bu topara deňişli ulanyjylaryň içinden işleriň üznüksiz bolmagy, adamlaryň janyna howpsuz ýarylmalaryň, ýangynlaryň we gymmat bahaly esasy enjamlaryň zaýalanmagynyň öňi alnyp togtadylmagy mümkin bolan, aýratyn toparçany saýlaýarlar.

Birinji toparyň ulanyjylary iki sany baglanyşyksyz, biri-biriniň ýerini dolýan tok çeşmeleri bilen üpjün edilýär. Olaryň birinden gelýän toguň kesilmegi, diňe iýmitlenişniň awtomatik dikeldilen döwründe mümkindir. Bu toparyň aýratyn toparçalarynyň elektrik üpjünçiligi üçin goşmaça üçünji baglanyşyksyz çeşmeden iýmitlendirilişi göz önüne tutulandyr.

Ikinji topara deňişli ulanyjylarda elektrik üpjünçiligi kesilende önümiň öndürilişiniň köpçülikleýin azalmagyna, işçileriň we mehanizmleriň köpçülikleýin durmagyna, şäheriň we obanyň ýaşajylarynyň aglabasynyň kadaly ýasaýşynyň bozulmagyna getirýär. Bu topara deňişli ulanyjylara: önümçilik kuwwatlary birinji topara deňişli ulanyjylaryňkydan pes bolan maldarçylyk we guşçulyk fermalary, ýyladyşhana kombinatlary, iým taýýarlaýjy zawodlar, gowy ýelejiredilýän we sowuk bilen üpjün edilen göwrümi 500 tonnadan artyk bolan kartoşka saklanýan jaýlar, sygymy 600 tonnadan artyk bolan miwe saklanýan jaýlar, balyk hojalyklaryň inkubasiýa sehleri we ş.m. deňişlidirler.

Ikinji topara deňişli ulanyjylary elektrik energiýasy bilen üpjün etmek iki sany çeşmeden amala aşymak maslahat berilýär. Ol çeşmelerden energiýa üpjünçiligiň kesilmegi, nobatçy işgärler goşmaça tok çeşmani işledýänçä gerek bolan wagt aralygyna çenli mümkindir. Merkezleşdirilen elektrik üpjünçilik zolagynda iýmitlendirilişniň ikinji çeşmesi bolup etrap transformator bekedini ETB–35–110/10 (6) kW ýa-da şinalaryň beýleki seksiyasy 10 (6) kW bolan 35...110 kW esasy iýmitlendiriji ikitaraplaýyn iýmitlendirýän şol iki transformatorly bekedini ulanyp bolýar.

Tehniki-ykdysady esaslandyrylmada ikinji tok çeşmesi hökmünde goşmaça dizel elektrik stansiýasy ulanyp bilner.

Üçünji topara birinji we ikinji toparyň sanawyna girmedik elektrik kabul ediljileri deňişlidir. Ikinji we üçünji topara deňişli oba hojalyk ulanyjylaryna we elektrik kabul ediljilerine ygtybarlylygyň kadalary berlendir. Ol kadalar iki görkeziji, ýagny bir ýylda bozulmagynyň ýygylgy we mejbury awariýa sebäpli öçürilmeginiň uzaklygy bilen häsiýetlendirilýär.

Ygtybarlylygyn kadalary

Ygtybarlylygyň toparlary	Rugsat berlen görkezijiler		Bellikler
	ýylda togtamagynyň ýygylgy	togtamagynyň möhleti, sagat	
II	2.3	4-den az	-
II	0.1	4...10	hasaplanan ýük 120 kWt we ondan ýokary
II	0.2	4...10	hasaplanan ýük 120 kWt we ondan az
III	3	Gije-gündiz we ondan az	

Elektrik üpjünçiliginiň ygtybarlylygyny ýokarlandyrmak üçin dürli enjamlar ulanylyp bilner. Bu bir tarapdan elektrik üpjünçiliginiň kesilmeginden gelýän zyýany azaldyp, ykdysady görkezijini ýokarlandyrýar, beýleki tarapdan bu enjamlara goşmaça serişde zerurdyr.

Elektrik üpjünçiliginiň ygtybarlylygyny ýokarlandyrmak üçin görülyän çäreler we enjamlar iki topara bölünýärler. Olar tehniki guramaçylyk we tehniki çärelerden ybaratdyr.

Guramaçylyk-tehniki çäreleri işleýän işgärlere edilýän talaplary ýokarlandyrmakdan, yzygiderli we düýpli abatlaýyş işlerini rasional gurnamakdan, tiz bozulan ýerleri tapmakdan we bejermekden, materiallaryň we enjamlaryň goruny üpjün etmekden ybaratdyr.

Elektrik üpjünçiliginiň ygtybarlylygyny artdyryýan tehniki enjamlara ulgamyň elementleriniň ygtybarlylygyny ýokarlandyrmaga (sütünler, simler, izolýatorlar), elektrik setiniň täsir edýän radiusyny azaltmak, ýerasty kabel setlerini ulanmak, oba hojalyk elektrik setlerini awtomatlaşdyrmaga degişlidir. Elektrik üpjünçiliginiň ygtybarlylygyny ýokarlandyrmak dürli çäreleri we enjamlary ulanyp gazanyp bolar.

15.3. Oba hojalyk kärhanalarynyň elektrik ýükleri

Elektrik simleriniň we setleriniň elektrik ýüküni kesgitlemek-elektrik üpjünçiligini taslamagyň birinji we esasy bölegidir. Elektrik ýükleri elektrik simleriniň we setleriniň elementleriniň zerur tehniki häsiýetnamalaryny kesgitleýär. Ol häsiýetnamalara simleriň markasy, kese kesiginiň meýdany, kommutasion we gorag gurallarynyň ululyklary, güýç transformatorlarynyň görnüşi we kuwwaty degişlidir. Garaşylýan ýükleri köpeltmek simleriň we kabelleriň artyk sarp bolmagyna, ýükleri azaltmak – setlerde ýitgileriň artmagyna, simleriň we transformatorlaryň gyzmagyna we olaryň iş möhletiniň azalmagyna getirýär.

Elektrikleşdirilen oba hojalyk kärhanalarynyň adatça birnäçe elektrik kabul edijileri bolup, olaryň her haýsysy iş döwri işe girizilýär we işden çykarylýar. Elektrik kabul edijileriň birnäçe gezek yzly-yzyna işden çykmagy, işden çykmaklygyň akymyny emele getirýär.

