

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги  
Ўрта махсус, касб – ҳунар таълим маркази

**А.Т. Имомназаров**

**НЕФТ ва ГАЗ КОНЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР  
ЖИҲОЗЛАРИ**

Касб – ҳунар коллежлари учун дарслик

Масъул муҳаррир Беруний номидаги Давлат мукофати  
лауреати, т.ф.д., проф. О.О. Ҳошимов

Тошкент 2006

**Имомназаров А.Т.** Нефт ва газ конларининг электр жиҳозлари. Касб – ҳунар коллежлари учун дарслик. Тошкент, 2006.

Ушбу дарсликда нефт ва газ саноат корхоналарида қўлланиладиган технологик қурилма ва машиналарнинг электр жиҳозлари турлари, уларнинг ишлаш асослари, уларга қўйиладиган талаблар ва электр энергия билан таъминлаш ҳамда бошқариш асослари ва уларни автоматлаштириш усуллари кўриб чиқилган. Шунингдек, нефт ва газ конларини ёритиш, асинхрон моторли бурғулаш қурилмалари электр юритмаларини энергия тежамкор иш режимларида бошқариш асослари ҳам қаралган.

Ушбу дарслик ихтисослашган касб – ҳунар коллежлари талабаларининг нефт ва газ саноати электр жиҳозларига хизмат кўрсатиш ва монтаж қилиш бўйича электромеханик ихтисослигида таълим олаётган касб – ҳунар коллежи талабаларига мўлжалланган.

**Имамназаров А.Т.** Электрооборудование нефтегазовых месторождений. Учебник для профессиональных колледжей. Ташкент, 2006.

В учебнике рассматриваются виды электрооборудований технологических устройств и машин нефтегазовых производств, их принципы работы и предъявляемые им основные требования, а также вопросы электроснабжения буровых установок и способы управления электроприводами и их автоматизации. Кроме того, рассмотрены расчет и проектирования освещения нефтегазовых месторождений и способы реализации энергосберегающих режимов работы асинхронных электроприводов буровых установок.

Этот учебник предназначен для студентов профессиональных колледжей обучающихся по специальности электромеханика по монтажу и эксплуатации электрооборудований в нефтегазовой промышленности.

**Imamnazarov A.T.** Electric equipment of oil-and-gas deposits. The textbook for professional colleges. Tashkent, 2006.

In the textbook are considered kinds of electric equipments of technological devices and machines of oil-and-gas manufactures, their principles of work and basic requirements showed to it, and also questions of electrosupply of chisel installations and ways of management of electric drives and their automation. Besides are considered calculation and designing of illumination of oil-and-gas deposits and ways of realization economy of the electric power operating modes of asynchronous electric drives of chisel installations.

This textbook is intended for students of professional colleges specializing on a specialty electro mechanics on installation and operation of electric equipments in the oil-and-gas industry.

## КИРИШ

Нефт ва газ саноати корхоналари технологик қурилма ва машиналарнинг электр жиҳозларига хизмат қилувчи юксак малакали ўрта бўғин мутахассисларни тайёрлаш давлат аҳамиятига эга масала бўлиб, мамлакатнинг энергетика мустақиллигининг асосини ташкил этади. Нефт ва газ саноатининг бирламчи корхоналари негизи бўлган бурғулаш қурилмалари машина ва механизмлари ер остидан чиқариб олинаётган хом нефт ва газни тортиб олиш ва қувурлар ёрдамида қайта ишловчи корхоналарга узатади. Бурғулаш қурилмалари машина ва механизмларининг электр юритмалари ўнлаб турларга эга. Бу электр юритмаларнинг куч схемаларида замонавий ярим ўтказгичли асбоблар (тиристорлар, куч транзисторлар ва б.) ва бошқариш тизимида микропроцессорли тизимлар қўлланилади. Электр юритмаларнинг якка ҳолда катта қувватли эканлигини ҳисобга оладиган бўлсак, уларни бошқаришда энергия тежамкор усулардан фойдаланиш катта самара беради.

Нефт ва газ саноати замонавий электр жиҳозлари таркибини ўрганиш ва уларга хизмат кўрсатиш, электр энергия билан таъминлаш ва бошқариш асослари схемаларини таҳлил қилиш кўникмаларини ҳосил қилиш, саноатнинг ушбу соҳаси бўйича ўрта бўғин мутахассислари бўлган электромеханикларни тайёрлашда катта ўрин эгаллайди.

# 1 – БОБ. ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРНИ ПОРТЛАШ ҲАВФИДАН ҲИМОЯЛАШ

## 1.1. ПОРТЛАШ ҲАВФИ МАВЖУД БЎЛГАН АРАЛАШМАЛАР ВА НЕФТ ВА ГАЗ САНОАТИ КОРХОНАЛАРИ БИНОЛАРИНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Портлашдан муҳофазаланган ва кон электр жиҳозларини тайёрлаш Қоидалари (ПМКЭҚ) бўйича портлаш хавфи бор тез алангаловчи суюқлик буғларининг аралашмалари ва бошқа ёнувчи газли оксидловчи газлар категория ва гуруҳларга турланади.

Агар бу суюқликлар буғларининг алангаланиш ҳарарати  $45^{\circ}\text{C}$  дан ошмаса, у ҳолда бу буғлар портлаш хавфи бор бўлган буғлар турига киради.

Портлаш хавфи бор бўлган буғлар қуйидаги жиҳатлари бўйича категорияларга бўлинади. Портлашни ўралган қобик ичидан тирқиш орқали узатилиши бўйича портлаш хавфи бор аралашмалар тўрт гуруҳга бўлинади (1.1 – жадвалга қаранг).

1.1 – жадвал

Портлаш хавфи бор аралашмаларнинг категорияси	Портлаш узатилишининг қайтарилиши 50% бўлган, ҳажми 2,5 π бўлган қобикнинг 25 мм кенгликдаги тирқишлар билан ҳосил қиладиган тирқишнинг ўлчами
1	1мм дан катта
2	0,65 мм дан 1 мм гача
3	0,35 мм дан 0,65 мм гача
4	0,35 мм гача

Портлаш хавфи бор буғли ва газ – ҳаволи аралашмалар ўз – ўзидан алангаланиш ҳарорати бўйича гуруҳларга бўлиниши 1.2 – жадвалда келтирилган.

1.2 – жадвал

Аралашмаларнинг хавфи гуруҳи	портлаш	Аралашманинг ўз – ўзидан алангаланиш ҳарпорати
T1		$450^{\circ}\text{C}$ дан юқори
T2		$300^{\circ}\text{C}$ дан $450^{\circ}\text{C}$ гача
T3		$200^{\circ}\text{C}$ дан $300^{\circ}\text{C}$ гача
T4		$135^{\circ}\text{C}$ дан $200^{\circ}\text{C}$ гача
T5		$100^{\circ}\text{C}$ дан $135^{\circ}\text{C}$ гача

Нефт ва газ саноатида учрайдиган баъзи ёнувчи моддаларнинг портлаш хавфи бўйича қандай категория ва гуруҳларга мансублиги 1.3 – жадвалда келтирилган.

1.3 – жадвал

Портлаш хавфи бор аралашма категорияси	Портлаш хавфи бор аралашма гуруҳи				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	Аммиак, изобутилен, метан	Бутил спирти,	Уайт–спирти	–	–
2	Ацетон, Б–100 бензол, про-пан, толу-ол, углерод оксиди	Б–95/130 бензини, бутан, спиртлар: н–бутил, метил, этил	Бензинлар: А-72, А-76, Б-70; хом нефт	–	–
3	Этилен	Пропилен оксиди, этилен оксиди	–	Олтин-гугурт эфири	–
4	Водород	–	Олтингугуртли водород	–	Олтингугуртли углерод

Электр қурилмаларнинг тузилиши Қоидаларига (ЭТҚ) асосан портлаш хавфи бор бинолар ва очиқ ҳавога ўрнатиладиган қурилмалар беш классга бўлинади ва шулардан нефт ва газ саноатига таълуқлилари тўртта: В-1, В-2, В-3 ва В-4.

1. В-1 классга мансуб бўлган биноларда портлаш хавфи бор аралашмалар саноат қурилмаларининг нормал узоқ давом этмаган иш режимларида ҳосил бўлади, масалан, технологик қурилмаларни ишга тушириш ва ўчириш вақтида, усти очиқ идишларда сақланаётган тез алангаланувчи суюқликларни сақлашда ёки бир идишдан иккинчисига куйишда.

2. В-1а классга мансуб биноларда портлаш хавфи бор аралашмалар фақат фавкулотда ҳолатларда ва технологик қурилмаларнинг носозлиги туфайлигина юзага келади.

3. В-1б классга куйидаги хусусиятга эга бўлган В-1а классга мансуб бинолар киради:

бу бинолардаги санитар нормаларида қайд этилган рухсат этилган нормаларидан ошиб кетмаган концентрациядаги ёнувчи газлари портланувчанлигининг пастки чегараси юқори (15% ва ундан кўп) ва хиди ўткир;

фавкулотда ҳолатларда технологик жараён шартларидан келиб чиққан ҳолда умумий портлашни юзага келтирувчи даражадаги портловчи газлар

концентрацияси юзага келмайди, фақат маълум маҳаллий аҳамиятга эга портлаш хавфи бор газлар концентрацияси юзага келади;

бино ичида оз миқдорда ёнувчи газлар, тез алангаланувчи ва ёнувчи суюқликларнинг бўлиши умумий портлаш хавфига олиб келувчи концентрацияга эга бўлмайди ва иш давомида бино ичида очиқ олов билан иш олиб борилмайди; бундай технологик қурилмаларда иш алоҳида шамоллатувчи қурилмалар (вентиляторлар, хавони сўрувчи қурилмалар ва ҳ.к.) ёрдамида олиб борилса, у ҳолда бу қурилмалар портлаш хавфи йўқ бўлган қурилмалар турига киради.

4. В-1г классга, фақат фавкулотда ҳолатларда ёки технологик қурилманинг носозлиги натижасидагина портлаш хавфи юзага келадиган, очиқ ҳавода ўрнатилган, портлаш хавфи бор газлар, буғлар, ёнувчи ва тез алангаланувчи суюқликларга (масалан, газголдерлар, сиғимлар, оқувчи-қуювчи эстакадалар ва ҳ.к.) эга бўлган қурилмалар киради. Очиқ ҳавода ўрнатилган қурилмаларнинг портлаш хавфи бор қурилмалар деб қаралиши куйидагича белгиланади:

очиқ оқизиш ва куйиш жойларидан горизонтал ва вертикал бўйича 20 м гача масофадаги тез алангаланувчи суюқликларни очиқ усулда куйиш ва оқишга мўлжалланган эстакадалар;

портлаш хавфи бор бўлган технологик қурилмадан горизонтал ва вертикал бўйича 3 м гача ва суюқликларни сақловчи ва сўрувчи клапанлардан 5 м гача масофагача жойлашган бошқа қурилмалар.

Портлаш ва ёниш хавфи бўлмаган технологик қурилмалар ва материаллар жойлаштирилган ишлаб чиқариш биноларининг, потлаш хавфи мавжуд бўлган бинолар билан ёнма – ён жойлашиши, уларни портлаш хавфи бор бўлган классларнинг қайси бирига мансуб бўлиши 1.4 – жадвалда кўрсатилган.

1.4 – жадвал

Хонанинг портлаш хавфи бўйича класс	Портлаш хавфи бор хонадан ажратилган ёнма – ён хонанинг класс	
	девор ва эшик билан	икки девор ва эшиклар билан коридор ёки тамбур ҳосил қилинган
В-1 В-1а В-1б	В-1а В-1б Портлаш ва ёниш хавфи йўқ	} Портлаш ва ёниш хавфи йўқ

Электр жиҳозларнинг портлаш хавфини бартараф этишнинг амалда саккиз усули қўлланилади: портлаш ўтмайдиған қобик, портлашга қарши мустаҳкамлигини ошириш, юқори босим остида пуфлаш, қобуқ ичини мой билан тўлдириш, учқунланишдан сақланиш, кварц билан тўлдириш, автоматик электр тармоғидан узиш, алоҳида воситалар.

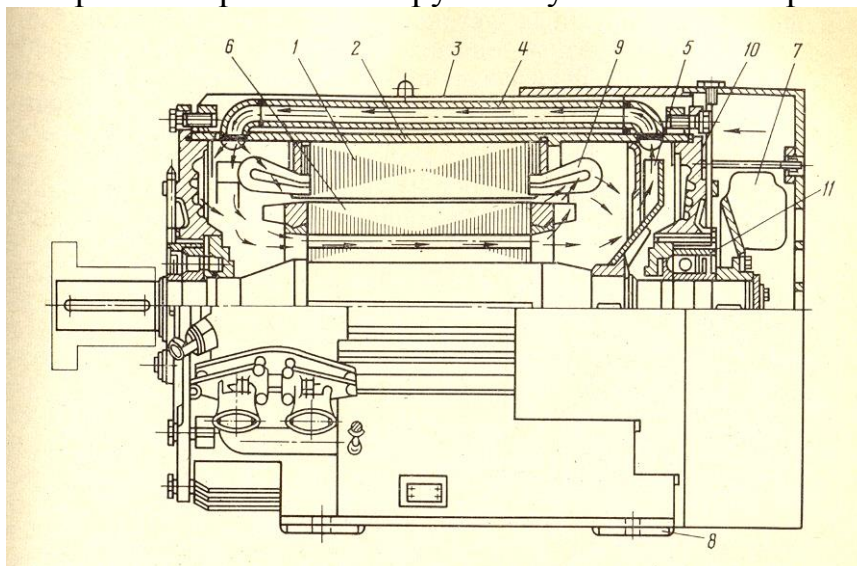
## 1.2. ПОРТЛАШНИ ЎТКАЗМАЙДИГАН ҚОБУҚЛИ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАР

Бундай ижродаги электр жиҳозлар, жиҳоз ичидаги портлаш натижасида юзага келадиган катта босимга бардош берадиган, шикастланмайдиган ва портлашни тарқалишига йўл қўймайдиган қобуқдан иборат бўлади.

Электр жиҳоз қобуғининг ички қисмида портлаш хавфи бор аралашманинг алангаланиш манбаи бўлиб, нормал иш режимидаги контактларнинг учқунланиши, ўта юкланиш ва қисқа туташув тоқлари натижасида қизиши сабаб бўлади.

Портлаш ўтказмайдиган электр жиҳозлар В ҳарф билан белгиланади. Одатда электр жиҳозларнинг корпусига В ҳарфи ёзилганидан сўнг портлаш хавфи мавжуд аралашманинг категорияси ва гуруҳи ҳамда ишлатилиш жойи кўрсатилади. Масалан, В212 белгилаш, электр жиҳознинг портлаш ўтказмайдиган қобуқли, портлаш хавфи бор аралашма категорияси 2 гача ва портлаш хавфи бор аралашма гуруҳи Т2 гача бўлган муҳитда ишлашга мўлжалланганлигини англатади.

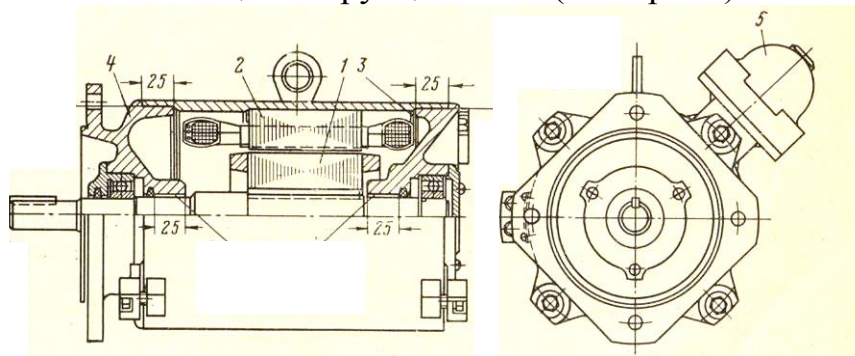
Ротори қисқа туташтирилган асинхрон моторларнинг ВАО серияси портлаш хавфи бор ёпиқ хоналарда ва очиқ жойларда ишлатишга мўлжалланган. Бу моторлар синхрон тезлиги 600 – 3000 айл/мин бўлган қуввати 0,27 – 100 кВт ва 132 – 315 кВт (кучланиши 220 – 380 – 660 В) ҳамда синхрон тезлиги 750 – 3000 айл/мин бўлган қуввати 200 – 2000 кВт (кучланиши 6000 В) қилиб ишлаб чиқарилмоқда. Шунингдек бу моторларнинг ВАО2 серияси ҳам ишлаб чиқарилмоқда. 1.1 – расмда ВАО2 сериядаги асинхрон моторнинг конструктив тузилиши келтирилган.



1.1 – расм. ВАО2 сериядаги асинхрон моторнинг асосий конструктив элементлари:

- 1 – станина пакети; 2 – цилиндрик корпус; 3 – қовурға; 4 – ички ҳавони циркуляцияловчи қувурча; 5 – ички ҳаво вентилятори; 6 – ротор; 7 – ташқи ҳавони йўналтирувчи вентилятор; 8 – панжалар; 9 – статор чулғами; 10 – шчит подшипниклари; 11 – подшипникли бўғин

Жўмрак ва зулфинларнинг юритмаларини ҳаракатга келтириш учун ВЗТЗ ижросидаги АСВ серияли асинхрон моторлар ишлатилади. Улар қисқа вақтли иш режимида ишлайди, айланиш тезлиги 1500 айл/мин бўлиб, қуввати 4,5 кВт гача ва ёпиқ конструкцияга эга (1.2 – расм).



1.2 – расм. АСВ сериядаги асинхрон моторнинг асосий конструктив элементлари:

1 – ротор; 2 – статор; 3 – подшипниқ шчитлари; 4 – уланиш қурилмаси

Одатда электр юритмаларни ишга тушириш ва ишга туширишини ростлаш электр аппаратлари портлаш хавфи бор хоналардан ташқарига ўрнатилади. Бу хоналарда фақатгина бошқариш ва коммутация аппаратлари ва технологик қурилмалар билан механик боғланган кнопкали бошқариш пултлари, бошқариш колонкалари, охириги ўчиргичлар ва х.к. лар ўрнатилади. Бу аппаратларнинг портлаш ўтказмайдиган қилиб бажарилган ижросида корпуси ва қопқоқли қилинган бўлиб, уларни бирлаштириш оралиғида тирқиш бўлади ва бу тирқиш алангани узатилишидан сақлайди. Жиҳозни тармоққа улаш учун алоҳида муфта қўлланилган бўлиб, унга пўлат қувур ичига жойлаштирилган зирҳли кабел ёки сим тортиб келинади.

Портлашга қарши юқори даражада ишончли қилиб ясалган электр жиҳозлар Н ҳарф билан белгиланади. Бу ҳолда, электр жиҳознинг конструкциясида портлашни ўтказувчи элементлар ҳам бўлади ва Н ҳарфидан сўнг аралашма категориясини билдирувчи рақам қўйилади. Агар бундай элементлар бўлмаса, у ҳолда 0 рақами ёзилади. Бу рақамдан кейин аралашма гуруҳини билдирувчи ҳарф ёзилади. Масалан, электр жиҳоздаги Н2Т2 белгилаш, электр жиҳоз портлашга қарши юқори даражада ишончли қилиб ясалганлигини ва портлашни ўтказмайдиган элементи борлиги (масалан, моторнинг халқали контаклари портлаш ўтказмайдиган қалпоқча билан беркитилган), 2 – категорияли аралашмага мўлжалланганлиги ва аралашма таркиби бўйича Т1 ва Т2 гуруҳларга мансублигини билдиради.

В-1 ва В-2 классларга оид ишлаб чиқариш хоналарида портлашга қарши юқори ишончли қилиб ясалган электр жиҳозларни қўллаш мумкин эмас.

### 1.3. КУЧЛИ БОСИМ ОСТИДА ПУФЛАНАДИГАН ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАР

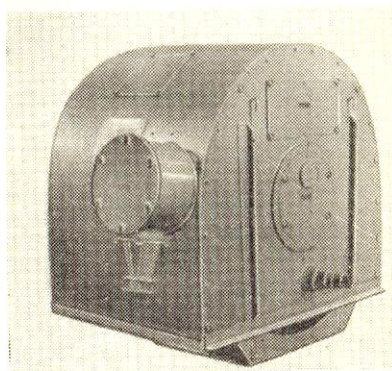
Бу ижродаги электр жиҳозларнинг қуввати катта бўлади (катта қувватли электр моторлар, баъзида стационар бошқариш пултлари) ва портлаш хавфи бўлган хоналардаги стационар қурилмаларда ишлатишга мўлжалланган.

Бундай электр жиҳознинг маълум қисмлари зич беркитилган қобуқ билан ўралиб, алоҳида вентилицион қурилмада ҳосил қилинган тоза ҳаво (ёки инерт газ) оқими билан пуфланади. Бунинг натижасида қобуқ ичида кучли босимли ҳаво ҳосил бўлиб, жиҳозни ўраб турган муҳитдаги мавжуд портлаш хавфи бўлган аралашманинг қобуқ ичига киришига тўсқинлик қилади.

Электр жиҳознинг ҳаво билан пуфланмайдиган қисмлари (масалан, электр моторларнинг тармоққа уланиш қутчаси) портлашни ўтказмайдиган қобуқ ичига жойлаштирилади ёки бошқа турдаги портлашдан химояланишнинг бошқа варианты қўлланилади.

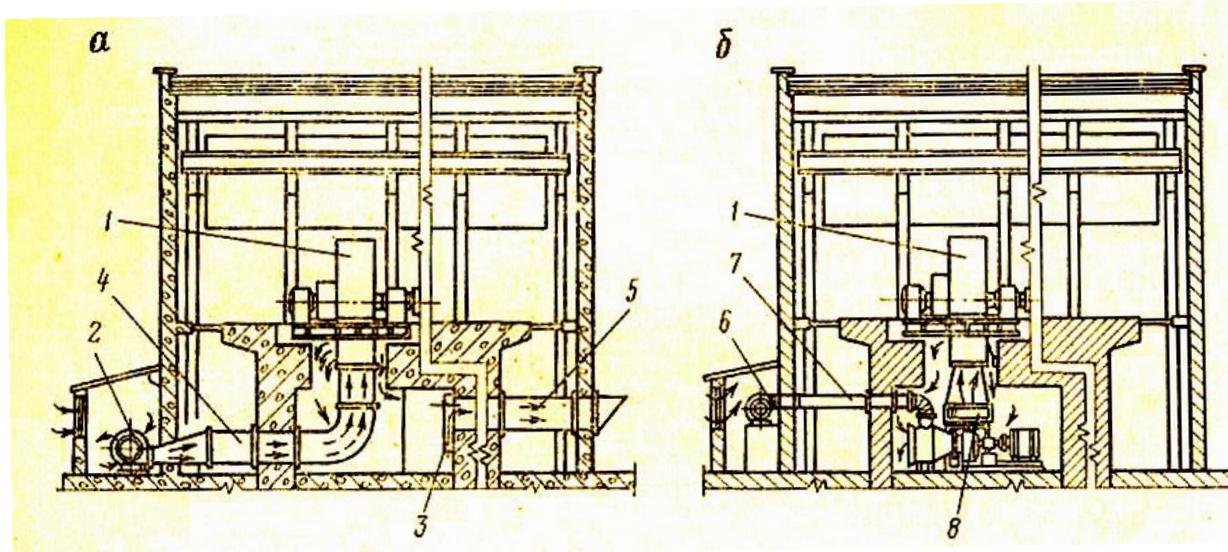
Кучли босим остида пуфланадиган портлашдан химояланган электр жиҳозларнинг юқори даражадаги ишончли жиҳозлар каби белгиланади, аммо биринчи ҳарфи ўрнига П ҳарфи қўйилади. Масалан, электр жиҳоздаги ПОТ4 белгилаш, электр жиҳознинг кучли босим остида пуфланадиган портлашни ўтказмайдиган элементи бўлмаган портлашдан химояланганлигини ва портлаш хавфи бор бўлган аралашмаларнинг Т4 гуруҳигача барча тўрт категориясига мансуб муҳитларда ишлаши мумкинлигини билдиради.

Бир неча серияда кучли босим остида пуфланадиган қуввати 320 дан 12500 кВт гача бўлган электр машўиналар ПОТ5 ва П1Т5 маркалар билан ишлаб чиқарилади ва улар портловчи аралашмаларнинг ҳамма турлари мавжуд бўлган муҳитларда ишлатилади. Поршенли компрессорларнинг юритмалари учун кучли босим остида тоза ҳаво билан пуфланадиган тезлиги 250 – 600 айл/мин ва қуввати 320 – 6300 кВт бўлган (кучланиши 6000 В) СДКП сериядаги синхрон моторлар ишлаб чиқарилади. 1.3 – расмда шу сериядаги моторнинг умумий кўриниши келтирилган.



1.3 – расм. ПОТ4 ижросидаги СДКП-14-44-12 сериядаги синхрон моторнинг умумий кўриниши

Бундай моторларнинг вентиляция тизими очик ва ёпиқ усулларда бажарилади. 1.4а – расмда, машина ичидаги ҳаво оқими кутблараро ротор дарчасига моторнинг икки ёнидан кириб бориб, статорнинг вентиляция каналлари орқали статор корпуси камерасига чиқиб келувчи, моторнинг очик циклда ишлайдиган вентиляция схемаси тасвирланган.



1.4 – расм. СДКП сериядаги моторларнинг вентиляция схемалари:

а – очик цикл бўйича; б – ёпиқ цикл бўйича; 1 – электр мотор; 2 – босим ҳосил қилувчи вентилятор; 3 – зулфин; 4 – ҳаво ўтказгичлар; 5 – ҳаво чиқарувчилар; 6 – пуфлаш вентилятор; 7 – ҳавони сўрувчи ўтказгичлар; 8 – ҳаво совуткич

Моторни совитувчи тоза ҳаво, зичланган тизим ва сув билан совитиладиган ҳаво совиткичидан иборат, ёпиқ тизимли циклда ишлайдиган вентиляция схемаси 1.4б – расмда тасвирланган.

Очик ва ёпиқ вентиляция тизимларида моторга киритиладиган ҳавонинг ҳарорати ( – 15) – (+30) °С оралиқда бўлиши керак. Фундамент ўрасидаги ҳавонинг босими  $3,5 \times 10^{-4}$  МПа дан кам бўлмаслиги ва моторнинг статор корпуси ва шчитлари тагидаги ҳавонинг босими эса  $3,5 \times 10^{-4}$  МПа дан кам бўлмаслиги керак.

Марказдан қочувчи компрессор ва насосларнинг юритмалари учун СТДП сериядаги қуввати 630 – 12500 кВт ва тезлиги 3000 айл/мин (кучланиши 6 ва 10 кВ) бўлган синхрон моторлар қўланилади. Мотор ичида циркуляция бўладиган ҳаво сувли ҳаво совиткичлар ёрдамида совитилади.

Шунингдек, марказдан қочувчи компрессор ва насосларда 4А сериядаги ротори қисқа туташтирилган асинхрон моторлар ҳам ишлатилади. Уларнинг қуввати 500 – 5000 кВт ва синхрон тезлиги 3000 айл/мин (кучланиши 6 кВ) га эга.

## 1.4. МОЙГА БОТИРИЛГАН ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАР

Портлашдан химояланган электр жиҳозларнинг бундай бажарилган турлари учқунланувчи ва учқунланмайдиган токли қисмларини трансформатор мойи ёки хусусиятига кўра унга яқин бўлган бошқа мойга солиб қўйилади. Бунда электр жиҳоз ток ўтказувчи қисмлари портлаш хавфи бор бўлган муҳит билан ўзаро таъсирда бўлмайди ва уларнинг алангаланиши содир бўлмайди.

Агар электр машина ёки аппаратларнинг ҳамма қисмларини мойга солиб қўйишнинг имкони бўлмаса, у ҳолда уларнинг бу мойга солинмаган қисмлари портлашдан химояланишнинг бошқа ижроси бўйича тайёрланади.

Нормал шароитда учқунланиши кузатиладиган изоляцияланмаган ток ўтказувчи қисмлар, уловчи қисқичлар, деталларни мой ичига солинганида уларнинг устидаги мой қатламининг қалинлиги 10 мм дан кам бўлмаслиги ва мойнинг энг юқори қатламидаги ҳарорат 100 °С дан ошмаслиги талаб этилади. Бундан ташқари, мойга солиб қўйилган коммутацион аппаратлардан 0,25 секунд давомида улар учун рухсат этилган қисқа туташув токи ўтказилганида портлашдан химояланган мойнинг хусусияти ўзгармаслиги керак. Асинхрон моторларни ишга туширувчи электр аппаратлар статор чулғамидан ўтаётган токнинг қиймати номинал қийматидан 6 марта бўлганида нормал контактларни узадиган тизимга эга бўлиши керак.

Мойга тўлдирилган электр жиҳозлар портлаш хавфи бор биноларда ва очиқ жойлардаги технологик қурилмаларда қўлланилиши мумкин.

Мой тўлдирилган электр жиҳозлар М ҳарфи билан белгиланади, бу ҳарфдан сўнг 0 ёки рақам ёзилади, бу аралашма категориясини ва конструкциясида портлашни ўтказмайдиган элемент бор ёки йўқлигини билдиради, рақамдан сўнг ёзиладиган ҳарф аралашмалар гуруҳини англатади. Масалан, электр жиҳоздаги МЗТ1 белгилаш, электр жиҳознинг мойга тўлдирилган ижрода бажарилганини билдиради ва 3 – категориядаги Т1 аралашма гуруҳига мўлжалланган портлашни ўтказмайдиган элементи борлигини англатади.

Мойга тўлдирилган ижродаги портлашдан химояланган электр моторлар, нефт казиб чиқариш саноатида ишлатиладиган ҳаракатлантирувчи қурилмалар ҳамда центрифуга юритмаларида қўлланилади.

Мойга тўлдирилган портлашдан химояланган ишга тушириш электр аппаратлари портлаш хавфи бор бўлган барча бинолардаг ва хатто агрессив муҳитдаги технологик қурилмаларнинг электр юртмаларини бошқаришда қўллаш мумкин. Бундай электр жиҳозларни ситлкинишлар ёки зарблар кузатиладиган ишлаб чиқариш биноларида қўллаш тақиқланади.

## **1.5. КВАРЦ БИЛАН ТЎЛДИРИЛГАН ВА МАХСУС ИШЛАНГАН УЧҚУНЛАНИШ ХАВФСИЗ БЎЛГАН ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАР**

Учқунланиш хавфсиз бўлган электр жиҳозларнинг портлашдан ҳимояланиши, электр занжирларда ток ва кучланишнинг қиймати шундай қийматгача камайтириладики (учқунлаиш, ёй, чўғланувчи разряд ва ҳ.к.), ҳосил бўлган электр разряд қуввати нормал ва авария ҳолатларида портлаш хавфи бор бўлган аралашламаларнинг аланагаланиши учун етарли даражада бўлмайди.

Тузилиши бўйича учқунланиш хавфсиз бўлган электр жиҳозлар умумсаноат портлашдан ҳимояланган электр жиҳозлардан фарқ қилмайди, фақаткина баъзи бир элементлари портлашдан ҳимоялайдиган қобик билан ўралган бўлиши мумкин.

Учқунланиш хавфсиз бўлган ижрода бажарилган электр жиҳозларга портлаш хавфи бор бўлган хоналардаги электр қурилмаларда ишлатиладиган алоқа қурилмалари, назорат – ўлчов ва ростлаш аппаратлари киради. Бундай ижродаги электр жиҳозларнинг белгилашларидаги биринчи ҳарфи И бўлади.

Кварц билан тўлдирилган электр жиҳозларда ток ўтказувчи қисмларига кварц қупи сепилган бўлади. Бундай ижродаги электр жиҳозларнинг белгилашларидаги биринчи ҳарфи К бўлади.

Учқунланишни бартараф этиш учун махсус сиқилган инерт гази ва эпоксид смола билан тўлдирилган қобиклардан фойдаланилган ижродаги электр жиҳозларнинг белгилашларидаги биринчи ҳарф С бўлади. Учқунланиш хавфсиз бўлган электр жиҳозларнинг айнан манна шу ижрода бажарилган турлари нефт ва газ саноатида кенг қўлланилади.

### **НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР**

1. Портлаш хавфи бор тез алангаловчи суюқлик буғларининг аралашмалари ва бошқа ёнувчи газли оксидловчи газлар қандай категория ва гуруҳларга бўлинади?

2. Нефт ва газ саноатида учрайдиган ёнувчи моддаларнинг портлаш хавфи бўлган турларини айтиб беринг?

3. Электр қурилмаларнинг тузилиши Қоидаларига (ЭТҚ) асосан портлаш хавфи бор бинолар ва очик ҳавога ўрнатиладиган қурилмалар қандай классларга бўлинади?

4. Электр жиҳозларнинг портлаш хавфини бартараф этишнинг амалда қандай усуллари қўлланилади?

5. Портлашни ўтказмайдиган қобукли электр жиҳозларнинг асосий конструктив элементлари ва уларнинг функцияларини тушунтириб беринг.

6. Кучли босим остида пуфланадиган электр жиҳозларда қандай қилиб портлаш хавфи бартараф қилинади?

7. Қандай мақсадларни кўзлаб электр жиҳозларнинг токли қисмлари трансформатор мойига ботирилиб қўйилади?

8. Кварц билан тўлдирилган ва махсус ишланган учқунланиш хавфсиз бўлган электр жиҳозларнинг асосий конструктив элементларининг функцияларини тушунтириб беринг.

## **2 - БОБ. ЭЛЕКТР ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИМОЯЛАШ ВА БОШҚАРИШДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН ЭЛЕКТР ВА ЭЛЕКТРОН АППАРАТЛАР**

### **2.1. ЭЛЕКТР ВА ЭЛЕКТРОН АППАРАТЛАР ҲАҚИДА УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР**

Электр станцияларда ишлаб чиқарилган электр энергиянинг истеъмолчиларга тақсимланиши ва уланиши махсус электр ва электрон аппаратлар ёрдамида амалга оширилади. Коммутация аппаратлари ишлаш асосларига кўра **электр** ва **электрон** аппаратларга бўлинади. Электр аппаратларда электр занжирларни коммутация қилиш электромагнит ҳаракатлантирувчи контактлар ёрдамида амалга оширилади. Электрон коммутация аппаратларида коммутациялаш контактларсиз тиристор, транзистор ва бошқа ярим ўтказгичлар воситасида бажарилади.

Вазифасига кўра электр аппаратлар электр қурилмаларни электр тармоғига улаш ва ўчириш, ишга тушириш, режимларини ростлаш ва назорат қилиш ҳамда баъзи электр кўрсаткичлари қийматини чеклаш каби вазифаларни бажаради. Электр аппаратлар номинал кучланиш қиймати бўйича **паст кучланишли** (1000 В гача) ва **юқори кучланишли** (1000 В дан юқори) турларга бўлинади.

Юқори кучланишли электр аппаратлар электр станциялар билан саноат корхоналарини ўзаро боғлаб турувчи юқори кучланишли электр тармоқ ва тизимларни ишга тушириш, юкланишларни ростлаш, назорат қилиш ва меъёрида бўлишини таъминлаш каби вазифаларни бажаради.

Паст кучланишли электр аппаратлар турли дастгоҳлар, электртехнологик қурилмалар ва хилма – хил ишлаб чиқарувчи машина ва механизмларнинг электр занжирларини тўғридан – тўғри корхонанинг ички электр тармоғига улаб ишга тушириш, иш режимларини ростлаш ва назорат қилиш каби вазифаларни бажаради.

Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки, аксарият коммутация аппаратлари функционал имкониятларига кўра универсал бўлади.

Коммутация учун хизмат қилувчи яъни электр занжирларни тармоққа улаш ва тармоқдан узиш вазифасини бажарувчи электр аппаратлар туркумига **автоматик узгичлар (автоматлар), турли русумдаги контакторлар ва релелар, қисқа туташтиргичлар ва сақлагичлар** киради.

**Автомат узгич (автомат)** электр занжирини электр тармоғига улаш ҳамда қисқа туташувлардан электр қурилмаларни сақлаш учун ҳам хизмат қилади.

**Контакторлар** электромагнит қурилма бўлиб, уларнинг асосий контактлари электр қурилмани тармоққа улаш вазифасини бажарса, ёрдамчи контактлари бошқарув занжирида ишга туширувчи кнопкаларни шунтлаш ва электр қурилмани бошқариш жараёнида иштирок этади.

**Реле** коммутация қурилмаси бўлиб, бошқарилаётган занжирларнинг ҳолатини берилган электр таъсир қилувчи катталиқлар (кучланиш, ток, частота ва ҳ. к.) таъсирида нотекис ўзгартириш учун хизмат қилади.

**Қисқа туташтиргич** электр занжирларида сунъий қисқа туташувни юзага келтириш учун хизмат қилади.

**Сақлагич** ўзи химоялаётган электр занжирини, ундан ўтаётган катта миқдордаги токдан химоялаш мақсадида тармоқдан узиб қўяди. Бунинг учун унда махсус ток ўтказувчи қисмлар кўзда тутилган бўлиб, занжирдаги токнинг қиймати рухсат этилган қийматидан ошиб кетганида бу қисмлар эриб кетади ва натижада занжирда ток узилади.

**Юргизиш – ростлаш аппаратлари** электр машиналарни ишга тушириш, кучланиши, токини ва тезликларини ростлаш учун ёки бошқа турли электр қурилмаларини (масалан, электр печ ва пайвандлаш қурилмалари) ишга тушириш ва уларнинг асосий кўрсаткичларини ростлаш учун қўлланилади. Юргизиш – ростлаш аппаратларига шунингдек **кнопкалар, пакетли ўчиргичлар, контроллерлар, контакторлар, юргиткичлар ва реостатлар** киради.

**Кнопка** бош бармоқ босиб турган вақт ичидагина электр занжирини тармоққа улайдиган ёки узувчи механик улагичдир.

**Пакетли ўчиргич** бир неча қатламлар – пакетлардан иборат бўлиб, уларнинг ичида қўзғалувчан ва қўзалмас контактлар жойлашган бўлади; дастакни айлантириш натижасида баъзи контактларнинг уланиши ва баъзиларининг эса узилиши содир бўлади.

**Контроллер** – кўп ҳолатли аппарат бўлиб, электр машиналар ва трансформаторларни уларнинг резисторлари, чулғамларини коммутациялаш орқали бошқариш учун хизмат қилади.

**Контактор** – ўзи қайтувчи кўп ҳолатли электр аппарат; қиймати ўта юкланиш тоқларидан ошмайдиган тоқли занжирни тез-тез коммутация қила олади. Электромагнит ёрдамида ишлайди.

**Юриткич** – коммутацияловчи электр аппарат; электр моторларни ишга тушириш, тўхтатиш ва химоя қилиш учун хизмат қилади.

**Реостат** – электр занжир қаршилигини ўзгартирадиган қаршилик қиймати маълум оралиқда поғонали ростланадиган актив қаршиликлар йиғиндиси бўлган юргизувчи – ростловчи қурилма.

**Назорат аппаратлари** технологик машина ва механизмларнинг электр ва ноэлектр кўрсаткичларини назорат қилиб боради. Уларга турли русумдаги релелар ва ҳар хил электр ва ноэлектр ўлчов ўзгарткичлари (датчиклар) киради.

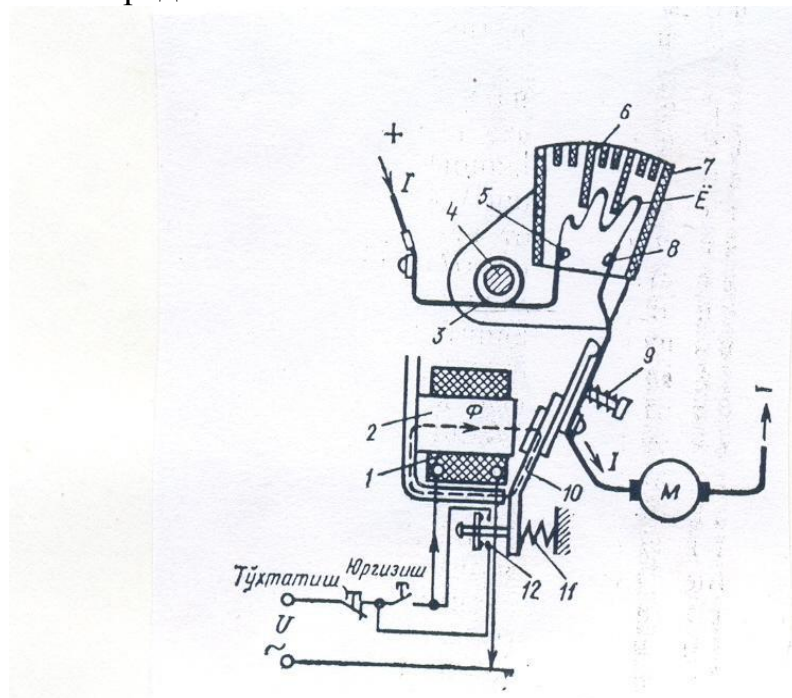
**Чегараловчи аппаратлар** қисқа туташув тоқларини ва ўта кучланишларни чегаралаш учун хизмат қилади. Уларга реакторлар ва зарядлагичлар киради.

## 2.2. ЭЛЕКТР ЗАНЖИРЛАРНИ ҲИМОЯЛОВЧИ КОММУТАЦИЯ АППАРАТЛАРИ

Электр қурилмаларни ишлатиш жараёнида маълум сабабларга кўра нормал иш режими бузилганида электр жиқозларнинг ишдан чиқишини олдини олиш ва ишлаётган қурилманинг ишончлилиқ даражасини ошириш учун электр ҳимоя воситалари қўлланилади. Электр моторларни ҳимоя қилишда **нол, максимал ток, минимал ток ва иссиқлик ҳимоя усуллари** қўлланилади.

**Нол ҳимоя**, тармоқ кучланишининг қисқа муддатга ўчиши ёки жуда камайиши натижасида ўчирилган электр моторни тармоқда кучланиш яна номинал қийматига эришганида моторни тармоққа ўз – ўзидан улаишидан асрайди. Бу ҳимоя линия контакторлари ва атоматик узгичлар ёрдамида амалга оширилади.

**Контакторларнинг асосий вазифаси** электр қурилмаларни тармоққа улаш ва тармоқдан узиш бўлса ҳам бу коммутация аппаратлари нол ҳимоя вазифасини ҳам бажаради.



2.1 – расм. Контакторнинг таркибий тузилиши:

1,3 – чулғамлар, 2 – ғалтак ўзаги, 4 – магнит билан пуфлаш ўзаги,  
5, 8, 12 – кўзғалмас, кўзғалувчан ва ёрдамчи контактлар, 6 – изоляцияловчи тўсик, 7 – ёй  
сўндирувчи камера, 9, 11- контакт пружинаси ва қайтарувчи пружина, 10 – якор, Ё – ёй,  
М – мотор

Контакторларнинг тузилиши ва ишлаш асосларини кўриб чиқамиз (2.1 – расм). **Юргизиш** кнопкаси босилганида контакторнинг электромагнит чулғами 1 тармоққа улаиб ундан ток ўтади ва натижада  $\Phi$  магнит оқими вужудга келади. Магнит оқими қайтарувчи пружина 11 ва контакт пружинаси 9 кучини енгишга йўналган кучни юзага келтиради, бу куч якор 10 ни

ўзак 2 га тортади. Қўзғалувчан контакт 8 қўзғалмас контакт 5 га тортилади ва асосий контакт туташиб мотор М ни тармоққа улайди. Айни вақтда ёрдамчи контакт 12 **Юргизиш** кнопкасини шунтлайди ва уни қўйиб юборилганида чулғам 1 занжири узилмайди ва контактор уланган ҳолатда қолади. Қўзғалувчан контакт 8 қўзғалмас контакт 5 га босилиши учун контакторда контакт пружинаси 9 ўрнатилган, бу пружина бундан ташқари, қўзғалувчан контактнинг қўзғалмас контактга урилганидаги титрашни камайтиради ҳам.

2.1 – расмда контактор куч занжирини узаётган ҳолатда кўрсатилган. Бу ҳодиса юритма электромагнит чулғамининг занжири узилганида содир бўлади, шунда қўзғалувчан тизим қайтарувчи пружина 11 таъсирида нормал ҳолатни эгаллайди.