Birnäçe sany işleýän elektrik kabul edijileri kärhananyň girişinde işe girmegiň we işden çykmagyň jemleýji akymyny emele getirýär. Olar bolsa biri-biriniň üstüne düşüp, elektrik ýükleriniň jemleýji egrisini emele getirip, oba hojalyk kärhanasynyň girişinde elektrik ýüküniň üýtgeýiş häsiýetini emele getirýär. Elektrik kabul edijileriň dürli oba hojalyk kärhanalarynda işe giriş we işden çykyş akymalarynyň birugurlylygy, stasionarlylygy bilen tapawutlanýar. Dürli oba hojalyk kärhanalarynda birugurly işe giriş we işden çykyş akymalarynda iki we ondan hem köp elektrik kabul edijileriň bir wagtda işe girmek ähtimallygy gaty pesdir. Oba hojalyk kärhanalarynda elektrik kabul edijileriň işe girmek akymalarynda her belli wagt aralygynda elektrik kabul edijileriň birmeňzeş işe girmegi amala aşyrylýar.

15.4. Elektrik enjamlaryň kuwwat koeffisiýenti we ony ýokarlandyrmagyň usullary

Işleýän elektrik enjamlary işjeň we işjeň däl kuwwaty we energiýany ulanýar. Gyzyp ýagtylandyrylýan çyralar hem-de elektrik gyzdyryjy enjamlar diňe işjeň kuwwaty ulanýarlar. Asinhron elektrik hereketlendirijileri, transformatorlar, drosseller, elektrik geçiriji simler we beýlekiler işjeň we işjeň däl kuwwaty ulanýarlar.

Elektrik enjamlarynyň işjeň we işjeň däl kuwwata zerurlygy elektrostansiýalaryň öndürýän elektrik energiýasynyň hasabyna kanagatlandyrylýar. İşjeň energiýany elektrik kabul edijiler ýylylyk, ýagtylyk, mehaniki energiýa öwürýärler. İşjeň däl energiýa generator bilen ulanyjynyň arasynda pulsirläp, öndüriliksiz elektrik setini tok bilen ýükleýär.

Kuwwat koeffisiýenti aşakdaky deňlemäniň esasynda kesgitlenýär:

$$\cos\varphi = P / S = P / \sqrt{P^2 + Q^2}. \quad (15.4)$$

Umumy ýagdaýda işjeň kuwwat P doly S kuwwatdan azdyr. Ýagny, bu drobda sanawjy maýdalawjydan azdyr. Şonuň üçin kuwwat koeffisiýenti 1-den kiçidir. Diňe işjeň ýük bolanda, ýagny çeşmä elektrik gyzdyryjy elementler we gyzyp ýagtylandyrylýan çyralar birikdirilende (ähli kuwwat işjeň bolanda) drobuň sanawjysy we maýdalawjysy deň bolanda kuwwat koeffisiýenti 1 deňdir. Elektrik enjamlary ulanylanda düşýän ýüküň ululygyna we häsiýetine görä kuwwat koeffisiýenti üýtgeýär. Kuwwat koeffisiýenti belli bir wagt aralygynda (gije-gündiz, aý, ýyl) işjeň we işjeň däl energiýanyň hasaplaýjysynyň görkezmesine görä aşaky deňleme boýunça kesgitlenýär:

$$\cos \varphi_{or} = \frac{W_a}{\sqrt{W_a^2 + W_r^2}}, \quad (15.5)$$

bu ýerde: W_a – işjeň energiýanyň hasaplaýjysynyň görkezmeleriniň tapawudy;
 W_r – işjeň däl energiýanyň hasaplaýjysynyň görkezmeleriniň tapawudy.

Şeýlelikde, kuwwat koeffisiýentiniň ortaça ölçenen bahasyny alýarys. Ulanyjylaryň kuwwat koeffisiýentiniň köpeldilmeginiň zerurlygyny aşakdaky mysal görkezýär. Mysal üçin: elektrik stansiýasynda kuwwaty $S = 240 \text{ kW} \cdot \text{A}$, naprýaženiýesi 1200 V bolan bir fazaly üýtgeýän toguň generatory oturdylan. Generatoryň çeşmä berip biljek togy

$$I = \frac{S}{U} = \frac{24000}{1200} = 200 \text{ A}.$$

Haçan generatora işjeň garşylykly (elektrik gyzdyryjy elementler, gyzyyp ýagtylandyrylýan çyralar) ýükler birleşdirilende kuwwat koeffisiýenti 1 deňdir.

Generatoryň işjeň kuwwaty

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 200 \cdot 1200 \cdot 1 = 240 \text{ kWt}.$$

Indi şol generatora kuwwat koeffisiýenti $\cos \varphi = 0,8$ (işjeň we induktiw garşylyk), onda generatoryň çeşmä berýän işjeň kuwwaty

$$P = 200 \cdot 1200 \cdot 0,8 = 192 \text{ kWt}.$$

Generatoryň kuwwat koeffisiýenti $\cos \varphi = 0,5$ generator işjeň kuwwat berýän bolsa

$$P = 200 \cdot 1200 \cdot 0,5 = 120 \text{ kWt}.$$

Şeýlelikde, ulanyjynyň näçe kiçi kuwwat koeffisiýenti bolsa, generator şonça az işjeň kuwwaty berer. Generator şonça işjeň kuwwat boýunça az ýüklener we maşynyň peýdaly täsir koeffisiýenti şonça az bolar.

Bu ulanyjynyň elektrik stansiýadan alýan işjeň we işjeň däl energiýasyny hem hasaba almaklyga mejbur edýär. Şonuň üçin işjeň däl ýüki bolan ulanyjylarda işjeň we işjeň däl energiýanyň hasaplaýjylary oturdylmaly. İşjeň we işjeň däl kuwwatlar hemişelik bolanda işjeň we işjeň däl energiýa aşakdaky deňleme boýunça kesgitlenýär:

$$W_a = Pt, \text{ kWt} \cdot \text{sag}; \quad W_r = Qt, \text{ kwar} \cdot \text{sag}. \quad (15.6)$$

Ulanyjynyň pes kuwwat koeffisiýenti elektrik stansiýalaryň we transformatorlaryň doly kuwwatyny artdyrmak zerurlygyna getirýär:

$$\cos \varphi = P/S \text{ deňlemeden } S = P / \cos \varphi.$$

Bir mysala seredeliň. Eger maldarçylyk fermasynyň elektrik hereketlendirijileriniň kuwwaty 80 kWt, $\cos\varphi = 0,8$ bolsa, onda elektrik hereketlendirijileri iýmitlendirýän transformatoryň kuwwaty

$$S = P / \cos\varphi = 80/0,8 = 100 \text{ kW}\cdot\text{A}.$$

Eger şol bir kuwwatda fermanyň $\cos\varphi$ -si 0,6 çenli azalsa, onda transformatoryň zerur kuwwaty

$$S = 80/0,6 = 133 \text{ kW}\cdot\text{A}.$$

Eger birinji ýagdaýda 100 kVA kuwwatly transformator gabat gelse, ikinji ýagdaýda kuwwat boýunça indiki trnasformatory almaly 160 kW · A.