Асосий контактлар ажралганда улар орасида ёй Ё вужудга келади, бу ёй сўндирувчи камера 7 да сўнади. Камерада изоляцияловчи тўсиқлар бўлиб, улар ёйни чўзади ва унинг қаршилигини оширади. Ёйнинг контактлардан камерага тез ўтиши учун магнитли пуфлаш тизими мавжуд бўлиб ва у пўлат ўзак 4 га ўралган чулғам 3 дан иборат.

Тармоқдаги кучланиш қиймати нолга тенг ёки жуда кичик қийматга эга бўлганида электромагнит чулғами 1 даги магнит оқими  $\Phi$  нинг қиймати нолга тенг ёки жуда кичик бўлиши сабабли пружина 9 нинг тортиш кучи магнит оқими ҳосил қиладиган кучдан катта бўлиб, асосий қўзғалувчан контакт 8 ни қўзғалмас контакт 5 дан ажратади ва мотор М тармоқдан узилади. **Юргизиш** кнопкасини шунтлаб турган ёрдамчи контакт 12 узилади ва чулғам 1 ҳам тармоқдан узилади. Тармоқда кучланишнинг қиймати номинал қийматга эга бўлганида мотор М ни қайта ишга тушириш **Юргизиш** кнопкасини босиш билан амалга оширилади. Технологик сабабларга кўра ишлаб турган моторни ўчириш **Тўхтатиш** кнопкасини босиш билан амалга оширилади. Бунда чулғам 1 тармоқдан узилади, қўзғалувчан контакт 8 қўзғалмас контакт 5 дан ажралади ва мотор М тармоқдан узилади.

Контакторлар ток турига қараб **ўзгармас** ва **ўзгарувчан ток** контакторларга ажратилади. Ўзгармас ток контакторининг магнит тизими яхлит электротехник пўлатдан ясалади, ўзгарувчан ток контакториники эса магнит тизимидаги исрофларни камайтириш мақсадида алоҳида изоляцияланган электротехник пўлат тунукачалардан йиғилади.

2.1 – жадвалда электр қурилмаларини ишга тушириш ва нол ҳимоя мақсадларида қўлланиладиган баъзи ўзгармас ва ўзгарувчан ток контакторларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

**Автоматик узгич (автомат)** электр занжирларни тармоққа улаш ва тармоқдан узиш, қисқа туташувлар ва ўта юкланишлар ҳамда кучланишнинг камайиб кетиши ва ўта ошишидан ҳимоя қилиш функцияларини бажарувчи универсал коммутация аппаратиدير.

Ҳозирда ишлаб чиқариш машина ва механизмларининг электр юритмаларида асосан АЗ700 ва АЕ-2000 русумли автоматлар қўлланилмоқда. АЗ700 русумли автоматлар 40 дан то 630 А гача номинал тока мўлжалланган бўлиб, улар ишлаб кетиш токи 400 дан то 6300 А гача бўлган ярим

Ўтказгичли ёки электромагнитли максимал ток ажраткичлар билан ҳар хил модификацияларда ишлаб чиқарилмоқда.

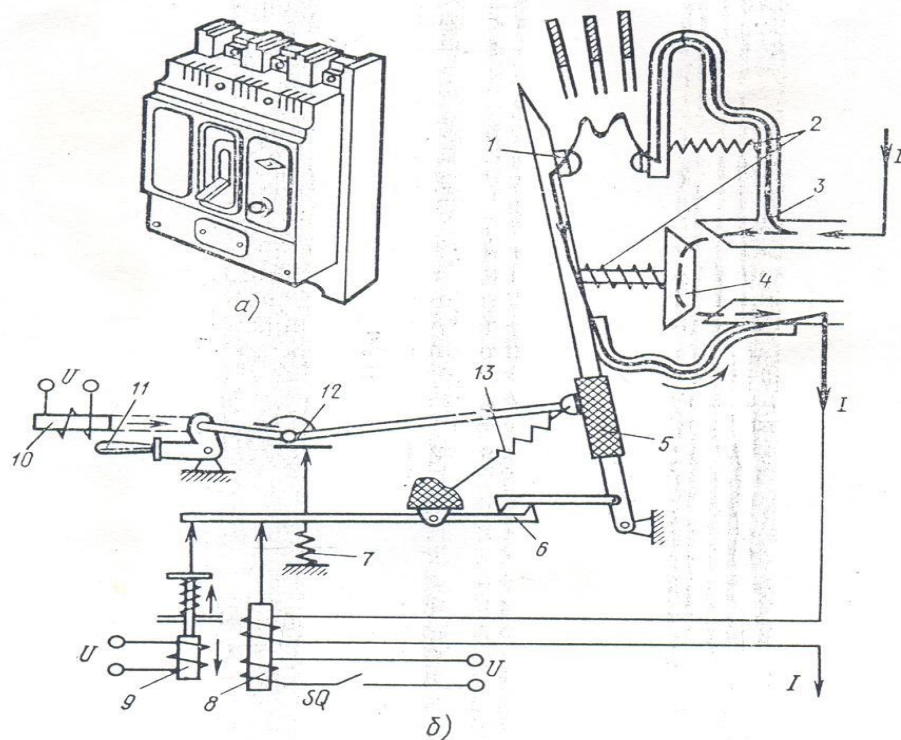
2. 1 – жадвал.

Русуми	Номинал кўрсаткичлари		Чулғам кўрсаткичлари		Бир соатда рухсат этилган улаб-ўчиришлар сони, 1./соат	Вазифаси, тузилишининг хусусиятлари ва кўшимча маълумотлар
	Кучланиши, В	Токи, А	Кучланиши, В	Қуввати, Вт		
КП1, КП2	220	20, 40, 75	110, 220	20	1200	Ўзгармас токда ишлайди
КПД100	220	25, 63, 100, 160, 250	110, 220, 440	16-35	1200	-, -
МК1	220, 500	40	24,48, 110, 220	38	--	Ўзгарувчан ва ўзгармас тоқларда ишлайди
КН100 – КН400	< 320	25-200	<320	19-50	--	- ,, -
КТД121	500 гача	40	--	--	1200	Ўзгарувчан токда ишлайди: кутблар сони 3
КТ7000	380,660	100,160	--	--	600	кутблар сони 2,3,4,5
КПТ6000	380,660	100, 160, 250, 400, 630	--	--	1200	кутблар сони 2,3,4

2.2а – расмда А3700 русумли автоматик узгичнинг умумий кўриниши тасвирланган. 2.2 б – расмдаги статик ҳолат автоматик узгичнинг узилган ҳолати бўлиб, бош контактлар 3 ва 4 очик, коммутация токи эса узувчи контактлар 1 нинг параллел занжири орқали ўтмоқда. Бундай коммутация туфайли бош контактларда ёй вужудга келмайди ва контактларнинг куйиши олди олинади. Бош контактлар етарлича ажралганида узувчи (ёй сўндирувчи) контактлар 1 ажралади. Ток занжирининг коммутацияси натижасида ҳосил бўлган ёй сўндирувчи камерада сўнади. Ишончли контакт ҳосил бўлиши учун узувчи ва бош контактларга контакт пружиналари 2 ўрнатилган.

Автоматни улаш учун дастак 11 ни босиш (дастакли юритма) ёки электромагнит 10 га кучланиш бериш (масофадан улаш) керак, бу электромагнит ричаглар 12 ёрдамида асосий кўтарувчи детал 5 ни иш ҳолатига буради. Шунда узувчи пружина 13 чўзилади ва бутун тизим илгак 6 да туради.

Бош контактлар 3 ва 4 орқали қисқа туташув токи ўтганида максимал ажраткич ғалтаги 8 қўзғалувчан ўзакли ғалтакка таъсир ғилади ва илгак 6 ни уриб чиқаради ва пружина 13 коммутацияловчи занжирни узади.



2.2 – расм. А3700 русумли автоматик узгичнинг таркибий тузилиши:

а – умумий кўриниши, б – принципиал схемаси; 1 – узувчи контакт, 2, 7, 13 – пружиналар, 3, 4 – асосий (бош) контактлар, 5 – кўтарувчи детал, 6 – илгак, 8, 9 – максимал ва минимал ажраткич ғалтаклари, 10 – электромагнит, 11 – дастак, 12 – ричаглар

Минимал ажраткич тармоқ кучланиши бериладиган ғалтак 9 га ва пружинага эга. Тармоқ кучланиши номинал бўлганида уларнинг кучлари мувозанатлашади ва соленоид штоки автоматнинг узилишига таъсир қилмайди. Тармоқ кучланиши пасайганида кўзгалувчан ўзак ҳосил қилаётган куч етарли бўлмайди ва унинг штоги пружина таъсирида илгак 6 ни уриб чиқаради. Автоматда шунингдек электр жиҳозларни кнопка SQ ёрдамида масофадан туриб тўхтатиш имконияти ҳам кўзда тутилган.

Автоматлар электромагнитли ёки иссиқлик ажраткичга эга ҳамда иссиқлик ва электромагнит элементлари бўлган комбинацияланган ажраткичга эга бўлиши ҳам мумкин.

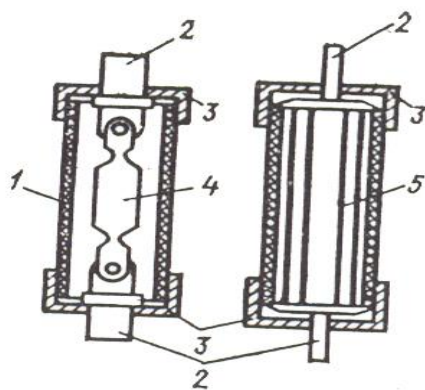
Автоматик узгичларда электромагнитли ёки иссиқлик ажраткичларнинг бўлиши, уларнинг кичик қувватли моторларни тўғридан – тўғри электр тармоққа улаб ишга тушириш ва моторларни ўта юкланиш токидан ҳимоя қилиш схемаларида кенг қўлланишига асос бўлади.

2.2 – жадвалда саноат қурилмаларининг электр занжирларида энг кўп қўлланиладиган баъзи автоматик узгичларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

2.2 – жадвал

Русу-ми	Номи-нал токи, А	Номи-нал кучла-ниши, В	Қутб-лар сони	Ажратгичи борлиги		Ажра-тувчи ток қийма-ти, А	Узилиш то-кининг чега-ра қиймати, А		Ўчиш вақти, с	Алоҳида хусусият-лари
				иссиқ-лик	электро-магнит		ўзгар-мас ток	ўзга-рув-чан ток		
А3160	50	110=220~	1-2-3	Бор	Йўқ	15-50	1,6 - 1,3	2,5 - 4,5	0,015-0,03	Масофадан бошқарилади
А3110	100	220=220~	2-3	Йўқ	Бор	15-100	5	2,5 - 10	0,01 - 0,015	-, -
АК-63	63	-, -, -	-, -, -	-, -, -	-, -, -	0,63 - 63	5	9	0,02-0,04	уловчи.ва узувчи конт. биттадан
АК-50	50	400=320~	-, -, -	-, -, -	-, -, -	2 – 50	4, 5	9	0, 04	-, -
АП-50	50	220=500~	-, -, -	бор	бор	2,6 -50	1 – 2	0,3-2	0, 02	улов.к.1-2, узув.к. 1-3
А-63	25	110=220~	1	-	бор	0, 63 - 25	2	2, 5	-	-, -
АЕ2000	25, 63,100	220=500~	1,2,3	-	бор		5,10	16	-	-, -
АЕ1000	25	240~	1	бор	бор	6 – 25	-	1, 5	-	-, -
АС-25	25	220 380	2, 3	-	бор	1 – 20	3, 2 – 2, 0	2, 0	-	-, -
АСТ - 2/3	25	500=	1	бор	-	-	90	-	0, 08	Юриткичи электромаг-нитли

Электр занжирларни қисқа туташув ва максимал тоқлардан ҳимоя қилувчи энг кўп тарқалган усул бу **эрувчан сақлагичларни** қўллашдир.



2.3 – расм. Сақлагичларнинг таркибий тузилиши

2.3 – расмда эрувчан сақлагичларнинг таркибий тузилиш схемаси келтирилган бўлиб, бу ерда 1 – изоляцияловчи найча, 2 – чиқиш пичоқлари, 3 – қалпоқчалар, 4 – эрувчи қуйма, 5 – тўлдиргич (масалан, ҳар хил кварц қумлари). Сақлагичнинг асосий элементи бу рух ва мисдан тайёрланадиган эрувчи қуймадир.

2.3 – жадвал

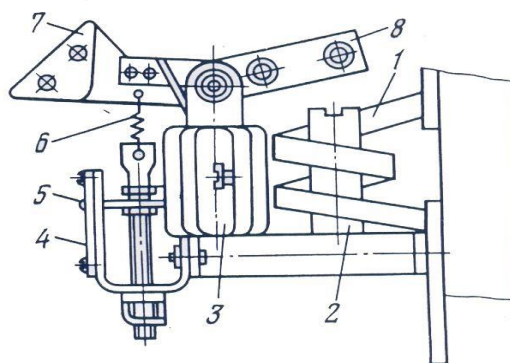
Номланиши	Сақлагичнинг русуми	Кучлан иш, В	Номинал токи, А	Эрувчи қуйилманинг номинал токи, А
Ажралувчи ва токни чекловчи тўлдирилмаган сақлагичлар	ПР – 2 – 15	500=	15	6, 10, 15
	ПР – 2 - 100		60	15, 20, 25, 35, 45, 60
	ПР – 2 – 200		100	60, 80, 100
			200	100, 125, 160, 200
	ПР – 2 – 360		350	200, 225, 260, 300, 350
Тўлдирилган тезкор сақлагичлар	ПНБ5 – 380	380~	100	40, 63, 100
	ПНБ5– 380/250		250	160, 250
	ПНБ5-600/100	600~	100	63, 100
	ПНБ5– 600/250		250	160, 250
Бир қутбли сақлагичлар	ПРС – 6	380~	6	1, 2, 4, 6
	ПРС – 20		20	10, 16, 20
Трубкасимон сақлагичлар	ППТ - 10	250=	10	6, 10
Сақлагичлар	ПК – 45	600~	5	0, 15; 0, 25; 0, 5; 1, 0
	ПК - 50	600~	5	0, 25; 0, 5; 1, 2, 3, 4, 5

Сақлагичларнинг ишлаши электр токининг иссиқлик таъсирига асосланган. Электр занжирдан рухсат этилгандан катта ток ўтганида эрувчи қуйманинг ингичка қисми тез қизийди, эрийди ва узилади ва бу билан электр занжирни тармоқдан узиб қўяди.

2.3 – жадвалда электр қурилмаларни қисқа туташув ва катта тоқлардан ҳимоя қилишда қўлланиладиган баъзи эрувчан сақлагичларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

**Максимал ток релелари** электр занжирларни жуда тез ўчиришда ишлатилади (2.4 – расм). Реле кўзгалмас ўзак 2 га жойлаштирилган ғалтак 1, шунингдек тумшук 7 билан механик боғланган кўзгалувчан якор 8 ва ростлаш пружинаси 6 лардан иборат. Ўзакнинг пастки қисмида қўйиладиган токларнинг градуировка шкаласи 4 ва унинг кўрсаткичи 5 маҳкамланган. Ғалтак 1 даги токнинг қиймати шкалада кўрсатилган қийматдан ошиб кетса, у ҳолда якор 8 ўша заҳотиёқ ўзакка тортилади пружина кучини енгиб тумшук 7 аппаратнинг ўчирувчи механизмини ишга туширади.

Реленинг ишлаш қобилиятини текшириб туриш мақсадида ўзакка қўшимча ғалтак 3 ўрнатилган бўлиб, бу ғалтак тармоққа ўчиргич орқали параллел уланади. Текширишдан олдин аппарат ўчирилади, шкала кўрсаткичини куч занжири кучланишига мос келувчи ҳолатга қўйилади, аппарат уланади ва ундан кейин ғалтак ўчиргичи уланади. Бу ҳолатда аппарат ўчиши лозим.



2.4 – расм. Максимал ток релесининг тузилиши:

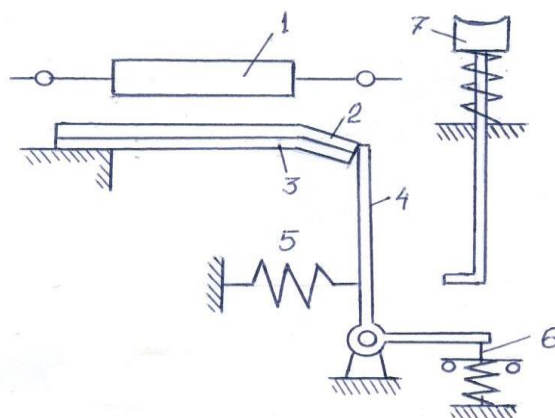
1- ғалтак, 2 – кўзгалмас ўзак, 3 – текшириш ғалтаги, 4 – ток градуировка шкаласи, 5 – кўрсаткич, 6 – ростлаш пружинаси, 7 – тумшук, 8 – якор

Электр занжирларни максимал ток ҳимояси учун одатда РЭ570 ва РЭ70 русумидаги релелардан фойдаланилади. Бу релеларнинг чулғамлари моторнинг икки фазасига (масалан, асинхрон моторни ҳимоялаганда) уланади, контактлари эса линия контакторининг бошқарув занжиридаги чулғамига кетма – кет уланади.

2.4 – жадвалда ўзгармас ва ўзгарувчан ток электр занжирларини катта қийматли токлардан ҳимоялайдиган баъзи максимал ток релеларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

Русуми	Реленинг ба- жарадиган вазифаси, хусусияти	Номинал катталиги	Номинал қийматини ўрнатиш чегараси	Контактлар сопи		Контактдаги ток, А	
				очик	ёпиқ	ўчирил- ганда	ёқилган- да
РЭ– 571Т	Ўзгарувчан токли зан- жирлар учун	1,5–600 А	0,75 – 2,0	1	-	0,8 – 10	5 – 50
РЭВ – 200	Ўзгармас токли зан- жирлар учун	1,5-600 А	-	2	-	-	-

Электр моторларни катта қийматли тоқлардан ҳимоя қилишда **иссиқлик релелари** ҳам қўлланилади. Иссиқлик релеларнинг таркибий тузилиши қуйидаги чизмада кўрсатилган (2.5 – расмга қаранг).



2.5 – расм. Иссиқлик релесининг таркибий тузилиши:

1 – қиздирувчи элемент, 2 ва 3 – иссиқлик кенгайиш коэффициентлари турлича бўлган ўзаро пайвандланган металл пластиналар, 4 – ричаг, 5 – пружина, 6 – контакт, 7 – кнопка

Ҳимояланаётган моторнинг токи қиздирувчи элемент 1 орқали ўтади. Қиздирувчи элемент яқинида иссиқлик кенгайиш коэффициентлари турлича бўлган ва ўзаро пайвандланган икки пластиналар 2 ва 3 жойлашган. Қиздирувчи элементдан чиқаётган иссиқлик оқими таъсирида пластина 3 нинг кенгайиши 1 пластинаникига нисбатан кўпроқ бўлади ва шунинг учун ҳам биметалл тепага қараб букилади. Ток кучи керакликча катта бўлганида ричагнинг биметалл пластиналарнинг юқори учига илиниб турган жойи чиқиб кетади ва пружина 5 таъсирида соат стрелкасига тескари бурилади ҳамда контакт 6 очилади. Кнопка 7 босилганидан сўнг ричаг 4 нинг ўз ҳолига қайтиши биметаллларнинг совушидан кейингина амалга ошади ва контакт 6 яна уланади.

Иссиқлик релелари моторнинг икки фазасига тўғридан – тўғри уланади ва унинг контактлари эса линия контакторининг бошқарув занжиридаги чулғамига кетма – кет уланади.

2.5 – жадвалда электр моторларни катта қийматли тоқлардан ҳимоя қилишда кенг қўлланиладиган баъзи иссиқлик релеларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

2.5 – жадвал

Реленинг техник кўрсаткичлари ва алоҳида хусусиятлари	Реле русуми	
	ТРП	ТРН
Номинал тоқи, А	1 – 50	0; 5 – 32
Номинал кучланиши, В	500 ва 400	500 ва 400
Истеъмол қуввати, Вт	3, 7 – 11, 9	3 – 4, 4
Қутблар сони	1	2
Контактлар сони	1 ёпиқ ва 1 очик	1 ёпиқ ва 1 очик
Биметалл маркаси	ТБ – 3 ва ТБ – 36	ТБ – 36
Ишлаб кетиш температураси, С	235	230
Бевосита қиздириш қурилмаси	Бор	Йўқ
Билвосита қиздириш қурилмаси	Бор	Бор
Ҳар иккала усулда қиздирувчи қурилма	Бор	Йўқ
Рухсат этиладиган токни ростлаш	+25%	+25%
Номинал тока нисбатан ток қиймати олти марта катта бўлганида реленинг ишлаб кетиш вақти, с	3 - 20	6 - 20

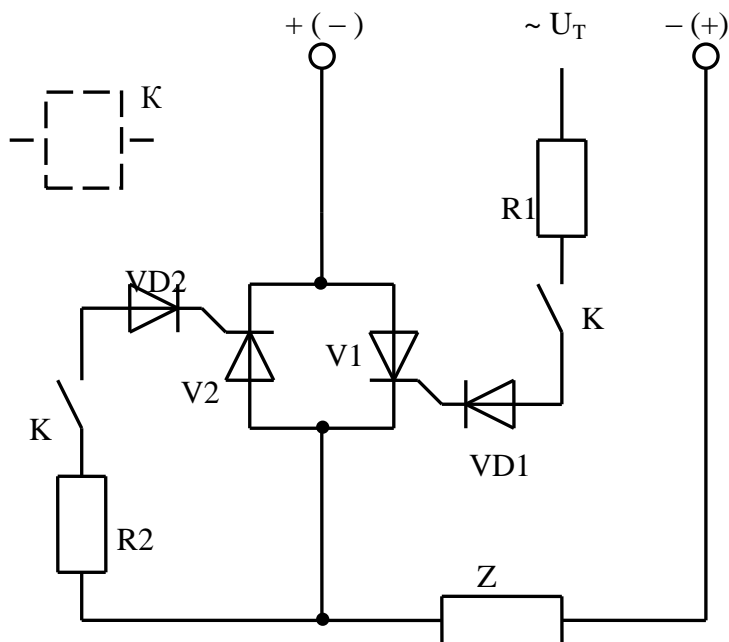
### 2.3. ЭЛЕКТРОН КОММУТАЦИЯ АППАРАТЛАРИ

Куч занжирларини коммутацияловчи электромагнитли аппаратларнинг (контакторлар, автоматлар ва ҳ. к.) асосий камчилиги контактларининг ишончлилигининг пастлигидир. Контактлар орасида ёйнинг ҳосил бўлиши контактларни қиздиради, эритади ва оқибатда уларни ишдан чиқишига олиб келади. Куч занжирлари тез – тез улаб ва узиб туриладиган қурилмаларда коммутацияловчи аппаратлар контактларининг ишончсиз ишлаши ва тез ишдан чиқиши қурилманинг ишлашига ва иш унумига салбий таъсир қилади. Бошқарилувчи диодлар – тиристорлар асосида яратилган **тиристорли контакторлар**да бундай камчиликларга барҳам берилган.

2.6 – расмда тиристорли ўзгарувчан ток контакторининг электр схемаси келтирилган бўлиб, бу ерда контактлар вазифасини V1 ва V2 тиристорлар бажаради. Бу контакторлар электротермик қурилмаларда қиздирувчи элементларни улаш ва узиш учун ишлатилади.

Контакторни улаш ва юкланишга кучланишни бериш учун реле К ишга тушиб, унинг контактлари V1 ва V2 тиристорларнинг бошқарув занжирларида уланади. Агар шу вақтда тармоқ кучланишининг 1 учидан мусбат потенциал (ўзгарувчан ток синусоидасининг мусбат ярим тўлқини) бўлса, у ҳолда тиристор V1 нинг бошқарувчи электродига резистор R1 ва диод VD1 орқали мусбат кучланиш берилади. Тиристор V1 очилади ва

юкланиш  $Z$  орқали ток ўтади. Тармоқ кучланишининг қутблари алмашганда тиристор  $V2$  очилади. Шундай қилиб, юкланиш ўзгарувчан ток тармоғига уланади. Реле  $K$  узилганида бошқарилувчи электродлар занжири узилади, натижада тиристорлар уланмайди ва юкланиш тармоқдан узилади.



2.6 - расм. Тиристорли ўзгарувчан ток контакторининг электр схемаси

Тиристорли контакторлар электрон схемалар ёрдамида контактсиз бошқарилади.

Асинхрон моторларни ишга тушириш ва тўхташиш учун ПТ русумдаги **тиристорли юритгичлар** ишлаб чиқилган бўлиб, улар 16 ва 40 А тока ва 380 В кучланишга мўлжалланган; моторларни коммутациялаш ва ўта юкланиш, қисқа туташув ва фазалар узилишидан ҳимоя қилиш учун эса ПТК русумдаги тиристорли юриткичлар ишлаб чиқарилган.

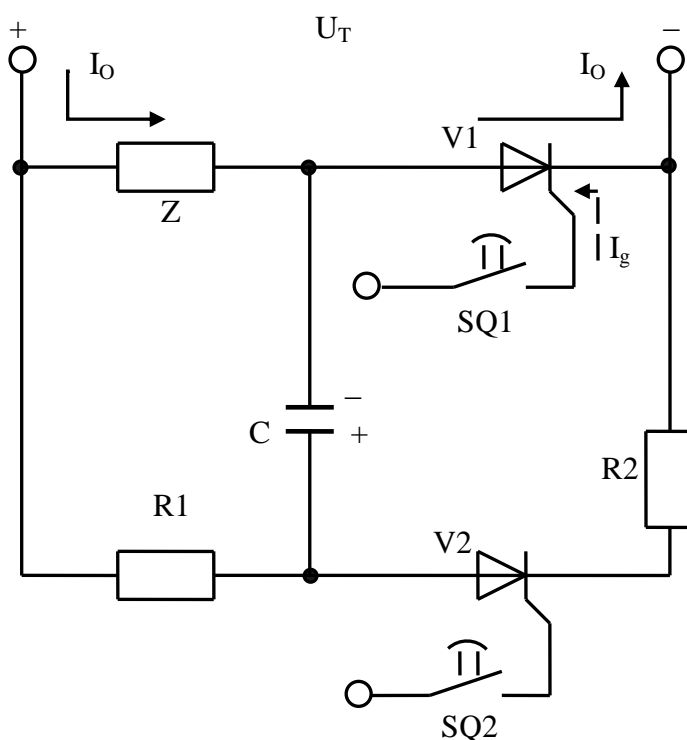
**Тиристорли ўзгармас ток контактори** тиристорли ўзгарувчан ток контакторидан фарқли ҳолда мажбурий коммутация схемасига эга бўлиши керак. Тиристорни ёпиш учун бошқарув сигналининг бўлиши етарлича бўлмай, балки тиристор токининг қиймати ҳам нолгача пасайган бўлиши керак.

Тиристорли ўзгармас ток контакторининг куч схемаси 2.7 – схемада келтирилган. Тиристор  $V1$  юкланиш  $Z$  ни улайди, тиристор  $V2$ , конденсатор  $C$  ва резисторлар  $R1$ ,  $R3$  ва тиристор  $V1$  нинг мажбурий ёпилишини таъминлайди.

Юкланишни улаш учун кнопка  $SQ1$  ни босиш керак, шунда тиристор  $V1$  нинг бошқарув электродига мусбат потенциал берилади ва у очилади, юкланиш  $Z$  орқали эса ток  $I_0$  ўтади. Аини вақтда конденсатор  $C$  зарядланиб мажбурий коммутация занжирини ишга тайёрлайди.

Юкланишни тармоқдан узиш (ток  $I_0$  ни 0 гача пасайтириш) учун кнопка  $SQ2$  ни босиш керак. Тиристор  $V2$  очилади ва конденсатор  $C$  резистор  $R3$

орқали зарядсизлана бошлайди. Зарядсизланиш токи  $I_3$  ток  $I_0$  га қарши йўналган бўлади. Тиристор  $V1$  орқали ўтувчи натижаловчи ток холгача камайган захоти юкланиш  $Z$  тармоқдан узилади.



2.7 – расм. Тиристорли ўзгармас ток контакторининг электр схемаси

Уч фазали ўзгарувчан ток занжирига юкларни улаш, асинхрон моторларни ишга тушириш ва кучланишини ростлаш учун тиристорли юриткичлар ва тиристорли бошқариш станцияларидан фойдаланилади.

2.6 – жадвал

Аппарат русуми	Номи- нал ток, А	Номи- нал куч- ланиш, В	Аппарат русуми	Номи- нал ток, А	Номи- нал куч- ланиш, В
ПТ – 16-380-У5	16	380	ТСУ – 141-32Б1У3	25	380
ПТ – 16-380Р-У5	16	380	ТСУ – 141-42Б1У3	40	380
ПТ – 40-380-У5	40	380	ТСУ – 141-52Б1У3	63	380
ПТ – 40-380Р-У5	40	380	ТСУ – 141-72Б1У3	160	380
ТСУР – 2107-У3	100	220/380	ТСУ – 152-12Б1У3	10	380
ТСУР – 2124-У3	25	220/380	ТСУ – 152-32Б1У3	25	380
ТСУР – 2126-У3	63	220/380	152-42Б1У3	40	380
ТСУР – 2127-У3	100	220/380	ТСУ – 152- 52Б1У3	63	380
ТСУ – 141-12Б1У3	10	380	ТСУ – 152- 72Б1У3	160	380

Қуйидаги 2.6 – жадвалда асинхрон моторларни бошқаришда кенг қўлланиладиган баъзи тиристорли юриткич ва тиристорли бошқариш станцияларининг техник кўрсаткичлари келтирилган.

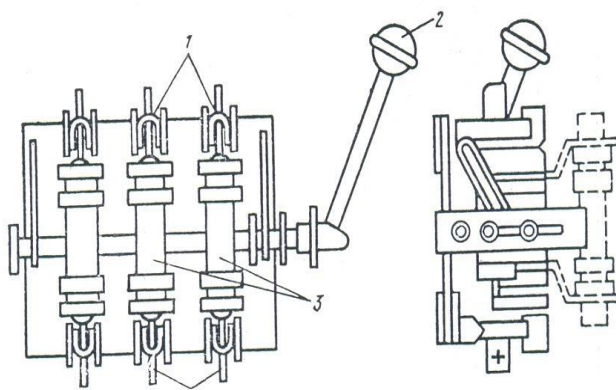
#### 2.4. ЭЛЕКТР ҚУРИЛМАЛАРИНИ ИШГА ТУШИРИШ ВА КЎРСАТКИЧЛАРИНИ РОСТЛАШ ВАЗИФАЛАРИНИ БАЖАРУВЧИ ҚЎЛ БИЛАН БОШҚАРИЛУВЧИ АППАРАТЛАР

Қўл билан бошқариш деганда хизмат кўрсатувчиларнинг ўзлари аппаратларни улаши ва узиши тушунилади. Асосий қўл билан бошқариладиган аппаратларга: **рубилниклар, пакетли узгичлар ва қайта улагичлар, контроллерлар ва командоаппаратлар** киради.

**Рубилниклар** энг сода қўл билан бошқариладиган аппаратлардан бўлиб, бир, икки ва уч кутбли қилиб ишлаб чиқарилади. Қўзғалувчан пичок рубилникларнинг коммутацияловчи элементи бўлиб, рубилник уланганда бу пичок контакт таянчларининг жағлари орасига киради.

Аввал таъкидланганидек, баъзи ҳолларда битта аппарат бир нечта вазифаларни бажариши мумкин, масалан, айрим замонаий рубилникларда пичоклар сифатида сақлагичлардан фойдаланилади. Бундай рубилниклар бир вақтнинг ўзида коммутация ва ҳимоя вазифаларини бажаради.

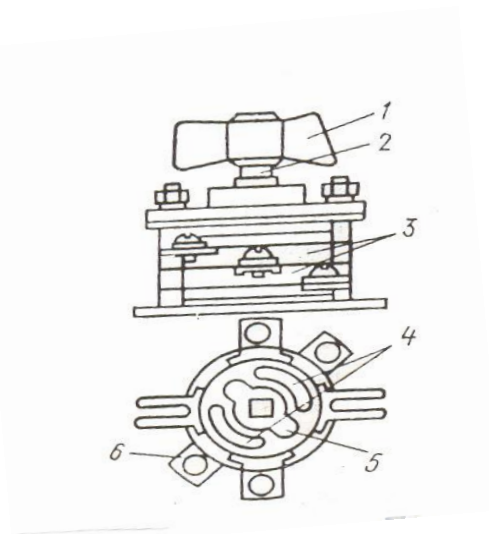
2.8 – расмдаги БПВ русумли блокли рубилник учта сақлагич 3 дан иборат бўлиб, улар умумий траверсага маҳкамланган. Дастак 2 ёрдамида траверс ҳаракатга келтирилганида сақлагичлар траверса билан бирга ҳаракатланади ва уларнинг пичоклари контакт таянчлари 1 ва 4 нинг жағлари орасига киради. Бу рубилниклар ёпиқ қилиб ишланиб, уларнинг очиладиган қопқоғи дастак билан механик тарзда боғланган: дастак рубилник пичокларини контакт жағларидан суғуриб олингандагина қопқоқни очиш мумкин ва қопқоқ ёпилганидагина дастак рубилник пичокларини контакт жағлари орасига ҳаракатлантириши мумкин.



2.8 – расм. БПВ - 34 русумидаги сақлагич - ўчиргич блокнинг таркибий тузилиши:

1, 4 – ўчиргичнинг устки ва пастки жағлари, 2 – дастак, 3 – сақлагич

**Пакетли ўчиргичлар ва қайта улагичлар** бошқарув ва сигнализация занжирларида, кичик қувватли моторларни ишга тушириш ва реверслаш, асинхрон мотр чулғамларини «юлдуз» усули ўрнига «учбурчак» усулида улаш учун ишлатилади.



2.9 – расм. Пакетли ўчиргичнинг таркибий тузилиши:

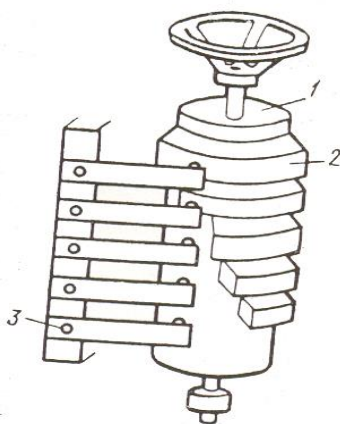
1 – дастак, 2 – ўқ, 3 – пакетлар, 4, 5 – қўзғалмас ва қўзғалувчан контактлар, 6 – чиқиш учлари

Пакетли ўчиргичлар (2.9 – расм) қатор қатламлар – пакетлар 3 дан иборат бўлиб, уларнинг ичида қўзғалувчан ва қўзғалмас 4 контактлар жойлашган. Қўзғалувчан контакт 5 ўқ 2 га маҳкамланган; ўқ 2 дастак 1 ёрдамида айланади ва қатор қайд қилинган ҳолатларга эга бўлиб, бу ҳолатларда пакетлардан бирининг қўзғалмас контактлари уланади. Қўзғалмас контактларнинг чиқиш учлари 6 ўчиргич корпуси ичига маҳкамланган. Бундай пакетли ўчиргичларнинг асосий камчилиги сирпанма контактларнинг ишончлилиқ даражаси пастлигидир.

**Кулачокли** русумидаги пакетли ўчиргичларда бу камчилик бартараф этилган бўлиб, уларда электр занжири тармоққа қўзғалмас контактлар орқали уланади. Қўзғалувчан контактлар вазифасини диэлектрик кулачоклар ўтайди, улар ўзининг жойлашувига ва ўчиргич ўқининг ҳолатига қараб контактларни туташтиради.

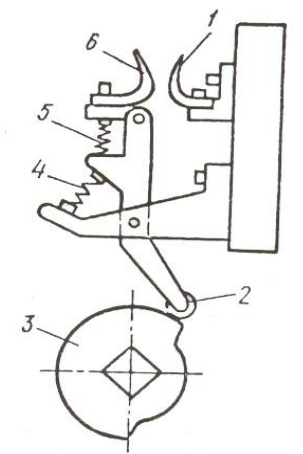
**Контроллерлар** ишлаш асоси ва вазифасига кўра пакетли ўчиргичларга яқин бўлиб, куч электр занжирларини маълум дастур бўйича алмашлаб улаш учун ишлатилади. Контроллерлар **барабанли** ва **клячокли** турларга бўлинади.

Барабанли контроллерларда (2.10 – расм) электр занжирларнинг коммутацияси барабан 1 айланганда ва қўзғалувчан 2 ва қўзғалмас 3 контактлар уланганда амалга ошади.



2.10 – расм. Барабанли контроллернинг таркибий тузилиши:

1 – барабан, 2, 3 – қўзғалувчан ва қўзғалмас контактлар



2.11 – расм. Кулачокли контроллер секциясининг таркибий тузилиши:

1, 6 – қўзғалмас ва қўзғалувчан контактлар, 2 – ролик, 3 – кулачок,  
4, 5 – пружиналар

**Кулачокли контроллер** секцияларидан бирининг тузилиши 2.11 – расмда тасвирланган. Кулачок 3 бурилганида ролик 2 кулачокда бўлади ёки унинг ўйиғига тушади. Ролик кулачокда думалаётганида контактлар 1 ва 6 ажралган ҳолатда бўлади. Ролик ўйикқа тушганида контактлар пружиналар 4 ва 5 таъсирида туташади.

**Командоконтроллерлар** унча катта бўлмаган кулачокли контроллерлар бўлиб, кам қувватли бошқарув эанжирларида алмашлаб улаш учун ишлатилади.

**Кнопкалар** бошқарув схемаларида занжирларни улаш ва узиш учун ишлатилади. Кнопкалар ҳар хил конструкцияли (ҳар хил контактларнинг хилма – хил тўпламлари бўлиши мумкин) қилиб ишлаб чиқарилади; дастлабки ҳолатига ўзи қайтувчи кнопкалар, босгандан сўнг кнопкани маълум ҳолатда қотириб қўювчи илгаклари бўлган кнопкалар, махсус калит билан уланадиган кнопкалар шулар жумласидандир.

## 2.7 – жадвал

Аппаратнинг номланиши А	Аппаратнинг русуми	Номинал кучланиши, В	Номинал токи, А		Қутблар сони
			ўзгармас	ўзгарувчан	
Пакетли ўчиргичлар	ПВМ1 – 10	220= 380~	6,3	4	1
	ПВМ2 – 10		10	6, 3	2
	ПВМ3 – 10		10	6, 3	2
	ПВМ3 – 25		25	16	3
	ПВМ3 – 60		63	40	3
	ПВМ3 -100		100	63	3
	ПВМ3 - 250		250	160	3
Бир нол ҳолатли уч йўналишли қайта улагичлар	ППМ2-10/НЗ	220= 380~	10	6, 3	2
	ППМ2-25/НЗ		25	16	2
	ППМ2-50/НЗ		63	40	2
Икки нол ҳолатли икки йўналишли қайта улагичлар	ППМ3-10/НЗ	220= 380~	10	6, 3	3
	ППМ3-25/НЗ		25	16	3
	ППМ3-100/НЗ		100	63	3
Пакетли кулачокли ўчиргичлар	ПКВ-10	380~	-	10	3
	ПКВ-25		-	25	3
	ПКВ-63		-	63	3
Пакетли кулачокли қайта улагичлар	ПКП-10	380~	-	10	3
	ПКП-25		-	25	3
	ПКП-63		-	63	3
Ростланмайдиган кулачокли командоаппаратлар	КА5000	440= 500~	15 гача	15 гача	-
Ростланадиган кулачокли ва электр юритмали командоаппарат	КА4000	440= 500~	15	15	-
Мотор юритмали тезкор ихчам командоконтроллерлар	КПБ-10	220= 220~	25	25	-
Микроқайта улагичлар	МП2000	220= 220~	2, 5	2, 5	-
Очиқ русумли бошқарув кнопкалар	КЕ	220= 500~	6, 3	6, 3	-

2.7 – жадвалда саноат қурилмалари электр занжирларини тармоққа улашда ва бошқарув занжирларида кенг қўлланиладиган баъзи бошқарув кнопкалари, пакетли ўчиргичлар ва қайта улагичлар ҳамда командоаппаратларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

## **2.5. ЭЛЕКТР ҚУРИЛМАЛАРИНИ ИШГА ТУШИРИШ ВА КЎРСАТКИЧЛАРИНИ РОСТЛАШГА ХИЗМАТ ҚИЛУВЧИ АППАРАТЛАР**

Автоматик бошқарув тизимларида ҳар хил электр қурилмаларни (моторларни, электротехнологик қурилмаларни, ўзгартгичларни ва ҳ. к.) электр тармоғига улаш учун электромагнит аппаратлар **контакторлар, магнитли юриткичлар ва автоматлар** кенг қўлланилади.

**Контакторлар ва автоматларнинг** асосий вазифаси электр қурилмаларни тармоққа улаш ва тармоқдан узиш жараёнларини автоматик амалга оширишдан иборат. Шу билан бирга бу аппаратларнинг иккинчи асосий вазифаси – нол ҳимоя функциясини ҳам бажаргани сабабли, 1.2 – параграфда улар тўғрисида кенг материаллар берилгани учун бу параграфда асосан магнитли юриткичлар ҳақида кўпроқ маълумотлар берамиз.

**Магнитли юриткич** асосан асинхрон моторларни ишга туширувчи контакторлар асосида яратилган электромагнит аппаратдир.

Кичикроқ қувватли асинхрон моторларни бошқариш учун **тўғри юрувчи магнит тизимли магнитли юриткичлардан** фойдаланилади (2.12 – расм). Магнит ўтказгич 1 бошқарув чулғами 2 билан бирга юриткич корпусига қўзғалмас қилиб маҳкамланган. Бошқарув чулғамидан ток  $i_f$  ўтганида магнит тизимида магнит оқими  $\Phi$  вужудга келади, унинг таъсирида якор 4 пружина 3 нинг сиқиш кучини енгиб, қўзғалмас магнит ўтказгичга тортилади. Якорга маҳкамланган қўзғалувчан контактлар 6 қўзғалмас контактлар 5 га туташади ва кооммутацияланаётган занжирдан ток  $I$  ўтади. Ясси пружина 7 контактларни сиқади.

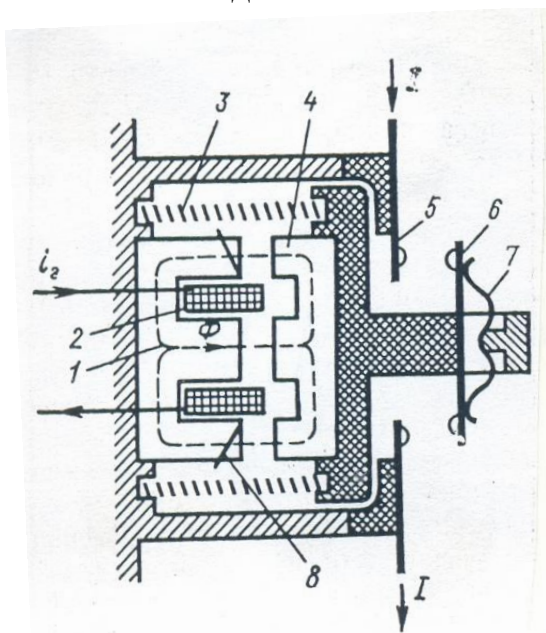
Бошқарув ғалтаги тармоқдан узилганида магнит майдон кучланганлиги сўна бошлайди ва пружина 3 таъсирида якор чекка ўнг ҳолатни эгаллайди ва натижада коммутацияловчи контактлар ажралади.

Саноатда тўғри юрувчи қўзғалувчан тизимли ПМЕ ва ПМ русумли юриткичлардан кенг фойдаланилади.

ПМ русумли юриткичлар ротори қисқа туташтирилган асинхрон моторларни тўғридан – тўғри тармоққа улаш ва масофадан туриб ишга тушириш ва тўхтатиш учун хизмат қилади. Бу юриткичлар иссиқлик релеси РТЛ ёрдамида моторни рухсат этилмаган давомлиликдаги ўта юкланишдан ва фазалардан бири узилганида вужудга келувчи катта қийматли тоқлардан ҳимоя қилади. Номинал кучланиши 380 В ва токи 10 – 63 А га мўлжалланган юриткичларнинг контакторлари Ш – симон русумли ва токи 80 – 200 А га мўлжалланганлариники эса П – симон русумли тўғри юрувчи тизимга эга бўлади.

Ўртача қувватли (17 – 75 кВт) ҳамда 380 / 500 В кучланишли асинхрон моторлар бурилма қўзғалувчан тизимга эга бўлган ПА русумли магнитли юриткичлар ёрдамида бошқарилади (2.13 – расм.). Юриткич металл асос 1 га йиғилади. Қўзғалмас контактлар 2 изоляция камера 10 ичига, кўприк русумидаги қўзғалувчан контактлар 9 эса якор 6 га ўрнатилган. Контактлар

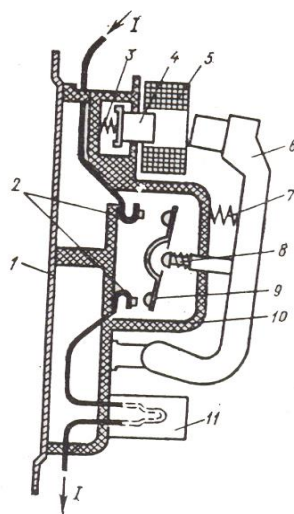
контакт пружиналари 8 билан босилади, занжирнинг икки марта узилиши эса ёйнинг сўниш шароитини яхшилайдди.



2.12 – расм. Тўғри юривчи қўзғалувчан тизимли магнитли юриткичнинг таркибий тузилиши:

1 – магнит ўтказгич, 2 – чулғам, 3, 7 – пружиналар, 4 – якор, 5, 6 – қўзғалмас ва қўзғалувчан контактлар, 8 – қисқа туташтирилган ўрам

Чулғам 5 ли қўзғалмас магнит ўтказгич 4 амортизацияловчи пружиналар 3 га ўрнатилган. Юриткичнинг қўзғалувчан тизими ўзининг оғирлиги ва пружина 7 ҳисобига узилган ҳолатга қайтади. Якор титрашининг олдини олиш учун электромагнит кутбига қисқа туташтирилган ўрам ўрнатилган. Моторларни ўта юкланишдан ҳимоя қилиш учун юриткич ичига иссиқлик релеси 11 ўрнатилган.



2.13 – расм. Бурилма якорли магнитли юриткичнинг таркибий тузилиши:

1 – асос, 2, 9 – қўзғалмас ва қўзғалувчан контактлар, 3, 7, 8 – пружиналар, 4 – қўзғалмас магнит ўтказгич, 5 – чулғам, 6 – якор, 10 – изоляцион камера, 11 – иссиқлик релеси

2.8 – жадвалда электроавтоматика тизимларида кенг қўлланиладиган баъзи магнитли юриткичларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

2.8 – жадвал

Магнит юриткичларнинг русуми	Кучланиш 380/500 В бўлганида юриткичнинг токи, А	Контактлар сони		Иссиқлик релеси билан таъминланганлиги
		ёпувчи	очувчи	
ПМЕ-071	3/1, 5	1	4	Йўқ
ПМЕ-111	10/6	2	2	Йўқ
ПМЕ-112	10/6	2	2	Бор
ПМЕ-212	25/14	2	2	Бор
ПМЕ-214	25/14	4	4	Бор
ПА-312	40/21	2	2	Бор
ПА-314	40/21	4	4	Бор
ПА-412	63/35	2	2	Бор
ПА-414	63/35	4	2	Бор
ПА-511	110/61	2	2	Йўқ
ПА-514	110/61	4	2	Бор
ПА-612	146/80	2	2	Бор

## 2.6. ЭЛЕКТР ҚУРИЛМАЛАРНИНГ БОШҚАРУВ ЗАНЖИРЛАРИДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН ЭЛЕКТР РЕЛЕЛАР

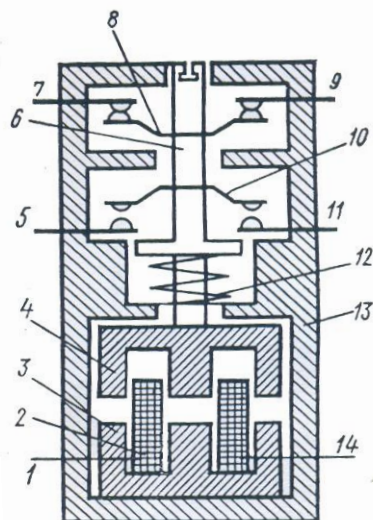
Электр релелар энг кўп тарқалган қурилмалар бўлиб, автоматик линияларнинг бошқарув тизимлари, электротехнологик қурилмалари ва электр моторларнинг бошқарув схемалари таркибига киради. Электр релеларнинг конструкцияси, ишлаш асослари ва бажарадиган вазифалари турличадир.

Электр қурилмаларнинг бошқарув схемаларида **электромеханик релелар** кўп ишлатилади. Бу релеларнинг ишлаши кириш занжирларидан ўтувчи электр токи таъсирида реле механик элементларининг нисбий силжишидан фойдаланишга асосланган. Бу релелар қўзғалувчан контактлари ёрдамида автоматик бошқарув тизимларининг электр занжирларида коммутацияни амалга оширади.

Электромеханик релелар ишлаш асосига кўра **электромагнитли, магнитоэлектрик, электродинамик ва индукцион** хилларга бўлинади.

РПЛ русумидаги электромеханик реленинг схемаси 2.14 – расмда келтирилган бўлиб, у қуйидаги таркибий қисмлардан: қўзғалмас ўзак 3 га ўралган ғалтак 2; якор 4, контакт траверси 6 ва контактлар 8, 10 ни ўз ичига олган қўзғалувчан тизим; қўзғалувчан тизимни бошланғич ҳолатда ушлаб турувчи пружина 12; қўзғалмас контактлар 5, 7, 9, 11 ва реле ғалтаги чулғамининг чиқиш учлари 1 ва 14 ўрнатилган корпус 13. Реле қуйидагича ишлайди. Ғалтак 2 нинг чиқиш учлари 1 ва 14 га кучланиш берилганда ундан ток ўтади, якор 4 эса электромагнит кучлар иаъсирида пастга тушиб траверса 6 ни унга маҳкамланган контактлар 8 ва 10 билан бирга ҳаракатга келтиради.

Бунда бошланғич ҳолатда туташиб турган контактлар 7 ва 9 орасидаги занжир узилади ҳамда контактлар 5 ва 11 орасида яна уланади. Реле ғалтаги кучланиш манбаидан узилганида қўзғалувчан тизим пружина 12 таъсирида бошланғич ҳолатига қайтади: контактлар 7, 9 занжири уланади ва контактлар 5, 11 занжири узилади. Конструкциясига қараб реле ҳар хил миқдордаги уловчи ва узувчи контактларга эга бўлиши мумкин.



2.14 – расм. РПЛ русумли электромеханик реленинг таркибий тузилиши:

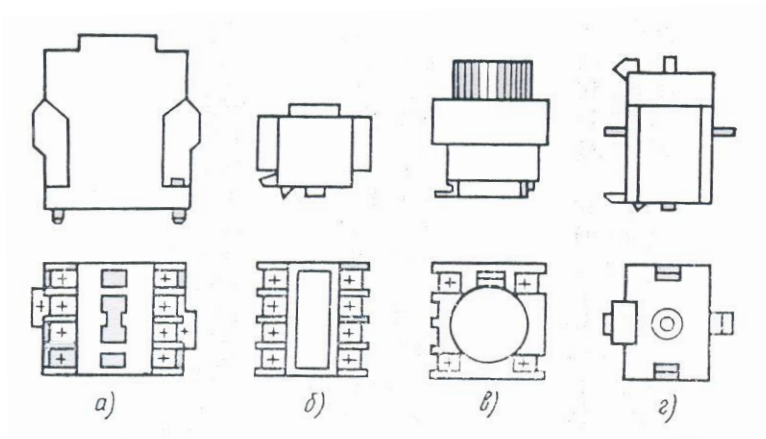
- 1, 14 – чулғамнинг чиқиш учлари, 2 – ғалтак, 3 – ўзак, 4 – якор,  
 5, 7, 9, 11 – қўзғалмас контактлар, 6 – траверса, 8, 10 – қўзғалувчан контактлар,  
 12 – пружина, 13 – корпус

Автоматик бошқарув тизимларида **вақт релелари** ҳам кенг қўлланилади. Вақт релеларининг чулғамларига кучланиш берилгандан ёки олингандан кейин электр қурилманинг ишга тушиш ёки ўчириш (контактларнинг уланиш ёки узилиш) вақтини маълум вақтга кечиктиришни таъминлайди. Вақт релеларида кечиктириш ҳар хил усулларда: механика қисмининг конструкцияси билан, пневматик секинлаткичлар ёрдамида, электромагнит усулда, махсус электрон схемалар билан амалга оширилади.

Релеларнинг электромагнит тизимида иккита ғалтакни қўллаш натижасида махсус конструкцияли «хотираловчи» релелар, яъни кучланиш олингандан сўнг контактлар ҳолатини сақлаб қолувчи релелар ҳосил қилиш имконини беради.

РПЛ русумли реле тўғри юрувчи магнит тизимига эга бўлиб (2.15 а – расм), қўшимча қурилмалар (2.15 б, в, г – расм) ёрдамида ҳар хил вазифаларни (вақт бўйича кечиктиришни, хотирлашни) бажаради.

Контактли қурилма (2.15 б – расм) оний ишловчи тўртта контактдан иборат бўлиб, улар ҳар хил бирикмада ажратувчи ва уловчи бўлиши мумкин. Қурилманинг тўғри юрувчи траверсаси реленинг траверсаси билан туташтирилган бўлиб, контактларнинг оний уланиши ва узилишини таъминдайди.

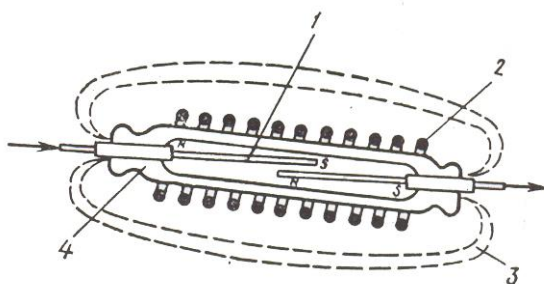


2.15 – расм. Тўғри юрувчи магнит тизимли РПЛ русумли реле (а) ва унинг қўшимча қурилмалари (б – контактли қурилма, в – кечиктирувчи қурилма, г - хотира қурилмаси)

2.15 в – расмда тасвирланган қўшимча қурилма контактларнинг ишга тушиш вақтини пневматик секитлаткич ёрдамида кечиктиради. Қурилма пневмокамера, вақтнинг кечиктирилишини ростловчи элементлар мажмуаси, ҳаракатни узатувчи механизм ва коммутацияловчи контактлардан иборат. Ростловчи элементлар мажмуаси ёрдамида контактларнинг ишга тушиш вақтини берилган оралиқ чегарасида кечикадиган қилиш мумкин. Қурилманинг конструкциясига қараб ишга тушиш вақтининг кечиккуви реле узилганда ва уланганда амалга ошиши мумкин.

Хотира қурилмаси (2.15 г – расм) корпусга жойлаштирилган электромагнитли юритма ва қулфловчи қурилмадан тузилган. У реле контакт тизимининг ғалтагида ток бўлмаганида релени уланган ҳолатда ушлаб туради, хотира қурилмаси ғалтагига кучланиш берилганда релени узади. Бу қўшимча қурилма автоматик бошқарув тизимларини яратишда релеларнинг имкониятлари катта эканлигини кўрсатади.

Автоматик бошқарув тизимларида, **магнит билан бошқариладиган контактлари бўлган электромагнитли реле – герконлар** ҳам кенг қўлланилади.



2.16 – расм. Герконнинг таркибий тузилиши:

1 – контактлар, 2 – чулғам, 3 – магнит майдон, 4 – шиша баллон

Герконнинг тузилиши 2.16 – расмда тасвирланган. Ҳавоси сўриб олинган шиша баллон 4 инерт газ билан тўлдирилган ва ферромагнит мате-

риалдан ясалган контактлар 1 баллонга кавшарланган. Бу баллон атровига ўзгармас токли бошқарув чулғами 2 жойлаштирилган. Реле уланганда бу чулғамдан ток ўтади ва магнит майдон 3 вужудга келади, у контактлар 1 ни магнитлайди, натижада улар бир бирига тортилиб бошқарув занжирини улайди.

## 2.9 – жадвал

Аппаратнинг номланиши	Русуми	Бажарадиган вазифаси ва техник кўрсаткичлари
Ўзгармас ток реле	РТГ	Кучланиши 500 В гача бўлган автоматик ва бошқарув схемаларида ишлашга мўлжалланган. Токларнинг ўзгариш оралиғи 1, 6 А дан то 1000 А гача.
Электромагнит реле	Р-12, Р-10Н, Р-13, Р-11Н, Р-12Н	Ўзгарувчан ва ўзгармас токли электр занжирларини комутациялаш учун қўлланилади. Контактларнинг номинал токи 10 А.
Вақт реле	ВС-33	Бир ўзгарувчан токли занжирдан иккин-чисига командаларни вақт бўйича секинлатиб узатишга мўлжалланган. Кучланиши кўрсаткичлари: 380 В, 50 Гц ёки 240 В, 60 Гц.
Дастурли вақт реле	ВС-10	Бир ўзгарувчан токли занжирдан иккинчисига командаларни вақт бўйича белгилаб секинлатиб узатишга мўлжалланган. Кучланиш кўрсаткичлари: 240 В гача, 50 ва 60 Гц.
Ярим ўтказгичли вақт реле	ВЛ-36	Автоматик схемалардаги командаларни бир занжирдан иккинчисига аввалдан реленинг кириш қисмига келаётган импульслар сони ва частотасини аниқлаган ҳолда вақт бўйича бошқаришга мўлжалланган. Кучланиш кўрсаткичлари: 110 В, 50 Гц. Коммутацияланувчи қувват – 2, 5 Вт. Импульслар сони 99 дан кам эмас. Ижрочи орган – контактсиз калит.
Пневматик вақт реле	РВП – 72	Командаларни бир электр занжирдан иккин-чисига вақт бўйича бошқариб узатишга мўлжалланган. Таъминот кучланиши кўрсаткичлари: ўзгармас ток кучланиши 440 В; ўзгарувчан ток кучланиши 660 В ва 50 – 60 Гц.
Универсал оралик реле	РПУ – 2	Ўзгарувчан ток кучланиши 440 В гача час-тотаси 50, 60 Гц ли ҳамда ўзгармас ток кучланиши 220 В гача бўлган автоматик ва бошқарув занжирларида ишлашга мўлжалланган. 8 очувчи ва 4 ёпувчи контактлари бор. Контактларнинг номинал токи – 6 А.
Герконли оралик реле	РПГ – 4	Кучланиши 12, 24, 48, 60, 110 В бўлган ўзгармас ток электр юритмаларни автоматик бошқарув тизимларида қўлланилади.

Герконлар ўлчами ва оғирлигининг кичиклиги, ишончлилик даражасининг юқорилиги ва титрашларга чидамлилиги билан электромагнит релелардан фарқ қилади. Герконлардан фойдаланилганда коммутация

апаратураси иш кўрсаткичларининг ташқи муҳитга боғлиқлиги анча камаяди, бошқарув тизимининг ўлчам – оғирлик кўрсаткичлари яхшиланади.

2.9 – жадвалда электр қурилмаларнинг автоматик бошқариш тизимларида қулланиладиган баъзи ток, кучланиш ва вақт релелари ҳамда герконларнинг асосий техник кўрсаткичлари ва функционал имкониятлари келтирилган.

## НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

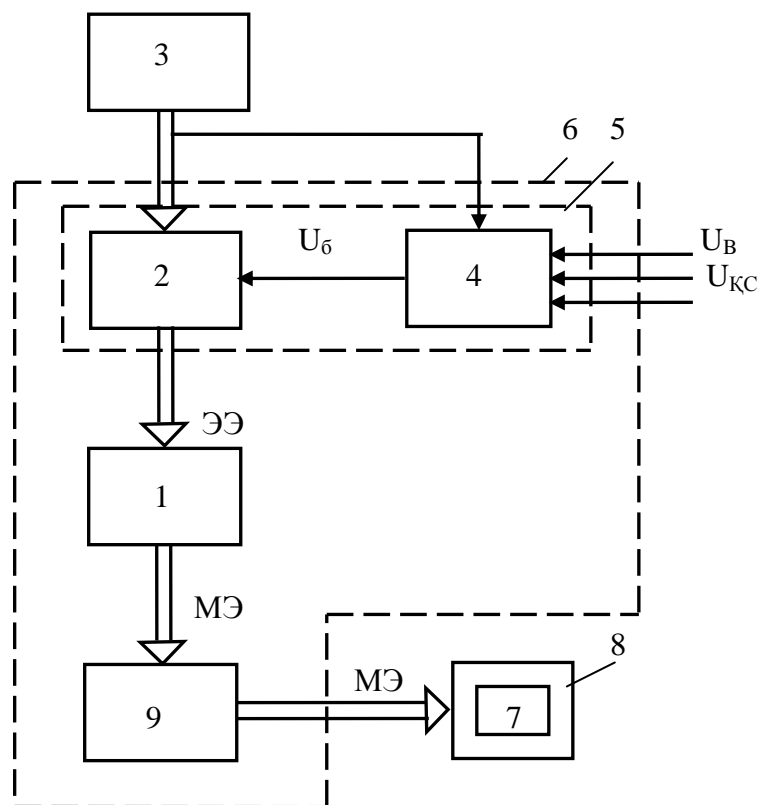
1. Электр қурилмаларни ишга тушириш, бошқариш ва ҳимоялашда коммутацияловчи аппаратларнинг тутган ўрни қандай?
2. Электр занжирларни ҳимоя қилишнинг қандай турларини биласиз?
3. Электр занжирларни нол ҳимоя қилиш қандай ҳимоя усули ва қайси электр аппаратлар ёрдамида амалга оширилади?
4. Контактторнинг ишлаш асосини тушинтириб беринг.
5. Автоматик узгич (автомат) қандай ишлайди?
6. Сақлагич электр занжирида қандай вазифани бажаради?
7. Магнитли юриткичнинг тузилшини тушинтириб беринг.
8. Нима учун ўзгарувчан ток контактторининг магнит тизими юпқа пўлат тунукачалардан йиғилган бўлади?
9. Кўл билан бошқаришда ишлатиладиган коммутацияловчи аппаратларнинг турларини айтиб беринг.
10. Пакетли ўчиргичнинг таркибий тузилишини тушинтириб беринг.
11. Барабанли контроллерда коммутация қандай амалга оширилади?
12. Кулачокли контроллернинг ҳар бир секцияси қандай элементлардан тузилган?
13. Электр қурилмаларни ишга тушириш ва кўрсаткичларини ростлашга хизмат қилувчи аппаратларга қандай талаблар қўйилади?
14. Тиристорли ўзгарувчан ток контакттори қандай ишлайди?
15. Тиристорли ўзгармас ток контакттори қандай ишлайди?
16. Электромеханик реленинг ишлаш асосини тушинтириб беринг?
17. Герконларнинг таркибий тузилишини тушинтириб беринг.
18. Электр занжирларни катта тоқлардан ҳимоялашда қандай релелар қўлланилади?
19. Максимал ток релеси қандай ишлайди?
20. Иссиқлик релесининг ишлаш асосини тушинтириб беринг.

### 3 – БОБ. ЭЛЕКТР ЮРИТМА АСОСЛАРИ

#### 3.1. ЭЛЕКТР ЮРИТМА ҲАҚИДА УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР

Электр юритма таркибий тузилиши бўйича электротехник ва механик қурилмалардан иборат **электромеханик тизимдир** (3.1 – расм). Ҳар қандай электр юритма (6) нинг асосий элементи электр мотор (1) дир. Электр мотор электр энергия (ЭЭ) ни механик (МЭ) га ўзгартирувчи электромеханик ўзгарткичдир. Электр моторда ҳосил қилинган механик энергия узатиш қурилмаси (8) орқали ишчи машинанинг ижрочи органи (7) га узатилади. Узатиш қурилмасининг вазифаси электр мотор ҳаракати билан ижрочи орган ҳаракатини ўзаро мослаштиришдир.

Электр юритма электр энергияни электр тармоғи (3) дан бошқарилувчи ўзгарткич (5) орқали олади. Бошқарилувчи ўзгарткич электр мотор учун мос келувчи кўрсаткичлари ростланадиган электр энергия манбаи вазифасини ўтайди. Бошқарилувчи ўзгарткичнинг куч схемаси (2) бошқарув тизими (4) ёрдамида бошқарилади. Бошқарув тизимининг бошқарув сигнали  $U_6$ , вазифаловчи сигнал  $U_B$  ва бир нечта қўшимча сигналлар  $U_{KC}$  (ҳар хил электрик ва ноэлектрик ўлчов ўзгарткичларнинг сигналлари) асосида шаклланади.



3.1– расм. Электр юритманинг таркибий тузилиши

Шундай қилиб, ишчи машина ижрочи органлари ҳаракатини бошқаришга хизмат қилувчи электр мотор, бошқарилувчи ўзгарткич ва

узатиш қурилмасидан иборат электромеханик тизим **электр юритма** деб аталади.

Электр юритма асосини мустақил, кетма – кет ва аралаш қўзғалувчан ўзгармас ток моторлари; асинхрон, синхрон, вентилли ва одимловчи ўзгарувчан ток моторлари; ўзгармас ва ўзгарувчан чизикли электр моторлар ташкил этади.

Электр юритмаларда механик узатиш қурилмалари сифатида турли хил редукторлар, шкивлар, вариаторлар, занжирли ва тасмали узатмалар ва ҳ. к. лар кенг қўлланилади.

Бошқарилувчи ўзгарткичларга электрик бошқарилувчи ўзгармас ток ярим ўтказгичли тўғирлагичлар ва импульс кенглиги бошқариладиган ўзгарткичлар, частота ва кучланиш ростлагичлари ҳамда индуктив – сиғимли параметрик ўзгарткичлар кириши билан бир қаторда электромеханик ўзгарткичлар вазифасини бажарувчи ўзгармас ток генераторлари, асинхрон ва синхрон генераторлар киради.

Ярим ўтказгичли бошқарилувчи ўзгарткичлар куч схемаларининг бошқарув тизимлари электр юритмаларга қўйиладиган вазифавий шартларга кўра оддий бошқарув кнопка ва командоаппаратлар, магнитли ишга туширувчи қурилмалар, мантиқий элементлар, ростлагичлар, кучайтиргичлар, микропроцессорлар ва турли электрон қурилмалардан ташкил топган бўлиши мумкин.

Электр юритма ҳаракат турига қараб **айланма ёки илгариланма**, ижрочи органининг тезлиги ростланувчи ёки ростланмайдиган, ҳаракатнинг ўзи **узлуксиз ёки узлукли ва реверсив** бўлиши мумкин.

Электр моторларнинг сонига қараб **индивидуал, гуруҳий ва ўзаро электрик боғланган** электр юритма турлари мавжуддир.

Индивидуал электр юритмаларда ишчи машинанинг бир ижрочи органининг ҳаракатини бир мотор амалга оширади. Гуруҳий электр юритмаларда эса ишчи машинанинг бир нечта ижрочи органлари ҳаракатларини бир мотор ҳаракатга келтиради.

Икки ёки ундан ортиқ электрик ёки механик боғланган ва ўз ҳаракатларини мослаштирувчи индивидуал электр юритмалар **ўзаро боғланган электр юритмалар** деб аталади. Агар бу боғланишлар механик бўлса яъни моторларнинг ҳаракати умумий вални айлантиришга йўналтирилган бўлса, у ҳолда бу электр юритмалар **ўзаро механик боғланган кўп моторли электр юритмалар** дейилади. Агар моторларнинг ўзаро боғланиши электр занжирлар орқали амалга ошириладиган бўлса, у ҳолда бу электр юритмалар **электр вал** деб юритилади.

Электр юритмаларнинг турлари хилма – хил бўлишидан қатъий назар, уларнинг асосий вазифаси электр энергияни механик энергияга ўзгартириш жараёнида механик ҳаракат характерини аниқлаш ва уни бошқаришдан иборатдир.

Замонавий электр юритмалар ривожланишининг асосий йўналишлари:

замонавий ўзгарткичлар ва уларни бошқаришда микропроцессорлардан фойдаланилган ҳолда ростланувчи комплект электр юритмаларни яратиш ва ишлаб чиқариш;

ростланувчи асинхрон электр юритмалардан фойдаланиш имкониятларини кенгайтириш;

технологик жараёнларнинг алгоритм ва моделларини яратиш ва электр юритмаларни лойиҳалаш жараёнини автоматлаштириш учун илмий – тадқиқот ишларини ривожлантириш;

энергия тежамкор электр юритмаларни лойиҳалаш, яратиш ва жорий қилиш;

замонавий автоматлаштирилган электр юритмаларни лойиҳалаш, яратиш ва ишлатишни амалга ошира оладиган илмий ва техник мутахассисларни тайёрлаш.

### 3.2. ЭЛЕКТР ЮРИТМАНИНГ ҲАРАКАТ ТЕНГЛАМАСИ

Электр моторнинг ҳаракатланувчи қисми (ротор ёки якор), кинематик узатиш қурилмасининг элементлари ва ижрочи орган билан биргаликда электр юритманинг **механика қисмини** (ёки **кинематик схемасини**) ташкил этади.

Электр юритманинг механика қисми ҳар бир элементининг ҳаракати механика қонунлари билан изоҳланади. Бу ҳаракатлар илгариланма ва айланма характерга эга бўлиши мумкин. Шу билан бирга кўпгина элементларининг массаси ва инерция моментлари ҳаракати давомида ўзгармаслигини ҳисобга олсак, у ҳолда электр юритманинг ҳаракат тенгламаси қуйидаги икки тенглама билан ифодаланади:

$$\sum F = m dv / dt = ma, \quad (3.1)$$

$$\sum M = J d\omega / dt = J\varepsilon, \quad (3.2)$$

бу ерда,  $\sum F$  ва  $\sum M$  – элементга таъсир этувчи умумий кучлар ва моментлар;  $m$  ва  $J$  – элементнинг массаси ва инерция моменти;  $a = dv / dt$  ва  $\varepsilon = d\omega / dt$  – илгариланма ва айланма ҳаракатдаги элементларнинг тезланишлари,  $t$  – вақт.

(3.1) ва (3.2) тенгламалар, элемент ҳаракатининг тезланишга, унга таъсир этувчи кучларнинг (моментларнинг) алгебраик йиғиндисига тўғри ва массасига (инерция моментига) тесқари пропорционаллигини англатувчи маълум механика қонунини ифодалайди. Агар  $dv / dt = d\omega / dt = 0$  бўлса, у ҳолда

$$\sum F = 0, \sum M = 0, \quad (3.3)$$

бошқача қилиб айтганда, агар элементга таъсир этувчи куч ва моментнинг йиғиндиси нолга тенг бўлса, у ҳолда электр юритманинг механика қисми элементи ўзгармас тезлик билан ҳаракат қилаётган бўлади (ёки тинч ҳолатда бўлади).

Агар  $\sum F > 0$  ва  $\sum M > 0$  бўлса, у ҳолда электр юритманинг механика қисми тезланиш билан ҳаракат қилаётган бўлади, агар  $\sum F < 0$  ва  $\sum M < 0$  бўлса эса, у ҳолда унинг ҳаракати сўнувчи характерли бўлади.

(3.3) шарт бўйича электр юритма механика қисмининг турғун механик ҳаракати кўрсаткичлари аниқланади.

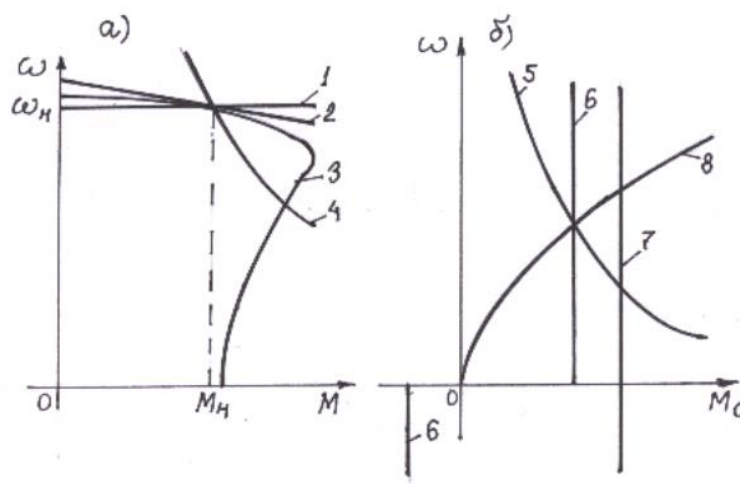
### 3.3. ЭЛЕКТР ЮРИТМАНИНГ ТУРГУН ҲАРАКАТИ

Электр мотор валидаги ишчи машина ижрочи органи ҳосил қиладиган статик момент  $M_C$  га тенг мотор электромагнит моменти ўзўаро тенг бўлганида электр юритманинг механик ҳаракати турғун характерга эга бўлади.

**Моторнинг механик тавсифи деб мотор тезлигининг ҳосил қилинаётган моментга ёки кучга боғлиқлигига айтилади.** Механик тавсифлар **табиий ва сунъий** турларга бўлинади. Моторнинг табиий механик тавсифи моторни асосий схема бўйича, кўрсаткичлари номинал бўлган электр тармоғига улаш натижасида олинган механик тавсифга айтилади ва бу тавсиф ҳар бир мотор учун ягонадир. 3.2a – расмда турли русумдаги моторларнинг табиий механик тавсифлари келтирилган.

1 – 4 – тавсифлар мос равишда синхрон, мустақил қўзғалувчан ўзгармас ток мотори, асинхрон ва кетма – кет қўзғалувчан ўзгармас ток моторлари – нинг механик тавсифлари; 5 – металл йўнувчи дастгоҳлар бош механизм – ларининг, 6 – транспортёр ва дастгоҳлар узатиш механизмларининг, 7 – кў – тарма механизмларининг ва 8 – вентилятор, компрессор ҳамда насосларнинг механик тавсифлари.

Моторни асосий схема бўйича эмас, балки унинг электр занжирига қўшимча элементлар: қаршилиқлар, реакторлар, конденсаторлар уланган бўлса ёки бўлмаса моторга берилаётган кучланишнинг қиймати номиналдан фарқли бўлса, у ҳолда мотор **сунъий тавсифлар**да ишлаётган бўлади дейилади. Одатда сунъий тавсифлар моторнинг ўзгарувчан координатлари: ток, момент, тезлик ва ҳолатларини ростлашда фойдаланилгани учун ҳам бу тавсифлар **ростлаш тавсифлари** деб ҳам аталади.



3.2 – расм. Электр мотор (а) ва баъзи ишчи машина ижрочи органларининг (б) механик тавсифлари

3.2б – расмда баъзи ишчи механизмлар ижрочи органларининг механик тавсифлари келтирилган. Реал ишчи механизмларнинг механик тавсифлари мураккаб кўринишга эга бўлиб, 3.2б – расмдаги тавсифлар мажмуасидан иборат бўлиши ҳам мумкин.

Юкланиш моментлари  $M_c$  ҳаракати характериға қараб **актив** ёки **реактив** бўлиши мумкин.

**Актив момент** ўзгармас йўналишли бўлиб, электр юритманинг ҳаракат йўналиши ва тезлигига боғлиқ эмас. Бундай моментларға 3.2б – расмдаги кўтарма кран механизмнинг механик тавсифи (7 – тавсиф) мисол бўла олади.

**Реактив моментга** мисол тариқасида 3.2б– расмдаги транспортёр механизмнинг механик тавсифини (6 – тавсиф) келтириш мумкин. Бундай моментларнинг асосини ишқаланиш кучлари ҳосил қилиб, ҳар доим ҳаракат йўналишиға тесқари йўналган бўлади.

Механик тавсифларнинг бикрлиги қуйидаги ифода билан аниқланади

$$\beta = dM / d\omega \approx \Delta M / \Delta \omega . \quad (3.4)$$

Бу кўрсаткичдан фойдаланилган ҳолда 3.2а – расмдаги синхрон мотор тавсифини (1 – горизонтал чизик) мутлоқ бикр ( $\beta = \infty$ ), асинхрон моторнинг тавсифини (3 – тавсиф) ўзгарувчан бикрликка эга дейиш мумкин. 3.2б – расмдаги кўтарма кран механизмнинг тавсифини (7 – тавсиф) нол бикрликка эга деб қараш мумкин.

### 3.4. ЭЛЕКТР ЮРИТМАНИНГ РОСТЛАНУВЧИ КООРДИНАТАЛАРИ

#### *тезликни ростлаш*

Кўпгина ишлаб чиқариш машина ва механизмлари ижрочи органлари ҳаракати тезликларини ростланиши талаб этилади. Электр юритма ёрдамида ижрочи органлар ҳаракатининг турли тезликларда бўлиши, берилган тезлик қийматини бир хил ўзгартирмасдан ушлаб туриш, вазифаловчи сигналнинг бирор қонуниятга бўйсунмайдиган қийматлари асосида тезлигини ростлаш (изловчи тизимларда) ёки олдиндан берилган дастур асосида тезликни ростлаш (дастурли тизимларда) каби турларга бўлинади.

Электр юритма таркибий қисмини ташкил этувчи элементлари мотор ва ижрочи органларнинг айланма ва илгариланма ҳаракатларининг тезликлари ўзаро қуйидагича боғлангандир

$$\omega_{\text{но}} = \omega / i, \quad v_{\text{но}} = \omega \rho. \quad (3.5)$$

Келтирилган ифодадан кўриниб турибдики, ижрочи орган тезлигини ростлаш механик узатиш воситалари орқали ёки бўлмаса мотор тезлигини ростлаш орқали амалга ошириш мумкин.

Мотор тезлиги қиймати ўзгармас бўлган ҳолда механик узатманинг узатиш сони  $i$  ни ёки механик узатманинг келтирилган радиуси  $\rho$  ни ўзгартириш асосида ижрочи органнинг тезлигини ростлаш усули **тезликни механик усулда ростлаш** усули деб ҳам юритилади. Бу усул билан тезликни ростлаш редуктор, вариатор, занжирли узатмалар ва транспортёр каби механик қурилмалар ҳамда электромагнит муфталар ёрдамида амалга оширилади.

Иккинчи усул, механик кўрсаткичларини ўзгартирмасдан, мотор тезлигини ростлаб ижрочи орган ҳаракати тезлигини ростлаш, **тезликни электр кўрсаткичлари бўйича ростлаш** деб аталади. Бу усул замонавий электр юритмаларда тезликни ростлашда кенг қўлланилади.

Учинчи усул, ҳар иккала усулни биргаликда қўллаш, аммо бу усул амалиётда кам қўлланилади. Асосан металл йўнувчи дастгоҳларнинг электр юритмаларида қўлланилади.

Моторларнинг тезлигини ростлаш қуйидаги асосий кўрсаткичлар билан баҳоланади: тезликни ростлаш диапазони, тезликнинг стабиллиги, ростлашнинг силлиқлиги, ростлашнинг йўналиши, моторнинг рухсат этилган юкланиши, ростлашнинг самарадорлиги.

**Тезликни ростлаш диапазони.** Бу кўрсаткич энг катта тезликнинг энг кичик тезликка нисбати билан аниқланади

$$D = \omega_{\text{max}} / \omega_{\text{min}}$$

**Тезликнинг стабиллиги.** Мотор валидаги юкланиш моментининг мавжуд ўзгаришларида тезликнинг ўзгариши билан характерланади. Бу

кўрсаткич механик тавсифнинг бикрлиги орқали аниқланади. Бикрлик қанча катта бўлса, тезликнинг юкланиш моментиға боғлиқлик даражаси шунча кам бўлади.

**Тезликни ростлаш силлиқлиги.** Бу кўрсаткич бир сунъий тавсифдан иккинчисига ўтишдаги тезлик ўзгариши қиймати билан баҳоланади. Берилган тезликни ростлаш диапозонида сунъий тавсифлар сони қанча ксеп бўлса, тезликни ростлаш шунча силлиқ кечади.

**Тезликни ростлаш йўналиши.** Берилган юкланиш моментида моторнинг тезлиги табиий тавсифидан пастга ёки юфорига қараб ростланиши мумкин. Биринчи ҳолда тезликни ростлаш, тезликни пастга қараб ростлаш дейилса, иккинчи ҳолда юқорига қараб ростлаш деб аталади.

**Моторнинг рухсат этилган юкланиши.** Электр мотор шундай ҳисобланиб лойиҳаланганки мотор номинал электрик кўрсаткичларида (тезлик, ток, момент, кучланиш ва қувватларда) ишлаганида актив қисмларининг қизиши қўлланилган изоляция материали тури учун рухсат этилган харорат қийматидан ошмайди. Агар ушбу шарт бажарилса, моторнинг жиддий таъмирсиз ишлаш муддати 15 – 20 йилни ташкил этади.

**Тезликни ростлашнинг самарадорлиги.** Ишчи машина ёки механизм ижрочи органининг берилган техник кўрсаткичлари асосида тезлигини ростлаш турли русумдаги электр юритмалар ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Тезлик диапозони, тавсиф бикрлиги ва бошқа кўрсаткичлари бир хил бўлган турли русумдаги электр юритмалардан бирини танлаш техник – иқтисодий кўрсаткичларини ўзаро солиштириш натижасидагина амалга оширилади. Бу техник – иқтисодий кўрсаткичлар: сармоя сарфлари, эксплуатацион сарфлар, электр юритманинг ишончилиги, қўллаш ва ишлатишнинг қулайлиги, қўплаб ишлаб чиқарилганлиги, бошқарув воситаларининг универсаллиги ва ҳ. к. лардир.

### *момент ва токни ростлаш*

Кўпинча технологик жараёнлардан келиб чиққан ҳолда ижрочи орган ҳаракатини тезлаштириш ёки секинлаштириш керак бўлади ва бу жараённи электр юритма моменти ёки кучини ростлаш орқали амалга ошириш мумкин.

Ишчи механизмларнинг ишлаши вақтида ишдан чиқишиға сабаб бўлувчи электр юритма ҳосил қиладиган момент ёки кучнинг катта қийматларини чеклаш керак бўлади (масалан, тупроқ қазииш ишларида, кудуқлар қазиишда, механик узатма тишларининг тишланиб қолишида). Моментни ростлаш (чеклаш) усулларин танлаш учун аниқлик ва иқтисодий самарадорлик каби кўрсаткичлар ўзаро солиштирилади. Ўзгармас ток электр моторининг ҳосил қиладиган электромагнит моменти кўйидаги формула билан ҳисобланади

$$M = k\Phi I$$

бу ерда,  $k$  – моторнинг конструктив доимийлиги;  $\Phi$  – магнит оқими;  $I$  – якор токи. Мана шу уч кўрсаткичнинг ростлаш натижасида момент қийматини ўзгартириш мумкин.

Мотор токи ва моментини ростлаш бу алоҳида ҳал қилинадиган масалалардир. Коллектор – шетка бўғинларининг нормал ишлаши учун ўзгармас ток мотори ишга тушириладиган пайтда ишга тушириш токининг қиймати номинал қийматига нисбатан 2 – 3 мартадан ортиқ катта бўлишига йўл қўйилмайди. Шунингдек, катта қувватли ўзгармас ва ўзгарувчан ток моторларини ишга туширишда ишга тушириш токларини чеклаш тармоқ кучланишида катта қийматдаги кучланиш пасайишига йўл қўймаслик учун ҳам амалга оширилади.

### *ижрочи орган ҳолатини ростлаш*

Баъзи бир турдаги ишчи механизмларнинг ижрочи органларининг фазодаги ҳолатларини технологик жараён кечаётган вақтда ўзгартиришга зарурият туғилади. Буларга робот ва манипуляторлар, кўтариш ва транспорт механизмлари, клапанлар, дастгоҳларнинг узатиш механизмлари ва бир қанча шунга ўхшаш механизмлар киради. Ижрочи органнинг фазода бир нуқтадан иккинчи нуқтага кўчиши мотор валининг ҳолатини ростлаш асосида амалга оширилади. Бундай юритмалар **позицион юритмалар** деб аталади.

Аниқлик даражаси юқори бўлиши талаб қилинмаган ҳолларда ижрочи органларнинг фазодаги ҳолатини бошқариш йўл ёки охириги ўчиргичлар ёрдамида амалга оширилади.

Аниқлик даражаси юқори бўлиши шарт бўлган ҳолларда ижрочи органларнинг фазодаги ҳолати координаталарида бўлиши учун электр юритмаларни бошқарилувчи ўзгарткичлар орқали бошқарилиши талаб этилади.

## **3.5. КООРДИНАТАЛАРИ РОСТЛАНУВЧИ ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ**

Бажариши керак бўлган амаллари, ростланувчи координаталарининг сони, тури ҳамда технологик жараённи автоматлаштиришдаги иштироки бўйича электр юритмаларнинг тузилиши турли хил бўлади.

Ҳамма электр юритмалар **автоматлаштирилган ва автоматлаштирилмаган** гуруҳларга бўлинади. Автоматлаштирилмаган электр юритмаларни ишга тушириш, тормозлаш, тезлигини ростлаш ва ҳаракат йўналишини ўзгартиришлар оддий техник воситалар (магнитли ишга туширгичлар, автомат – ўчиргичлар ва ҳ. к.) ёрдамида оператор томонидан амалга оширилади. Аммо электр юритма зарур ҳимоя, блокировка ва сигнализация қурилмалари билан жиҳозланган бўлади.

Автоматлаштирилган электр юритма технологик жараён талабларидан келиб чикқан ҳолда ишчи механизмнинг ижрочи органини ҳаракатга келтиради (3.1 – расмга қаранг). Автоматлаштирилган электр юритмаларда оператор ишга тушириш ва иш охирида тўхтатиш амалларини бажарган ҳолда созлаш ва назорат функцияларини ҳам бажаради. Технологик жараён вақтида юзага келадиган барча зарур бўлган кўрсаткичларни ростлаш автоматик равишда амалга оширилади.

Автоматлаштирилган электр юритма сөз навбатида **очик** ва **ёпиқ** гуруҳларга бўлинади. **Очик тизимли электр юритмаларда** ташқи таъсирлар электр юритманинг чиқиш кўрсаткичлари ўзгаришига олиб келади. Масалан, мотор валидаги моментнинг ўзгариши мотор тезлигининг ошишига ёки камайишига сабаб бўелади. Шунинг учун ҳам бундай электр юритмаларнинг бошқарув сифат кўрсаткичлари юқори эмас.

**Очик тизимли электр юритмалар** одатда моторларни ишга тушириш, тормозлаш ва ҳаракат йўналишини ўзгартириш учунгина қўлланилади. Электр юритманинг бундай схемаларида тезлик, момент, ток, вақт ва бошқа кўрсаткичлар тўғрисидаги оний ахборотлар асосида автоматик ростланади.

Электр юритмадаги ташқи таъсирларни бутунлай ёки қисман бартараф қилиш учун ёпиқ электр юритма тизимлари қўлланилади. Ёпиқ электр юритмалар **хатолик бўйича** ва **ғалаёнли таъсир бўйича** ростланувчи турларга бўлинади.

Хатолик бўйича ростланувчи электр юритмаларда чиқиш координаталари бўйича тескари алоқа занжиридаги сигнал вазифаловчи сигнал билан солиштирилиб, натижаси электр юритма учун бошқарув сигнали вазифасини бажаради ва натижада ташқи таъсирнинг юритма чиқиш кўрсаткичига бўладиган таъсири тўлиқ ёки қисман бартараф этилади.

Ғалаёнли таъсир бўйича ростланувчи электр юритмаларда ғалаёнли таъсир (масалан,  $M_c$ ) қўшимча сигнал сифатида электр юритманинг кириш қисмига вазифаловчи сигнал билан баравар берилади ва бу йиғма сигнал электр юритманинг чиқиш координаталаридаги ғалаёнли таъсирни бутунлай ёки қисман бартараф қилади. Ғалаёнли таъсир ўлчов ўзгарткичларининг мураккаблиги сабабли бундай ёпиқ электр юритма тизимлари амалиётда кенг қўлланилмайди.

Баъзи ҳолларда ғалаёнли ва хатолик бўйича биргаликда ростланувчи электр юритмалар ҳам қўлланилади.