1. Generatorlaryň we transformatorlaryň peýdaly täsir koeffisiýentiniň peselmegine getirýär. Pes $\cos\varphi$ -si bolan ýükler üçin işleýän generatorlarda we transformatorlarda PTK peselýär. Bu bolsa ilkinji energiýanyň çeşmeleriniň (suw, kömür, gaz, torf, ýadro energiýasy we ş.m) artyk sarp edilmegine getirýär.

2. Simlerde kuwwatyň (naprýaženiýäniň) ýitgileriniň artmagyna we simleriň kese kesiginiň artmagyna getirýär. Bir fazaly üýtgeýän toguň kuwwatynyň deňlemesinden:

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi \quad (15.7)$$

alýarys

$$I = P/U \cdot \cos\varphi.$$

Mysal üçin: kuwwat $P = 1 \text{ kWt}$, $\cos\varphi = 0,9$ we naprýaženiýe $U = 220 \text{ W}$ bolanda

$$I = \frac{1000}{220 \cdot 0,9} = 5,05 \text{ A}.$$

Emma $\cos\varphi = 0,6$ bolanda

$$I = \frac{1000}{220 \cdot 0,6} = 7,58 \text{ A}.$$

Şeýlelikde, kuwwatyň we naprýaženiýäniň şol bir bahalarynda $\cos\varphi$ -niň peselmegi simlerde toguň köpelmegine hem-de gyzmaklyga, ýitginiň artmagyna getirýär. Tok artanda howply gyzmaklygyň önüni almak üçin simleriň kese kesiginiň meýdanyny artdyrmak zerurdyr. Ondan başga-da, simleriň kese kesiginiň meýdany hemişelik bolanda simlerde toguň artmagy olarda naprýaženiýäniň peselmegine getirýär. Oba hojalyk önümçiliginde kuwwat koeffisiýentiniň kiçi bolmagynyň şu sebäpleri gabat gelýär.

Üýtgeýän toguň elektrik hereketlendirijileriniň doly däl ýüklenilmegi. Hereketlendirijiler doly ýüklenilmedik halatynda olaryň sarp edýän işjeň kuwwaty

ýüke görä proporsional azalýar. Şol bir wagtda işjeň däl kuwwat az üýtgeýär. Şonuň üçin hereketlendiriji näçe az ýükde işlese, ol şonça-da kiçi kuwwat koeffisiýenti bilen işleýär. Mysal üçin, 4 kWt kuwwaty bolan asinhron elektrik hereketlendiriji, aýlaw tizligi 980 min^{-1} bolanda doly ýükde $\cos\varphi = 0,8$ eýedir. Ýük 50% bolanda $\cos\varphi = 0,6$ deňdir we ş.m.

Boş işleýän elektrik hereketlendirijiler ondan hem kiçi kuwwat koeffisiýentine eýedir, ýagny $\cos\varphi = 0,1 \dots 0,3$.

Elektrik hereketlendirijiniň nädogry saýlanylmagy. Tizligi ýokary we ýokary kuwwatly hereketlendirijiler kiçi tizlikli we az kuwwatlylara seredeniňde ýokary $\cos\varphi$ eýedir.

Ýapyk görnüşli elektrik hereketlendirijileriniň açyk görnüşli elektrik hereketlendirijilere garanda $\cos\varphi$ pesdir.

Çeşmede naprýaženiýäniň artmagy. Az ýük bolan sagatlary, ýagny arakesmede we ş.m., çeşmäniň naprýaženiýesi birnäçe wolt artýar. Bu bolsa induktiw ulanyjylaryň (asinhron elektrik hereketlendirijileri) magnitlendiriji togunyň artmagyna getirýär. Bu bolsa öz gezeginde kärhananyň $\cos\varphi$ -sini kemeldýär.

Elektrik hereketlendirijileriň nädogry abatlanmagy. Elektrik hereketlendirijileriniň simleri saralanda saraýjy işgärler simleri nädogry saýlap, maşynyň joýajyklaryny doldurman ýygnanlarynda beýle hereketlendirijiler zawodyň goýberýän elektrik hereketlendirijilerinden tapawutlanýarlar. Abatlanan elektrik hereketlendiriji işlände magnit akymynyň ýaýramagy artýar. Bu bolsa elektrik hereketlendirijiniň $\cos\varphi$ -siniň azalmagyna getirýär.

Podşipnikleri has zaýаланан hereketlendirijiniň rotory aýlananda statora degmegi ähtimaldyr. Kähalatlarda podşipnikleri çalyşmagyň ýerine rotory gyryp, ters we zyýanly ýol bilen gidýärler. Rotor bilen statoryň arasyndaky uzaklygy köpeldip, magnitlendiriji togy köpeldýärler. Netijede, elektrik hereketlendirijiniň $\cos\varphi$ azalýar.

Ýokarda agzalan $\cos\varphi$ -niň kiçi bahalarynyň getirýän netijeleri, $\cos\varphi$ -ni köpeltmegiň zerurdygyny görkezýär. $\cos\varphi$ -ni artdyrmagyň çärelerine aşakdaky görkezilenler degişlidir: täze oturdylyan elektrik hereketlendirijiniň hilini, kuwwatyny we aýlaw sanyny dogry saýlamaly; elektrik hereketlendirijiniň ýüküni artdyrmaly; uzak wagtda elektrik hereketlendirijileriniň boş işlemegine ýol bermeli däl; elektrik hereketlendirijilerini dogry we ýokary hilli abatlamaly; kompensirleýji gurluşlary(mysal üçin kondensatorly) ulanmaly.

Kondensatorly gurluşlary ulanmak. Kondensatorlaryň massasynyň azlygy, aýlanýan bölekleriniň ýoklugy, olarda az energiýanyň ýitýänligi, hyzmat etmegiň ýeňilligi, işde howpsuzlygy we ygtybarlylygy olary elektrik hereketlendirijileriniň $\cos\varphi$ -sini artdyrmakda giňden ulanylmaklyga itergi berdi.

Induktivligiň we sygymyň parallel birikmesinde induktiw häsiýetli şahanyň üýtgemeyän işjeň we işjeň däl kuwwatynda ulanylan naprýaženiýesiniň we umumy togunyň arasynda faza süýşmesiniň burçuny azaldyp bolýar. Bu burçy nola deň

edip hem bolýar. Onda zynjyryň umumy böleginden akýan tok in kiçi bahasyna deň bolup, çeşmäniň naprýaženiýesi bilen fazasy boýunça gabat geýär. Bu usula faza süýşmesini kompensirlemek usuly diýýärler we tejribede giňden ulanýarlar. Ykdysady nukdaý nazardan $\cos\varphi$ -ni nola ýetirmek amatsyz bolup, $\cos\varphi = 0,9 \dots 0,95$ bolanda has ýerlikli bolýar.