### **3.6. МУСТАҚИЛ ҚЎЗҒАЛУВЧАН ЎЗГАРМАС ТОК МОТОРЛИ ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИНГ ИШ РЕЖИМЛАРИ ВА ТАВСИФЛАРИ**

#### ***мустақил қўзғалувчан ўзгармас ток моторининг тармоққа уланиш схемаси ва тавсифлари***

Мустақил қўзғалувчан ўзгармас ток моторининг (МҚ ЎТМ) асосий уланиш схемаси 3.3а – расмда келтирилган. Бу схемада қуйидаги белгилаш-

лар қабул қилинган:  $I, I_K$  – якор ва қўзғатиш чулғами (ҚЧ) занжирларидаги тоқлар (А);  $E$  – якорнинг ЭЮКи (В);  $\omega$  ва  $M$  – моторнинг бурчак тезлиги ( $c^{-1}$ ) ва моменти (Нм);  $R_{я} = r_{яч} + r_{кк} + r_{кч} + r_{шк}$  – якор чулғами қаршилиги: якор чулғами, қўшимча қутблар, компенсацион чулғамларнинг ва шетка контактларининг қаршиликлари (Ом);  $R_{КЧ}$  – қўзғатиш чулғамининг ўаршилиги;  $L_{я}$  ва  $L_{КЧ}$  – якор ва қўзғатиш чулғамларининг индуктивликлари (Гн);  $R_K$  ва  $R_{КК}$  – якор ва қўзғатиш чулғамларига уланган қўшимча қаршилиқлар. Шунингдек якор ва қўзғатиш чулғамлари алоҳида  $U$  ва  $U_{КК}$  манбаларга уланган.

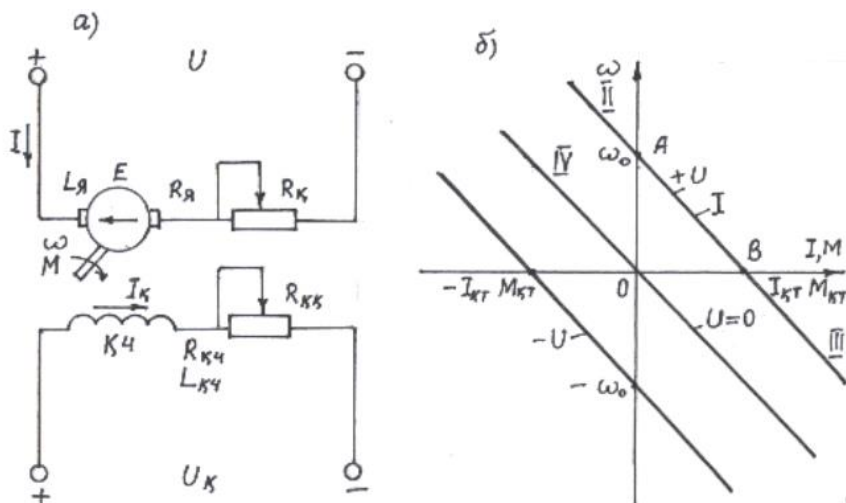
Моторнинг статик тавсифларини келтириб чиқаришда қуйидаги чеклашларни қабул қиламиз: якор реакцияси ҳисобга олинмайди ва мотор валидаги момент электромагнит моментга тенг.

Кучланишлар, якор ЭЮКи ва электромагнит тенгламалари асосида электр юритманинг электромеханик ва механик тавсифларининг ифодаларини ҳосимл қиламиз

$$\omega = (U - IR)/(k\Phi), \quad (3.6)$$

$$\omega = U/(k\Phi) - MR/(k\Phi)^2, \quad (3.7)$$

бу ерда,  $R = R_{я} + R_K$  – якор занжирининг тoелиқ қаршилиги,  $\Phi$  – магнит oқими, Вб;  $U$  – якор занжирига берилаётган кучланиши, В;  $k = pN/(2\pi a)$  – моторнинг конструктив коэффиценти;  $p$  – қутблар сони;  $N$  – якор чулғами актив ўтказгичларининг сони;  $a$  – якор чулғами параллел тармоқлари сони.



3.3 – расм. МҚ ЎТМ нинг электр тармоғига уланиш схемаси (а) ва тавсифлари(б)

(3.6) ва (3.7) лар бўйича МҚ ЎТМ нинг электромеханик ва механик тавсифлари яъни бурчак тезлигининг ток ва моментларга боғлиқлик тавсифлари якор кучланиши қутбларининг ҳар хил ишорали бўлган ҳолдаги кўринишлари 3.3 б – расмда келтирилган.  $k\Phi = \text{const}$  бўлган ҳол учун электромеханик ва механик тавсифлар бир хил кўринишга эга бўлгани учун

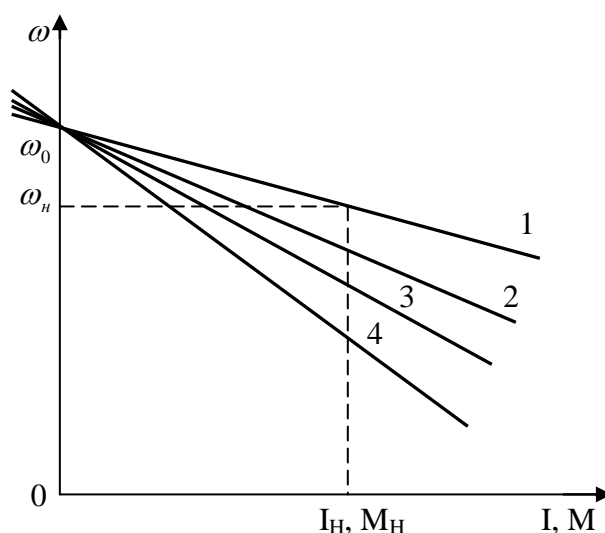
хам битта тавсиф билан ифодаланган. Тавсифнинг **A** ва **B** нуқталари характерли нуқталардир. **A** нуқта моторнинг салт юришини англатади -  $\omega = \omega_0, I = M = 0$ , **B** нуқта қисқа тутатиш яъни ишга тушириш режими деб ҳам юритилади -  $\omega = 0, I = I_{КТ}$  ва  $M = M_{КТ}$ .

(3.6) ва (3.7) тенгламалар асосида МҚ ЎТМ нинг сунъий тавсифларини якор ва магнит оқими занжирларига қўшимча актив қаршилиқлар улаб ва якор занжирига берилаётган кучланиш  $U$  ни ўзгартириш натижасида ҳам олиш мумкин. Бу тенгламалардаги ток ва момент моторнинг механик юкланиши  $M_C$  орқалигина аниқланади ва бу катталиқлар ихтиёрий олинмайди.

***Мустақил қўзгалувчан ўзгармас ток мотори тезлигини якор чулғамига қўшимча қаршилиқлар улаб тезлигини ростлаш***

Тезликни ростлашнинг энг содда усулларида бири бу **якор занжирига қўшимча қаршилиқлар улаш** усулидир. Бундай усулда тезликни ростлаш усули ростлашнинг сифат кўрсаткичларига унча юқори бўлмаган талаблар қўйилган энергетик кўрсаткичлари асосий рол ўйнамаган ҳолларда қўлланилади. Бу усулни амалга ошириш осон ҳамдир (3.3 а – расм).

(3.7) тенгламадан кўришиб турибдики,  $\omega_0$  нинг қиймати  $R_K$  га боғлиқ эмас. Тавсифнинг нишаблиги  $R_K$  қийматига тўғри пропорционалдир 3.4 – расмда МҚ ЎТМ нинг якор занжирига  $R_{K1} < R_{K2} < R_{K3}$  қаршилиқлари улаш натижасида ҳосил қилинган механик (электромеханик) тавсифлар (1 – тавсиф моторнинг табиий механик тавсифи. 2 – 4 – сунъий механик тавсифлар) келтирилган.



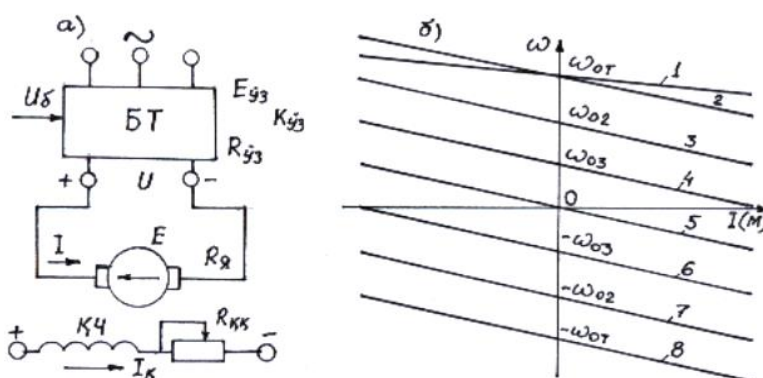
3.4 – расм. Якор чулғамига қўшимча қаршилиқлар улаб тезлиги ростланадиган МҚ ЎТМ нинг статик тавсифлари

Тезликни ростлаш диапазони  $D = (2 - 3):1$  дан ошмайди. Сабаби тезлик ошган сари механик тавсифнинг бикрлиги камайиб боради. Тезлик табиий

механик тавсифдан пастга қараб ростланади. Бундай усулда тезликни ростлаш тезликни поғонали ростлаш усулига киради.

**Мустақил қўзгалувчан ўзгармас ток мотор тезлигини якор занжиридаги кучланишни ўзгартириб ростлаш**

(3.6) ва (3.7) тенгламалардан кўришиб турибдики, моторнинг тезлигини ростлаш учун якор занжирига қўшимча қаршиликлар улаб тезликни ростлаш билан бир қаторда якор занжирига берилаётган кучланишни ўзгартириш ҳисобига ҳам тезликни ростлаш мумкин. Бунинг учун моторнинг якор занжири қиймати ўзгарувч ўзгармас ток кучланиши манбаидан таъминланиши керак. Асосий электр тармоғи ўзгарувчан ток тармоғи эканлигини ҳисобга олсак, бошқарилувчи ўзгарткич сифатида асосан ярим ўтказгичли бошқарилувчи тўғирлагичлар (БТ) қўлланилади. Мотор якори БТ дан таъминланадиган электр юритма тизими «**бошқарилувчи тўғирлагич – мотор**» тизими деб аталади (3.5а – расм), бу ерда,  $E_{ў3}$  – БТ нинг ЭЮК,  $R_{ў3}$  – БТ нинг ички қаршилиги,  $k_{ў3} = E_{ў3} / U_6$  – БТ нинг кучайтириш коэффициенти,  $U_6$  – бошқарув сигнали.



3.5 – расм. МҚ ЎТМ нинг якор занжиридаги кучланишни бошқарилувчи тўғирлагич ёрдамида ростлаш схемаси (а) ва моторнинг электромеханик (механик) тавсифлари (б)

БТ нинг кучланиши

$$U = E_{ў3} - IR_{ў3} . \tag{3.8}$$

МҚ ЎТМ нинг қўзғатиш чулғами алоҳида ўзгармас ток манбаига уланган бўлади.

(3.6) ва (3.7) ларни (3.29) ни ҳисобга олган ҳолда БТ – М тизимининг электромеханик ва механик тавсифлари қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\omega = E_{ў3} / (k\Phi) - I(R_{я} + R_{ў3}) / (k\Phi) = \omega_0 - \Delta \omega; \tag{3.9}$$

$$\omega = E_{ў3} / (k\Phi) - M(R_{я} + R_{ў3}) / (k\Phi)^2 = \omega_0 - \Delta \omega. \tag{3.10}$$

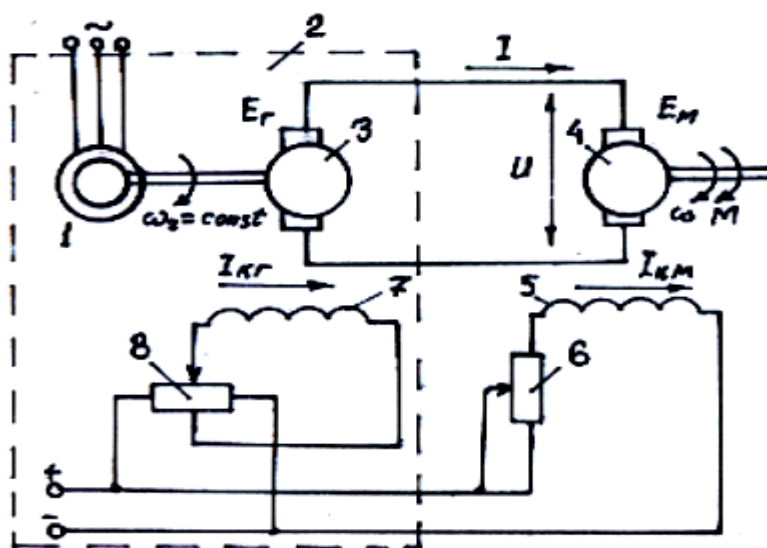
(3.9) ва (3.10) ифодалардан кўришиб турибдики,  $E_{\dot{y}_3}$  ўзгариши билан пропорционал моторнинг идеал салт юриш тезлиги  $\omega_0$  ҳам ўзгаради.

Моторнинг 1 – 7 электромеханик (механик) тавсифлари (3.5б – расм) чизиқли ва ўзаро параллел бўлиб ва улар БТ ЭЮК ларининг қуйидаги қийматларига мос келади:  $E_{\dot{y}_{31}} > E_{\dot{y}_{32}} > E_{\dot{y}_{33}}$ ;  $E_{\dot{y}_{34}} = 0$ ;  $E_{\dot{y}_{35}} = - E_{\dot{y}_{33}}$ ;  $E_{\dot{y}_{36}} = - E_{\dot{y}_{32}}$ ;  $E_{\dot{y}_{37}} = - E_{\dot{y}_{31}}$ .

Ҳар қандай координаталарини ростлашда сифат кўрсаткичлари юқори бўлиши талаб қилинадиган электр юритмаларда «**бошқарилувчи тўғирлагич – мотор**» тизими кенг қўлланилади. Шунинг учун ҳам бу усул автоматлаштирилган ўзгармас ток электр юритмаларининг асосини ташкил этади.

Шунингдек, «**ўзгармас ток генератори – мотор**» (Г – М) тизимида ҳам моторнинг якорига берилаётган бошқарилувчи ўзгармас ток кучланиши ўзгармас ток генераторидан олинади.

Ўзгармас ток генератори 3 нинг якори мотор 4 нинг якори билан тўғридан – тўғри электрик боғланган, генератор якорини эса асинхрон мотор 1 ҳаракатга келтиради ва асинхрон мотор 1 ва генератор 3 уч фазали ўзгарувчан ток кучланишини ўзгармас ток кучланишига ўзгартирувчи электромеханик тўғирлагич 2 ни ташкил этади (3.6 – расм).



3.6 – расм. Г – М тизимининг схемаси

Генератор 3 нинг қўзғатиш чулғамидаги токи қийматини потенциометр 8 ёрдамида ўзгартириб, генераторнинг ЭЮК и  $E_r$  ўзгартирилади ва бу ЭЮК мотор 4 якорига берилади. ЭЮК қийматига мос равишда мотор 4 нинг тезлиги номиналдан пастга қараб ростланади. Мотор 4 нинг қўзғатиш чулғамидаги токи  $I_K$  қийматини ўзгарувчан қаршилик 6 ёрдамида ўзгартирилиб унинг магнит оқими қиймати ўзгартирилади ва натижада мотор тезлигини энди иккинчи зонада ҳам яъни номиналдан

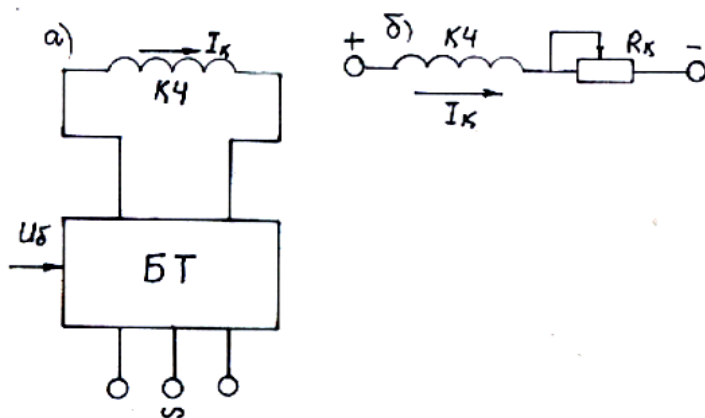
юқорига қараб ростлаш мумкин. Г – М тизимининг электромеханик (механик) тавсифлари 3.5б – расмдаги тавсифларга мос келади.

### *Мустақил қўзгалувчан ўзгармас ток моторининг тезлигини магнит оқимини ўзгартириб ростлаш*

Магнит оқимини ўзгартириб электр юритма тезлигини ростлаш ўзининг соддалиги ва кам энергия сарф бўлиши сабабли кенг қўлланилади. Чунки мотор қўзғатиш чулғамидаги кучланишни ўзгартиришга сарф бўладиган энергия, якор занжирида сарф бўладиган энергиядан бир неча баробар камдир.

Моторларнинг номинал иш режими мотор магнит тизимининг тўйинмаган қисмига тўғри келади ва бу эса магнит оқими қийматининг қўзғатиш чулғами токига чизиқли боғланган деб қараш имконини беради. (3.6) ва (3.7) ифодалардан кўриниб турибдики, магнит оқимининг номинал қийматидан камайиш томонга ўзгаритадига бўлсак, моторнинг тезлиги номиналдаен катта бўлган қийматларга эришиши мумкин экан.

Қўзғатиш чулғамидаги токни ўзгартириш учун қўзғатиш чулғамига қўшимча ўзгарувчан қаршилик  $R_K$  уланади (3.7б – расм) ёки қўзғатиш чулғамининг бошқарилувчи манбай сифатида бошқарилувчи тўғирлагич БТ (3.7а – расм) қўлланилади.



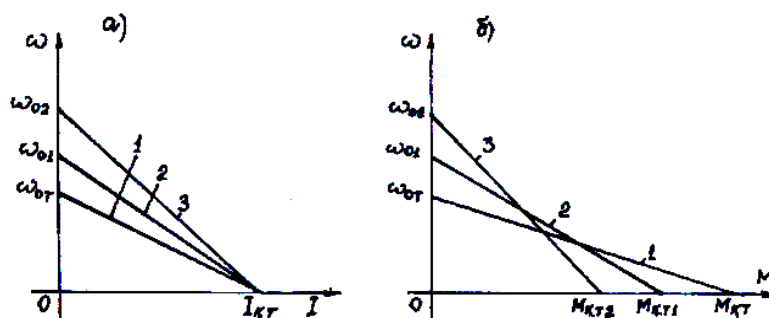
3.7 – расм. МҚ ЎТМ нинг қўзғатиш чулғамига бошқарилувчи тўғирлагич (а) ва ўзгарувчан қаршилик улаб (б) қўзғатиш токини ростлаш схемалари

Қўзғатиш чулғамидаги кучланиш бошқарув сигнали  $U_\delta$  ёрдамида бошқарилади. Бу схема одатда катта қувватли моторларнинг қўзғатиш чулғами тоқларини кенг ораликда ўзгартиришда, шунингдек агар БТ схемаси реверсив қилиб бажарилган бўлса, у ҳолда қўзғатиш токи йўналишини ўзгартириб моторни реверс қилишда ҳам ишлатилади.

(3.6) тенглама бўйича магнит оқимининг камайиши идеал салт юриш тезлиги  $\omega_0$  нинг ошишига олиб келади. Қисқа туташув токи  $I_{KT} = U / R_\gamma$  магнит оқими ўзгаришига боғлиқ эмас. Магнит оқимларининг  $\Phi_H > \Phi_1 > \Phi_2$

қийматлари учун моторнинг электромеханик тавсифлари қуйидаги кўринишга эга бўлади (3.8 а – расм).

Кисқа туташув momenti  $M_{KT} = k\Phi I_{KT}$  эканлигини ҳисобга оладиган бўлсак  $I_{KT} = \text{const}$ , у ҳолда  $M_{KT1} < M_{KT2} < M_{KTn}$  бўлади (3.8б – расм).



3.8 – расм. МҚ ЎТМ нинг магнит оқимини ўзгартириб тезлиги ростланганидаги электромеханик (а) ва механик тавсифлари(б)

Магнит оқимининг камайиши билан бир пайтда тезлик ошади ва момент қиймати камаяди ва уларнинг кўпайтмаси бўлган механик қувват номиналга тенг бўлиб ўзгармасдан қолади. Шундай қилиб, бу усул билан мотор тезлигини ростлаш механик қувват ўзгармайдиган юритмаларда қўлланилганида, сунъий тавсифларда мотордан қуввати бўйича тўлиқ фойдаланиш имконини беради.

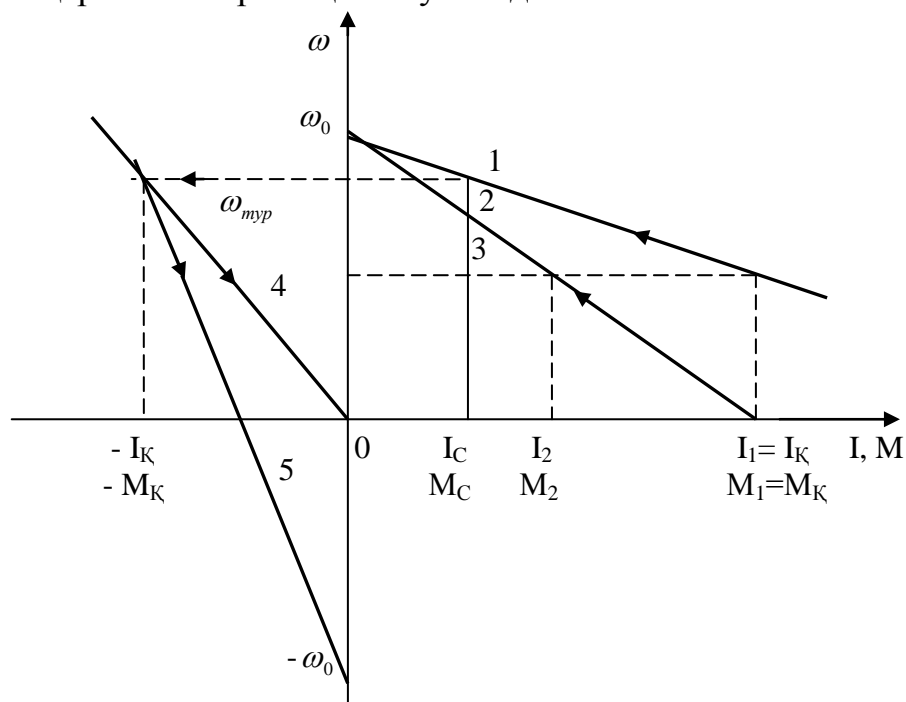
### ***Мустақил қўзгалувчан ўзгармас ток моторини ишга тушириш ва тормозлаш***

Моторни ишга тушириш жараёнида унинг токи ва моментини ростлаш ёки чегаралашнинг энг оддий усули якор занжирига ростланмайдиган қаршилик  $R_{K1}$  ни улаш билан амалга оширилади.

Моторнинг ишга туширилиши сунъий тавсиф 1 бўйича бўлиб, бунда якор занжирига  $R_{K1}$  қаршилик уланган бўлади ва бу қаршилик ишга тушириш қаршилиги дейилади (3.9 – расм). Моторни ишга тушириш вақтида унинг токи ва momenti берилган рухсат этилган қийматлари  $I_1 = I_{рух}$ ,  $M_1 = M_{рух}$  билан чегараланади. Тезлик ошиб борган сари моторнинг ЭЮК ошиб боради, якордаги ток эса камайиб боради ва тезлик  $\omega_1$  қийматига етганида қаршилик  $R_{K1}$  якор занжирдан узилади яъни  $R_{K1}$  нинг учлари ўзаро туташтирилади. Мотор табиий тавсиф 2 га ўтиб ишлай бошлайди, бу ўтиш вақтида ток ва моментларнинг тегишли ўзгаришлари берилган қийматдан ошиб кетмаслиги керак.

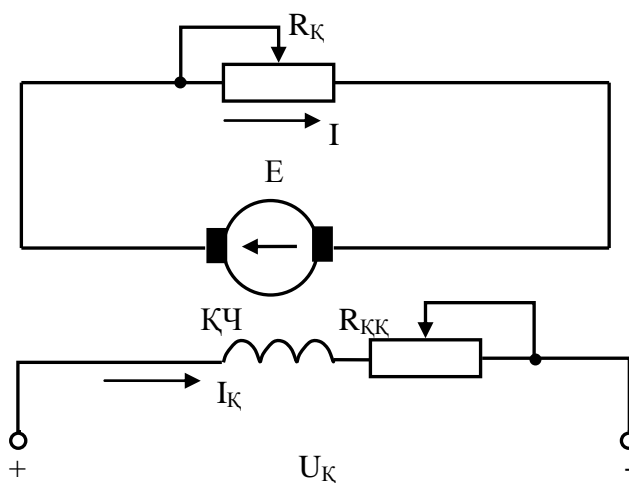
МҚ ЎТМ нинг реверс ёки тескари улаб тормоз режимларида ишлаши якор ёки қўзғатиш чулғамларига берилаётган кучланишнинг кутбларини ўзгартириб, якор занжирига қўшимча  $R_{K2}$  қаршилик улаб амалга оширилади ва мотор 5 тавсифда ишлайди.

Катта қувватли моторларни ишга туширишда электр энергия сарфини камайтириш ва ишга тушириш жараёни вақтини камайтириш мақсадида якор занжирига қаршилиқлар секцияси уланади.



3.9 – расм. МҚ ЎТМ ини ишга тушириш ва тескари улаб тормозлаш тавсифлари

3.10 – расмдаги схема бўйича моторни **динамик тормозлаганиш** режимига ўтказганимизда, тезлик  $\omega_{тур}$  қийматига етганда яъни моторнинг 2 тавсифи ижрочни органнинг механик тавсифи 3 билан кесишганда, якор занжирига  $R_K$  қаршилиқ параллел уланади ва мотор 4 тавсиф бўйича ишлайди.  $R_K$  нинг қиймати электр юритманинг секинлашиш темпи ёки моторнинг коммутация шароитларидан келиб чиққан ҳолда аниқланган  $I$  ёки  $M$  қийматлари асосида ҳисобланади.



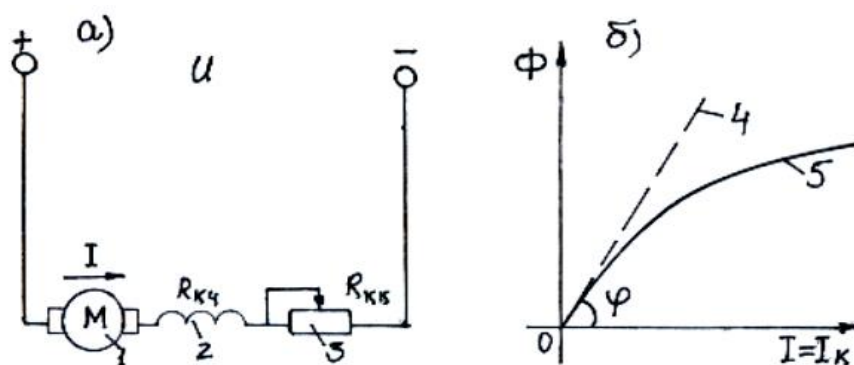
3.10 – расм. МҚ ЎТМ ни динамик тормозлаш схемаси

**Рекуператив тормоз режимда** моторни тармоққа улаш схемасида ҳеч қандай ўзгариш рўй бермайди, мотор валидаги статик момент йўналишининг ўзгариши натижасида моторнинг тезлиги салт юриш тезлигидан ошиб кетади ва мотор тармоққа паралел ишлаётган генератор сифатида ишлайди.

### 3.7. КЕТМА – КЕТ ҚЎЗГАЛУВЧАН ЎЗГАРМАС ТОК МОТОРЛИ ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИНГ ИШ РЕЖИМЛАРИ ВА ТАВСИФЛАРИ

#### *Кетма – кет қўзгалувчан ўзгармас ток моторининг тармоққа улаш схемаси ва тавсифлари*

Электр транспортда ва кўпгина кўтариш машина ва механизмларнинг электр юритмаларида кетма – кет қўзгалувчан ўзгармас ток моторлари (КҚ ЎТМ) кенг қўлланилади.



3.11 – расм. КҚ ЎТМ нинг тармоққа уланиш схемаси (а) ва магнитланиш тавсифи (б)

Бу моторларда қўзгатиш чулғами 2 якор чулғами 1 билан кетма – кет уланиши натижасида қўзгатиш чулғамидан ва якор чулғамидан ҳам бир хил ток ўтади. 3.11 – расмда КҚ ЎТМ ининг уланиш схемаси ва магнитланиш тавсифлари келтирилган бўлиб, қуйидаги белгилашлар қабул қилинган: 1, 2, 3 – мос равишда моторнинг якори ва қўзгатиш чулғамлари ва қўшимча қаршилик; 4 – тўғри чизикқа келтирилган магнитланиш тавсифи ва 5 – реал магнитланиш тавсифи.

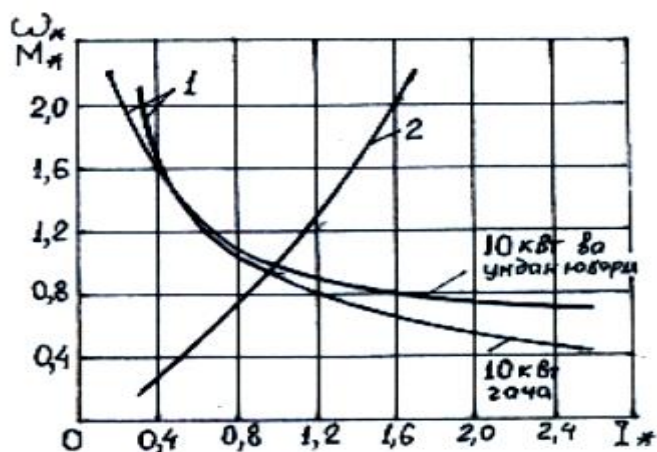
КҚ ЎТМ нинг электромеханик ва механик тавсифлари (3.6) ва (3.7) формулалар билан ифодаланади, аммо магнит оқимининг якор токига \$\Phi(I)\$ боғлиқлигини ҳисобга олишга тўғри келади ва шунинг учун ҳам бу формулаларни қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$\omega = (U - IR) / [k\Phi(I)], \quad (3.11)$$

$$\omega = U / [k\Phi(I)] - MR / [k\Phi(I)]^2, \quad (3.12)$$

бу ерда,  $R = R_{\text{я}} + R_{\text{к2}} + R_{\text{к}}$  – якор занжирининг умумий актив қаршилиги. Магнит оқими  $\Phi(I)$  ток билан ўзаро 5 магнитланиш тавсифи бўйича боғланган (3.11б – расм).

Ток ва моментларнинг кичик қийматларида моторнинг тезлиги катта қийматга эга бўлади ва ҳамда ордината ўқи билан кесишмайди. 3.11а – расмдаги схема бўйича тармоққа уланган КҚ ЎТМ нинг **салт юриш** ва **рекуператив генератор режимлари** бўлмайди.  $I \rightarrow 0$  ва  $M \rightarrow 0$  бўлса, у ҳолда магнит оқими  $\Phi \rightarrow 0$  бўлади ва натижада  $E \rightarrow U$  бўлади, яъни тезликнинг ҳар қандай қийматида ҳам  $E < U$  тенгсизлик сақланиб қолаверади.



3.12 – расм. КҚ ЎТМ нинг универсал тавсифлари

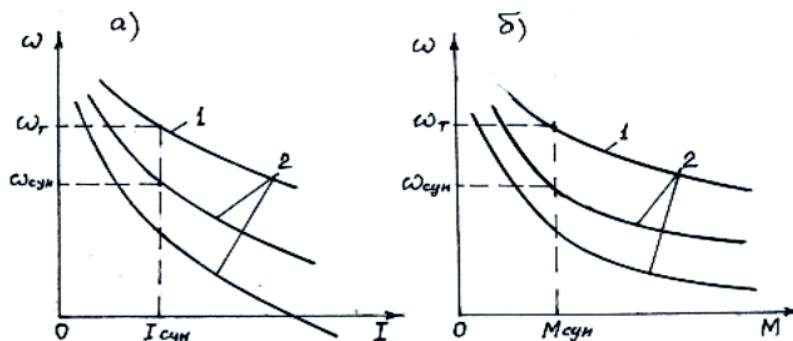
КҚ ЎТМ ларнинг тавсифларини ҳисоблаш ва қуриш учун унинг универсал тавсифларидан фойдаланилади (3.12 – расм).

Бу тавсифлар нисбий тезлик  $\omega_* = \omega / \omega_{\text{н}}$  (1 – тавсиф) ва нисбий момент  $M_* = M / M_{\text{н}}$  (2 – тавсиф) ларнинг нисбий ток  $I_* = I / I_{\text{н}}$  қийматига нисбатан ўзгариши тавсифларидир. Каталог ва маълумотномаларда берилган КҚ ЎТМ нинг номинал қийматлари бўйича номинал бурчак тезлиги  $\omega_{\text{н}}$ , токи  $I_{\text{н}}$  ва моменти  $M_{\text{н}}$  аниқланади, шундан сўнг якор токининг номинал қийматига нисбатан 0,4 дан 2,0 қийматигача қийматлар бериб аввал  $M(I)$  боғлиқлик функцияси аниқланади ва шу функция асосида электромеханик  $\omega(I)$  ва механик  $\omega(M)$  тавсифларини қурамыз.

***Кетма – кет қўзғалувчан ўзгармас ток мотори тезлигини якор чулғамига қўшимча қршиликлар улаб ростлаш***

КҚ ЎТМ ининг якор занжирига қўшимча қаршиликлар улаб тезлигини ростлаш энг осон амалга ошириладиган тезликнир ростлаш усулидир.

3.11a – расмдаги якор чулғамига уланган қўшимча қаршилик қийматини ростлаш (бир нечта қаршиликларни кетма – кет улаб, тезликни поғонали ростлаш) натижасида сунъий электромеханик ва механик тавсифларни олиш мумкин. Бунда барча сунъий тавсифлар табиий тасифдан пастда бўлади 3.13 – расмдаги 2 – тавсифлар.

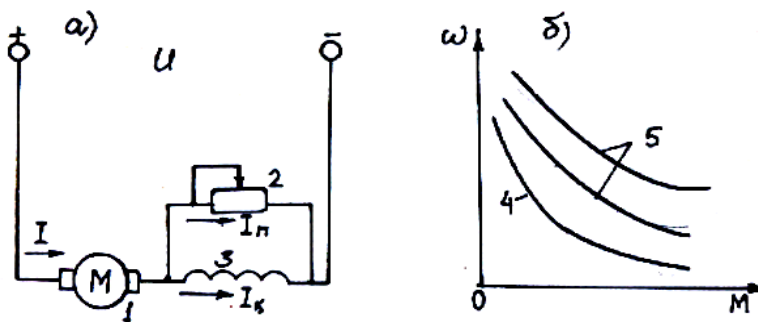


3.13 – расм. Якор чулғамига қўшимча қаршиликлар улаб тезлиги ростланганидаги КҚ ЎТМ нинг электромеханик (а) ва механик тавсифлари (б)

Бу усул билан моторнинг тезлиги ростланганида ростланиш диапазони  $D = (2 \div 3)$ : 1 бўлиб, тезликнинг кичик қийматларида моторнинг қисқа муддатли иш режимида ишлаши иқтисодий жиҳатдан маъқул бўлади.

**Магнит оқими ва кучланишни ўзгартириб ҳамда якор чулғамига қўшимча қаршиликларни параллел улаб кетма - кет қўзгалувчи ўзгармас ток моторининг тезлигини ростлаш**

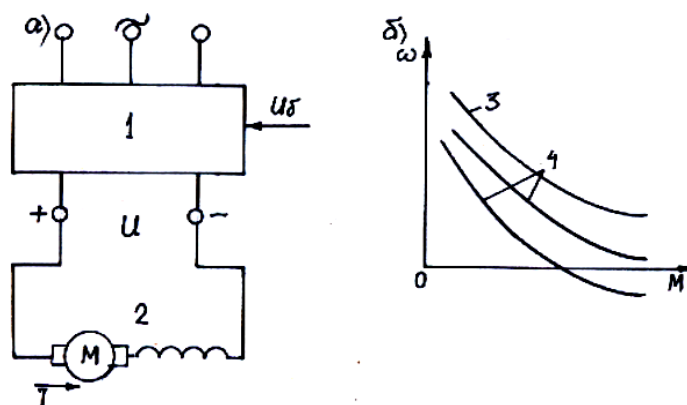
**Магнит оқимини ўзгартириб мотор тезлигини ростлаш.** Бу усул билан мотор тезлигини ростлашда мотор 1 нинг қўзғатиш чулғами 3 га қўшимча параллел уланадиган ўзгарувчан қаршилик 2 ни ўзгартириб амалга оширилади (3.13a – расм). Шуни унутмаслик керакки, магнит оқимининг ростланиши бу русумдаги моторлар учун тўлиқ мустақил бўлмайди, чунки бу кўрилаётган схемада аввлдагидек магнит оқими электр юритманинг юкланишига, яъни якор токи  $I$  га пропорционалдир.



3.13 – расм. КҚ ЎТМ магнит оқимини ўзгартириб тезлигини ростлаш схемаси (а) ва механик тавсифлари (б)

$R_{\Pi} = \infty$  бўлиши (ўзгарувчан қаршиликнинг занжирдан узилган ҳолатига тўғри келади) моторнинг табиий тавсифида ишлашини билдиради (3.13б – расмдаги 4 – тавсиф).  $0 < R_{\Pi} < \infty$  ораликдаги қийматларида  $I_K$  токнинг бир қисми  $R_{\Pi}$  қаршилик орқали ўтгани сабабли магнит оқими  $\Phi$  камаяди, натижада мотор тезлиги ошади (3.13б – расмдаги 5 – тавсифлар).

**Кучланишни ўзгартириб мотор тезлигини ростлаш.** Бу усул билан тезликни ростлаш мотор 2 бошқарилувчи тўғирлагич 1 дан таъминланиб унинг чиқишидаги кучланиш  $U$  нинг қиймати бошқарув сигнали  $U_6$  орқали бошқарилади (3.14а – расм).



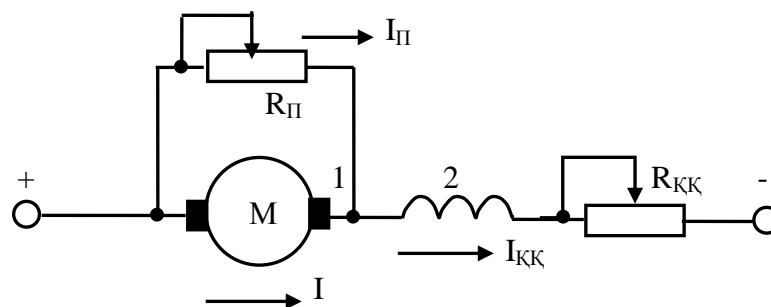
3.14 – расм. КҚ ЎТМ нинг кучланишини ўзгартириб тезлигини ростлаш схемаси (а), механик тавсифлари (б)

Ўзгарткич кучланишининг турли қийматларига мос келувчи моторнинг механик тавсифлари 3.14б – расмда келтирилган. Бошқарилувчи тўғирлагичнинг ички қаршилигини ҳисобга олмасак, мотор табиий механик тавсифда ишлайди (3 – тавсиф).

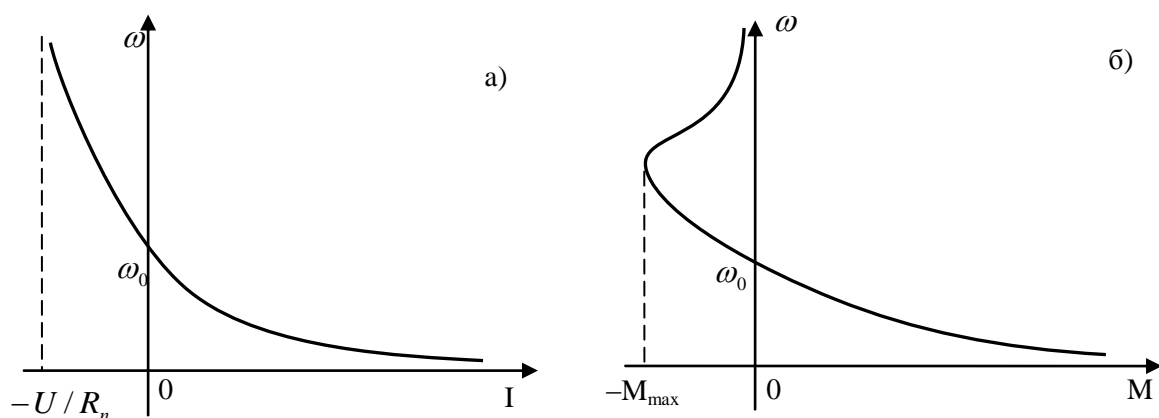
Якор занжиридаги кучланиш қиймати номинал қийматидан кам бўлган ҳолларда мотор сунъий тавсифларда ишлайди (4 – тавсифлар).

**Мотор якориға қаршиликларни параллел улаб тезликни ростлаш.**

Бу усул КҚ ЎТМ ли электр юритмаларда кичик тезликларни ва маълум идеал салт юриш тезликларини ҳосил қилиш учун қўлланилади. Якор 1га  $R_{\Pi}$  қаршилик параллел уланади, қўзғатиш чулғами 2 га кетма – кет ўзгарувчан  $R_{КК}$  қаршилик уланади ва қўзғатиш чулғами билан  $R_{КК}$  қаршилик кучланишни бўлувчи вазифасини ўтайди (3.15 – расм).



3.15 – расм. КҚ ЎТМ нинг якориға параллел қаршилик улаб тезликни ростлаш схемаси



3.16 – расм. Якор занжириға қаршилик уланган КҚ ЎТМ нинг электромеханик (а) ва механик (б) тавсифлари

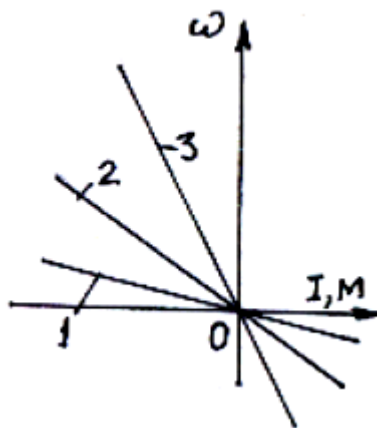
$I = 0$  бўлганида  $R_{\Pi}$  ҳисобига  $I_{\text{КК}} \neq 0$  бўлади ва шунинг учун моторда идеал салт юриш тезлиги  $\omega_0$  мавжуд бўлади. Мотор тезлиги  $\omega > \omega_0$  бўлганида якордаги ток йўналишини ўзгартиради ва тезликнинг ошишига қараб  $I_{\text{К}}$  камая боради. Якордаги токнинг қиймати  $I = -U / R_{\Pi}$  га интилганда  $I_{\text{КК}} \rightarrow 0$ ,  $\Phi \rightarrow 0$  ва  $\omega \rightarrow \infty$  бўлади. Бошқача қилиб айтганда, электромеханик тавсиф 1 учун  $I = -U / R_{\Pi}$  – вертикал чизик асимптота бўлади (3.16а – расм).

$\omega = \omega_0$ ,  $I = 0$  ва  $M = 0$  бўлиб,  $I \rightarrow -U / R_{\Pi}$ ,  $\Phi \rightarrow 0$  ва  $M \rightarrow 0$  бўлганида тезлик ўқи механик тавсифлар учун асимптота бўлади.  $\omega = \omega_0$  бўлганида  $M = 0$  ва  $\omega \rightarrow \infty$  оралиғидаги тезликда  $M = M_{\text{МАХ}}$  бўлади (3.16б – расмдаги 2 – тавсиф).

### ***Кетма – кет қўзгалувчи ўзгармас ток моторли электр юритмаларнинг тормоз режимлари***

**КҚ ЎТМ ни динамик тормозлаш.** КҚ ЎТМ нинг мустақил қўзғатишли динамик тормозлаш 3.10 – расмда келтирилган схема бўйича амалга оширилади. Тавсифлари 3.17 – расмда келтирилган кўринишда бўлиб,

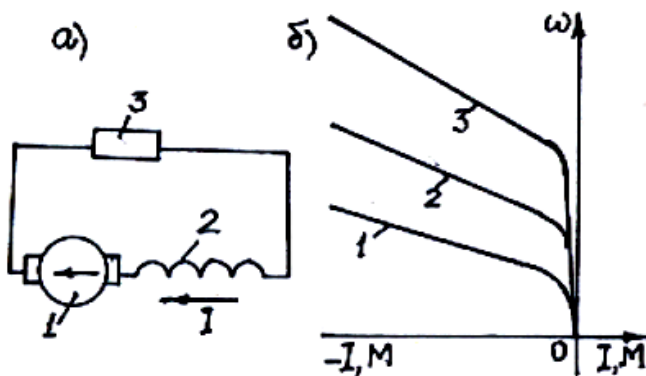
Ўаршилиқ қиймати ошиб борган сари тавсифнинг нишаблиги ҳам ошиб боради. Қаршилиқнинг  $R_{К3} > R_{К2} > R_{К1}$  қийматлари учун мос равишда 3, 2, 1 тавсифлар тўғри келади.



3.17 – расм. КҚ ЎТМ нинг мустақил қўзғатишли динамик тормозланиш тавсифлари

**Уйғотишли динамик тормозлаш** 3.18а – расмдаги схема бўйича амалга оширилади. Мотор якори 1, қўзғатиш чулғами 2 ва қўшимча қаршилиқ 3 (бу қаршилиқ бўлмаслиги ҳам мумкин) билан ўзаро ёпиқ контур ҳосил қилади.

**Ўзуйғотиш** режимининг пайдо бўлиши ва жорий қилиниши учун мотордаги қолдиқ магнит оқими  $\Phi_{КОЛ}$  бўлиши ва унинг йўналиши қўзғатиш чулғами ҳосил қилаётган асосий магнит оқими  $\Phi$  йўналиши билан бир хил бўлиши ва  $R_{Я} + R_{КЧ} + R_{КК} < R_{КР}$  шarti бажарилиши керак.



3.18 – расм. КҚ ЎТМ нинг уйғотишли динамик тормозланиш схемаси (а) ва тавсифлари (б)

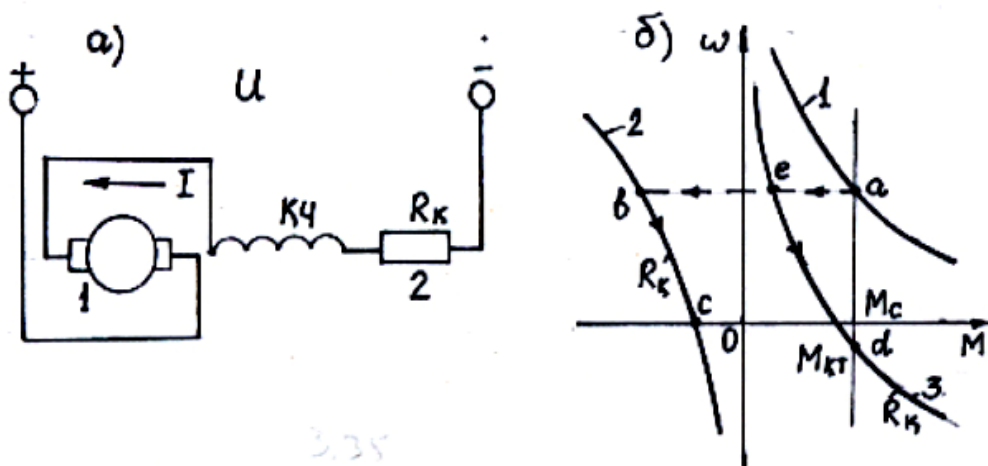
Ўзуйғотиш динамик тормозлаш режимда қолдиқ магнит оқими ва якорнинг айланиши натижасида якорда ЭЮК ҳосил бўлади ва бу ЭЮК таъсирида якор занжирида ток ўта бошлайди. Бу ток асосий магнит оқими  $\Phi$  ни юзага келтиради ва бу магнит оқимининг йўналиши қолдиқ магнит оқими  $\Phi_{КОЛ}$  йўсеналиши бир хил бўлгани учун ЭЮК қийматининг ошишига олиб

келади. Бу эса ўз навбатида мотор токининг ошишига олиб келади ва моторнинг ўзуйғотиш жараёни ЭЮК билан якор занжирдан умумий кучланиш пасайишига тенг бўлгунича давом этади.

Қаршиликларнинг  $R_{КК3} > R_{КК2} > R_{КК1}$  қийматларига мос КҚ ЎТМ нинг ўзуйғотишли динамик тормозлаш тавсифлари 3, 2, 1 – тавсифлари тўғри келади (3.18б – расм).

**КҚ ЎТМ ини тескари улаб тормозлаш.** Бу режим мотор якоридagi ток йўналишини ўзгартириб, кўзғатиш чулғамидаги ток йўналиши ўзгартирмасдан қолдирилади (ёки тескариси), мотор momenti ишораси ўзгаради. Бу режимда якор занжири 1 даги ток қийматини чеклаш учун кўшимча қаршилик 2 уланади (3.19а – расм).

Тормозлаш жараёни тавсифлари 3.19б – расмда келтирилган. Тормозлангунга қадар мотор а нуқтада ишлаётган бўлса (1 – тавсиф) якор занжирига кўшимча  $R_K$  улаб якордаги ток йўналишини ўзгартиргани-миздан сўнг мотор 1 – тавсифдан 2 – тавсифнинг в нуқтасига ўтади ва бу тормозланиш жараёни 2 – тавсифнинг вс қисмини ўз ичига олади.



3.19 – расм. КҚ ЎТМ нинг тескари улаб тормозланиш схемаси (а) ва тавсифлари (б)

2 – тавсифнинг с нуқтасида  $\omega = 0$  бўлади ва моторнинг бошқарув схемаси тармоқдан узилади.

Тескари улаб тормозлаш режими, шунингдек мотор актив момент билан юкланган бўлса ва унинг қиймати  $M_{KT}$ . қийматидан катта бўлган ҳолда ҳам содир бўлади.

Айталик, мотор 1 – тавсифнинг а нуқтасида ишлаётган бўлсин ва якор занжирдаги токнинг йўналишини ўзгартирмай, балки кўшимча қаршилик  $R_K$  улаганимизда, мотор 3 – сунъий тавсифнинг е нуқтасига ўтиб тормоз режимида ишлай бошлайди. 3 – тавсифнинг е нуқтасида мотор momenti юкланиш momenti  $M_C$  дан кичик бўлгани учун мотор бошида секинлана бошлайди, сўнгра  $M_C > M_{KT}$  таъсирида тескари йўналиш бўйича тезлиги оша

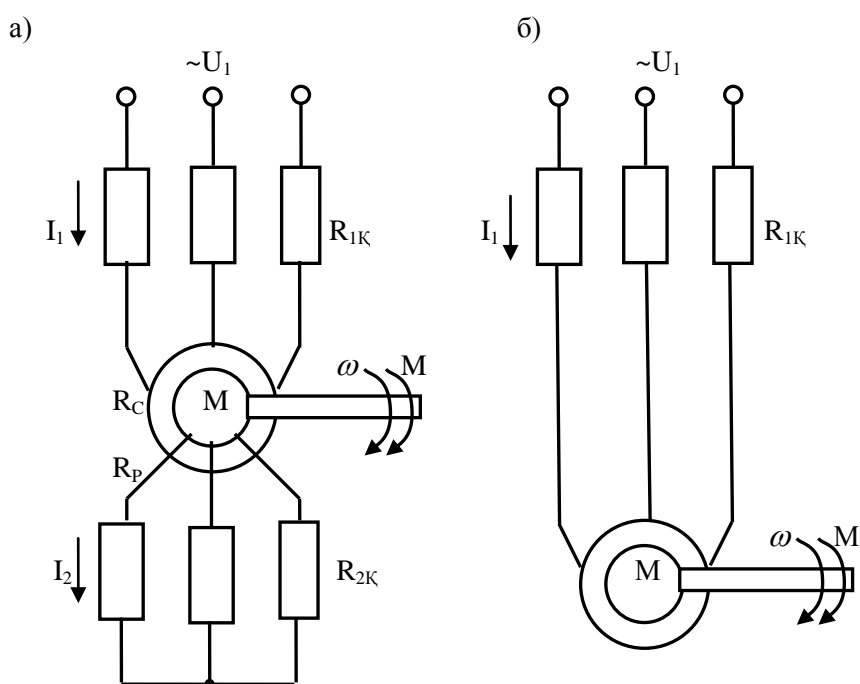
бошлайди. 3 –тавсифнинг  $\alpha$  нуқтасида мотор momenti билан  $M_C$  тенглашади. Мотор тескари ураниб тормозлаш режимида ишлайди.

### 3.8. АСИНХРОН МОТОРЛИ ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИНГ ИШ РЕЖИМЛАРИ ВА ТАВСИФЛАРИ

#### *асинхрон моторнинг уланиш схемаси, статик тавсифлари ва иш режимлари*

Уч фазали асинхрон мотор (А) кучланиши  $U$  ва частотаси  $f$  бўлган уч фазали ўзгарувчан ток тармоғига уланувчи статор чулғамидан ва ротор чулғами эса икки хил вариантда бажарилган бўлиши мумкин.

**Биринчи вариант** – асинхрон моторнинг ротори уч фазали чулғамдан иборат бўлиб, унинг учлари учта контакт ҳалқаларга чиқарилган бўлади ва бундай асинхрон мотор **фаза роторли асинхрон мотор** деб аталади (3.20а – расм). Ротор занжирига турли электротехник элементлар, масалан қаршилиқлар улаб электр юритманинг тезлиги, токи ва моментини ростлаш мумкин ва шу мақсадда алоҳида схемаларни қўллаш ҳам мумкин.



3.20 – расм. Фаза роторли (а) ва ротори қисқа туташтирилган (б) асинхрон моторларнинг уланиш схемалари

**Иккичи вариант** – ротор ариқчаларига алюминий эритилиб қуюлиб, учлари сезаро қисқа туташтирилади ва бундай асинхрон мотор **ротори қисқа туташтирилган асинхрон мотор** деб аталади (3.20б – расм).

Асинхрон моторнинг электромеханик тавсифи (3.21 – расм) ротор токининг тезликка эмас, сирпанишга боғлиқ ўзгариши сифатида қаралиши билан ўзгармас ток моторларининг электромеханик тавсифларидан фарқ қилади. Сирпанишнинг тезлик билан алмаштириш қуйидаги ифода билан амалга оширилади

$$\omega = \omega_0(1 - s). \quad (3.13)$$

**Асинхрон моторнинг механик тавсифи** қуйидаги Клосс формуласи билан ҳисобланади:

$$M = \frac{2M_K(1 + as_K)}{\frac{s}{s_K} + \frac{s_K}{s} + 2as_K}, \quad (3.14)$$

бу ерда,  $a = R_1 / R_2$  – статор чулғами актив қаршилигининг келтирилган ротор чулғами актив қаршилигига нисбати;  $M_K$  – сирпанишнинг критик қиймати  $s_k$  га тўғри келувчи момент қиймати (каталогларда моторнинг номинал моментга нисбатан юкланганлик кўрсаткичи  $\lambda_M = \frac{M_K}{M_H}$  сифатида

берилади);  $s_k = s_H (\lambda_M \pm \sqrt{\lambda_M^2 - 1})$ ;

Асинхрон моторнинг (3.14) ифода бўйича ҳисобланган механик 3.21 – рамда келтирилган.

Асинхрон мотор механик тавсифининг характерли нуқталари:

$s = 0, \omega = \omega_0, M = 0$  – идеал салт юриш нуқтаси;

$s = 1, \omega = 0, M = M_{KT} = M_{IT}$  – қисқа туташув нуқтаси;

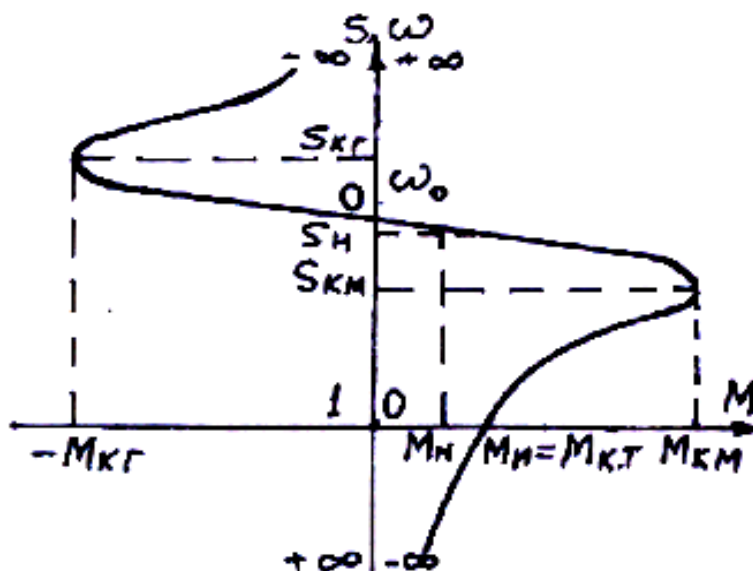
$s = s_{KM}, M = M_{KM}, s = -s_{KT}, M = -M_{KT}$  – экстримум нуқталар;

$s \rightarrow \pm \infty, \omega \rightarrow \mp \infty, M \rightarrow 0$  – механик тавсифнинг асимптотаси– координаталар тизимининг тезлик ўқи.

3.21 – расмда асинхрон моторнинг механик тавсифи келтирилган.

Баъзи ҳолларда статор чулғамининг актив қаршилигини ҳисобга олмасдан ( $R_1 = 0$ ) асинхрон моторнинг механик тавсифини куришда соддалаштирилган формуладан фойдаланилади:

$$M = \frac{2M_K}{\frac{s}{s_K} + \frac{s_K}{s}} \quad (3.15)$$



3.21 – расм. Асинхрон моторнинг механик тавсифи

Асинхрон мотор энергетик режимларнинг барчасида ишлаши мумкин (3.21 – расм).

$s = 0, \omega = \omega_0$  – идеал салт юриш режими;

$s = 1, \omega = 0$  – қисқа туташув режими;

$0 < s < 1, 0 < \omega < \omega_0$  – мотор режими;

$s < 0, \omega > \omega_0$  – тармоқ билан параллел ишлайдиган генератор режими (рекуператив тормозлаш);

$s > 1, \omega < 0$  – тармоқ билан кетма – кет ишлайдиган генератор режим (тескари улаб тормозлаш).

Бундан ташқари, асинхрон мотор динамик тормоз режимида ҳам ишлай олади.

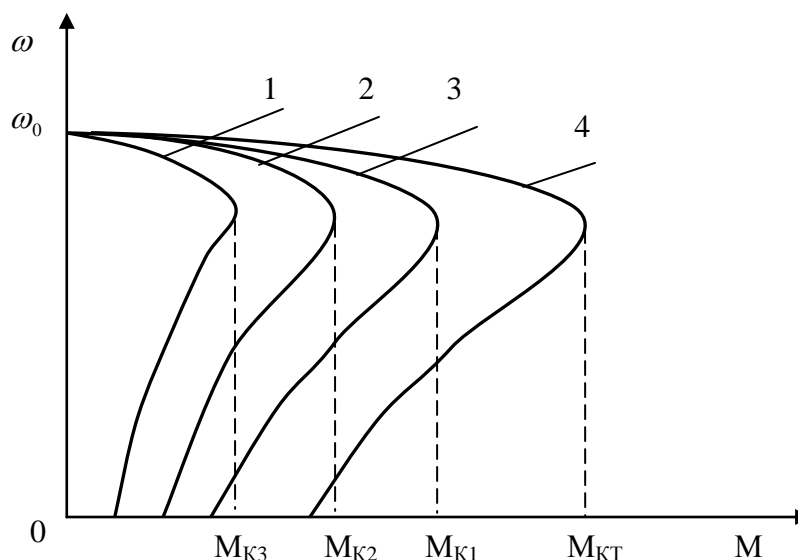
### *Асинхрон мотор координаталарини ростлаш усулари*

**Статор занжирига қўшимча қаршилик  $R_{1К}$  ларни улаб асинхрон мотор координаталарини ростлаш.** Бу усул асосан ротори қисқа туташтирилган асинхрон моторларнинг ўткинчи жараёнларида ток ва момент қийматларини ростлашда (чеклашда) қўлланилади. Статор занжирига қўшимча  $R_{1К}$  қаршиликнинг уланиши берилган тезликда (сирпанишда) статор ва ротор токининг камайишига олиб келади.  $R_{1К}$  қаршиликнинг уланиши идеал салт юриш тезлиги  $\omega_0$  ни ўзгартирмайди.

Статор занжирига уландиган қўшимча қаршиликларнинг амалий ахамияти шундаки, бу қаршиликларнинг қийматига пропорционал равишда асинхрон моторни ишга туширишдаги қисқа туташув токи  $I_{КТ}$  қийматини чеклаш имконини беради.

3.22 – расмдаги механик тавсифлар таҳлили шуни кўрсатадики,  $R_{1\delta} = \text{var}$  бўлганида  $\omega_0 = \text{const}$  бўлиб, табиий ва сунъий тавсифлар учун идеал салт юриш тезлиги ўзгармайди ва барча тавсифлар  $\omega_0$  нуқтадан бошланади. 1 – тавсиф асинхрон моторнинг табиий тавсифи бўлиб ( $R_{1К} = 0$ ), қолган сунъий

тавсифлар қаршиликларнинг  $R_{1K1} < R_{1K2} < R_{1K3}$  қийматларига мос келувчи 2, 3, 4 сунъий тавсифлардир. Сунъий тавсифларнинг  $M_K$  ва  $S_K$  қийматлари  $R_{1K}$  қийматига мос равишда камаяди. Сирпаниш  $s = 1$  қийматда асинхрон моторни ишга тушириш momenti ҳам  $R_{1K}$  қийматига қараб камаяди. Бу усул тезликни ростлашга ярамайди, чунки тезликни ростлаш диапазоли жуда кичик; Бу усул одатда асинхрон моторнинг турли ўткинчи жараёнларида, яъни ишга тушириш, реверс ва тормозлаш вақтларида ток ва моментни чеклаш мақсадларидагина қўлланилади.



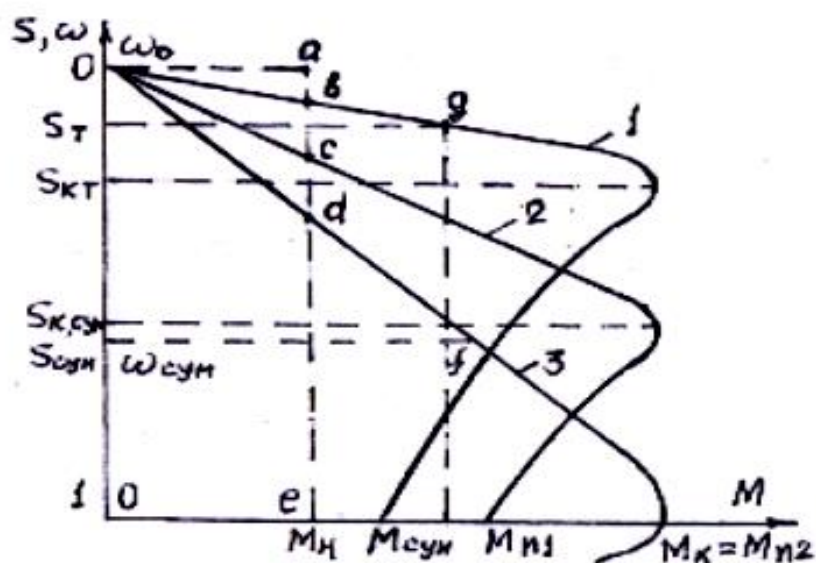
3.22 – расм. Статор чулғамига уланган қўшимча қаршиликлар ёрдамида координаталари ростланадиган асинхрон моторнинг механик тавсифлари

**Ротор занжирига қўшимча қаршилик  $R_{2K}$  ларни улаб, асинхрон мотор координаталарини ростлаш.** Бу усул асинхрон мотор токи ва моментини ростлаш билан бир қаторда тезлигини ростлашда ҳам қўлланилади.

Бу усул билан асинхрон моторнинг сунъий механик тавсифларини курганимизда  $R_{2K}$  нинг ҳар қандай қийматларида идеал салт юриш тезлиги  $\omega_0$  ва моментининг максимал (критик) қиймати  $M_K$  ўзгармайди. Аммо сиранишнинг критик қиймати  $s_K$  ўзгаради. 3.23 – расмда асинхрон моторнинг ротор занжирига уланган қўшимча қаршиликларни ўзгартириб тезлигини бошқариш жараёнининг механик тавсифлари келтирилган бўлиб, бу ерда, 1 – табиий тавсиф ( $R_{2K} = 0$ ) ва 2 – 3 ( $R_{2K3} > R_{2K2}$ ) сунъий тавсифлардир.

Тезликни ростлаш диапазоли  $M_K$  ўТМ ники каби  $D = (2 \div 3)$ : 1 бўлиб, тезликни чуқурроқ ростлаганимизда механик тавсифнинг бикрлиги камайиб боради; тезлик асосий тезликдан пастга қараб ростланади; ростланиш силлиқлиги  $R_{2K}$  қийматининг силлиқ ўзгаришига боғлиқ; ростлаш жараёнида электр энергия исрофи катта. (4.5) бўйича қувват исрофини таҳлил қиладиган бўлсак, сирпаниш  $s$  нинг ошиши ротор занжирини қувват исрофини ошишига олиб келади ва бу эса ФИК камайишига сабаб бўлади.

Бундай усул билан тезликни ростлаш қисқа муддатли иш режимида ишлаётган электр юритмалар учун мақсадга мувофиқдир. Масалан, юк кўтариш машина ва механизмларининг электр юритмаларида кенг қўлланилади.



3.23 – расм. Ротори чулғамига уланадиган қўшимча қаршиликларнинг турли қийматларига мос келувчи фаза роторли асинхрон моторнинг механик тавсифлари

### ***Асинхрон моторли электр юритма координаталарини кучланишни ўзгартириб ростлаш***

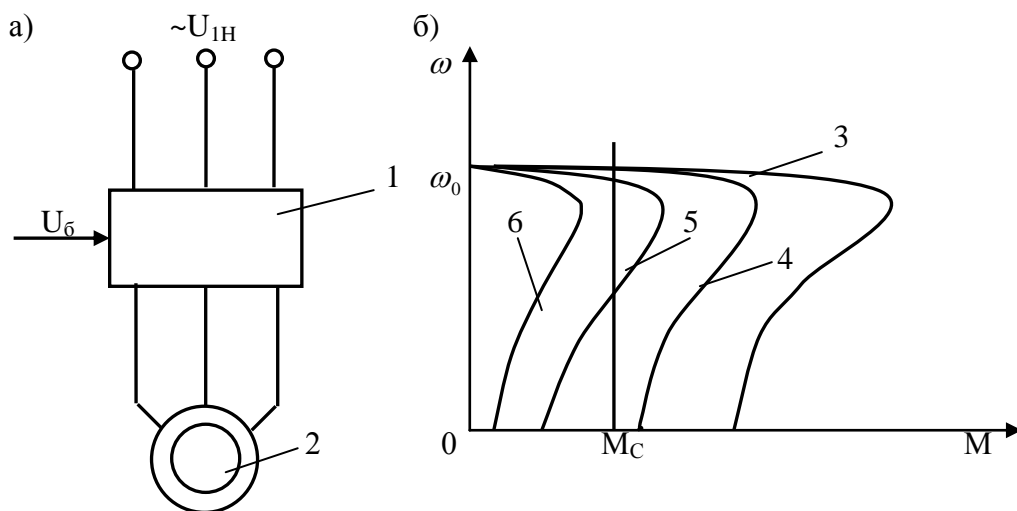
Асинхрон моторнинг ростланувчан координаталарини ростлашни, нисбатан содда бошқарув схемалари асосида, статор чулғамига берилаётган кучланишни ўзгартириб амалга ошириш мумкин. Бу усулнинг яна бир жиҳати энергия тежамкор асинхрон электр юритмаларни яратиш имконини ҳам беришидир.

Ротори қисқа туташтирилган асинхрон мотор координаталарини ростлаш учун асинхрон мотор 2 билан тармоқ ўртасида бошқарилувчи ўзгарувчан ток ўзгарткичи 1 бўлиб, унинг чиқиш қисмидаги ростланувчи кучланиш  $U_{1\text{рост}}$  бошқарилувчи ўзгарткичга берилаётган бошқарув сигнали  $U_6$  га пропорционал ўзгаради (3.24 – расм). Статор чулғамидаги кучланиш 0 дан  $U_{1H}$  гача ўзгарган ҳолда унинг частотаси  $f = 50$  Гц ўзгармай қолаверади.

Статор чулғамидаги кучланишнинг ўзгариши идеал салт юриш тезлигини ўзгартрмайди, чунки, бу тезлик кучланиш частотасига тўғри пропорционал бўлиб, кутблар сонига тескари прпорционалдир. Сир-панишнинг критик қиймати эса мотор чулғамларининг қаршиликлари қийматига ва моторнинг юкланиш даражасига боғлиқ. Моторнинг максимал моменти эса кучланишнинг квадратига тўғри пропорционалдир.

Шу сабабли  $U_{1\text{рост}} = var$  учун қурилган механик тавсифлар асинхрон мотор тезлигини ростлаш учун ярамайди (3.24б – расм), чунки кучланиш қиймати камайган сари унинг юкланиш даражаси камайиб боради ва ростланиш диапазони ҳам жуда кичик бўлади. 3, 4, 5, 6 тавсифлар кучланишнинг  $U_{1H}$ ,

0,8U<sub>1H</sub>, 0,6U<sub>1H</sub>, 0,4U<sub>1H</sub> қийматлари учун қурилган. Шу сабабли ҳам 3.24а – расмдаги асинхрон электр юритма тизимини асинхрон моторнинг ўткинчи жараёнларида, технологик талаблардан келиб чиққан ҳолда, момент ва ток қийматларига таъсир этиш учун қўллаш мумкин.



3.24. – расм. Асинхрон моторнинг статор чулғамидаги кучланишни ўзгартириб координаталарини ростлаш схемаси (а) ва механик тавсифлари (б)

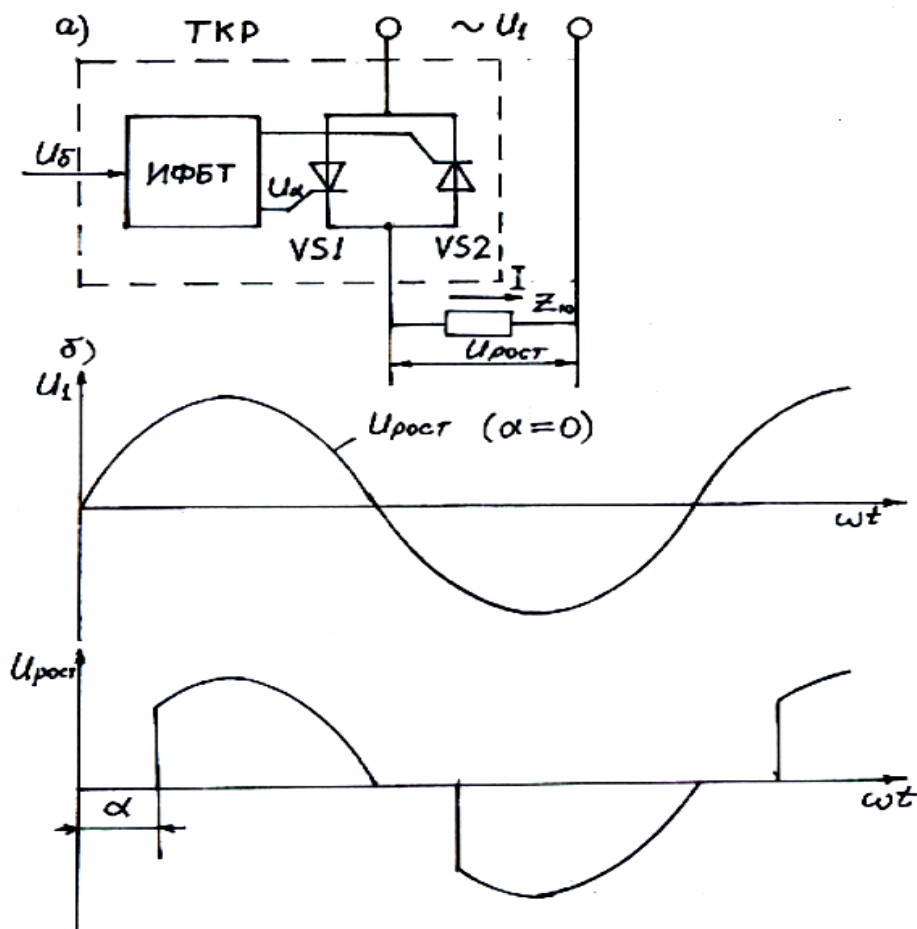
Бошқарилувчи ўзгарувчан ток ўзгарткичи сифатида, бошқарилувчи трансформатор, автотрансформатор, индукцион регулятор ва тиристорли кучланиш ростлагичлар (ТКР) қўлланилади. Ҳозирги пайтда асосан ТКР лар қўлланилмоқда. Чунки бошқа ўзгарткичларга нисбатан ТКР юқори ФИК га эга бўлиши билан бир қаторда асинхрон моторларни бошқаришда автоматик тизимларни қўллаш учун қулай ҳамдир.

Кенг тарқалган «**Тиристорли кучланиш ростлагич – асинхрон мотор**» тизими асосини ташкил этувчи ТКР нинг ишлаш принципини кўриб чиқамиз.

3.25а – расмда, бир фазали ўзгарувчан токнинг юкланиши  $Z_{ю}$  бўлган тиристорли кучланиш ростлагичнинг куч схемаси келтирилган. ТКР нинг куч схемаси икки ўзаро параллел қарама – қарши уланган VS1 ва VS2 тиристорлардан иборат бўлиб, кучланиш  $U_1$  нинг ҳар икки ярим даврида юкланишдан ток ўтишини таъминлайди. Импульсли фаза бошқарув тизими (ИФБТ) нинг кириш сигнали  $U_б$  таъсирида унинг чиқиш қисмида бошқарув кучланиши  $U_α$  ҳосил қилинади ва бу сигнал билан тиристорларнинг очилиш бурчаги  $α$  нинг қиймати ростланади.

Агар VS1 ва VS2 тиристорларга берилаётган сигнал  $U_α = 0$  бўлса, улар ёпиқ ҳолатда бўлади ва ТКР нинг чиқиш қисмидаги кучланиш ҳам  $U_{рост} = 0$  бўлади. Агар тиристорларга берилаётган сигнал  $U_α$  нинг қиймати  $α = 0$  га мос бўлса, яъни  $U_α = U_{бМАХ}$  бўлганида ТКР нинг чиқиш қисмидаги кучланиш энг катта қийматига эга бўлади, яъни  $U_{рост} = U_1$  бўлади (3.25б – расм). Агар  $U_α$  сигнал қиймати  $α \neq 0$  га мос бўлса, у ҳолда юкланишга  $U_1$  кучланишнинг маълум бир қисми уланган бўлади (3.25б – расм). Шундай қилиб, бошқарув

бурчаги  $\alpha$  ни 0 дан  $\pi$  гача ўзгартирганимизда ўзгарткичнинг чиқиш қисмидаги кучланиш  $U_1$  дан 0 гача ўзгаради.



3.25 – расм. Бир фазали тиристорли кучланиш ростлагичнинг куч схемаси (а) ва кучланиш тавсифлари (б)

Бир фазали ТКР схема асосида яратилган уч фазали ТКР нинг куч схемасида олтига тиристорлари бўлади ва улар статор чулғами фазалари билан уч фазали тармоқ орасига уланади. Бундай ТКР ларда параллел қарама – қарши уланган тиристорлар ўрнига худди шу функцияларни бажарувчи симисторларнинг қўлланилиши куч схемасини соддалаштиришга олиб келади.

ТКР дан чиқаётган кучланишнинг формаси носинусоидуал кўринишга эга бўлади. Бу носинусоидал кучланиш турли частотали ва амплитудали гармоник ташкил этувчилардан иборат бўлади.

Асинхрон электр юритмаларни бошқаришда ТКР ларни қўллаш моторларни реверс қилиш имконини беради; мажбурий электр тормозлаш мумкин; электр юритма ўткинчи жараёнлари кўрсаткичларини ростлаш ҳамда энергия тежамкор иш режимларини жорий этиш каби функционал имкониятларини оширади.

### *. Асинхрон моторнинг частотасини ўзгартириб тезлигини ростлаш*

Бу усул билан асинхрон мотор тезлигини ростлаш энг истиқболли бўлиб, ҳозирги пайтда жуда кенг қўлланилмоқда.  $\omega_0 = \frac{2\pi f}{P}$  ифодадаги асинхрон мотор кучланиши (токи) частотаси  $f_1$  ни кенг диапазонда ўзгартириш натижасида сунъий тавсифлар ҳосил қилиш мумкин ва бу тавсифлар юқори даражадаги бикрликка эга бўладилар. Яна бу тезликни ростлашнинг асосий хусусиятларидан бири частотанинг турли қийматларидаги тавсифларда сирпанишнинг ошиши рўй бермайди ва бу кувват исрофининг унча ошмаслигини таъминлайди.

Асинхрон мотордан янада унумлироқ фойдаланиш учун ҳамда энергетик кѳрсаткичлари: кувват коѳфициенти ва ФИК ҳамда юкланиш хусусияти юқори бўлиши учун частота билан бир пайтда кучланишни ҳам ўзгартириш керак. Кучланишни ўзгартириш қонунияти юкланиш моменти  $M_C$  характериға боғлиқдир.

Юкланиш моменти  $M_C = M_H = \text{const}$  бўлганида частотанинг ўзгариши билан бир қаторда кучланишни ҳам ростлаш ушбу ифода орқали амалга оширилади

$$\frac{U_1}{f_1} = \text{const} . \quad (3.16)$$

Юкланиш моменти  $M_C = \omega_C^2$  – вентилятор характериға эга бўлганида эса бу частота билан кучланишнинг ўзаро боғланиши қуйидаги кўринишға эга бўлади

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \text{const} . \quad (3.17)$$

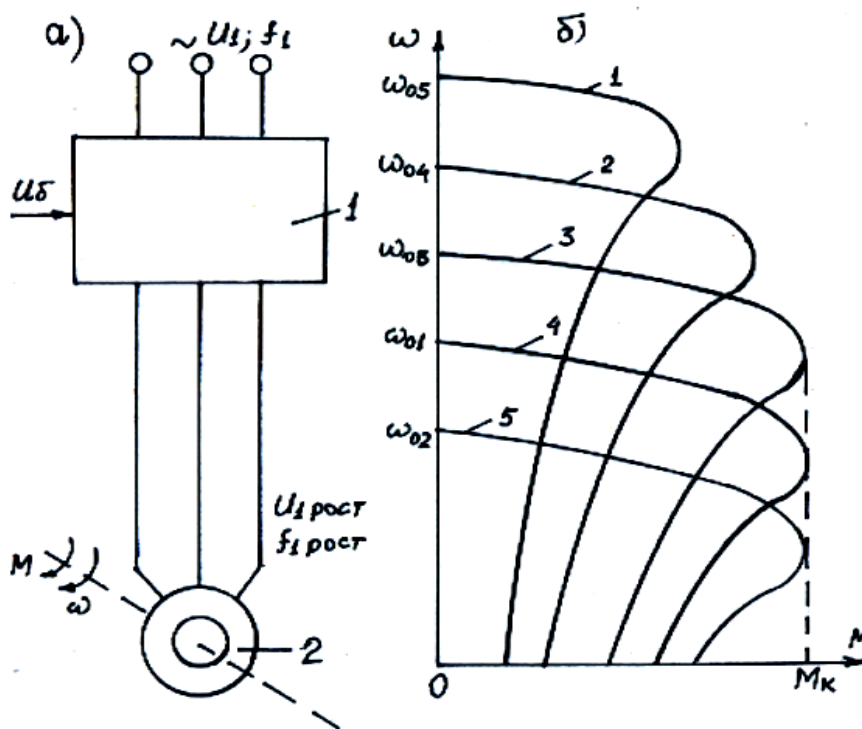
Юкланиш моменти  $M_C = \omega_C^{-1}$  – тезликка тесқари пропорционал бўлган ҳолда кучланишнинг частотаға боғлиқлиги қуйидаги формула билан ифодаланади

$$\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = \text{const} . \quad (3.17)$$

Шундай қилиб, асинхрон моторнинг тезлигини ростлаш учун албатта бошқарилувчи частота ўзгарткич бўлиши шарт бўлиб, бу ўзгарткич статор чселғамиға берилаётган кучланишнинг частотасини кенг диапазонда ростлаш имқониятиға эга бўлиши керак.

## Асинхрон моторнинг частота ўзгарткичга уланиш схемаси ва тавсифлари

Электр юритманинг асосий элементи кучланиш ва частота ўзгарткичи 1 бўлиб, унинг кириш қисми  $U_1=220, 380\text{В}$  ва х. к. кучланишли ва частотаси  $f_1 = 50$  Гц бўлган тармоққа уланган бўлиб унинг чиқиш қисмидаги кучланишнинг қиймати ( $U_{1\text{рост}} = \text{var}$ ) ва частотаси ( $f_{1\text{рост}} = \text{var}$ ) кенг диапазонда ростланади (3.26а – расм).  $U_{1\text{рост}}$  ва  $f_{1\text{рост}}$  ларни ростлаш бошқарув сигнали  $U_6$  орқали амалга оширилади ва натижада асинхрон мотор 2 нинг тезлиги ростланади. Асинхрон моторнинг частотасини ростлашнинг энг содда  $\frac{U_1}{f_1} = \text{const}$  шқнуниятини амалга оширувчи электр юритманинг механик тавсифлари таҳлили шуни кўрсатадики, идеал салт юриш тезлиги  $f_1$  га пропорционал равишда ўзгарган ҳолда моторнинг максимал моменти  $M_K = \text{const}$  бўлиб ўзгармай қолади.



3.26 – расм. Асинхрон моторли частота бўйича тезлиги ростланадиган электр юритманинг умумий тизим схемаси (а) ва механик тавсифлари (б)

Механик тавсифлар (3.26б – расм) ўз хусусиятларига кўра  $f_1 < f_{1H}$  ва  $f_1 > f_{1H}$  гуруҳларга бўлинади.

Частота қиймати  $f_1 < f_{1H}$  бўйича ростланганида ва частотанинг  $f_{13} = f_{1H}$ ;  $f_{14} < f_{13}$  ва  $f_{15} < f_{14}$  ларига мос асинхрон моторнинг тавсифлари 3.26б – расмдаги 3, 4 ва 5 тавсифлар тўғри келади. Амалиётда эса частотанинг кичик қийматларида статор чулғами актив қаршилигини ҳисобга олмаслик  $M_K$  қийматининг камайишига олиб келади ва шунинг учун статор

чулғамининг актив қаршилигида кучланиш пасайишини ҳисобга олган ҳолда кучланишни бир оз ошириш керак бўлади.

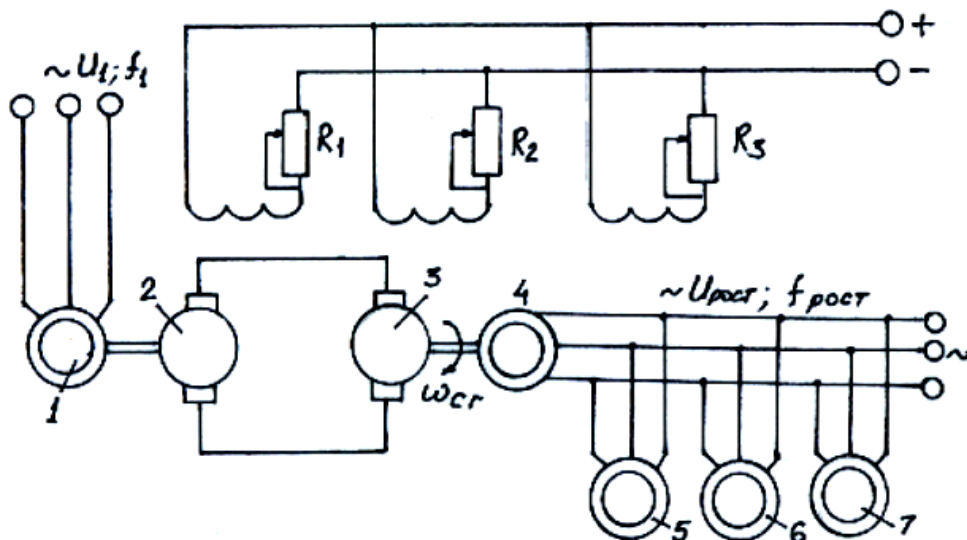
Частота қиймати  $f_1 > f_{1H}$  бўйича ростланганида асинхрон моторнинг нормал ишлашини таъминлаш учун кучланишни номинал қийматдан ошириб бўлмайди ва шунинг учун частотанинг ростланиши кучланишнинг ўзгармас қийматида –  $U_1 = U_{1H} = \text{const}$  да амалга оширилади (1, 2 – тавсифлар).

Шунинг учун  $M_K$  нинг қиймати частота ошган сари пропорционал камайиб боради.

**Частота ўзгарткичнинг ишлаш асослари.** Частота ўзгарткичлар (ЧЎ) таркибий элементлари бўйича **электромеханик** ва **статик** турларга бўлинади.

Биринчи турдаги ЧЎ ларнинг асосини синхрон генераторлар ташкил этади (3.27 – расм).

3.27 – расмдаги чизмада қуйидаги белгилашлар қабул қилинган: 1 – асинхрон мотор; 2 – ўзгармас ток генератори; 3 – мустақил кўзғалувчан ўзгармас ток мотори; 4 – синхрон генератор; 5, 6, 7 – асинхрон моторлар; ҚЧ1, ҚЧ2, ҚЧ3 – ўзгармас ток генератори, мотори ва синхрон генераторларнинг кўзғатиш чулғамлари.



3.27 – расм. Синхрон генераторли электромеханик частота ўзгарткичнинг электр схемаси

Асинхрон мотор 1 ўзгармас ток генератори 2 нинг якорини айлантиради ва кўзғатиш чулғами ҳосил қилган магнит майдон билан ўзаро таъсири натижасида якор чулғами учларида ЭЮК ҳосил бўлади. ЭЮКнинг қиймати ҚЧ1 занжиридаги қаршилик  $R_1$  ни ростлаш натижасида, нолдан то номинал қийматигача ростланади ва мотор 3 нинг тезлиги шу кучланишга монанд ўзгаради. ҚЧ2 занжиридаги  $R_2$  қаршиликнинг вазифаси мотор тезлигини кўшимча ростлашга хизмат қилади. Синхрон генератордаги ҳосил бўлаётган кучланишнинг частотаси мотор 3 нинг тезлиги билан белгиланса, ҳақиқий қиймати эса ҚЧ3 занжиридаги  $R_3$  қаршилик ёрдамида ростланади. Шундай қилиб, электромеханик ЧЎ да олинаётган ўзгарувчан ток

кучланишининг қиймати ва частотаси алоҳида бир – бирига боғлиқ бўлмаган кўрсаткичлар каби ростланади.

**Электромеханик ЧҒ ларнинг асосий камчиликлари:**

тўртта тўлиқ қувватли электр машиналарнинг бўлиши шартлиги;

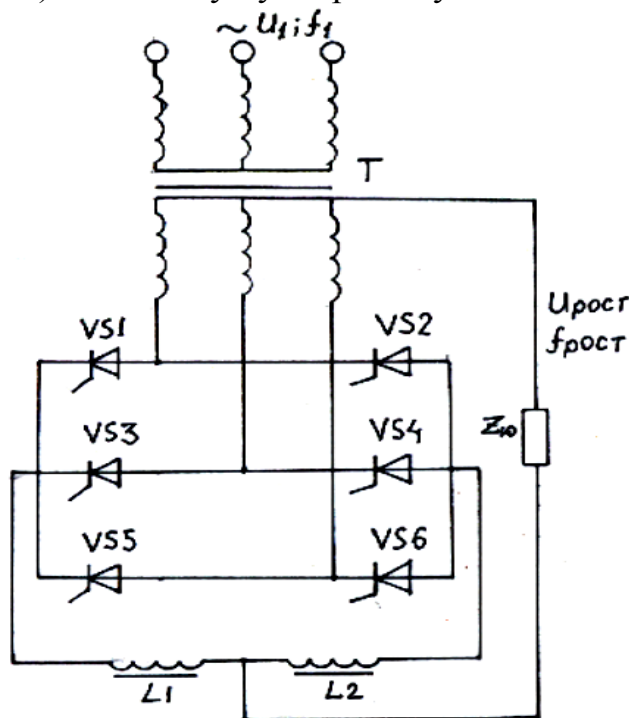
ФИК нинг бор йўғи 50 – 70 % га тенглиги ва таннархининг баландлиги.