15.5. Elektrik energiýany tygşytlamak

Oba hojalyk önümleriniň bahasynyň takmynan ýarysy energiýa sarp edilýän çykdajylardyr. Şonuň üçin oba hojalyk önümlerini öndürmek we gaýtadan işlemek üçin energiýanyň sarp edilişini azaltmak wajypdyr. Energiýany tygşytlamagyň çärelerine şu mümkinçilikler degişlidir. Dänäni we oty guradyjy gurluşlarda önünden adaty we kiçi temperaturaly guratmany we süllertmäni giňden ulanmaly. Guradyjy enjamyň doly ýüklenmegine berk gözegçilik etmeli we onuň boş işlemeginiň wagtyny azaltmaly, dänäni saýlamak we ýelejiretmek üçin köp energiýa sarp edilýän işlerde, iýmlik oty taýýarlananda, granulirlenende we dykyzlandyrylanda turba geçirijilerden howanyň çykmagyna garşy göreşmeli.

Suwaryş gurluşlarynda suwuň ýitgilerini azaltmaga çalyşmaly, awtomatik we programmaly gurluşlary ornaşdyrmaly, suwaryşy dolandyryan datçikleriň takyk we dogry işleýşine gözegçilik etmeli. Suwaryş üçin sorujy gurluşlary energiýa ulgamyň ýüküniň minimal wagtlarynda işletmeli. Sorujy gurluşlaryň şaýlarynyň iýilmegini we elektroenergiýanyň artyk sarp bolmagyny öz wagtynda duýmak üçin berk gözegçilik etmeli.

Ýapyk toprakda gök ekin ýetişdirilýän desgalarda aýnalaryň abatlygyna seretmeli, ýylylygyň çykaýjak ýerlerini ýapyşdyrmaly. Temperatura datçikleriniň dogry işleýşine yzygiderli gözegçilik etmek wajypdyr. Polietilen örtük bilen ýapylmagyny üpjün etmeli. Ýyly suw zerurlygyny üpjün eder ýaly regenirlenen ýylylygy ulanmaly. Ýyly suw üpjünçilik ulgamynda ýylylygy saklaýan örtügiň abatlygyna gözegçilik edip, suw akmagynyň önüni almaly.

Elektrik enjamlarynyň ýerlikli ulanylmagy elektrik energiýasyny tygşytlý ulanmagyň wajyp şertidir. Şu nukdaý nazardan şu çäreleri geçirmek hökmandyr. Ähli ýerlerde elektrik enjamlarynyň meýilleşdirilen önüni alyş abatlamagyny ornaşdyrmaly. Oba ýerindäki elektrik ulanyjylaryň üpjünçilik shemasynyň ygtybarlylygyny we toguň hilini ýokarlandyrmak üçin kämilleşdiriliş işlerini geçirip durmaly. Abatlanan enjamlaryň başdaky ululyklara gabat gelýändigini barlamaly.

Elektrik ýagtylandyryjy gurluşlarda energiýany tygşytlamak üçin häzirkizaman we tygşytlý ýagtylygyň çeşmelerini ulanmaly. Şol bir wagtda optimal ýagtylandyrylyşy gazanmaly.

Ýagtylandyryşa energiýanyň sarp edilişi hereket edýän kadalar, innowasion ýagtylyk çeşmelerini ulanyp ýagtylandyrylyş enjamlaryny, çyralary we ýagtylandyryjylary dogry saýlap, olara ýokary hilli hyzmat edip, çeşmede naprýaženiýäni bir dereje saklap gazanyp bolar.

Ýagtylandyryjy enjamlarda elektrik energiýasyny tygşytlamagyň ygtybarly serişdesi olary awtomatlaşdyrmakdyr. Şonuň üçin daşarda oturdylyan ýagtylandyrylyşy dolandyrýan dürli awtomatlar ulanylýar.

Energiýanyň tygşytlanmagyna ýagtylandyryjylaryň aýnalarynyň arassalygy hem uly täsir edýär. Şonuň üçin olary wagtynda arassalamaly.

Oba hojalyk maşynlarynyň we mehanizmleriniň elektrik herekete getirijileriniň dogry ulanylmagy hem elektrik energiýany tygşytlamagyň uly çeşmesidir. Şol bir wagtda elektrik herekete getirijileriniň ululyklarynyň iş maşynlarynyň häsiýet-namasyna gabat gelmegine berk gözegçilik etmeli. Elektrik hereketlendirijisi doly ýüklenmese, ony pes kuwwatly elektrik hereketlendiriji bilen çalyşmaly. Onuň boş işleýän wagtyny kemeltmeli. Asinhron elektrik hereketlendirijileriniň işe giriş toguny azaltmak zerurdyr. Elektrik herekete getirijilerde awtomatik dolandyrýan ulgamlary ulanmak has ýerliklidir.

Oba hojalygynda ulanylýan elektrik termiki gurluşlarda energiýany tygşytlamak üçin aşakdaky çäreleri geçirmek maslahat berilýär. Elektrik suw gyzdyryjy ýyly suwuň akkumulýator gaplary bilen enjamlaşdyrylmagyny üpjün etmeli.

Ýaýraň ýerleşen kiçi sarp edijileri ýyly suw bilen üpjün etmek üçin awtomatlaşdyrylan suw gyzdyryjylaryny minimal ýük döwründe tok çeşmesine birikdirmeli. Oba hojalyk mallaryny we guşlaryny gyzdirmek üçin infragyzyň şöhlendirejilerini giňden ulanmaly.

Malدارчылык jaýlarynda kadaly mikroklimaty üpjün edýän gurluşlarda elektrik energiýasyny tygşytlamak üçin şu çäreleri geçirmek maslahat berilýär. Mikroklimatyň kadalarynyň bozulmagy diňe bir energiýanyň artyk sarp bolmagyna getirmän, eýsem mallaryň öndürjiligini kemeldýär. Howa çalşyýy enjamlaryň ýagdaýyna we howa geçirijileriň jebisligine gözegçilik etmeli. Howa çalşyryjy gurluşlary awtomatlaşdyrmagy ýola goýmaly.

Gelýän howany gyzdyrýan ýylylyk çalşyýy ulgamlary ulanmaly. Öňümçilik jaýlarynda ýylylyk ýapgyçlaryny ulanyp, olary açyýy we ýapyýy enjamlar bilen enjamlaşdyrmaly.