Ярим ўтказгичли техниканинг ривожланиши ва улар асосида ишончли частота ўзгарткичларнинг яратилиш статик ЧЎ ларнинг ҳозирда кенг қўлланишига омил бўлмоқда. Бу ўзгарткичлар электромеханик ўзгарткичларга нисбатан кичик ҳажмга эгаллиги ва ФИК нинг юқорилиги ва айланувчи қисмларининг йўқлиги сабабли ҳам шовқинсиз ишлайди.

Статик частота ўзгарткичлар ўз ўрнида **бевосита** ва **билвосита** частота ўзгарткичларга бўлинади.

**Бевосита ЧЎ** ларда тармоқдаги ўзгарувчан ток кучланиши тўғридан – тўғри частота ва ҳақиқий қиймати ростланадиган ўзгарувчан ток кучланишига ўзгартирилади.

Бевосита ЧЎ нинг ишлаш принципини қуйидаги бир фазали бевосита ЧЎ схемаси (3.28 – расм) асосида тушунтириш мумкин.



3.28 – расм. Бир фазали бевосита частота ўзгарткичнинг электр схемаси

Бу схема реверсив ўзгармас ток ўзгарткичнинг нол схемаси бўлиб, агар чап томонда жойлашган тиристорлар гуруҳига бошқарув импульслари юборилса юкланиш  $Z_{ю}$  даги кучланишнинг ишораси нол нуқтага нисбатан мусбат бўлади ва унинг сяртача ғиймати  $U_{ю} = U_{ю0} \cos \alpha$ , бу ерда,  $\alpha$  – тиристорларнинг уланиш бурчаги;  $U_{ю0} - \alpha = 0$  ҳолдаги юкланишдаги кучланиш. Ўнг гуруҳ тиристорлари очилганида юкланишдаги кучланиш манфий ишорали бўлади. Агар маълум такрорланувчан вақт оралиғида ҳар

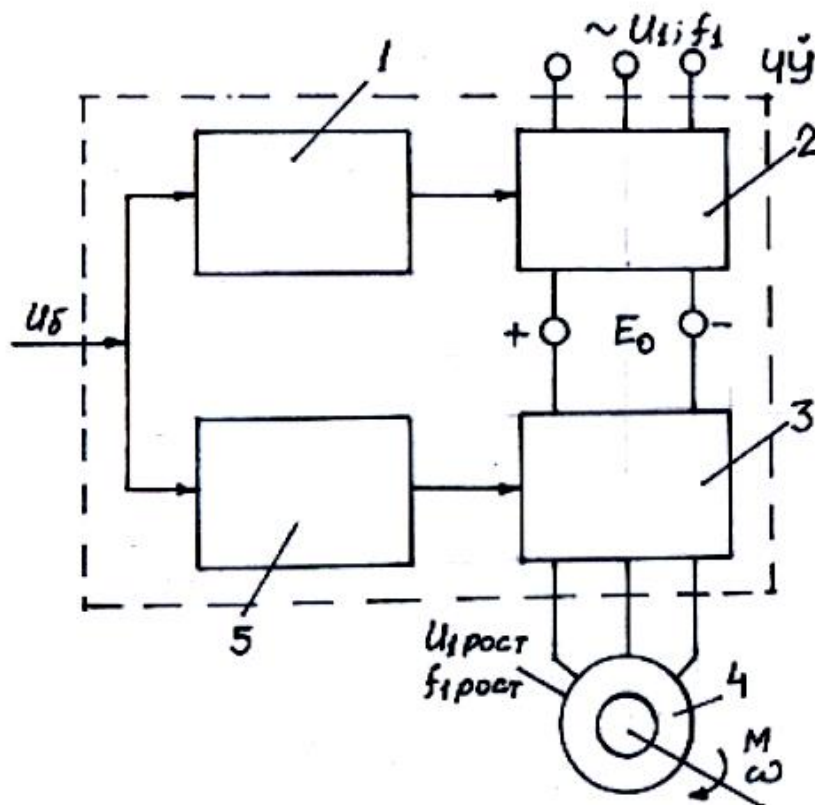
иккала тиристорлар гуруҳи очилиб ва ёпилиб турилса, у ҳолда шу частотали ўзгарувчан ток кучланиши юкланишга узлуксиз берилиб турилади.

Бошқарув бурчаги  $\alpha$  ни ростлаб юкланишдаги кучланишнинг ўртача қиймати ростланади. Тармоқдан юкланишга берилаётган стандарт  $f_1 = 50$  Гц частотали ўзгарувчан ток кучланиши  $U_H = 220, 380$  В бевосита ЧЎ да ўртача қиймати ва частотаси ростланади (фақат частота қиймати  $f_1 \leq 50$  Гц оралиғидагина ўзгаради).

Амалиётда бевосита ЧЎ ларнинг уч фазали нол ва кўприк схемалари кенг қўланилади.

**Билвосита ЧЎ нинг асосий ташкил этувчи блоклари:** бошқарилувчи тўғирлагич 2 ва унинг бошқарув блоки 1; бошқарилувчи инвертор 3 ва унинг бошқарув блоки 5 (3.29 – расм).

Тармоқдан  $f_1$  частотали ўзгарувчан ток кучланиши  $U_1$  бошқарилувчи тўғирилагич 2 да тўғирланиб бошқарилувчи инвертор 3 га узатилади ва унинг чишиш қисмидан ҳақиқий қиймати ва частотаси ростландиган ўзгарувчан ток кучланиши олинади.



3.29 – расм. Билвосита частота ўзгарткичли асинхрон электр юритманинг блок схемаси

### **Бошқарилувчи инверторларнинг турлари**

Инверторлар тиристорлардаги ток коммутацияси бўйича тармоққа боғлиқ ва автоном инвертор турларига бўлинади. Тармоққа боғлиқ инверторларда бир тиристордан иккинчи тиристорга токли уланиш жараёни ўзгарувчан ток манбаининг кучланиши томонидан таъминланади.

**Автоном инвертор** тиристорларидаги токли уланиш жараёни кўшимча элементлар: тиристорлар, диодлар, сиғимлар ва индуктивликлар ёрдамида амалга оширилади.

Автоном инверторлар ўз навбатида **кучланиш ёки ток инверторларга** бўлинади. **Кучланиш автоном инверторлари (КАИ)** кучланиш манбаига, масалан бошқарилувчи тўғрилагичга катта сиғимли конденсатор орқали уланади. КАИ нинг ташқи тавсифининг бикрлиги юқори бўлиб, юкланиш токининг чиқиш кучланиши ўзгаришига деярли таъсири бўлмайди.

**Ток автоном инверторлари (ТАИ)** ток манбаига, масалан, бошқарилувчи тўғрилагичга катта индуктивлик реактор орқали уланади.

Автоном инверторларнинг ҳар икки тури ҳам частотаси бошқариладиган асинхрон электр юритмаларда ўз қўлланиш доиралари эга. КАИ нинг чиқишидаги кучланишига асинхрон мотор иш режимининг деярли таъсири бўлмаслиги сабабли бу инверторлар очик тизимли асинхрон электр юритмаларда ва бир нечта асинхрон моторлар бир ЧЎ дан таъминладиган схемаларда қўлланилади.

КАИ ли ЧЎ ларнинг асосий камчиликлари: кириш қисмида катта сиғимли конденсаторнинг бўелиши шартлиги, кўп сонли тиристорлар ва коммутация элементларининг бўлиши, рекуператив режимда ишлаши учун алоҳида боғлиқ автоном инверторнинг бўлиши шартлигидир.

ТАИ ли ЧЎ асинхрон мотор учун частотаси ростланадиган ўзгармас ток манбаи бўлиб хизмат қилгани учун унинг электр схемалари нисбатан содда, тез ҳаракатланувчи асинхрон электр юритмаларда, шунингдек, индивидуал реверсив электр юритмаларда ҳамда катта тезликда такрорланувчан – қисқа муддатли режимда ишловчи электр юритмаларда қўллаш мақсадга мувофиқдир.

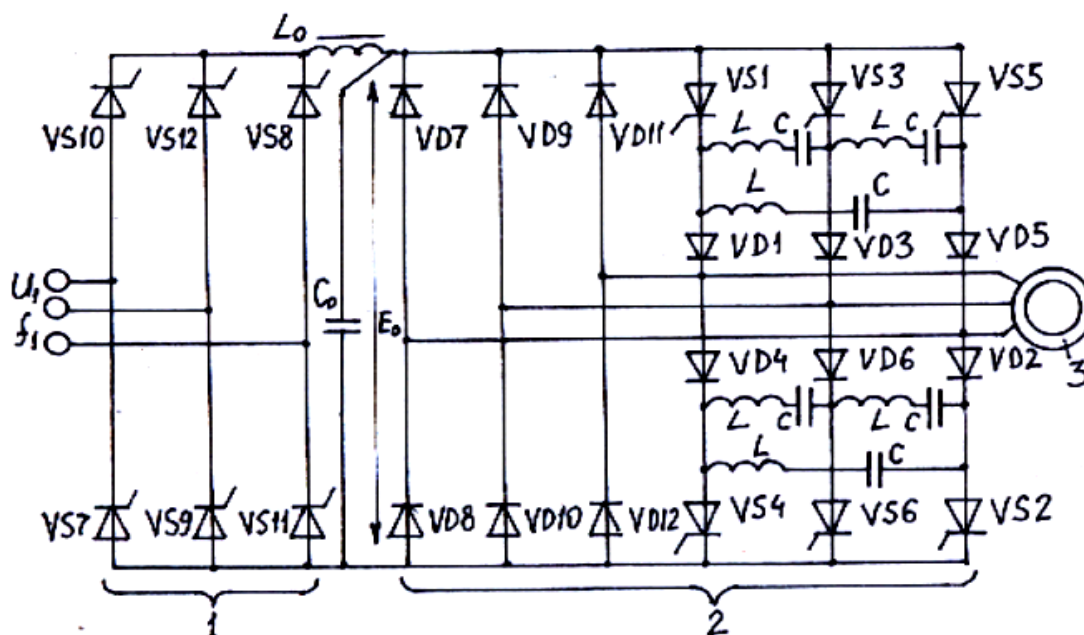
ТАИ ли ЧЎ ларнинг афзалликлари: актив энергияни рекуперация қилиш учун алоҳида схемалар зарур эмас; тиристорлар ва диодлар сонининг нисбатан кам бўлиши. Камчиликларидан асосийси – катта индуктивликка эга реакторнинг бўлиши шартлигидир.

ЧЎ нинг кучланишини ростлаш бир неча усуллар билан амалга оширилади. Бевосита ЧЎ лардаги кучланиш худди бошқарилувчи тўғрилагичлардагидек ростланади.

Билвосита ЧЎ ларда кучланиш алоҳида кучланиш бошқарлувчи тўғирланич ёки ростлагич ёрдамида ўзгармас токли қисмида ростланади.

3.30 – расмда билвосита ЧЎ куч схемаси келтирилган бўлиб, бу ерда 1 – бошқарилувчи тўғирлагич, 2 – кучланиш автоном инвертори, 3 – асинхрон мотор. Бу схемада бошқарилувчи тўғирлагич 1 нинг чиқиш қисмига  $L_0$  реактор ва  $C_0$  сиғим уланган бўлиб, улар VD7 – VD12 диодлар билан бирга реактив қувват айланишини таъминлайди. VS1 – VS6 тиристорлар кучланиш автоном инвертори куч схемасини ташкил этади. VS1 – VS6 тиристорларнинг ўз вақтида ўчирилишини таъминлаш учун VD1 – VD6 диодлар билан бирга сунъий коммутация занжирини ташкил этувчи C конденсатор ва L реакторлар қўлланилган. КАИ чиқишидаги кучланиш –  $E_0$

нинг ростланиши бошқарилувчи тўғирлагич 1 даги VS7 – VS12 тиристор – ларнинг бошқарув бурчакларини ростлаш ҳисобига амалга оширилади.



3.30 – расм. Кучланиш автоном инверторли билвосита частота ўзгарткичнинг электр схемаси

КАИ чиқишидаги кучланишнинг частотаси  $f_{\text{рост}}$  VS1 – VS6 тиристорларнинг коммутация частотасига боғлиқ равишда ростланади.

Амалиётда билвосита Чўларнинг 3.30 – расмдаги схемадан бошқа кўплаб хилма – хил схемалари ҳам қўлланилади.

Частотани бошқариб асинхрон мотор тезлигини ростлаш усули иқтисодий нуқтаи назардаги энг маъқул усул бўлиб, частота (тезлик) кенг диапазонда ростланганида сирпанишнинг ўзгариши кам бўлиши сабабли моторнинг ФИК кам ўзгаради. Тезликни номиналдан пастга ҳам, юқорига ҳам силлиқ ўзгартириш мумкин. Сунъий механик тавсифларнинг бикрлиги юқори бўлади ва моторнинг момент бўйича юкланиш хусусияти ҳам юқорилигича қолаверади.

Очиқ тизимли тезлиги частотани ростлаб бошқариладиган асинхрон электр юритмаларда тезликни ростлаш диапазони  $D = (5 \div 10):1$  бўлса, ёпиқ тизимли электр юритмаларда эса  $D = (1000 \div 1500):1$  ва ундан ҳам юқори бўлиши мумкин.

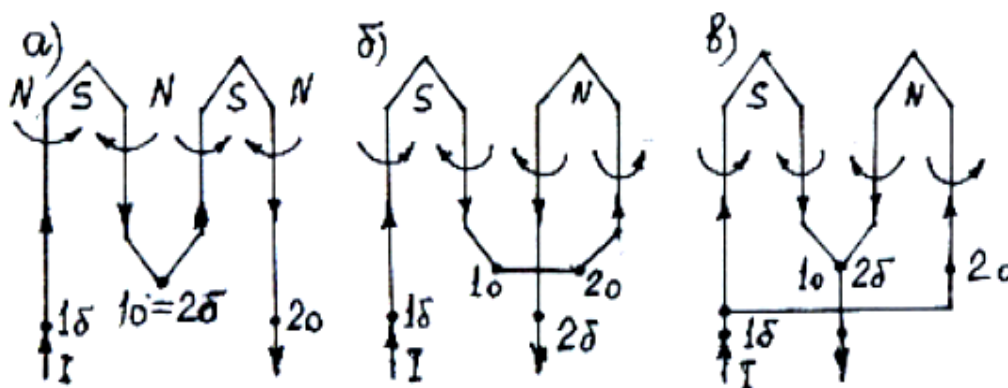
Ҳозирги пайтга келиб, асинхрон моторларни статор чулғамидаги кучланиш (ёки ток) частотасини ростлаб бошқаришнинг афзалликларидан келиб чиққан ҳолда бу бошқарув усули ўзгарувчан ток моторларини бошқаришда интенсив қўлланилмоқда.

**Асинхрон мотор кутблар жуфтлиги сонини ўзгартириб тезлигини ростлаш**

Бу усул билан тезликни ростлаш учун асинхрон мотор статор чулғами иккита бир хил секциядан (ярим чулғам) иборат бўлиши керак. Бундай асинхрон моторлар **кўп тезликли моторлар** деб юритилади. Статор чулғам секцияларини улашда турли уланиш схемаларини амалга ошириш натижасида асинхрон мотор қутблар сони  $p$  ўзгартирилади. Кўп тезликли асинхрон моторларнинг роторлари одатда қисқа туташтирилган бўлади.

Асинхрон мотор қутблари сони  $p = 1, 2, 3, 4, \dots$  бўлган дискрет сонлардан иборат бўлганлиги сабабли мотор тезлиги поғонали ростланади.

Қутблар жуфтлигининг қандай қилиб турли сонларга тенг бўлиши мумкинлигини кўриб чиқамиз.



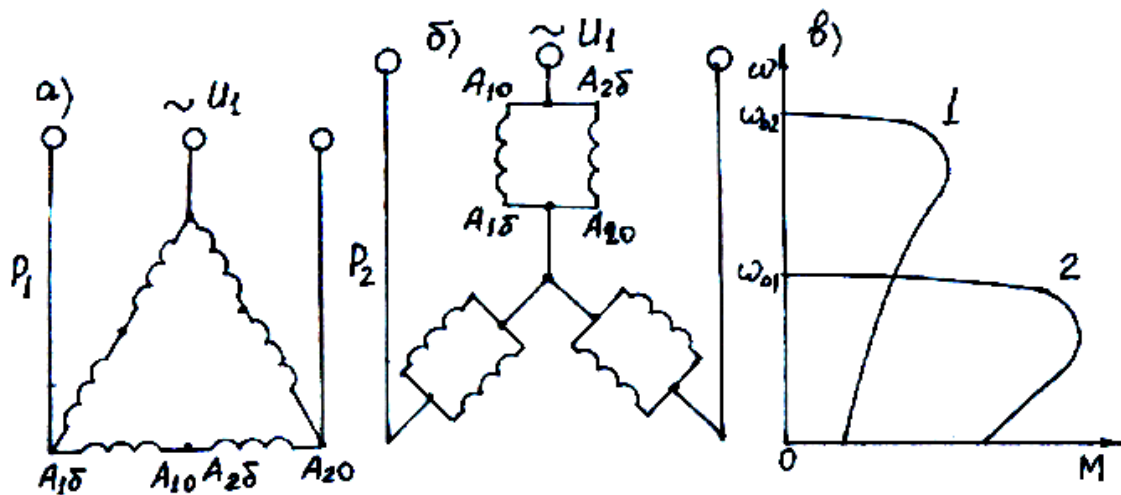
3.31 – расм. Асинхрон моторнинг қутблар сонини ўзгартириб тезлигини поғонали ростлашни амалга оширувчи статор чулғами секцияларининг уланиши схемалари

Статор чулғами фазаси иккита бир хил икки секция  $1_6 - 1_0$  ва  $2_6 - 2_0$  лардан иборат бўлиб (3.31a – расм) ва ҳар бир секциянинг иккала ўтказгичлари кетма – кет ва мос уланган бўлсин. Статор чулғамидан ўтаётган ток йўналиши стрелка билан кўрсатилган. Парма қоидасидан келиб чиққан ҳолда магнит майдоннинг қутблар жуфтли  $2p = 4$  эканлигини аниқлаймиз.

Энди чулғамдаги ток йўналишини ўзгартирмаган ҳолда секцияларни кетма – кет ва қарама – қарши улаганимизда (3.31б – расм) қутблар жуфтли  $2p = 2$  га тенг бўлади. Худди шунингдек, секцияларни ўзаро параллел улаганимизда ҳам (3.31в – расм) қутблар жуфтли  $2p = 2$  бўлади.

Амалиётда кўп тезликли асинхрон мотор статор чулғами секцияларини улашнинг асосан икки схемаси қўлланилади: «учбурчак»дан «иккиланган юлдуз»га ва «юлдуз»дан «иккиланган юлдуз»га ўтиш схемалари.

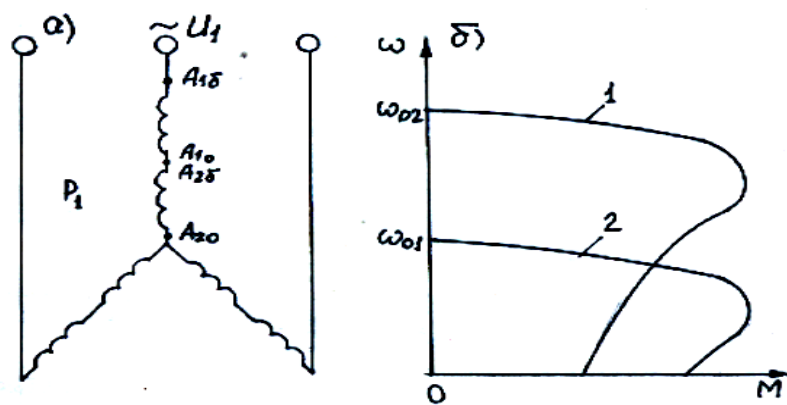
**«Учбурчак – иккиланган юлдуз».** Қутблар жуфтлиги сонини катта қилиш учун ҳар бир фазадаги секциялар кетма – кет ва мос уланиб учбурчак ҳосил қилинади (3.32a – расм),  $A_{16}$  ва  $A_{26} - A$  фазанинг биринчи ва иккинчи секцияларининг бошланиши;  $A_{10}$  ва  $A_{20}$  – шу секцияларнинг охирлари, бошқа В ва С фазалар учун ҳам бу уланишлар монанд бўлади. 3.32б – схемадаги секцияларнинг уланиши 3.32в – схемадаги каби бўлиб, қутблар жуфтлиги сонини икки марта камайишига олиб келади. 3.32б – расмдаги схемада статор чулғами фазалари икки параллел уланган секциялар бўлгани учун «иккиланган юлдуз схемаси» деб номланади.



3.32 – расм. Статор чулғами «учбурчак» (а), «иккиланган юлдуз» (б) усулларидаги уланиш схемалари ва шу схемаларга мос моторнинг механик тавсифлари (в)

3.32в – расмда статор чулғамлари секцияларининг «учбурчак» (2) ва «иккиланган юлдуз» (1) усулда уланган ҳолларига мос келувчи асинхрон моторнинг механик тавсифлари келтирилган.

«Юлдуз» - «иккиланган юлдуз». Бу вариантда кутблар жуфтлигининг катта сони «юлдуз» схемада ҳосил қилинади (3.33 а – расм) ҳар бир фазадаги секциялар кетма – кет уланади ва (белгилашлар 3.32 – расмдаги кабидир). «Иккиланган юлдуз» схемасида статор чулғами секциялари 3.32б – расмдаги каби уланади ва бунда кутблар сони икки марта кам бўлади. 3.33б – расмда «юлдуз» (2) ва «иккиланган юлдуз» (1) схемалари бўйича статор чулғамлари секциялар уланган ҳолларга мос келувчи асинхрон моторнинг механик тавсифлари келтирилган.



3.33 – расм. Статор чулғами секцияларини «юлдуз» усулда улаш схемаси (а) ва статор чулғами секцияларини «юлдуз» ҳамда «иккиланган юлдуз» усулларда уланган схемали асинхрон моторнинг механик тавсифлари (б)

Бундан ташқари, кўриб чиқилган икки тезликли асинхрон моторлардан ташқари шунингдек, уч ва тўрт тезликли асинхрон моторлар ҳам қўлла –

нилади. Уч тезликли асинхрон моторларнинг ҳар бир фазасида иккита қайта уланувчи чулғамларидан ташқари битта бу уланишларда қатнашмайдиган чулғми бўлади. Тўрт тезликли асинхрон моторларда кутблар жуфтлиги сонлари турлича бўлган иккита қайта уланувчи чулғамлар ёрдамида тўрт хил ростланувчи механик тавсифлар ҳосил қилиш мумкин.

Бу усулнинг афзалликлари: тезликни ростлаш жараёнида роторда қўшимча қувват исрофи юзага келмайди ва шунинг учун ҳам ФИК ёмонлашмайди; механик тавсифларининг бикрлиги юқори бўлади; моторнинг ҳосил қиладиган максимал моменти қиймати етарли даражада бўлади.

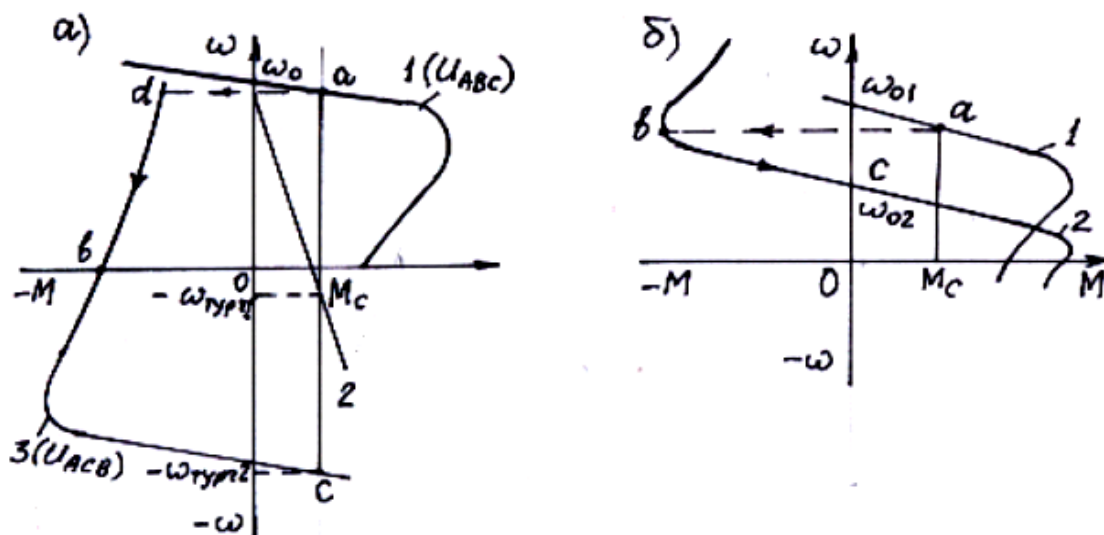
Камчиликлари: тезлик ростлаш диапазони катта эмас  $D = (6 \div 8) : 1$ ; тезлик поғонали ўзгаради; алоҳида русумдаги моторларнинг бўлиши шартлигидир.

Асинхрон моторларнинг координаталарини **электромеханик ва вентилли каскад схемалари** бўйича ҳам ростлаш схемалари қўланилади.

### *Асинхрон моторларни тормозлаш*

Асинхрон моторларни статор чулғамини ўзгарувчан ток тармоғига уланган ҳолда ва ўзгарувчан ток манбаига улаб (**динамик тормозлаш**) ҳамда ўзқўзғалиш орқали ҳам тормозлаш мумкин.

Асинхрон моторнинг асосий уланиш схемаси (3.20а – расмга қаранг) бўйича **тескари улаб ва рекуператив тормозлашни** амалга оширилиши мумкин.



3.34 – расм. Асинхрон моторнинг тескари улаб (а) ва энергияни тармоққа узатиб тормозлаш (б) режимларининг механик тавсифлари

**Тескари улаб тормоз режими** икки хил усулда амалга оширилади. **Биринчи усул** – мотор статор чулғами фазаларидан иккитасининг тармоққа уланиш тартибини ўзгартириб амалга оширилади. Асинхрон мотор механик тавсифнинг **а** нуқтасида ишлаётганида (3.34а – расм) статор чулғами

фазаларининг тармоқ кучланиши фазаларига уланиш тартиби  $A_T - A_A, B_T - B_A, C_T - C_A$  га тўғри келади. Асинхрон мотор статор чулғами фазалари  $B_A$  ва  $C_A$  ларни тармоқ фазаларининг  $C_T$  ва  $B_T$  ларига мос равишда алмаштириб кетма – кетликда улаганимизда асинхрон мотор 3 тавсифнинг **d** нуқтасига ўтади ва тавсифнинг **db** ўси тескари уланиш тормоз режимига тўғри келади. Бу усул билан мотор тормозланганида асинхрон моторнинг токи ва моментини чеклаш мақсадида статор ёки ротор чулғамига қўшимча қаршилик уланади.

**Иккинчи усул** – асинхрон моторни тескари улаб тормозлаш учун юкланиш momenti  $M_C$  актив характерга эга бўлиши керак. Айтайлик, асинхрон мотор ёрдамида тормозлаб юкни тушириш керак. Бунинг учун ротор занжирига катта қийматдаги қўшимча қаршилик уланиб, мотор юкни кўтариш учун ишга туширилади (3.34а – расм, 2 – тавсиф).  $M_C > M_{ИТ}$  бўлгани учун юк пастга  $\omega_{турғ}$  тезлик билан туша бошлайди ва тескари улаб тормозлаш режими юзага келади.

**Рекуператив тормозланиш.** Бу режим мотор тезлиги синхрон тезлик  $\omega_0$  дан катта бўлганида юзага келади. Бундай режим, масалан, икки тезликли асинхрон моторда юқори тезликдан кичик тезликка ўтишда содир бўлади (3.34б – расм). Айтайлик, мотор 1 – тавсифнинг **a** нуқтасида ишлаётган бўлсин ва турғун тезлиги  $\omega_{турғ}$  қийматга эга бўлсин. Қутблар жуфтлигининг ўзгариши натижасида мотор 2 – тавсифнинг **b** нуқтасига ўтади ва тавсифнинг **bc** қисми рекуператив тормозлаш режимига тўғри келади.

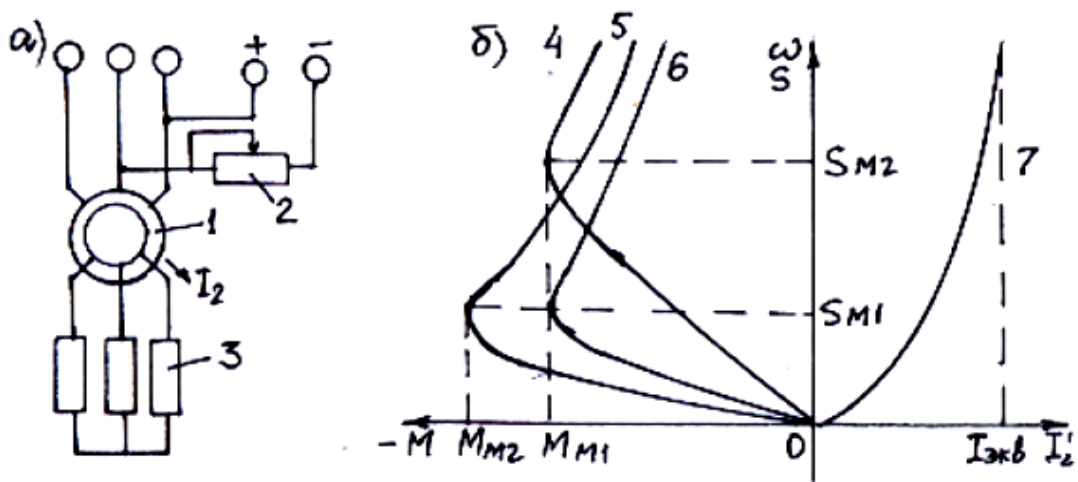
Рекуператив тормозлаш юк кўтарувчи механизм электр юритмаларида юкни туширишда ҳам амалга ошириш мумкин. Бунда мотор юкни тушириш йўналишига монанд уланади (3.34а – расм, 3 – тавсиф). Моторнинг ҳаракати тезликнинг -  $\omega_{турғ}$  нуқтасида тўхтади. Шунда юк тушиш жараёнида тармоққа энергия узатилади.

«Частота ўзгарткич – асинхрон мотор» тизимида ҳам рекуператив тормозлаш режимини амалга ошириш мумкин. Бунинг учун ЧЎ чиқишидаги кучланиш частотаси камайтирилади. Механик инерция кучи таъсирида магнит майдони тезлигига нисбатан мотор тезлиги секин ўзгаради ва бу тезликлар орасидаги тафоват доимо сақланиб туради. Шунинг ҳисобига энергиянинг тармоққа узатилиши яъни рекуператив тормоз режими юзага келади. Асинхрон моторлар учун рекуператив тормозлаш режими иқтисодий жиҳатдан энг маъқул режимдир.

**Динамик тормозлаш.** Асинхрон моторни динамик тормозлаш режимига ўтказиш учун унинг статор чулғамини ўзгарувчан ток тармоғидан узиб ўзгармас ток манбаига улаш керак (3.35а – расм).

Асинхрон мотор 1 нинг ротори қисқа туташтирилиши ёки маълум қўшимча қаршилик  $R_{2К}$  уланиши мумкин. Статор чулғамидаги ўзгармас ток  $I_{ў}$  фазода ҳаракатланмайдиган магнит майдон ҳосил қилади. Роторнинг статор чулғами қўзғалмас магнит майдон ичида айланиши натижасида чулғамларида ЭЮК ҳосил бўлади, бу ЭЮК таъсирида ротор чулғамида ток оқади ва ўз навбатида фазода қўзғалмас бўлган магнит майдонини юзага

келтиради. Ротор токининг моторнинг умумий магнит майдони билан ўзаро таъсирида тормозлаш momenti ҳосил бўлади ва натижада тормозланиш эффектига эришилади. Ишчи механизм ва электр юритма айланувчи қисмларининг механик энергияси электр энергиясига ўзгартирилиб, иссиқлик тарзида ротор занжирида ажралиб чиқади.



3.35 – расм. Асинхрон моторнинг динамик тормозлаш схемаси (а) ва тавсифлари (б)

3.35б – расмда асинхрон моторнинг динамик тормозлаш режимидаги электромеханик тавсифи  $I_2(s)$  (координаталар тизимининг биринчи чорагида) ва механик тавсифи  $M(\omega)$  (координаталар тизимининг иккинчи чорагида) келтирилган.

$I_{\dot{y}} = \text{const}$  бўлганида ротор занжиридаги қўшимча қаршиликлар  $R_{2K2} > R_{2K1}$  бўлганида моторнинг динамик тормозлаш тавсифларига мос равишда 4 ва 6 тавсифлар тўғри келади. Бунда моторнинг максимал моментининг қиймати ўзгармайди, балки критик сирпаниш қиймати қўшимча қаршилик қийматига мос равишда ўзгаради.  $I_{\dot{y}1} > I_{\dot{y}2}$  бўлиб  $R_{2K1} = \text{const}$  бўлган ҳолда критик сирпаниш қиймати ўзгармайди балки максимал момент қиймати токка пропорционал равишда ўзгаради (3.35б – расм, 5 – тавсиф). Шундай қилиб,  $I_{\dot{y}}$  ва  $R_{2K}$  ларни ўзгартириб зарур бўлган моторнинг динамик тормозлаш иш режимларини ҳосил қилиш мумкин.

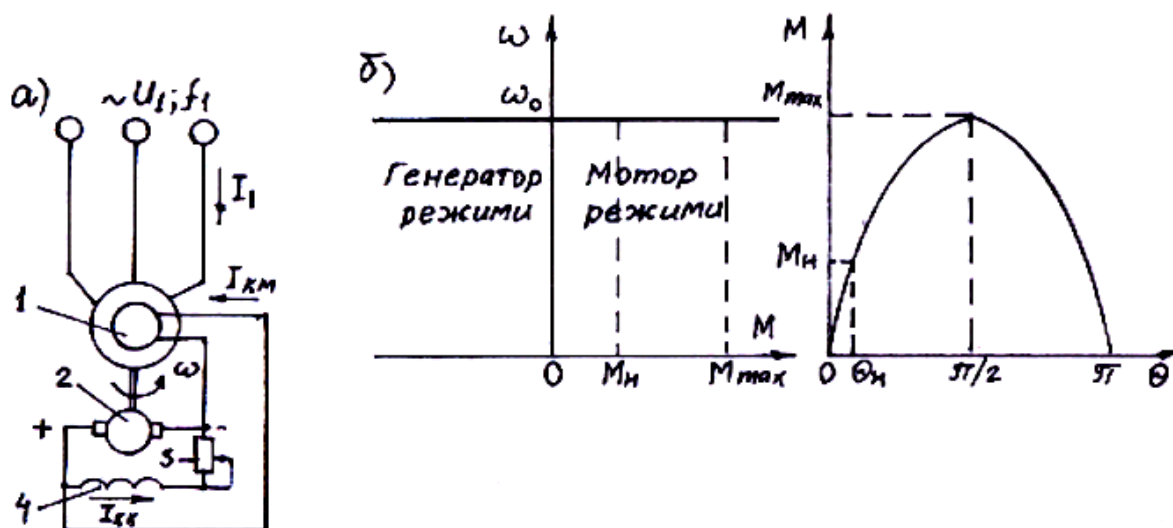
**Асинхрон моторни ўз – ўзини қўзғатилган ҳолда тормозлаш.** Асинхрон моторнинг бу турдаги тормозланиши, мотор электр тармоғидан узилганида электромагнит майдонининг ўша заҳоти сўнмаслигига асосланган. Бу усулда асинхрон моторларни тормозлаш хали сўнмаган майдон энергияси ҳисобига ва асинхрон моторига қўшимча конденсаторлар улаб ҳам амалга оширилади. Шунингдек, саноатда ишлаб чиқарилаётган тиристорли ишга туширувчи ва ростловчи ўрилмалар ёрдамида асинхрон моторларда магнитли ва бошқа турдаги тормозлаш режимларини жорий қилиш мумкин.

### 3.9. СИНХРОН МОТОРЛИ ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИНГ ИШ РЕЖИМЛАРИ ВА ТАВСИФЛАРИ

#### *Синхрон моторнинг уланиш схемаси, статик тавсифлари ва иш режимлари*

Синхрон моторнинг статори айнан асинхрон моторнинг уч фазали статор чулғамига ўхшаб бажарилиб, ўзгарувчан ток тармоғига уланади. Синхрон моторнинг роторида кўзғатиш ва «олмахон қафаси» кўринишидаги қисқа туташтирилган ишга тушириш чулғамлари жойлаштирилган. Конструктив жihatдан ротор **аниқ қутбли** ва **ноаниқ қутбли** кўринишда бажарилиши мумкин.

Кўзғатиш чулғамининг манбаи сифатида кўпгина ҳолларда синхрон мотор 1 валига ўрнатилган ўзгармас ток генератори 2 ишлатилади (унинг қуввати синхрон мотор қувватининг 0,3 ÷ 3% ини ташкил этади) ва **кўзғатувчи** деб аталади (3.36а – расм).



3.36 – расм. Синхрон моторнинг тармоққа уланиш схемаси (а) ва механик тавсифлари (б)

3.37 – расм. Синхрон моторнинг бурчак тавсифи

Моторнинг кўзғатиш токи  $I_k$  ни ростлаш кўзғатувчи генератор 2 нинг кўзғатиш чулғами 4 га кетма – кет уланган қаршилик 3 ни ўзгартириш асосида амалга оширилади. Замонавий синхрон мотор кўзғатиш тизимларида тиристорли бошқарилувчи тўғирлагичлар (тиристорли кўзғатувчи) кенг қўлланилади.

Синхрон моторнинг айлантирувчи моменти статор чулғами ҳосил қилган айланувчи магнит майдони ва ротордаги кўзғатиш чулғами ёки ўзгармас магнит ҳосил қилган магнит майдонларнинг ўзаро таъсири асосида юзага келади. Ротор магнит майдони тезлиги  $\omega_0 = \frac{2\pi f_1}{P}$  га тенг тезлик

билан айлангандагина бу магнит майдонларнинг ўзаро таъсири натижасида йўналиши бўйича доимий бўлган айлантирувчи момент ҳосил бўлади. Шундай қилиб, синхрон моторнинг механик тавсифи  $\omega(M)$  (3.36б – расм) ордината ўқидаги  $\omega_0$  га тенг бўлган нуқтадан ўтган горизонтал чизиқдан иборат бўлади.

Моментнинг максимал  $M_{\max}$  қийматидан сўнг синхрон мотор синхронизмдан чиқиб кетади, яъни роторнинг магнит майдони тезлиги билан синхрон айланиши бузилади.

Бу  $M_{\max}$  ни аниқлаш учун синхрон моторнинг бурчак тавсифини курамиз (3.37 – расм). Бу тавсиф момент  $M$  нинг тармоқ фаза кучланиши  $U_\phi$  билан статор ЭЮК и векторлари орасидаги бурчак  $\theta$  га боғлиқлигини англатади.

Синхрон моторнинг моменти бурчак  $\theta$  нинг синусоидал функциясидир

$$M = \frac{3U_\phi E \sin \theta}{(\omega_0 x_1)} = M_{\max} \sin \theta, \quad (3.18)$$

бу ерда:  $U_\phi$  – тармоғнинг фаза кучланиши қиймати;  $E$  – синхрон мотор статорининг ЭЮК;  $x_1$  – синхрон мотор статор чулғами фазасининг индуктив каршилиги;  $\omega_0$  – магнит майдонининг айланиш тезлиги.

$\theta = \frac{\pi}{2}$  қийматида синхрон моторнинг моменти энг катта қийматга эришади ва бу моторнинг максимал юкланиш имкониятини белгилайди.

$\theta > \frac{\pi}{2}$  бўлганида синхрон мотор синхронизмдан чиқиб кетади,  $\theta < \frac{\pi}{2}$  бўлганида эса мотор турғун иш режимида ишлайди.

Одатда  $\theta_H = (25 - 30^\circ)$  бўлиб, моторнинг номинал моменти  $M_H$  да ишлашини таъминлайди ва максимал моментнинг номинал қийматига нисбатан қиймати:

$$\lambda_M = \frac{M_{\max}}{M_H} = 2 \div 2,5.$$

Синхрон мотор деярли барча энергетик иш режимларида ишлайди.

### ***синхрон моторни ишга тушириш***

Ротори кўзгалмай турган синхрон моторнинг статор чулғамини ўзгарувчан ток тармоғига ва кўзгатиш чулғамини ўзгармас ток манбаига уланганида ҳосил бўлган уларнинг магнит майдонлари ўзаро йўналишларининг доимий ўзгариб туриши натижасида айлантирувчи момент ҳам йўналишини тинмай ўзгартириб туради. Шу сабабли ҳам синхрон мотор

тезлигини синхрон тезлик  $\omega_0$  гача етказа олмайди ва шунинг учун уни ишга туширишда албатта қўшимча чоралар кўриш керак бўлади.

Ҳозирда кам қўлланиладиган вариантлардан бири, синхрон мотор валига ўрнатилган кичик қувватли ёрдамчи мотордан фойдаланиш. Кам юкланган синхрон мотор ротори шу мотор ёрдамида синхрон тезликкача айлантирилади ва шундан сўнг синхрон мотор тармоқ билан синхронизация қилинади. Синхрон мотор валидаги ўзгармас ток генератори – қўзғатувчи ишга тушириш вақтида ёрдамчи мотор вазифасини бажариши мумкин.

Амалиётда кўп қўлланиладиган усул синхрон моторни асинхрон мотордек ишга тушириш. Бунинг учун синхрон моторнинг роторига қўшимча асинхрон мотор роторидаги каби қисқа туташтирилган чулғам жойлаштирилган бўлиши керак. Синхрон моторни ишга туширишда статор чулғами ўзгарувчан ток тармоғига уланади, худди асинхрон моторни ишга туширгандек, тезлик синхрон тезликка етишига бир неча фоиз фарқли бўлганида қўзғатиш чулғами ўзгармас ток манбаига уланиб, мотор тармоқ билан синхронизацияга тортилади.

Қуввати бир неча юз киловатт бўлган синхрон моторларни токни чекловчи қурилмаларсиз ишга тушириш мумкин эмас. Ишга тушириш токи одатда номиналга нисбатан 4 – 5 марта катта бўлади. Ката қувватли синхрон моторларни ишга тушириш вақтида статор чулғамида ишга тушириш токи қийматининг ошиб кетишини чеклаш мақсадида реакторлар ва автотрансформаторлардан фойдаланилади.

Бундан ташқари синхрон мотор частота сезгарткичдан таъминланаётган бўлса, у ҳолда частотани ростлаб уни ишга тушириш мумкин. Бундай ишга тушириш, махсус вазифаловчи қурилма ёрдамида частота ўзгаришининг шундай темпи ҳосил қилинадик, бундай тезланишда роторнинг айланиш тезлиги магнит майдони айланиши тезлигига деярли етиб олади ва синхрон мотор тезликнинг энг кичик қийматларида ҳам ўзгарткич билан синхрон ишлайди.

### ***Синхрон моторлар тезлигини ростлаш ва тормозлаш***

Синхрон моторлар то шу кунга қадар тезлиги ростланмайдиган катта қувватли саноат қурилмаларининг электр юритмаларида қўлланилар эди. Тиристорли частота ўзгарткичларнинг жорий этилиши натижасида синхрон моторларнинг тезликларини ростлаш имкониятлари пайдо бўлди. Бундай синхрон электр юритмалар худди частота бўйича бошқариладиган асинхрон электр юритмалар каби хусусиятларга эга бўлади.

Синхрон моторларда энг кўп қўлланиладиган тормозлаш режими бу **динамик тормозлашдир**. Бу тормоз режимида синхрон моторнинг статор чулғами тармоқдан узилиб, қўшимча қаршиликка уланади (ёки фаза чулғамлари учлари ўзаро қисқа туташтирилади), қўзғатиш чулғами қўшимча қаршилик орқали ўзгармас ток манбаига уланади.