Energiýany tygşytlamagyň wajyp bölegi adaty (mehaniki we ýylylyk) tehnologiýalaryň ýerine energiýa tygşytlaýjy elektrotehnologiýalaryny ornaşdyrmaly. Olara: dänäni saklaýan we arassalaýan elektrofiziki usullary amala aşyryan gurluşlar; kartoşka we gök önümler saklananda olaryň ýitgisini azaldýan mikrotokly täsir; töweregi, iýimleri we önümleri dezinfeksiýa etmek we ş.m. degişlidir.

Energiya öndürmek üçin çykdajlary ep-esli azaltmak üçin adaty däl energiya çeşmeleri ulanylýar gün, ýer, suw akymlyry. Ösümlik, agaç we maldarçylyk galynydlary elektrik energiýasynyň ýerine ýylylyk öndürýän gurluşlarda ýakyp boljak biogazy öndürüp ulanyp bolar.

15.6 Elektrik gurluşlara hyzmat etmegiň esaslary

Oba hojalyk kärhanalarynda ulanylýan elektrik enjamlarynyň ygrybarly işlemegi üçin olary elmydama gözegçilikde saklamaly. Bu bolsa zähmet, material, tehniki, maliýe we beýleki çykdajlary talap edýär. Bu işler bilen oba hojalyk kärhanalarynyň inžener gullugy, agroservisniň etrap we welaýat gulluklary meşguldur. Energetiki enjamlaryň ulanylyşyna we ýangyç-energetiki resurslarynyň tygşytlanmagyna kärhananyň baş energetika gullugy jogap berýär.

Energetiki gullugyny döretmek, onuň wezipe gurluşyny şertli birlikde görkezýän energetiki enjamlara hyzmat etmegiň umumy zähmet sarp edilişinden kesgitelýärler. Bir şertli birligiň zähmet düzümi 18,6 adam-sagat diýip kabul edilendir.

15.3-nji tablisa

Elektrotehniki enjamlaryň şertli birliklere geçiş koeffisiýentleri

Enjam	Koeffisiýent
Howa sim elektrik geçirijileri (1 km)	5,5
– 1 kW çenli kabel simleri	1,81
– 100 kWt-dan az bolan kuwwatly dizel elektrostansiya	14,0
Açyk transformator beketleri	3,8
Gury we çygly jaýda ýerleşen asinhron elektrik hereketlendirijini elektrik herekete getiriji:	
– kuwwaty 1 kWt çenli	0,44
– kuwwaty 1,1...10 kWt	0,61
Dolandyryş enjamlary goragly we elektrik simli elektrotermik gurluş:	
elektrodly suw gyzdýryjy 100 kWt çenli kuwwatly suw gyzdýryjy	3,22
suw gyzdýryjy TEG-li 200 litre çenli göwrüme	1,09
Ýerde goýulýan elektrik plitalar	0,25
100 m ² maldarçylyk jaýlarda ýeri gyzdyrýan gurluş	0,73
Kebşirleýji transformator	0,99
Elektrik ýagtylandyryjy gurluşlar we elektrik simli dolandyryjy gorag-barlag enjamly ýagtylandyryjylar:	
– 1...2 gyzyp ýagtylandyrylýan çyraly	0,65
– 1...2 lýuminessent çyraly	0,88

Oba hojalyk kärhanalarynyň Meýilleşdiriliş-öňüni alyş abatlaýyş we tehniki hyzmat ulgamy boýunça her enjam boýunça geçiş koeffisiýentleri berlendir. Ol ko-

effisiýentler boýunça şertli birlikler ýeňil tapylýar, 15,3 tablisada esasy enjamlar boýunça şol koeffisiýentleriň bir bölegi berlendir.

Inžener-tehniki işgärleriň sanyny we wezipe gurluşyny elektrotehniki we ýylylyk tehniki gulluga esaslanyp, şertli birlikde berlen hyzmat etmegiň sarp edilişiniň san birliginde görkezilýär.

Elektrik enjamlarynyň ýaşalýan ýerlerde we önümçilik kärhanalarynda ýaýraňlygyny, eger tehniki hyzmat edýän merkezi nokatdan obýektlere çenli aralyk 15 km-den uzak bolsa, şertli birlikde umumy çykdajylary 1,15 koeffisiýente köpeldýärler.

15.7. Gysga utgaşmadan goramak

Gysga utgaşmada zynjyrdaky tok onlarça esse artýar. Geçiriji simden onuň izolýasiýasynyň ýa-da özüniň ýanmaklygyny üpjün edip biljek ýylylyk mukdary bölünip çykýar. Geçiriji simi we transformatory goramak üçin zaýаланan zynjyry üzmeli. Çalt öçürilende (1...2 s) sim gyzyp ýetişmeýär. Elektrik enjamlary gysga utgaşmanyň toguny 10 s çenli saklap bilýärler. Pes naprýaženiýeli gurluşlarda esasy gorag enjamy bolup ereýän goraýjylar hyzmat edýärler. Goraýjynyň çalşylýan bölegi bolup ereýji goraýjy, inçejik sim hyzmat edýär. Ol tok niýetlenen ululykdan artanda köýýär we tok zynjyryny üzýär. Goraýjynyň niýetlenen togy bu onuň uzak wagtlaп üzülmän işläp bilýän togudyr. Bu tok goraýjylaryň ýüzünde görkezilýär.

Ereýji goraýjynyň köýjek wagty zynjyrdaky toguň niýetlenen ululygyndan näçe esse uly bolandygyny görkezýär. Goraýjylaryň giňden ýaýran görnüşleri dyky we turba görnüşlileridir. Dyky görnüşli goraýjylar toparlaýyn şitlerde oturdylyar. Olar 250 W naprýaženiýede 60 A togy geçirip bilýärler.

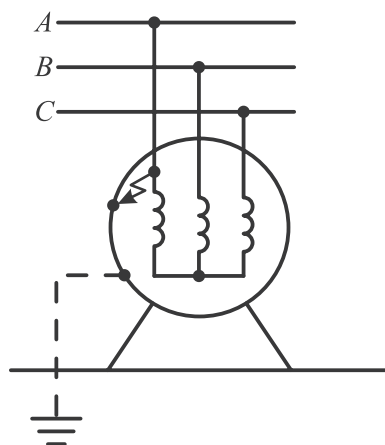
Turba şekilli goraýjylar 35 kW naprýaženiýede 500 A togy göterer ýaly edilip ýasalýar.

15.8. Üç fazaly ulgamyň elektrik energiýasy bilen üpjün edilişi

Elektrik energiýasy bilen üpjün edilmeginiň esasy talaplary aşakdakylardan durýar:

- elektrik ulgamy gurlanda we ulanylanda tygşytly bolmaly;
- ulanyjylarda hemme wagtda şol bir ýygylykly naprýaženiýe bolmaly;
- ulanylanda ygtybarly we howpsuz bolmaly.

Ulgamyň tygşytlylygy Y/Y bitarap simsiz we Δ/Δ görnüşli üç fazaly ulgamlary ulanmak arkaly gazanylyar. Naprýaženiýäniň hemişe berlip durulmagy Y/Y bitarap simli we Δ/Δ görnüşli ulgamyň ulanylmagy bilen gazanylyar. Bu birleşmelerde fazalaryň kadasy biri-birine bagly dälidirler.

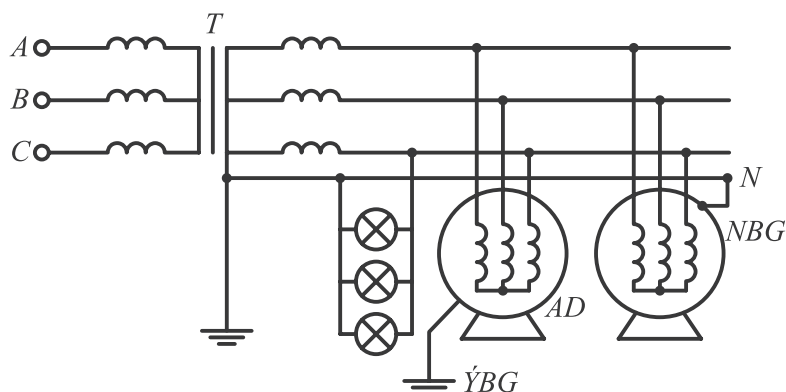


15.1-nji surat. Gorag ýere birleşdirmegiň shemasy

Elektrik enjamlarda izolýasiýanyň zaýalanmagy adamyň jan saglygyna howp salýar. Adamy toga urdurmazlyk onuň üçin gorag ýere birleşdirmek ýa-da noly ýere birleşdirmek usullardan peýdalanylýar (15.1, 15.2-nji suratlar).

Gorag üçin ýere birleşdirmek. Elektrik hereketlendirijileriniň, stanoklaryň, elektrotehniki enjamlaryň daşky bölegini ýere polat turbalaryň, simleriň, kömegi bilen birleşdirýärler (15.1-nji surat). Şu halatda adam enjamyň daşky bölegine elini degirende gorag ýere birleşdirilen gurluşa parallel bolup ýere birleşýär. Bu gorag elementleriniň garşylygy 4 Om uly däl. Şonda adamyň üstünden tok geçmeýär.

Gorag üçin bitarap (nol) simiň ýere birleşdirilmegi. Üç fazaly ulgamda elektrik enjamlaryň toguň baryp biljek daşky bölegine bitarap (nol) simi ýere birleşdirilýär (15.2-nji surat).



15.2-nji surat. Gorag noly ýere birleşdirmegiň shemasy

Gorag nola birleşdirilmegi 1000 W naprýeženiýä çenli amala aşyrylyp bilner. Ol gorag ýere birleşdirilmegi bilen deň işi ýerine ýetirýär. Faza elektrik enjamlary

rynyň daşky üsti bilen birleşende gorag enjamlarynyň (magnit işe goýberijileriň, gorag elementleriň) işlemegine getirýär.

15.9. Tehniki howpsuzlyk çäreleri

Oba hojalygynda elektrik enjamlaryň köpüsi amatsyz şertlerde: tozanly, çygly, gyzgyn, zyýanly gazly, ýagynly howanyň täsiriniň astynda işleýärler. Bularyň täsiriniň netijesinde enjamlaryň sarymlarynyň izolýasiýasynyň zaýalanyp, olaryň korpusynda ep-esli potensial döremegi mümkin. Bu enjama adam ýa-da mal-gara galtaşa olaryň elektrik tokdan heläk bolmagy mümkin. Elektrik zynjyryna nädogry çemeleşilmeginiň netijesinde betbagtlyga sezewar bolmak mümkindir.

Elektrik enjamlaryň gurluş kadasyna görä naprýaženiýesiz, ýöne izolýasiýasynyň zaýalanmagy netijesinde, naprýaženiýe astynda bolsa oňa galtaşanda tok urmagy mümkin. Adamy tok uranda zyýan çekişiniň derejesi adamyň bedeniniň garşylygyna, galtaşan ýeriniň hamynyň ýagdaýyna, toguň ululygyna, dowamlylygyna, toguň ýygylýgyna, geçýän ýoluna bagly bolýar.

Toguň ululygy 2...3 mA bolanda adamyň teninde agyry duýulýar, elleri tit-reýär, 5...10 mA bolanda güýçli agyry duýulýar, elleriniň damarlary çekýär we elini tokdan zordan aýryp bilýär, haçan-da 20...25 mA bolanda elini özi aýryp bilmeýär, bokurdagy gysylyp kömek bermäge çagyryp bilmeýär, 50...80 mA bolanda bolsa adamyň dem almasy kesilýär, toguň geçýän wagty 3 sekuntadan uly bolsa, ýüreginiň urmasy kesilýär, 100 mA adam üçin ölüm howply hasaplanylýar. Adamyň üstünden geçýän toguň ululygy tok çeşmäniň naprýaženiýesiniň ululygyna bagly bolýar. Howpsuzlyk şertleri ýerine ýetirmek üçin naprýaženiýäniň ululygy daşky gurşawyň şertine, jaýda adamy tok urmak howpunyň derejesine bagly bolýar.

Tok uran adamy ilki bilen tok çeşmeden aýyrmaly we onuň ýagdaýyna görä ilkinji lukmançylyk kömegini bermeli. Eger-de dem alşy kadaly bolsa iliklerini ýazdyryp arassa howa geler ýaly şert döretmeli. Dem almaýan bolsa oňa emeli usulda dem bermeli. Ýüregi urmaýan bolsa ýüregine emeli usulda massaž etmeli we gyssagly lukmany çagyrmaly. Lukman gelýänçe oňa kömek etmegi dowam etmeli. Adamyň saglyk ýagdaýyny diňe lukman kesgitleýär.

Adamlaryň howpsuzlygyny üpjün etmek üçin elektrik enjamyň adaty naprýaženiýe astynda bolmaýan böleklerini ýer bilen birleşdirmeli. Ýer bilen birleşdirilýän gurluşyň garşylygy $R \leq 4 \text{ Om}$ -dan uly bolmaly däl.