Синхрон моторларда тескари улаб тормозлаш режими деярли қўлланилмайди, чунки бу режимда ток ва моментнинг кескин ўзгариши юзага келади ва ток қийматини чеклаш учун албатта мураккаб схемаларни қўллаш керак бўлади.

## НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

1. Ўзгармас ток моторларининг қандай турларини биласиз?
2. Мустақил қўзғалувчан ўзгармас ток мотори (МҚ ЎТМ) тармоққа асосий уланиш схемасини тушунтириб беринг.
3. МҚ ЎТМ ли электр юритма тезлигини ростлашнинг асосий усулларини айтиб беринг.
4. МЎҚ ЎТМ нинг қандай тормоз режимлари мавжуд?
5. Бошқарилувчи тўғирлагичнинг ишлаш асосини тушунтириб беринг.
6. Г – М тизимининг афзалликлари ва камчиликлари нималардан иборат?
7. Кетма – кет қўзғалувчан ўзгармас ток мотори (КҚ ЎТМ) тармоққа уланиш схемасини тушинтириб беринг.
8. КҚ ЎТМ нинг универсал тавсифлари қандай тавсифлар?
9. КҚ ЎТМ ли электр юритмаларнинг тезлигини қандай усуллар билан ростлаш мумкин?
10. КҚ ЎТМ нинг қандай тормоз режимлари мавжуд?
11. Қандай турдаги асинхрон моторларни биласиз?
12. Асинхрон мотор қандай энергетик режимларда ишлаши мумкин?
13. Асинхрон моторнинг сунъий тавсифлари қандай усуллар билан олинади?
14. Қаршилиқлар ёрдамида асинхрон мотор координаталарини ростлашнинг афзалликлари ва камчиликлари нималардан иборат?
15. Статор чулғамидаги кучланишни ростлаб асинхрон моторни бошқаришнинг афзалликлари нималардан иборат?
16. Асинхрон мотор статор кучланиши частотаси ва қийматини биргаликда бошқариш нима учун керак?
17. Частота ўзгарткичларининг қандай турларини биласиз?
18. Билвосита частота ўзгарткич қандай ишлайди?
19. Белвосита частота ўзгарткич қандай ишлайди?
20. Автоном твэртлар ҳақида умумий тушунча беринг.
21. Қандай қурилма ҳисобига частота бўйича тезлиги бошқариладиган асинхрон электр юритмаларда кучланиш ростланади?
22. Кўп тезликли асинхрон моторларда қутблар жуфтлиги сони қандай ўзгартирилади?
23. Асинхрон моторларда қандай тормоз иш режимлари мавжуд?
24. Асинхрон моторни динамик тормозлаш қандай амалга оширилади?

25. Синхрон моторнинг афзалликларини айтиб беринг.
26. Синхрон моторнинг бурчак тавсифи нима?
27. Синхрон моторлар қандай усуллар билан ишга туширилади?
- 28.. Синхрон мотор қандай тормозланиш режимларида ишлайди?

## **4 - БОБ. БУРҒУЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИ**

### **4.1. БУРҒУЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИ ҲАҚИДА УМУМИЙ ТУШУНЧАЛАР**

Нефт ва газни ер остидан чиқариб олиш ва уни ишлаб чиқариш саноатида асосий электр энергия истеъмолчилар бу нефт ва газ қудуқларини разведка қилувчи ва эксплуатация қилувчи механизмлар (бурғулаш қурилмалари); нефт ва газни ер остидан чиқариб олувчи механизмлар (насос ва компрессор қурилмалари, электр воситасида тузсизлантириш қурилмалари ва ҳ.к.); нефт ва газни транспортировка қилувчи қурилмалар.

Қудуқларни қуриш жараёни айланиш усулида қайтарилувчи қуйидаги амаллардан иборат бўлади: бурғулаш қувурларини учида искана билан қудуққа туширилади, бурғулаш вақтида қатламни бузиш, қудуқнинг чуқурлашиб бориши баробар едирилган исканани алмаштириш учун қувурлар сонини ошириб бориш. Бу амалларни бажариш ҳамда қудуқ деворларини мустаҳкамлаш учун мураккаб ишлаб чиқариш мажмуаларидан иборат бурғулаш қурилмалари қўлланилади. Бу мажмуа таркибига индивидуал юритмага эга исканани кўтариш, тушириш ва ҳаракатлантириш амалларини бажарувчи кўтариш тизими, бурғулаш насослари, ротор, бурғулаш эритмасини тайёрловчи ва тозаловчи механизмлар, юкларни кўтарувчи ва туширувчи механизмлар, бурғулаш қурилмасини сиқилган ҳаво билан таъминловчи қурилмалар ва ҳ.к. лар киради. Бурғулаш қурилмасининг асосий (ротор, бурғулаш лебедкаси ва бурғулаш насоси) ва ёрдамчи механизмлар юритма воситасида ҳаракатга келтирилади. Юритма тури бурғулаш шароитидан келиб чиққан ҳолда, механизмларининг контструкцияси ва бошқа факторларни ҳисобга олган ҳолда танланади.

Бурғулаш қурилмаси асосий ишлаб чиқариш механизмларининг юритмалари автоном, яъни энергия тизимидан эмас, балки мустақил энергетик қурилмалардан (дизел, дизел – электр генератор, газотурбоэлектр генератор) ҳамда мавжуд энергия тизимидан таъминланиши мумкин. Бурғулаш қурилмасининг асосий механизмлари автоном манбадан таъминланадиган бўлса, ёрдамчи механизмлари индивидуал электр юритмалар билан жиҳозланади.

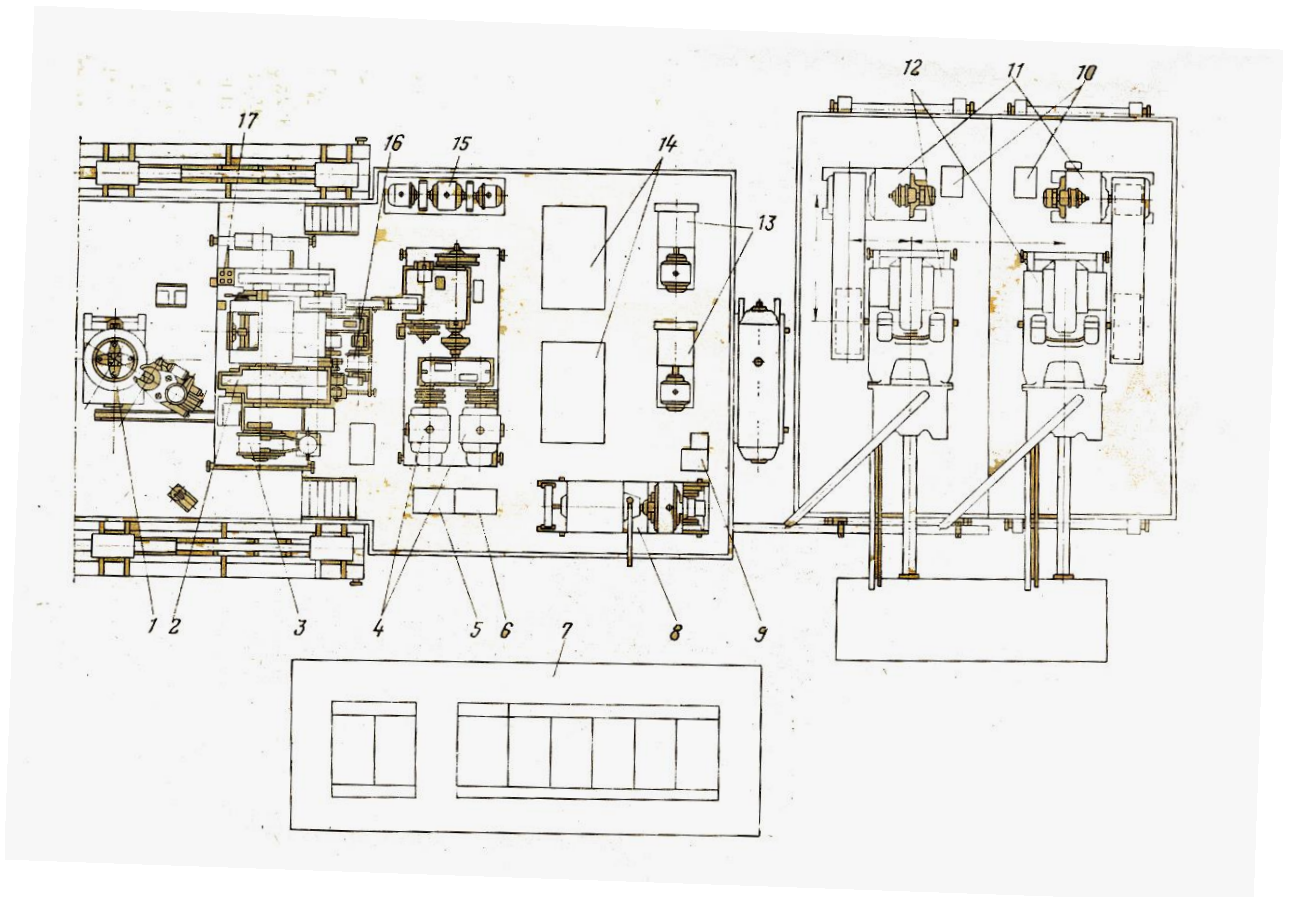
Бурғулаш қурилмаларнинг электр юритмалари хилма – хиллиги билан ва энг мураккаб бўлиши билан нефт ва газ саноати бошқа электр юритмаларидан характерлидир.

Бурғулаш қурилмалари асосий механизмларининг умумий тавсифи ва уларнинг электр юритмаларига қўйиладиган асосий талаблар 4.1 – жадвалда келтирилган.

4.1 – жадвал

Механизмларнинг ба-жарадиган вази-фаси	Механизмнинг тури	Электр юритма тури	Иш режими	Ўрнатилган қувватлар оралиғи, кВт
Кудук қазувчи механизмлар	Бурғулаш лебеджаси	АК, ЭМ ли СМ, Г–М, БТ–М,	S4	250 – 2500
	Бурғулаш насоси	СМ, СМ ЭМ б-н, АВМК, АВК, Г–М, БТ–М	S1	320 – 1200
	Ротор столи Ёрдамчи механизмлар	Г–М, БТ–М А	S1	75 – 400
	Электр бурғу	А, ЧЎ – А	S1,S2,S3 S1	1 – 75 75 – 230
Кудукларни ишлатишда қўлланиладиган механизмларнинг насослари	Чуқурлик насосларнинг штанга қурилмалари	АК, ЧЎ ли СМ	S6	1,7 – 55
	Сувга ботирилган штангасиз насослар	ПЭД	S1	10 – 95
	Кудукларни парафинсизлаштириш қурилмалари	–	S1	1,7 – 10
Компрессор ва фонтанларни ишлатиш механизмлари	Компрессор станциялари	А, СМ	S1	100 – 280
	Бирламчи қайта ишлаш насос станциялари	А	S6	20 – 140
	Сувни қатлам остига юборувчи қурилмалар	А, СМ	S1	250 – 1000
Нефтни бирламчи қайта ишлаш қурилмалари	Нефт таркибини қуритиш қурилмалари	–	2 ÷ 6x50 кВА	–
	Нефт таркибини тузсизлантирувчи қурилмалар	–	2 ÷ 6x50 кВА	–
Нефт ва газларни транспортровка қилиш қурилмалари	Компрессор қурилмалари	А, СМ	S1	400 – 4500
	Насос станциялар (асосий насослар)	А, СМ, АВМК	S1	1250 – 8000
	Насос станциялар (таксимловчи насослар)	СМ	S1	800 – 1600

Бурғулаш қурилмасининг механизмларининг умумий жойлашиши 4.1 – расмда келтирилган.



4.1 – расм. Бурғулаш қурилмаси жиҳозларининг жойлашиш схемаси

Бурғулаш асбобини айлантришга, бурғуловчи қувурлар жамламасини қудуққа туширишда ва чиқариб олишда ушлаб туришга ва айлантришга хизмат қилувчи ротор 1 миноранинг асосига ўрнатилган. Бурғуловчи асбобни ва қувурларни кўтариш ва туширишда ва ротор 1 нинг айланма ҳаракатини узатиш учун бурғуловчи лебедка 2 дан фойдаланилади. Бурғуловчи лебедканинг кўтариш механизми 4 мотордан ҳаракатланади.

Ротор 1 карданли вал ёки занжирли узатма орқали лебедка 2 нинг валидан ҳаракатга келтирилиши ёки алоҳида мотор ёрдамида ҳаракатланиши мумкин.

Бурғулаш қурилмалари бурғулаш лебедкаси вали билан кинематик боғланган мотор 16 ёрдамида искана ҳаракатини узатувчи автоматик бошқариш тизими билан жиҳозланган бўлади. Бурғулаш қурилмасини ишлатиш давомида юритма моторларининг ишдан чиқиши, электр энергияда таъминотида узилишлар бўлиши ёки бошқа сабаблар содир бўлганида мотор 16 уларнинг вазифаларини бажаради. Бу мотор электр энергияни «мотор – генератор» тизими 15 дан таъминланади. Бу тизим ўз навбатида авария ҳолатларида ишлатиладиган автоном электр энергия манбаи «дизел – генератор» 8 энергетик қурилмасидан таъминланади.

Минора олдидаги иншоатларга бурғулаш эритмасини қудуққа узатиб беришни амалга ошириувчи икки бурғулаш насослари 12 ўрнатилган. Бу насосларнинг иш жараёни моторлар 11 орқали амалга оширилади.

Қурилмани сиқилган ҳаво билан таъминлаш моторлар 13 билан жиҳозланган компрессорлар ёрдамида бажарилади.

Бурғулаш лебедкаси кўтариш валини исканани тушириш жараёнида тормозлаш учун ёрдамчи тормоз 3 (гидравлик ёки электромагнит) қўлланилган. Бурғулаш қурилмасининг ёрдамчи механизмлари – сув насоси, кран ва б.лар – алоҳида электр юритмалар билан жиҳозланган. Шамларни ҳаракатлантириш ва ўз ўрнига ўрнатиш учун аравача ва кўтариш механизмини автоматик тушириб – кўтарувчи автоматлаштирилган электр юритмадан фойдаланилади.

Лебедка моторларини бошқариш аппаратлари бошқариш станцияси 14, бурғулаш насослари 10; дизел электр станцияси, ёрдамчи механизмлар ва исканани узатишнинг автоматик бошқариш тизимлари мос равишда бошқариш станциялари 5, 6 ва 9 ёрдамида бошқарилади. Бурғулаш қурилмаси бурғуловчи пулти 17 дан бошқарилади.

Бурғулаш қурилмаси ўрнатилган жойга яқин жойда 6 кВ ли тақсимловчи қурилма 7 ўрнатилади.

Бурғулаш қурилмаларинингш электр жиҳозлари очик майдонларда ёки иситилмайдиган, вақтинча қурилган ёпиқ жойларда ишлатилади. Бурғулаш қурилмалари асосий механизмларининг келтирилган иш режимларидаги ишлаш муддати, бир йилда 2500 соатгача вақтни ташкил этади. Бу механизмлар катта – катта механик блоклари билан ёки алоҳида агрегатлар ҳолида, даврий равишда бир ердан иккинчи жойга кўчиб юради ва шунинг учун ҳам уларда доимо демонтаж ва монтаж ишлари олиб борилади.

#### 4.2 – жадвал

Қурил- манинг класси	Қурилманинг тури	Юритма тури	Мак- симал юк кў- тариши, т	Бурғу- лаш чу- қурли- ги, м	Электр тормоз- лаш тури
БУ-2000	БУ-75БрЭ	Э	100	1800	Йўқ
	БУ-75БрД	Д	100	1800	»
БУ-2500	БУ-2500ЭУ	Э	140	2800	ТЭК
	БУ-2500ДГУ	Д-Г	140	2800	»
БУ-3000	БУ-2500ЭП	Э	140	2800	МЮ
	БУ-3000БЭ	Э	160	4200	Йўқ
	БУ-3000БД	Д	160	4200	»
БУ-4000	БУ-3000ЭУК	Э	170	3000	ТЭК
	БУ-3Д-76	Д	225	5000	Йўқ
	БУ-4Э-76	Э	225	5000	»
	БУ-4000Э-1	Э	250	5000	»
БУ-5000	БУ-4000Д-1	Д-Г	250	5000	»
	БУ-5000ЭУ	Э	250	5000	ЭМТ
БУ-6500	БУ-5000ДГУ	Д-Г	250	5000	»
	БУ-6500Э	Э	320	6500	Йўқ
БУ-8000	БУ-6500ДГ	Д-Г	320	6500	»
	БУ-8000Э	Э	400	8000	»

(давоми)

Қурил- манинг класси	Қурилманинг тури	Юритма қуввати, кВт			Уза- тишни рост- лаш тури	Ўрна- тилган электр моторлар- нинг қуввати, кВт
		лебедка	битта насос	рогор		
БУ-2000	БУ-75БрЭ	320	450	-	Йўқ	1050
	БУ-75БрД	-	-	-	»	360
БУ-2500	БУ-2500ЭУ	450	630	-	ТЭК	2950
	БУ-2500ДГУ	-	-	-	»	740
БУ-3000	БУ-2500ЭП	500	500	140	МЮ	1850
	БУ-3000БЭ	550	450	-	ЛУР	2460
	БУ-3000БД	-	-	-	»	480
БУ-4000	БУ-3000ЭУК	550	630	-	ТЭК	2550
	БУ-3Д-76	-	-	-	Йўқ	200
	БУ-4Э-76	2x320	450	-	»	2180
БУ-5000	БУ-4000Э-1	630	630	-	ЛУР	2316
	БУ-4000Д-1	-	-	-	»	426
	БУ-5000ЭУ	2x450	700	320	»	4200
БУ-6500	БУ-5000ДГУ	-	-	320	»	1189
	БУ-6500Э	2x550	850	320	»	4550
БУ-8000	БУ-6500ДГ	-	-	320	»	7620
	БУ-8000Э	2x1150	1000	1000	»	7300

*Эслатма:* 1. «Юритма тури» графасидаги белгилашлар: Э – электр, Д – Э – дизел – электр, Д – дизел, Д – Г – дизел – гидравлик юритма турлари эканлигини билдиради.

2. «Электр тормозлаш тури» графасида электромагнит тормозлашнинг кукукли (ТЭК), индукцион (ЭМТ) турлари ва юритма моторларининг тормозлаш режими (МЮ) қўлланилганлигини англатади.

3. «Узатиш ростлагичи тури» графасидаги белгилашлар: ЛУР – лойқани узатиш ростлагичи сифатида РПДЭ – 3 русумдаги ростлагич, ТЭК – узатиш режимидаги ТЭП – 4500 русумидаги кукукли тормозлаш қурилмаси ишлатилганлигини билдиради.

4. «Ўрнатилган электр моторларнинг қуввати» графасида дизел – электр юритма тизимидаги генераторнинг қуввати ҳисобга олинмаган.

Электр машиналари ясаилишининг ҳимоя даражаси 1Р23 дан, бошқариш қурилмалари комплектлари ясаилишининг ҳимоя даражаси 1Р41 дан ва электр жиҳозларини бошқариш пулти ясаилишининг ҳимоя даражаси 1Р43 дан кам бўлмаслиги керак.

Халқаро келишувларга асосан бурғулаш қудуқлари механизмлари электр жиҳозлари ва шунингдек унга яқин жойлашган маълум худуддаги ишлайдиган электр жиҳозларнинг ижроси портлашдан ҳимояланган турдаги электр жиҳозлар бўлиши керак.

Бурғулаш қурилмаларининг турлари ва уларнинг электр жиҳозлари тўғрисидаги умумий маълумотлар 4.2 – жадвалда келтирилган.

#### **4.2. БУРҒУЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРИГА ҚЎЙИЛАДИГАН АСОСИЙ ТАЛАБЛАР**

Бурғулаш қурилмаларининг асосий механизмлари бурғулаш насослари, ротор ва бурғулаш лебедкасидир. Бурғулаш лебедкаси электр юритма тизимини, кудукдан бурғулаш қувурлари колоннасини кўтарувчи ва шунингдек қувурлар колоннасини кудукқа туширишдаги тормозлаш электр юритмалари тизимларини алоҳида тизимлар деб қараш керак.

Бурғулаш қурилмаси баъзи асосий механизмлари электр юритмаларининг турлари ва уларнинг кўрсаткичларини танлашда комплекс ёндошишга тўғри келади. Масалан, бурғулаш қурилмаларининг турли электр юритмаларни электр энергия билан таъминлашда мавжуд бир турдаги манбалардан фойдаланилади; юқори кучланишли линиядан ва электрлаштирилмаган худудларда эса автоном кўчма электр станциялардан фойдаланилади. Электр юритмалар бир хил кучланишда ишлайдиган моторлар билан таъминланиши зарур.

Бош механизмлари электр юритмаларининг ҳаммаси бир пайтда ишламайди. Бурғулаш насослари ва ротор (бурғулаш режимида) ишлаётганида, бурғулаш лебедкасида тушириш – кўтариш амаллари бажарилмайди. Электр юритмаларнинг истеъмол қилаётган электр энергияси бурғулаш кудуғининг чуқурлигига боғлиқ бўлгани учун ҳар иккала электр юртма тизимларининг қувватлари бир – бирига яқин бўлиши ва уларнинг қиймати электр энергия манбаи қувватидан ошмаслиги керак.

Ишлаб чиқариш ва ишлатилиш жараёнларини соддалаштириш мақсадида электр юртмаларнинг бир хил турдагини танлаш мақсадга мувофиқдир. Бош механизмларнинг тезликларини ростлаш ишлатиш жараёнида бир мунча қулайликлар туғдиради.

Роторли бурғулашда бурғулаш насосларининг технологик функцияси, бурғулаш қувурлари орқали кудукнинг нефтли қатламига ва қувур орти оралиғи орқали нефтли қатламидан кудук тубига ўтувчи ювучи эритма оқимини (бурғулаш эритмасини) ҳосил қилишдан иборат. Бу суюқлик оқими нефтли қатламдан нефтни кудук юзасига босим остида чиқишига олиб келади. Қувурли бурғулашда ювучи эритма бундан ташқари кудук тубидаги лойқали қувурли бурғулашни вужудга келтиради ва бу эритма қувурли бурғулаш турбинаси учун ҳаракатлантирувчи ишчи материал вазифасини ўтайди.

Турли усулдаги бурғулашлар учун зарур бўладиган насос электр юритмасининг қуввати турличадир. Бироқ ҳар бир бурғулаш қурилмасининг кўрсатилган бурғулаш усулларининг барчасида ишлашини таъминлаш мақсадида, қувурли бурғулаш қувватидан келиб чиққан ҳолда бурғулаш насосининг қуввати танланади (чунки роторли бурғулаш учун кам қувват

талаб этилади) ва бурғулаш қурилмаси классига қараб бир насоснинг қуввати 300 дан 1200 кВт гача бўлади. Танланган моторнинг тезлиги одатда 750 – 1000 айл/мин ни ташкил этади. Бурғулаш насослари учун поршенли насослар қўлланилади.

Насос электр юритмасининг тезлиги ростланадиган ва йўналиши ўзгармас ҳамда иш режими узлуксиз бўлиши керак.

Бурғулаш ротори бурғулаш қувурлари колоннасини айлантиришга хизмат қилади. Роторли бурғулашда тўғридан – тўғри қудуқ тубидаги лойқани айлантиришга, қувурли бурғулашда эса ёрдамчи мақсадларда фойдаланилади. Турли классдаги бурғулаш қурилмалари учун ротор электр юритмасининг қуввати 75 дан 400 кВт гача бўлади.

Бурғулаш ротори электр юритмасининг тезлиги ростланадиган ва тезлик йўналиши ўзгарувчан ҳамда иш режими узлуксиз бўлиши керак.

Бурғулаш лебедкаси бурғулаш колоннасини даврий равишда кўтариб ва туширишга хизмат қилади. Турли классдаги бурғулаш қурилмалари учун лебедкалар электр юритмаларининг қуввати 250 – 2500 кВт ни ташкил этади.

Бурғулаш қурилмаси электр юритмасининг тезлиги ростланадиган ва тезлик йўналиши ўзгарадиган ҳамда иш режими узлукли – қайтарилувчан бўлиши керак.

#### **4.3. БУРҒУЛАШ ҚУРИЛМАСИНИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ БИЛАН ТАЪМИНЛАШ**

6 кВ кучланишли линиялар ўтган ҳудудларда ўрнатилган бурғулаш қурилмалари механизмлари электр юритмалари ва бошқа электр жиҳозларига бериладиган электр энергия КРНБ – 6У тақсимловчи қурилманинг олти ячейкаси ва ишга тушириш қурилмаси ПБГ – 6 орқали тақсимланади.

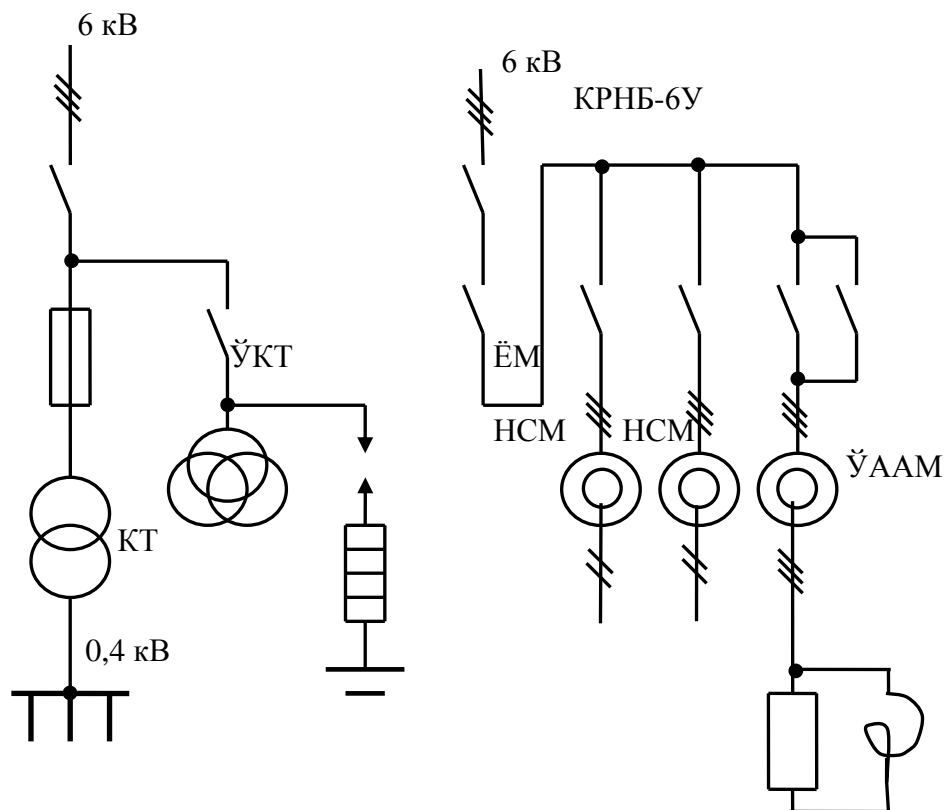
Бурғулаш қурилмасининг электр энергия билан таъминланиши вариантларидан бири 4.2 – расмда келтирилган.

Ҳаводан тортилган 6 кВ кучланишли линиядан қоида бўйича алоҳида тармоқланади: №1 ячейкага уланган ёрдамчи механизмларни электр юритмаларининг куч трансформатори КТ тўғридан – тўғри кучланиш линиясига уланади, №2 ячейканинг токка уланувчи учлари ҳаво линияси охирида ўрнатилган сим ёғочга маҳкамланган юқори кучланиш узгичи орқали уланади. №1 ячейкада юқори кучланиш узгичи ва сақлагич трансформатор КТ ини ишга тушириш ва ҳимоялаш вазифасини ўтайди.

№ 2 ячейкада юқори кучланиш узгичи, ўлчов кучланиш трансформатори ЎКТ, назорат ва ўлчов асбоблари ва вентили разряд қурилмаси ўрнатилган.

№ 3 ячейкада юқори кучланиш узгичи ва мойли узгич ўрнатилган бўлиб, улар орқали кучланиш № 4, 5 ва 6 ячейкаларнинг шиналарига узатилади. Бурғулаш қурилмасининг асосий механизмлари шу шиналар орқали электр энергия билан таъминланади.

КРНБ – 6У тақсимлаш қурилмаси юқори кучланишли аппаратлар мажмуасига эга.



4.2 – расм. БУ – 75БрЭ бурғулаш қурилмасининг электр энергия билан таъминлаш схемаси:

КТ – ёрдамчи юритмаларни таъминловчи куч трансформатори, КТ – ўлчов кучланиш трансформатори, НСМ – насосларнинг синхрон моторлари, ЎААМ - ўзгарткич агрегатининг асинхрон мотори

**Юқори кучланишли аппаратларнинг асосий техник кўрсаткичлари**

	Ток кучи, А	Кучланиш, В
Мойли ўчиргич ВМП – 10К .....	600	10 000
Вакуумли юқори кучланишли контактор КВВ – 6/320.....	320	6000
Ўзгич РВФ – 6/400 П.....	400	6000
Ток трансформатори ТПЛ – 10 – 0,5/Р.....	30/5,75/5	6000
Кучланиш трансформатори НТМИ – 6 .....	–	6000/100/100 $\sqrt{3}$
Сақлагич ПКТ – 10 .....	–	10 000
Разрядлаш қурилмаси РВМ – 6 .....	–	6000

Сарф бўлаётган актив ва реактив энергия № 1 ва 3 ячейкаларга ўрнатилган ҳисоблагичлар орқали амалга оширилади.

Бурғулаш қурилмаларида қўлланиладиган куч трансформаторларнинг асосий кўрсаткичлари 4.3 – жадвалда келтирилган.

4.3 – жадвал

Кўрсаткичлари	Трансформаторларнинг турлари					
	ТМ– 100/6	ТМ– 180/6	ТЭМ– 180/6	ТМ– 250/6	ТМБ– 320/6	ТМ– 560/10
Номинал қуввати, кВА	100	180	170	250	300	560
Номинал кучланиши, кВ:						
бирламчи чулғамнинг	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
иккиламчи чулғамнинг	0,4	0,525	0,4	0,4	0,525	0,525
Номинал юкланиш ва $\cos \varphi_2 = 1$ да ФИК, %	97,09	97,3	98,05	98,24	97,72	97,87
Номинал юкланиш ва $\cos \varphi_2 = 1$ да иккиламчи чулғамдаги кучланишнинг ўзгариши, %	2,5	2,35	1,89	2,37	2,35	1,8
Қисқа туташув кучланиши, номинал кучланишга нисбатан, %	5,5	5,5	5,05	4,7	5,5	5,5
Салт юриш токи, номинал токка нисбатан, %	6,5	6,0	5,57	3,68	6,0	6,0
Трансформаторнинг оғирлиги, кг	890	1230	1510	1300	2050	3040

#### 4.4. ЎЮВЧИ АСБОБ – ИСКАНАНИ ҲАРАКАТГА КЕЛТИРУВЧИ ЭЛЕКТР ЮРИТМА

##### *Ротор электр юритмаси*

Айланма бурғулаш жараёнининг қандай усулда амалга оширилишига қараб, ротор электр юритмасига қўйиладиган талаблар ишлаб чиқилади. Агар қудуққа туширилган моторлар бурғулаш ишларини олиб борса, у ҳолда ротор ёрдамчи амалларни бажаради. Ротор бурғулаш амалини бажарганда исканангинг айланма ҳаракати ротор орқали узатилади.

Роторли бурғулаш жараёнида роторни ҳаракатга келтирувчи мотор узлуксиз иш режимида ишлайди ва унинг қуввати қуйидаги формула билан аниқланади.

$$P_p = P_\sigma + P_u \quad , \quad (4.1)$$

бу ерда  $P_\sigma$  – бурғулаш учун тўғридан – тўғри сарф бўладиган қувват (искананинг ишқаланишидаги қувват исрофи ҳам ҳисобга олинади);  $P_u$  – бурғулаш қурилмасидаги қувват исрофларини ёпиш учун зарур бўлган қувват (механизмларнинг юзаларидаги барча қувват исрофларининг йиғиндиси, қувурларнинг қудуқ деворлари билан ва суюқликлар билан ишқаланиши натижасида ҳамда тебранишларидан юзага келадиган қувват исрофлари).

Роторли бурғулашда исроф бўладиган қувват  $P_u$  мотор қувватининг деярли 80% ини ташкил этади.

Бурғулаш жараёнида искананинг ҳаракати давомида турли зичликдаги қатламларга тўғри келиши, текилиб қолиши натижасида буралувчи механик зўриқишнинг юзага келиши, қувурларнинг катта куч билан тебранишлар ва ҳ.к. ларни ҳисобга олган ҳолда, роторнинг электр юритмаси юмшоқ механик тавсифли бўлиши билан бир қаторда минимал инерция моментига ҳамда чекланган максимал моментга эга бўлиши мақсадга мувофиқдир.

Ҳисоб – китоблар шуни кўрсатадики, роторнинг тезлигини 5 : 1 – 7 : 1 ораликда ростлашш техник – иқтисодий жиҳатдан ўзини оқлайди. Тезликни моментнинг ўзгармас қийматида ростлаш тавсия этилади.

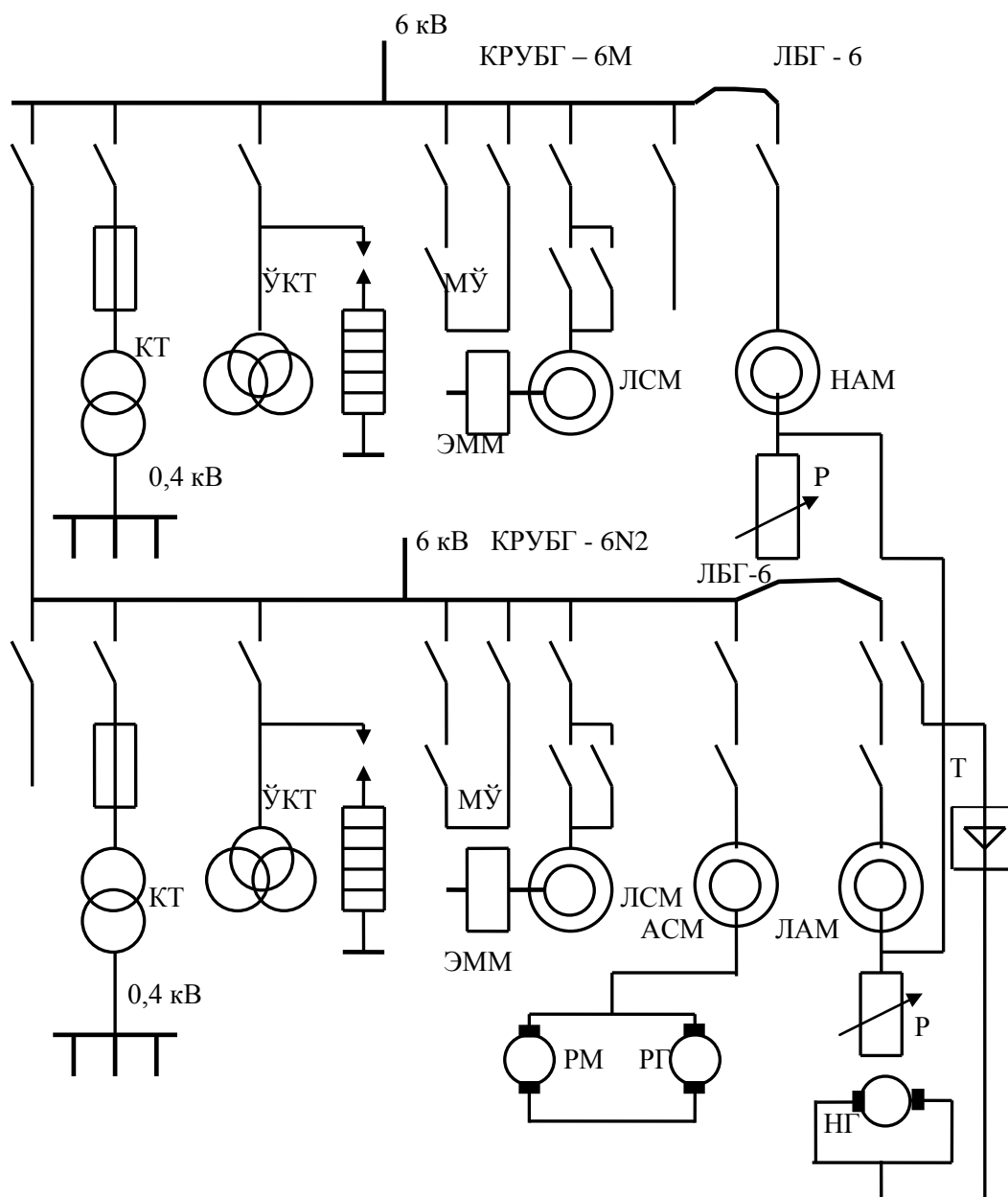
Роторнинг электр юритмаси, технологик жараёндан келиб чиққан ҳолда, реверсив бўлиши керак.

Ҳозирда бурғулаш қурилмаларида асосан лебедка ва роторларнинг гуруҳий электр юритмалари қўланилади. Кейинги йилларда ишлаб чиқарилаётган бурғулаш қурилмалари серияларида роторнинг электр юритмаси алоҳида бошқариладиган вариантлари ҳам бор.

Электр юритмаси алоҳида бошқариладиган роторнинг электр юритма схемаси 4.3 – расмда келтирилган.

Ротор генератори РГ (маркаси П 142 – 6к, 600 кВт, 460 В) уч машинали ўзгарткич агрегати таркибига киради ва синхрон мотор АСМ (маркаси СДЗ 13 – 34 – 6, 500 кВт, 6 кВ, 1000 айл/мин) айлантирувчи мотор вазифасини бажаради.

Ротор генератори РГ роторнинг ўзгармас ток мотори РМ (маркаси П 127 – 8к, 250 кВт, 330 В) учун ўзгармас ток манбаи вазифасини бажаради. Генератор РГ нинг қўзғатиш чулғами бир фазали реверсив тиристорли тўғирлагичдан таъминланади, РМ нинг қўзғатиш чулғами эса нореверсив тиристорли тўғирлагичдан таъминланади. Ўзгармас ток тахогенераторидан тезлик ўлчов ўзгарткичи сифатида фойдаланилади.



4.3 – расм. Бурғулаш қурилмаси роторининг индивидуул электр юритмасининг схемаси:

ЛСМ – лебедканинг синхрон мотори, ЭММ – электромагнит муфта, АСМ – насос, лебедка ва ўзгарткич агрегатининг синхрон моторлари, ЛАМ – насос ва лебедканинг асинхрон моторлари, РМ – ротор мотори, НГ ва РГ – насос ва ротор электр юритмаларини ўзгармас ток билан таъминловчи генераторлар

Мотор РМ икки тезликли механик узаткич ёрдамида роторни айтантиради ва бу эса роторнинг ишчи ва авария режимларида тезлик ва момент қийматларини ростлаш имконини беради. Бошқариш схемасида РГ якор запжирида токнинг ошиб кетишидан, мотор РМ да магнит майдонининг йўқолиб қолишидан ва РМ ва РГ вентиляторларининг ўчиб қолишидан ҳимояловчи воситалар қўлланилган. Биринчи носозликлар юзага келиши билан генератор ва моторнинг кўзгатиш чулғамлари таъминот манбаидан автоматик равишда ўчирилади ва шу билан роторнинг ҳаракат

тўхтатилади. Электр юритманинг талаб этиладиган статик ва динамик тавсифлари автоматик бошқариш тизимида қўлланилган турли тескари боғланишлар ёрдамида ҳосил қилинади. Ҳозирда машинали ўзгарткичлар ўрнига реверсив ярим ўтказгичли ўзгарткичлар қўлланилмоқда.

Ротор электр юритмасининг кўпгина масалалари мотор билан ротор ўртасида ўрнатилган электромагнит муфта ЭММ воситасида нисбатан осон ечилади. Ротор моторини ишга тушириш ва тезлигини ростлаш ЭММ да қувват исрофини ошишига ва чулғамларини қизишига олиб келади. ЭММ ларни совитишда сувдан фойдаланиш самара беради. Ротор моторини бошқаришда ярим ўтказгичли ўзгарткичлардан фойдаланиш ишга тушириш ва тезликни ростлаш дипазонини кенгайтиришга ва техник – иқтисодий кўрсаткичларини ошишига олиб келади.

#### 4.5. ЭЛЕКТР БУРҒУ

Ҳозирда кудуққа туширилга электр моторлар ёрдамида бурғулаш (электр бурғу) усули кенг қўланилади. Электр бурғу усули билан кудуқларни бурғулаш схемаси 4.4 – расмда келтирилган.

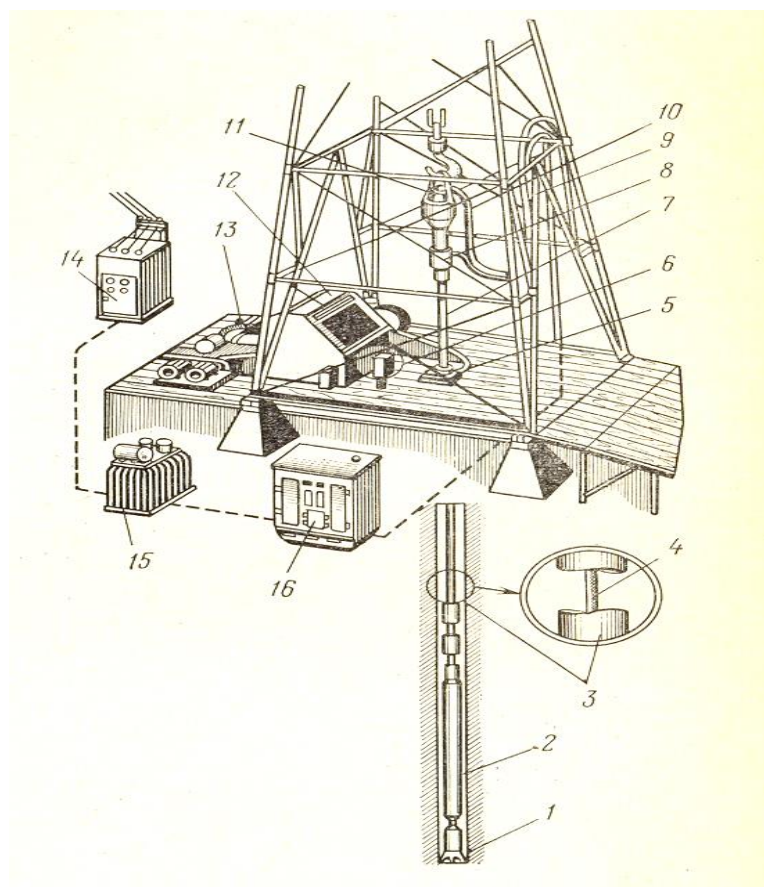
Бурғулаш қувурлари 3 га ўрнатилган электр бурғули 2 искана 1 бурғулаш кудуғига туширилади. Ҳар бир қувурнинг ичига кабел бўлаги 4 ва контакт стержени ва муфтадан иборат кабел секцияси жойлаштирилган бўлади. Муфта билан стерженлар қувур билан қулфли боғланишли маҳкамланган.

Электр энергия тақсимловчи қурилма 14 дан трансформатор 15 ва бошқариш станцияси 16 дан ташқаридаги кабел 9 йўналтирувчи қувур 7 даги ток қабул қилиб олувчи 8, кабел секцияси ва эгилувчан икки мис томирли резина шлангли кабел воситасида электр бурғуга узатилади. Моторга берилаётган уч фазанинг учинчи фазаси сифатида бурғуловчи қувур қўлланилаи.

Бурғулаш эритмаси бурғулаш шланги 10, айлантирувчи қурилма 11, йўналтирувчи қувур 7, бурғуловчи қувурлар электр бурғунинг бўш ичи, искана орқали қувурлар орти майдончасига ҳайдалади.

Ротор 5 ёрдамида бурғуловчи қувурлар айлантирилиб ёрдамчи амаллар бажарилади. Бурғуловчи қувурларнинг оғирлик кучи исканада юкланишни ҳосил қилади. Бурғулаш лебедкаси 12 билан занжирли боғланган исканани узатиш мосламасининг автоматик ростлагичи 13 исканани кудуқ ичида керакли томонга йўналтиради. Электр бурғуни бошқариш бурғучи ишчи жойидаги пултдан амалга оширилади.