EDEBIÝATLAR

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Täze galkynyş eýýamy. – Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008.
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. IV tom. – Aşgabat, 2011.
3. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. V tom. – Aşgabat, 2012.
4. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. VI tom. – Aşgabat, 2013.
5. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. VII tom. – Aşgabat, 2014.
6. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. VIII tom. – Aşgabat, 2015.
7. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüsiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. I we II tomlar. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.
8. “Türkmenistanyň 2030-njy ýyla çenli durmuş-ykdysady ösüsiniň esasy görkezijileri”. – Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.
9. *Gurbanmyradow G., Handöwletow I.* Elektrotehnika. Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Ýlym, 2012. 316 sah.
10. *Гайшун И.А.* Основы теории сельскохозяйственного электропривода. Часть 2. Динамика электропривода. Тепловой режим и выбор электрических двигателей: курс лекций. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. 52 с.
11. *Коломиец А.П., Кондратьева Н.П., Владыкин И.Р., Юран С.И.* Электропривод и электрооборудование. – М.: Колос, 2008. 328 с.
12. *Бородин И.Ф., Судняк Ю.А.* Автоматизация технологических процессов. – М.: Колос С, 2003. 334 с.
13. *Ерофеев А.А.* Теория автоматического управления. – С-Пб.: Политехника, 2002. 302 с.
14. *Коломиец А.П., Потапов В.А., Кондратьева Н.П., Владыкин И.Р.* Электробезопасность на предприятиях. – Ижевск: РИО «Шеп», 2003. 148 с.
15. Контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации: каталог продукции. 2003 г. – М.: Овен, 2003. 152 с.
16. *Коломиец А.П., Г.П.Ерошенко, Н.П.Кондратьева, И.Р.Владыкин, С.И.Юран.* Устройство, ремонт и обслуживание электрооборудования в сельскохозяйственном производстве. – М.: Изд. Центр «Академия», 2003. 368 с.
17. *Загинайлов В.И. Шеповалова Л.Н.* Основы автоматики. – М.: Колос, 2001. 200 с.

MAZMUNY

Giriş.	7
-------------	---

I BAP

TÜRKMENISTANDA ELEKTRİK ENERGIÝASYNYŇ ÖNDÜRILIŞI, GELEJEGI WE OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINDE ULANYLYŞY

1.1. Janly organizmleriň durmuşynda elektrikleşme	9
1.2. Türkmenistanyň elektroenergetika pudagyňyň ösüşi.	10

II BAP

HEMIŞELIK TOGUŇ ELEKTRİK ZYNJYRLARY WE OLARYŇ HASAPLANYŞY

2.1. Maddalaryň elektrik häsiýetleri	13
2.2. Magnit materiallary we olaryň esasy görkezijileri.	14
2.3. Elektromagnit hadysalary	16
2.4. Hemişelik toguň elektrik zynjyrlary barada düşüňjeler	16
2.5. Elektrik zynjyrynyň esasy elementleri we ululyklary	17
2.6. Elektrik çeşmesine ulanyjylaryň birikdirilişi	21
2.7. Kirhgofyň kanunlary	23
2.8. Elektrik zynjyrynyň elementleriniň garşylygynyň materialynyň temperaturadan baglylygy	25
2.9. Naprýaženiýäniň ýitgisi we gyzmagy boýunça elektrik energiýasyny aralyga geçirmek üçin geçiriji simleri saýlamak	26
2.10. Kiçi kuwwatly elektrik energiýasynyň çeşmeleri	26

III BAP

ÜYTGEÝÄN TOGUŇ ELEKTRİK ZYNJYRLARY

3.1. Bir fazaly üýtgeýän elektrik toguň alnyşy	29
3.2. Toguň, naprýaženiýäniň, elektrik hereketlendiriji güýjüniň pursatlaýyn, amplituda we täsir ediji bahalary	30
3.3. Üýtgeýän toguň zynjyrynda işjeň, induktiw we sygym garşylyklary	34
3.4. Üýtgeýän toguň zynjyrlarynda naprýaženiýäniň we toguň rezonanslary	40
3.5. Üýtgeýän toguň zynjyrlarynyň kuwwatlary.	41

IV BAP

ÜÇ FAZALY ÜYTGEÝÄN TOGUŇ ELEKTRİK ZYNJYRY

4.1. Üç fazaly elektrik hereketlendiriji güýjüň alnyşy	42
4.2. Üç fazaly elektrik zynjyrynyň ýyllyz görünüşinde birikdirilişi	44
4.3. Üç fazaly elektrik zynjyrynyň üçburçluk görünüşinde birikdirilişi.	45
4.4. Üç fazaly elektrik zynjyrynyň kuwwatlary	46

V BAP

ELEKTRİK ÖLÇEÝJI ABZALLAR WE ELEKTRİK ULULYKLARYNYŇ ÖLÇENILIŞI

5.1. Umumy düşüňjeler.	47
5.2. Abzallaryň ýalňyşlygy we takyklyk klaslary	49
5.3. Ölçeýji abzallaryň gurluşy we işleýiş esaslary	50
5.4. Elektrik däl ululyklaryň ölçenilişi	60
5.5. Abzalyň şkalasyndaky şertli belgiler we ölçege geçirilende olaryň saýlanyp alnyşy . . .	66
5.6. Özgerdiji abzallar.	67
5.7. Termoelektrik abzallary	68
5.8. Ölçeýji elektron abzallary	69
5.9. Elektrik zynjyrlarynda kuwwatyň we sarp edilen elektrik energiýanyň ölçenilişi	70
5.10. Özi ýazýan abzallar	72
5.11. Ossillograflar	74

VI BAP

TRANSFORMATORLAR WE OLARYŇ OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINDE ULANYLYŞY

6.1. Bir fazaly transformatoryň gurluşy we işleýiş esasy	78
6.2. Transformatoryň boş we ýükli iş düzgünleri	80
6.3. Transformatoryň ýitgileri we peýdaly täsir koeffisiýenti	81
6.4. Üç fazaly transformatorlar	81
6.5. Transformatorlaryň özara parallel işledilişi	83
6.6. Awtotransformatorlar	84
6.7. Kebsirleýji transformatorlar	85
6.8. Ölçeyji transformatorlar	86
6.9. Transformator stansiýalarynyň toplумы	88

VII BAP

OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINDE ULANYLYÁN ELEKTRIK HEREKETLENDIRIJILERI

7.1. Asinhron elektrik hereketlendirijiniň gurluşy	89
7.2. Asinhron elektrik hereketlendirijiniň işleýiş esasy	91
7.3. Asinhron elektrik hereketlendirijiniň tok çeşmesine birleşdirilişi	92
7.4. Asinhron elektrik hereketlendirijileriniň işe goýberilişi	93
7.5. Asinhron elektrik hereketlendirijiniň tizliginiň sazlanýşy	95
7.6. Bir fazaly asinhron elektrik hereketlendirijileri	96
7.7. Üç fazaly elektrik hereketlendirijileriniň sarymlarynyň uçlaryny tapmagyň usullary	98
7.8. Sinhron elektrik hereketlendirijileriniň gurluşy we işleýiş esaslary	99
7.9. Hemişelik toguň elektrik hereketlendirijileriniň gurluşy we işleýiş esaslary	100

VIII BAP

AWTOMATIKANYŇ ESASLARY WE OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINIŇ AWTOMATLAŞDYRYLYŞY

8.1. Awtomatika barada umumy düşüňjeler	103
8.2. Awtomatikanyň esasy düşüňjeleri we olaryň görnüşleri	105
8.3. Awtomatik ulgamlaryň dolandyrylyşy	106
8.4. Awtomatik ulgamyň elementleri	107
8.5. Ýarymgeçirijili güýçlendirijiler we ýerine ýetiriji mehanizmler	109
8.6. Awtomatik dolandyrmaklygyň ýönekeý shemalary	111

IX BAP

ELEKTRIK GURLUŞLARYNY DOLANDYRYJY WE GORAÝJY ENJAMLAR

9.1. Dolandyryjy we goraýjy enjamlaryň toparlara bölünişi	113
9.2. El bilen dolandyrylýan enjamlar	114
9.3. Goraýjy enjamlar	116
9.4. Magnit işe goýberijileri	119
9.5. Elektrik hereketlendirijilerini aýa gyzmakdan goramak	123
9.6. Tiristorly öçürjiler we işe goýberijiler	125
9.7. Gorag öçürjisi gurluşlar	126

X BAP

OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINDE OPTIKI ŞÖHLELERIŇ ELEKTRIK ÇEŞMELERINIŇ ULANYLYŞY

10.1. Optiki şöhleler we olaryň önümçilikde ulanylyşy	127
10.2. Optiki şöhleleriň esasy düşüňjeleri, ululyklary we ölçeg birlikleri	128
10.3. Elektrik ýagtylandyryjylaryň hasaplanylýşy	130
10.4. Optiki şöhlelenmäniň häsiýetleri	132

10.5. Nakal çyralary	137
10.6. Optiki şöhlelenmäniň gaz razrýadly çeşmeleri	139

XI BAP

ULTRAMELEWŞE WE INFRAGYZYL ŞÖHLELENDIRIJI ENJAMLAR

11.1 Ultramelewşe şöhleleriniň çeşmeleri	143
11.2 Mallary we guşlary ultramelewşe şöhleleri bilen şöhlendiriji enjamlar	145
11.3 Infragyzyl şöhlelenmäniň enjamlary	149

XII BAP

OBA HOJALYGYNDA TEHNOLOGIK IŞLARI ELEKTRIKLEŞDIRMEK WE AWTOMATLAŞDYRMAK

12.1. Maldarçylykda ot-ıym taýýarlamak işleriniň mehanizasiýasy	153
12.2. Ot-ıymlyry paýlaýjy elektromehanik gurluşlar	159
12.3. Sygyrlary maşyn bilen sagmak	161
12.4. Ekerançylygy elektrikleşdirmek we awtomatlaşdyrmak	162
12.5. Suwaryş üçin niýetlenen gurluşlaryň elektrikleşdirilişi	163

XIII BAP

OBA HOJALYK MAŞYNLARYNYŇ WE ENJAMLARYNYŇ AWTOMATLAŞDYRYLAN ELEKTRIK HEREKETE GETIRIJILERI

13.1. Suw üpjünçiliginiň enjamlarynyň elektrik herekete getirijileri	164
13.2. Maldarçylyk fermalarynda ıymlyry taýýarlamak, paýlamak üçin ulanylýan maşynlaryň elektrik herekete getirijileri	167
13.3. Ders aýryjy enjamlaryň elektrik herekete getirijileri	168
13.4. Dowarlary gyrkmak üçin ulanylýan maşynyň elektrik herekete getirijileri	169

XIV BAP

MATERIALARYŇ ELEKTROFIZIKI TAÝDAN IŞLENIP BEJERILIŞI

14.1. Materiallaryň elektrik togy bilen işlenip bejerilişi	171
14.2. Elektrik uçgunyndan peýdalanmak	172
14.3. Elektron-ionly tehnologiýa	177
14.4. Elektrik däne arassalaýjy maşynlar	178
14.5. Howanyň ionlaşdyrylmagy	181
14.6. Howanyň ozonlaşdyrylmagy	182
14.7. Şorlan topragyň elektrik togy arkaly duzsuzlandyrylyşy	184
14.8. Materiallaryň magnit bilen işlenip bejerilişi	185
14.9. Balykçylykda elektrik meýdanyndan peýdalanmak	186

XV BAP

OBA HOJALYK KÄRHANALARYNYŇ ELEKTROENERGETIKI GÖRKEZIJILERI WE OBA HOJALYGYNDA ELEKTRIK ENJAMLARYNY TEHNIKI HOWPSUZLYK KADALARYNA LAÝYKLYKDA ULANMAK

15.1. Elektrik energiýasynyň hili	188
15.2. Oba hojalyk ulanyjylarynyň elektrik üpjünçiliginiň ygtybarlylygy	191
15.3. Oba hojalyk kärhanalarynyň elektrik ýükleri	193
15.4. Elektrik enjamlaryň kuwwat koeffisiýenti we ony ýokarlandyrmagyň usullary	194
15.5. Elektrik energiýany tygşytlamak	198
15.6. Elektrik gurluşlara hyzmat etmegiň esaslary	200
15.7. Gysga utgaşmadan goramak	201
15.8. Üç fazaly ulgamyň elektrik energiýasy bilen üpjün edilişi	201
15.9. Tehniki howpsuzlyk çäreleri	203
Edebiýatlar	204

*Gurbanmyrat Gurbanmyradow, Tuwaknyýaz Rahmanow,
Hüseýin Handöwletow*

OBA HOJALYK ÖNÜMÇILIGINI ELEKTRİKLEŞDIRMEK WE AWTOMATLAŞDYRMAK

Redaktor	<i>J. Muhammedow</i>
Teh. redaktor	<i>T. Aslanowa</i>
Suratçy	<i>Ý. Peskowa</i>
Kompýuter bezegi	<i>S. Rahmanberdiýewa</i>
Neşir üçin jogapkär	<i>I. Handöwletow</i>

Ýygnamaga berildi 29.09.2014. Çap etmäge rugsat edildi 01.12.2015.
Ölçeği 70x100 $\frac{1}{16}$. Edebi garnitura. Şertli çap listi 16,77. Çap listi 13,0.
Hasap-neşir listi 11,612. Neşir № 62. Sargyt № 52. Sany 1000.

Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň “Ylym” neşirýaty.
744000. Aşgabat, Türkmenbaşy şaýoly, 18.