Электр бурғу иккита асосий ташкил этувчи кудуқ тубига туширилган мотор ва исканага юкланишни узатувчи шпинделдан ташкил топган бўлади. Моторнинг вали шпиндел вали билан тишли бириктирувчи муфта орқали бириктирилган. Электр бурғунинг юқори қисмида элеваторга маҳкамловчи қамрагичли ўтказгич жойлашган, таг қисмидан эса шпиндел валига искана бураб маҳкамланган.



4.4 – расм. Электр бурғули бурғулаш қурилмасининг схемаси

Электр бурғуларда алоҳида ротори қисқа туташтирилган секцияли юқори кучланишли асинхрон моторлар қўлланилади.

Бурғулаш технологияси ва искана диаметри ўлчамларидан келиб чиққан ҳолда электр бурғу мотори иложи борича кичик ўлчамли ва максимал кувватли қилиб лойиҳалашга ҳаракат қилинади. Моторнинг синхрон тезлиги искананинг рухсат этилган тезлиги қийматидан ошмаслиги керак ва бу тезлик 1000 айл/мин ни ташкил этади. Конструктив жиҳатдан қудуқ тубида ишлайдиган моторларнинг тезлиги 500 айл/мин дан кичик бўлган тезликли қилиб яратиш бирмунча мураккабдир. Шунинг учун, электр бурғу моторларининг синхрон тезлиги 500, 600, 750 ва 1000 айл/мин бўлиши тавсия этилади. Чуқур қудуқларни электр бурғу билан бурғулашда юкланиш моментининг ошишига пропорционал тарзда тезликни камайтириш зарурдир. Бунинг учун тишли редвкторлардан фойдаланилади. Редукторли электр бурғу моторларнинг синхрон тезлиги одатда 1500 айл/мин ни ташкил этади.

Электр бурғу билан бурғулашда инерция моментининг кичик бўлиши талаб этилмайди. Искана ишлашидан келиб чиққан ҳолда, юкланишнинг тепкили ўзгаришида тезлик қиймати кам ўзгаргани маъқул. Электр бурғу моторининг механик тавсифлари юксак бикрли ва момент бўйича юкланиши ката бўлиши талаб этилади.

Электр бурғу моторларининг яна бир асосий хусусиятларидан бири, бу номинал юкланишда сирпанишнинг катта бўлиши ва ишга тушириш моментининг сезиларли даражада (1,2 – 1,7)  $M_n$  юқорилигидир.

Саноатда ишлаб чиқарилаётган электр бурғуларнинг асосий техник кўрсаткичлари 4.4 – жадвалда келтирилган.

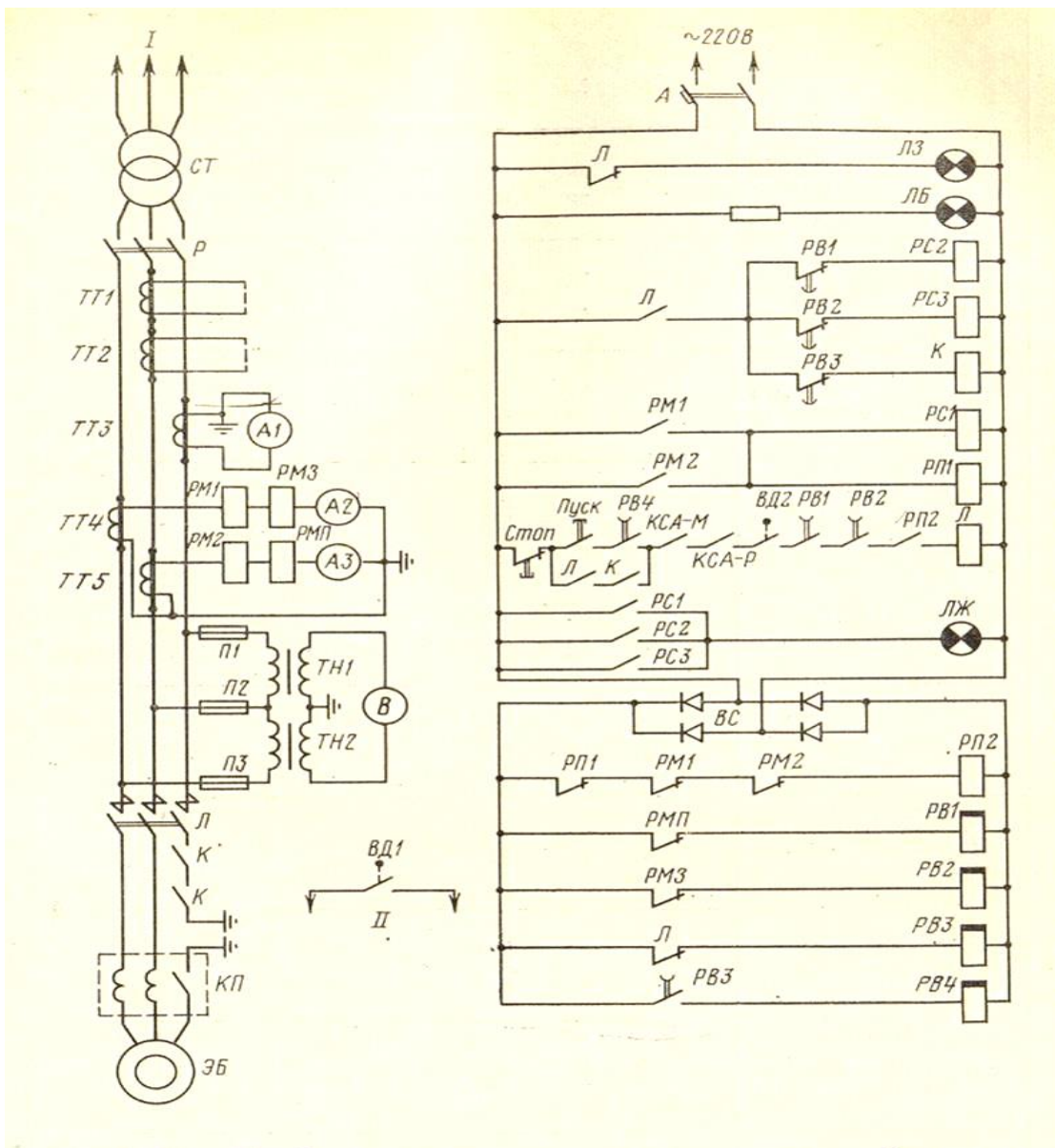
4.4 – жадвал

Электр бурғу маркаси	Номинал куввати, $P_n$ , кВт	Кучланиши, В	Номинал ток кучи, А	Номинал тезлиги, айл/мин	Айлантириш momenti, кНм		Узунлиги, м
					$M_{ит}$	$M_{max}$	
Э290 – 12	240	1750	165	455	5,1	11	14,0
Э250 – 8	230	1650	160	675	3,32	7,5	13,0
Э240 – 8	210	1700	144	690	2,97	7,6	13,4
Э215 – 8м	175	1550	131	680	2,5	5,5	13,9
Э185 – 8	125	1250	130	676	1,8	3,6	12,5
Э170 – 8м	75	1300	83,5	695	1,1	2,4	12,2
Э164 – 8м	75	1300	87,5	685	1,1	2,4	12,3

(давоми)

Электр бурғу маркаси	Оғирлиги, т	Искананинг минимал диаметри, мм	Кон юзаси $S$ , $cm^2$	Солиштирма энергетик кўрсаткичлари		
				$P_n/S$ , кВт/ $cm^2$	$M_{ит}/S$ , Нм/ $cm^2$	$M_{max}/S$ , Нм/ $cm^2$
Э290 – 12	5,1	394	1220	0,2	4,2	9
Э250 – 8	3,6	295	683	0,34	4,9	11
Э240 – 8	3,5	269	568	0,37	5,2	13,4
Э215 – 8м	2,9	243	465	0,38	5,4	11,8
Э185 – 8	2,0	214	360	0,35	5,0	10,0
Э170 – 8м	1,8	190	284	0,26	3,9	8,5
Э164 – 8м	1,7	190	284	0,26	3,0	8,5

4.5 – расмда электр бурғу моторини бошқаришнинг электрик схемаси келтирилган. Электр бурғу 6 кВ кучланишли уч фазали электр тармоқдан кучланишни пасайтирувчи куч трансформатори КТ орқали электр энергия билан таъминланади. Бу трансформаторнинг бирламчи ва иккиламчи чулғамларида кучланишни ростлаш имконини берадиган чулғамлардан бир нечта симларнинг учлари чиқарилган. Бу симларнинг учлари трансформаторнинг ичига жойлаштирилган қайта улагичга уланган ва улагич дастасининг холатига қараб, технологий жараён талабига кўра мотор учун зарур бўлган кучланишни ўрнатиш мумкин.



4.5 – расм. Электр бурғу асинхрон моторини бошқариш схемаси

Куч трансформатори КТ нинг иккиламчи чулғами кабел ёрдамида бошқариш станциясининг камерасида жойлашган узгич У нинг кириш қисмига уланган. Бу камерада узгичдан ташқари химоялаш, ўлчаш ва автоматика занжирларини таъминловчи ток ТТ1 – ТТ5 ва кучланиш ЎКТ1 ва ЎКТ2 ўлчов трансформаторлари, ток қабул қилувчи ҳалқали чўткаларга кучланиш узатувчи линия контактори Л ва сақлагичлар С1 – С3 лар ҳам ўрнатилган.

Таъминот занжиридаги бир фазани ток қабул қилувчи куйи ҳалқага улаб, яъни корпусга улаб ерга улаш амали бажарилади; урғуловчи қувурларнинг пастки қисмини қудуқ ичига туширилган узгич КП ёрдамида мотор фазаларидан бирига уланади. Бу узгичнинг вазифаси, моторнинг ерга уланган фазасини бурғулаш қувурлари тўпламидан ажратиш ва электр бурғуни қудуққа тшириш вақтида қолган икки фазанинг изоляциясини ўлчашдан иборат.

КП узгични улаш 175 А номинал токли мойга ботирилган иккита нормал очик контактлари бўлган электромагнит контактор бажаради. Электр бурғу тармоққа уланганда икки фазаси контакторнинг электромагнит чулғамлари орқали уланади ва учинчи фазаси бурғулаш қувурлари орқали мотор статор чулғамининг бир фазасига уланади.

Электр бурғу моторининг тармоққа уланиши, комплект тақсимловчида ўрнатилган юқори кучланишли узгич У билан автоматик мойли узгич А ни улаш билан бошланади. Бу амал натижасида электр юритманинг куч ва бошқариш занжирларига кучланиш берилади ва шунингдек линия контактори ғалтаклари занжиридаги КСА – А ва КСА – Р контактлар уланади.

Бошқариш занжирига кучланиш берилиши натижасида тўғирлагич Т дан таъминланадиган РП2, РВ1 ва РВ2 релеларнинг чулғамларидан ўзгармас ток ўтади. Контакт Л ва вақт релеси РВ4 ғалтаклари уланган занжиридаги бу релеларнинг нормал очик контактлари ёпилади. Контакт Л ғалтаги уланган занжирдаги РВ4 реленинг ёпувчи контакти ҳам ёпилади. РС2 ва РС3 сигнал релелари ва контакт К занжиридаги РВ1, РВ2 ва РВ3 релеларнинг нормал нормал ёпик контактлари очилади.

«Ишга тушириш» тугмачаси босилганида контакт Л нинг электр бурғу мотори ЭБ нинг таъминот занжиридаги бош контактлари ёпилади ва ш у билан бирга КП нинг ғалтаги занжирдан ҳам ток ўтади. КП ўз навбатида мотор чулғами фазаларидан бирини қувурга улайди.

Контакт Л нинг уланиши унинг очик контактларини ёпишга ва ёпик контактларининг очилишига олиб келади. Бу эса ўз навбатида РВ3 реле ғалтагини токсизланишга олиб келади ва у маълум вақт ўтказиб ўзининг контакт К ғалтаги занжиридаги очувчи контактини ёпади ҳамда РВ4 вақт релели ғалтаги занжиридаги ўзининг ёпувчи контактини очади. Шундай қилиб, Л контакт улангандан сўнг маълум вақтдан кейингина контакт К нинг ғалтаги тармоққа уланади ва электр бурғу мотори ерга уланган фазаси занжирини улайди.

Агар электр бурғу моторини ишга тушириш нормал шароитда кечса. У ҳолда «Ишга тушириш» тугмачаси ва РВ4 нинг контакти Л ва К контакторларининг ёрдамчи контактлари билан шунтланиб қолади. Электр бурғу моторини ўчириш учун «Тўхтатиш» тугмачасини босиш керак, у ҳолда Л контакт ғалтаги занжири узилади.

Электр бурғу моторини бошқариш схемасида қисқа туташувлардан ҳимоялаш учун РМ1 ва РМ2 максимал ток релелари ва ўта юкланишлардан ҳимоялаш учун эса РМП релеси қўлланилган.

Электр бурғу моторининг кучланиш, токи ва истеъмол қилаётган қуввати электр ўлчов асбоблари ёрдамида назорат қилиб борилади.

Электр бурғу билан чуқур қудуқларни бурғулашда тушириш – кўтариш амалларини бажаришга кўп вақт келишини ҳисобга олган ҳолда бурғулаш тезлигини камайтириш керак бўлади. Масалан, чуқурлиги 4000 метр бўлган бурғулаш қудуғининг ичида ҳаракатланаётган искананинг айланиш тезлигини 680 дан 375 айл/мин гача камайтириш искананинг қудуқ ичида



«Генератор – ўзгармас ток мотори» тизими ёрдамида синхрон генератор СГ нинг статор чулғамида частотаси 20 дан 50 Гц гача ростланадиган ўзгарувчан ток кучланиши ҳосил қилинади. Частотани ростлаш частота ростлагич ЧР ёрдамида генератор Г ва ўзгармас ток мотори М ларнинг кўзғатиш чулғамлари тоқларига таъсир этилиб ростланади.

Автоматик ростлагич тизими ЭБ моторининг кучланишини берилган қийматида автоматик ўзгармасдан ушлаб туриш вазифасини бажаради. Керакли кучланиш қиймати кучланиш бўйича вазифаловчи қурилма ВҚ орқали танланади. Электр бурғу ЭБ мотори статори фазаси чулғамидаги кучланиш ва юкланиш тоқи ўлчов ўзгарткичлари бўлган ўлчов кучланиш трансформатори ЎКТ ва ўлчов ток трансформатори ЎТТ лардан тесқари боғланиш қурилмаси ТБ га берилади. ТБ да ҳосил қилинган сигнал ВҚ даги сигнал билан солиштирлади ва айирмаси ярим ўтказгичли кучайтиргич ЯК да керакли қийматгача кучайтирилади. Магнит кучайтиргич МК нинг чиқиш қисми синхрон генератор СГ ни кўзғатувчи ўзгармас ток генераторининг (29 кВт, 84 В, 1460 айл/мин) кўзғатиш чулғамини ўзгармас ток кучланиши билан таъминлайди.

Электр бурғу мотори тезлигини ростлашда ярим ўтказгичли частота ўзгарткичларни қўллаш бурғулаш жараёнининг техник – иқтисодий кўрсаткичларини оширишга олиб келади.

#### **4.6. ИСКАНАНИ УЗАТИШ АВТОМАТИК РОСТЛАГИЧЛАРИ**

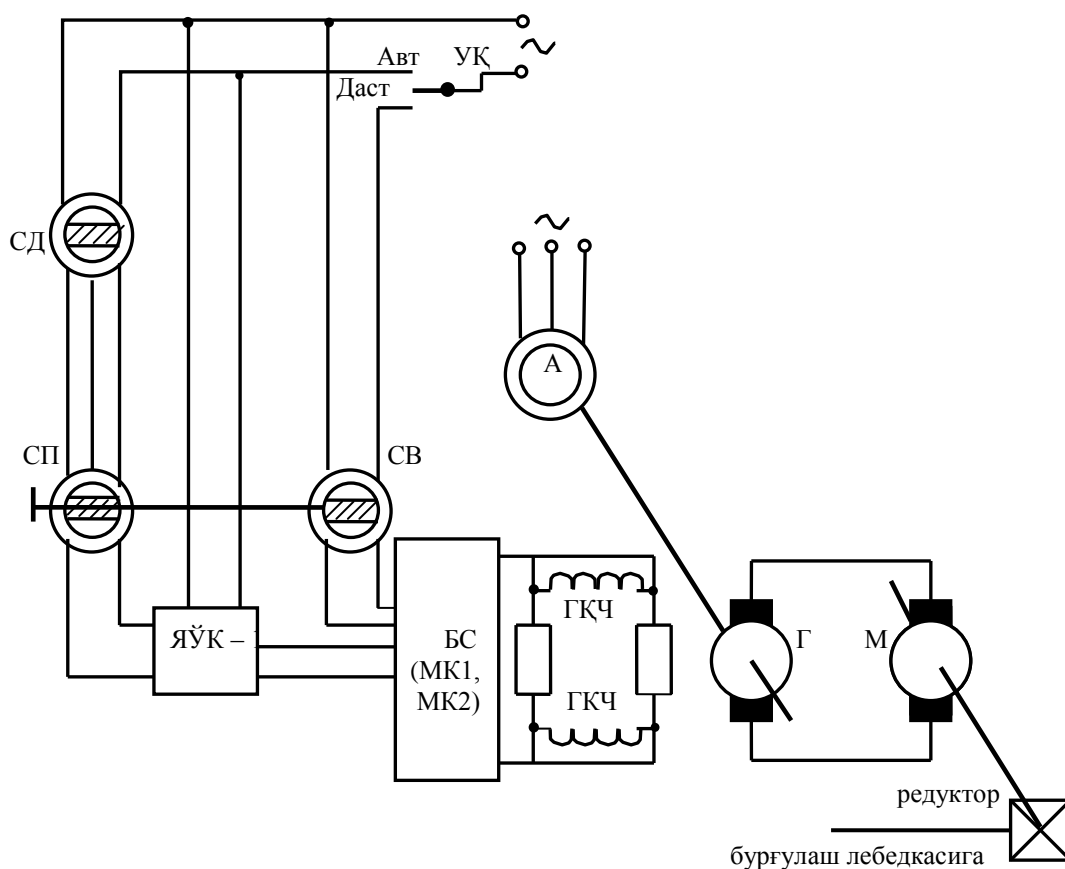
Исканани узатиш дейилганида, ер қатламини тешиш жараёнида, бурғулаш қувурлари тўпламини энг юқори нуқтадан кетма – кетликда тушириш тушунилади. Бурғулашнинг турғун иш режимида, исканани узатиш тезлиги ер қатламини бурғулаш тезлигига тенг бўлиши керак. Агар искананинг узатиш тезлиги буруғулаш тезлигидан катта бўлса, у ҳолда қудук ичида юкланиш ошиб кетади, қудук деворларида учқунланишлар юзага келиши мумкин ёки бурғулаш қувурларнинг ишдан чиқишига олиб келади. Агар искананинг узатиш тезлиги буруғулаш тезлигидан кичик бўлса, у ҳолда қудук ичида юкланиш камая боради, бу эса бурғулаш тезлигининг камайишига олиб келади.

Бурғуловчи, кўрсатувчи ўлчов асбоблар (бурғу мотори статори чулғамидаги амперметр ва оғирлик индикатори) ёрдамида, исканани узатишни дастаки бошқарганида, даврий равишда лебедка барабанини тўхтатиб исканани узатишни амалга ошириб боришига тўғри келади. Бундай усулда исканани узатишни бир маромда ва силлиқ амалга ошириш жуда қийин. Искана узатиш жараёнини автоматлаштириш бу камчиликларни бартараф қилишга олиб келади.

Ҳозирги пайтда, исканани узатишнинг турли автоматик ростлагич схемалари қўлланилади. Узатиш автоматик ростлагичининг ўрнатиладиган жойига қараб ер усти ва ер ости турларига бўлинади. Ер устига

ўрнатиладиган узатиш ростлагичлари конструктив жиҳатдан электр машинали, гидравлик ва фрикцион турларга бўлинади.

4.7 – расмда қувур билан ва роторли бурғулаш иш режимларини таъминловчи РПДЭ – 3 автоматик ростлагичнинг соддалаштирилган электр схемаси келтирилган. Бу ростлагич серияли ишлаб чиқарилаётган бурғулаш қурилмаларининг ҳаммасида қўлланилади. Бу ростлагич искана учун берилган юкланишли иш режимини таъминлайди – асосий режим; асбобни кўтариш ёки тушириш тезликлари қийматларини берилган қийматда ушлаб туриш – ёрдамчи режим.



4.7 – расм. РПДЭ – 3 ростлагичнинг соддалаштирилган электр схемаси

Ростлагич қуйидаги асосий қисмлардан иборат:

кўтариш арқонининг қўзғалмас қисмда ўрнатилган ва илгакдаги юкни ўлчашга хизмат қилувчи рессорли оғирлик ўлчов ўзгарткичи (датчиги) ДВР – 2б; ўлчов ўзгарткич рессор ва селсин СД дан ташкил топган;

кабул қилувчи селсин (селсин – приемник) СП оғирликни белгиловчи ва тезликни белгиловчи вазифаловчи селсин СВ лардан иборат оғирлик ва тезлик белгиловчи бўғин; ҳар иккала селсинлар тишли узатма орқали умумий бошқариш дастаки билан бириккан; бошқариш дастаги вауниверсал қайта улагич УҚ ростлагичнинг бошқариш пултига ўрнатилган;

реверсив магнит кучайтиргич МК1 ва МК2 лар ҳамда ярим ўтказгичли фаза сезгирли кучайтиргич ЯЎК – 1ларни бошқаришга хизмат қилувчи бошқариш станцияси БС; бу магнит кучайтиргичлар бошқарув сигналларини кучайтириш (кучайтиргич генератор Г нинг қўзғатиш чулғами ГҚЧ ни таъминлайди) ва шунингдек ярим ўтказгичли фаза сезгирли кучайтиргич ЯЎК – 1 бошқарув сигналларини бирламчи кучайтириш учун хизмат қилади;

«генератор – ўзгармас ток мотори» тизими ўзгармас ток генератори Г ва унинг якорини ҳаракатлантирувчи асинхрон мотор А ҳамда ўзгармас ток мотори М дан ташкил топган;

куч бўғини, ўзгармас ток мотори вали червякли – цилиндрли редуктор билан боғланган ва редукторнинг чиқиш вали лебедка барабанига уланган; ўзгармас ток мотори валига шунингдек вентилятор, тахогенератор ҳамда электромагнит тормозлаш қурилмаси маҳкамланган.

Электр бурғули бурғулаш қурилмаларида исканани узатишни автоматлаштириш учун АВТ1 ва АВТ2 ростлагичлар қўланилади. Бу ростлагичларнинг асосини «генератор – ўзгармас ток мотори» тизими ташкил этади.

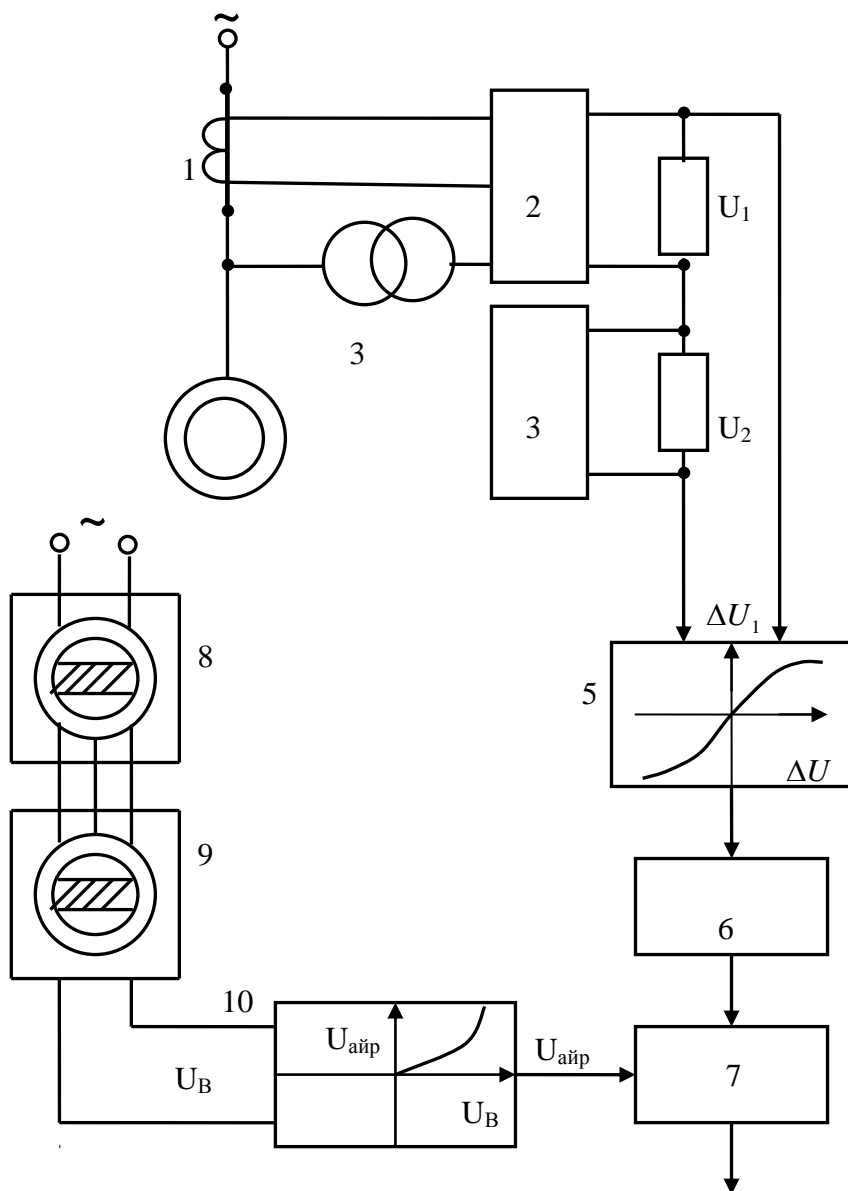
АВТ1 ростлагич схемасида исканани узатиш искананинг юкланиш функцияси ва электр бурғу мотори статорининг токи бўйича ростланади. АВТ1 ростлагичи шунингдек, асбобни кўтариш ёки узатиш тезлигини берилган тезликда ўзгартирмасдан ишлаш иш режимида ҳам ишлаши мумкин.

Бурғулашда кам энергия талаб этиладиган ҳолларда, электр бурғу асинхрон мотори статор токининг актив ташкил этувчисини ростланувчи кўрсаткич сифатида қараш мақсадга мувофиқдир. Шунинг учун, ростлагич АВТ2 нинг электр схемасида электр бурғу моторининг актив ташкил этувчисига пропорционал сигнални қабул қилувчи тугуни мавжуддир.

4.8 – расмда исканани узатишни автоматик ростловчи ростлагич АВТ2 схемаси тасвирланган. Мотор токи ва кучланишига пропорционал сигнал ўлчов ток 1 ва кучланиш 2 трансформаторлари орқали олиниб ўлчов ўзгарткичи 3 да мотор токининг актив ташкил этувчисига мос келувчи сигнал  $U_1$  шакллантирилади.  $U_1$  сигнал вазифаловчи 4 даги  $U_2$  билан солиштирилади ва уларнинг айирмаси чекловчи 5 орқали модулятор 6 га узатилади. Бу сигнал сумматор 7 нинг биринчи кириш қисмига берилади. Искананинг ўқи бўйича юкланишига монанд ўлчов ўзгарткичи 8 дан олинган сигнал вазифаловчи қурилма 9 даги ўрнатилган сигнал билан солиштирилади ва уларнинг айирмаси фаза сезгир кучайтиргич 10 да кучайтирилиб сумматорнинг иккинчи кириш қисмига юборилади. Сумматорнинг чиқиш қисмида ҳосил бўлган сигнал ростлагич РПДЭ – 3 нинг бирламчи кучайтиргичининг кириш қисмига юборилади.

Бурғулаш катта солиштирма момент қийматларида олиб борилаётган бўлса ва электр бурғу мотори номинал юкланишга яқин юкланишда ишлаётган бўлса, у ҳолда сигнал  $U_B$  нинг фазаси  $U_{айр}$  ники каби бўлиб нолга тенг бўлади. Бу ҳолда искананинг ўқи бўйича юкланиши тўғрисидаги сигнал

скмматорга келмайди ва исканани узатиш фақат статор токининг актив ташкил этувчиси бўйичагина бошқарилади.



Ростлагич РПДЭ – 3 нинг  
бирламчи кучайтиргичига

4.8 – расм. Исканани узатишнинг автоматик ростлагичи АВТ2 нинг блок схемаси

Агар бурғулаш юкланиш моментининг унча катта бўлмаган қийматларида олиб борилса, у ҳолда статор токининг актив ташкил этувчисининг қийматинин билиш унча аҳамиятга эга бўлмай қолади ва ростлагич искана ўқи бўйича юкланишни оширади. Статор токи актив ташкил этувчисининг қиймати чегараловчи 5 нинг чиқиш қисмидаги чегараланган қийматли сигналгача камайганда  $U_B$  сигнал қиймати ўзгармас бўлиши ва унинг ишораси исканани узатилишига мос бўлиши керак бўлади. Агар искана ўқи бўйича юкланиш белгиланган қийматига етса, фаза сезгирли

кучатригич 10 нинг чиқиш қисмида сигнал  $U_{\text{айр}}$  ҳосил бўлади ва бу сигнал ўқ бўйича юкланишнинг бундан буён ўсишига йўл қўймайди.

Бурғулаш қурилмаларида электромагнитли кукукли тормозлар (электромагнитные порошковые тормоза – ТЭП) қўлланилган бўлса, искананинг пассив ростлагичлари вазифасини бажаради. Бу электромагнит тормозлар ҳосил қиладиган тормозлаш моменти валнинг тезлигига эмас, балки қўзғатиш чулғами токи қийматигагина боғлиқдир.

Агар бурғулаш жараёнида искана ўқи бўйича маълум бир юкланиш ҳосил қилинган бўлса ва илгакдаги зўриқиш моменти тормоз моменти билан мувозанатлантирилса, лебедканинг барабани қўзғалмас ҳолатда бўлади.

Тормоз қўзғатиш токини маълум қийматга камйтириш натижасида лебедка барабанини секин ҳаракатга келтиришга эришилади. Искананинг ер қатламига чуқурроқ кириб бориши туфайли исканага таъсир этувчи юкланишнинг қиймати камайиб боради, барабан валидаги момент эса ошиб боради, пировардида унинг қиймати тормозлаш моменти қийматидан ошиб кетади ва асбобни силлиқ узатиш таъминланади.

#### **4.7. БУРҒУЛАШ ЛЕБЕДКАСИНИНГ ЭЛЕКТР ЮРИТМАСИ**

##### *Электр юритманинг қуввати ва тавсифи*

Бурғулаш қувурларини тўғридан – тўғри кўтариш ёки тушириш каби асосий амаллардан ташқари, лебедка ёрдамида қувурларни айлантириш ва бураш, уларни бир жойдан иккинчи жойга кўчириш ва уларни ўрнатиш, тўлдирилмаган элеваторни кўтариш ва тушириш, исканани қудуқ ичига йўналтириш ва бошқа бир қанча ёрдамчи амаллар ҳам бажарилади. Бу амалларни бажариш учун электр юритмаларнинг турлича қувват ва тавсифларга эга бўлиши талаб этилади. Ҳозирда ишлатилаётган бурғулаш қурилмаларидаги ёрдамчи механизмларнинг деярли ҳаммаси индивидуал электр юритмалар билан жиҳозланган. Электр юритмали лебедка бурғулаш қувурларини кўтариш ва тушириш амаларини бажариш учунгина ишлатилади. Қувурларни кўтариш учун электр моторлар қўлланилса, уларни туширишда ёрдамчи тормозлар ёки электр моторлардан фойдаланилади.

Бурғулаш қувурларини кўтариш алоҳида цикллардан иборат бўлиб, уларнинг сони шамлар сонига тенг бўлади. Бир цикл давомида қувур бир шам баландлигига (25 – 27 м) кўтарилади, сўнгра у айлантирилади, жойи ўзгартирилади ва ўрнатилади, шундан кейин цикл Яна бошқатдан қайтарилади. Шундай қилиб, қувурлар йиғмасининг кўтарилиб бориши натижасида уларнинг оғирлиги узлукли камайиб боради ва натижада электр юритма мотори валидаги статик момент қиймати ҳам камайиб боради.

Электр юритма моторида юкланиш моментидаги камайишига пропорционал тезликни ошириш амалга оширилса, яъни мотор валидаги

қувватни ўзгармас ҳолда ушлаб туриш лебедканинг иш унумини максимал қийматда бўлишига олиб келади.

Лебедка электр юритмаси моторлари сифатида асосан фаза роторли асинхрон моторлар ва синхрон моторлардан фойдаланилади. Қуввати 200 – 250 кВт гача бўлган моторларни 380, 500 ёки 600 В кучланишли турларини қўлаш мақсадга мувофиқдир. Қуввати 250 кВт дан юқори бўлган моторларнинг кучланиши 6000 В бўлган турларини қўлаш, оралик трансформаторларини қўлланмасликка олиб келади.

Замонавий бурғулаш қурилмаларида лебедка барабанинг тўхтатишда электромагнит тормозлар ишлатилади. Электромагнит тормозлар ҳосил қилинадиган тормозлаш моментининг қийматининг юқори бўлиши ва тормозлаш энергиясини текис тақсимланиши билан характерлидир.

### ***Электр моторлар ва уларни бошқариш станциялари***

БУ туридаги бурғулаш қурилмаларининг бурғулаш лебедкаси ва ротори электр юритмаларида алоҳида фаза роторли асинхрон моторлар қўлланилади. Бу моторлар иситилмайдиган нормал муҳитли, ўраб турган ҳавонинг ҳарорати  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ , нисбий намлик 90% (ҳарорат  $20^{\circ}\text{C}$ ) бўлган хоналарда ишлатишга мўлжалланган.

Бу моторлар изоляцияси намликка чидамли сачрашдан ҳимояланган, горизонтал ўзини совитувчи тизимли қилиб ясалган. Дала шароитида монтаж қилиш ва бир жойдан иккинчи жойга кўчиришга мўлжалланган. Статор ва ротор чулғамлари «юлдузча» усулида уланган.

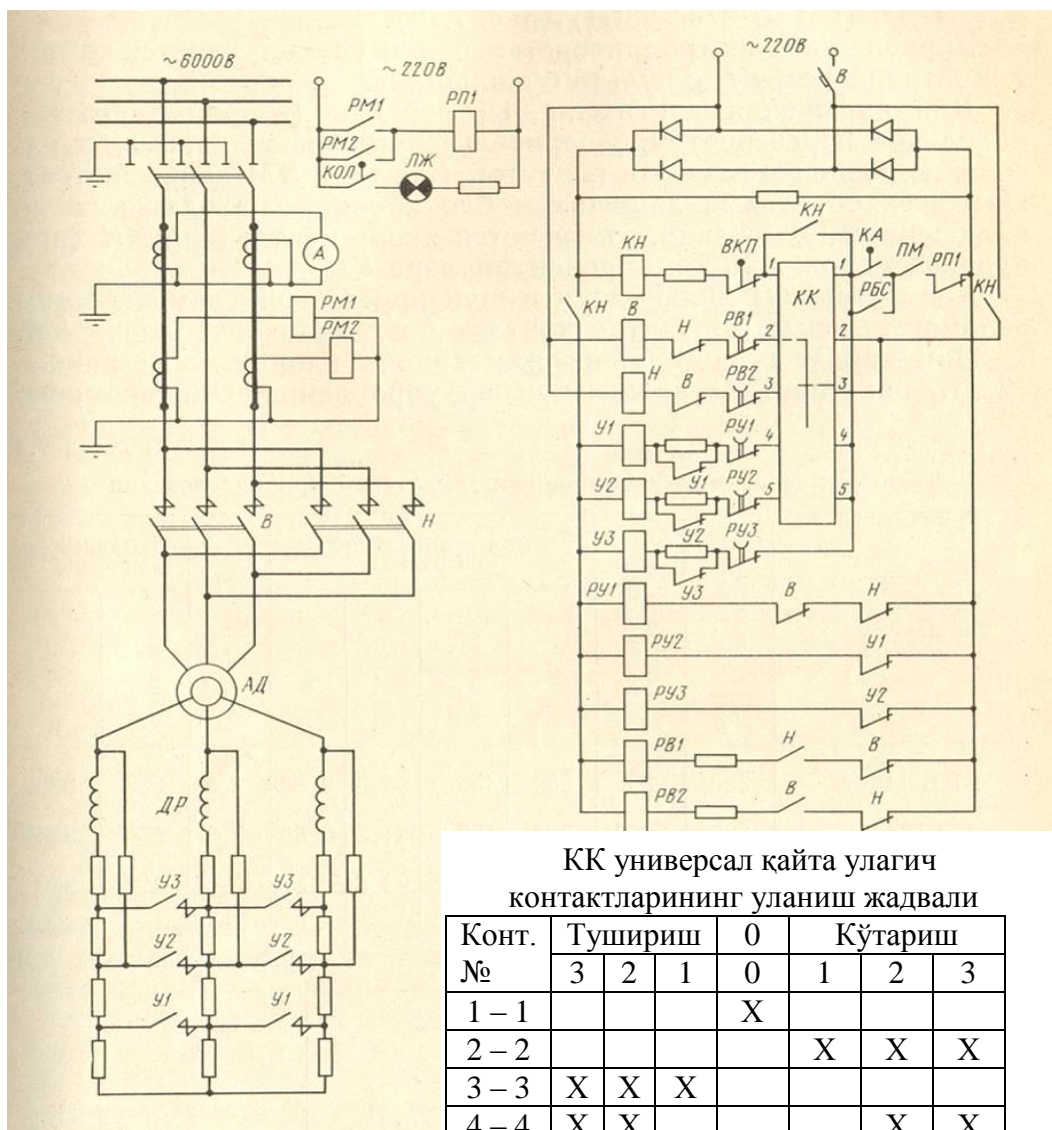
Лебедка электр юритмаси моторларининг асосий техник кўрсаткичлари 4.5 – жадвалда келтирилган.

СБ турдаги магнит станциялари лебедка ва ротор электр юритмаларини бошқаришда қўлланилади. Бу магнит станцияларида электр моторни контакторли ишга тушириш поғоналарини камайтириш мақсадида дроссели ишга тушириш усули қўлланилган. Мисол тариқасида бурғулаш лебедкаси қурилмаси моторини бошқаришнинг СБ – 64 – 500 (ШГШ – 6704 – 58Б1) маркали бошқариш станцияли бошқарилиши схемасини кўриб чиқамиз (3.9 – расм).

Лебедка электр юритмасини бошқариш бурғуловчи пултига ўрнатилган команда контроллер КК орқали амалга оширилади.

Лебедканинг мотори А ни ишга тушириш учун (иккинчи мотор захирада туради) аввал редукторга мой узатадиган насос мотори ишга туширилади (ПМ контакт ёпилади). Бошқа ҳамма ҳимоялаш ва блокировкалашларда, яъни уларнинг контактлари уланган ҳолатда, контактор КН нинг яқори тортилган бўлади (команда контроллер КК нол ҳолатда бўлганида).

Контактор КН ғалтаги тармоққа уланади ва у ўзининг ёрдамчи контакти билан КК нинг контакти 1 ни шунтлайди.



4.9 – расм. Бурғулаш лебедкаси моторини СБ – 64 – 500 (ШГШ – 6704 – 58Б1) маркали бошқариш станцияли бошқаришнинг электр схемаси

КН ишга тушганидан сўнг бошқариш занжирига 170 В кучланишли тўғирланган ўзгармас ток кучланиш берилади. КН нинг ишга тушиши билан бир пайтда реверсив контакторлар В ва Н ни ишга туширишга тайёрлайди. Бу контакторларнинг занжирларида вақт релелари РВ1 ва РВ2 нинг ёпувчи контактлари жойлашган. Бу релелар ёйли блокировка ни амалга ошириб бу контакторларни бир пайтда уланишига йўл қўймайди.

Мотор вақт функцияси бўйича тўртта поғонада ишга туширилади. КК дастагини ўнг тарафдаги учинчи холатга бурганимизда контактор В уланади, мотор А ишга туширилади ва В нинг очувчи контакти РУ1 ғалтакли занжирни узади. Ўрнатилган маълум вақт оралиғидан сўнг РУ1 ўча туриб, контактор У1 ғалтаги занжирини улайди. Контакт У1 асинхрон мотор ротори занжирдаги резисторларнинг биринчи поғонасини улайди ва ўзининг узувчи ёрдамчи контактлари билан реле РУ2 ғалтакли занжирни

узади. Бу реле эса ўрнатилган маълум вақтдан сўнг очувчи ёрдамчи контактини ёпади ва У2 ғалтагили занжирни улайди. Контакт У2 резисторларнинг иккинчи поғонасини узади ва РУ3 ғалагили занжирни узади; ўрнатилган маълум вақтдан сўнг контакт У3 уланади ва резисторларнинг учинчи поғонаси узилади.

4.5 – жадвал

Мотор маркаси	Номинал қуввати, кВт	Номинал кучланиши, В	Номинал юкланишда				$\lambda = \frac{M_{\max}}{M_H}$	Роторнинг кўрсаткичлари		Инерция моменти, кгм <sup>2</sup>	Оғирлиги, кг
			айланиш тезлиги, айл/мин	Статор токи кучи, А	ФИК, %	$\cos \varphi$		кучланиши, В	ток, А		
АКБ–114–6	320	500	980	455	92,5	0,88	2,5	608	328	2,25	2150
АКЗ–12–39–6	320	6000	985	37,5	91,5	0,88	2,3	560	355	4	2810
АУБ–13–62–8	500	6000	740	59	93,5	0,87	2,5	870	350	10,7	4820

Резисторларнинг биринчи ва иккинчи поғоналарининг узоқроқ уланиб турилиши ва моторнинг паст тезликларда ҳам ишлаши мумкин. Бунинг учун КК нинг бошқариш дастаги биринчи ёки иккинчи холатида ўзгартирилмай колдирилади ва У1 ва У2 занжирлар узилган холатда бўлади.

Кинематик узатмаларга зарбли юкланишларнинг таъсирини камайтириш мақсадида схемада моторни кичик қийматли моментли ишга тушириш поғонаси ҳам мавжуд.

Гарчи контакторлар сони чекланган бўлса ҳам электр юритма механик тавсифининг бикрлиги юқори ва бу юритманинг ишончли ишлаши даражасини оширади. Механик тавсифнинг талаб этиладиган кўринишда бўлиши ротор занжирига кўшимча резисторлар ва дроссел уланиши билан таъминланади.

Лебедка моторини бошқариш схемасида қуйидаги асосий ҳимоялаш ва блокировкалашлар қўлланилган:

ҳимоялаш ишга тушгандан сўнг асинхрон моторнинг ўз – ўзидан ишга тушишидан сақлайдиган нол блокировка (контактор КН);

ўта юкланишдан ҳимояловчи максимал ток релелари РМ1 ва РМ2;

мой насоси ишламаётганида лебедка моторини ишлашига йўл қўйилмайди (мой насоси моторининг магнитли юриткичи ПМ нинг ёрдамчи контакти);

кўтариш тизими АСП – 3 кўтариш қисмининг ишдан чиқишига йўл қўймайдиган блокировка;

лебедка мотори ва лебедка барабанига узатиш ростлагичининг бир пайтда уланишига йўл қўймайдиган блокировка;  
кўтариш блокининг кронблокига бўладиган зарблардан ҳимоялаш.

### *Электромагнитли ва тормозли электр юритмалар*

Электромагнит муфталарнинг лебедка электр юритмаларида қўлланилиши, электр юритмаларни силлиқ ва интенсив ишга тушириш имконини беради. Бундан ташқари, электр юритма схемасини соддалаштиришга ва нисбатан фойдаланишга қулай бўлган ротори қисқа туташтирилган асинхрон мотор ва синхрон моторларни қўллаш имконини беради. Лебедканинг электромагнит муфтали электр юритмалари электр жиҳозларнинг ишлаши ишончилигини сезиларли даражада оширади, ишлаш шароитини яхшилайти ва моторлар қувватидан максимал фойдаланиш имконини беради. Бу эса ўз навбатида бурғулаш қурилмаси иш унумининг ошишига олиб келади.

Лебедка электр юритмасида электромагнит муфта мотор билан трансмиссия орлиғига ўрнатилади. Мотор тушириш ва кўтариш амалларини бажараётганида тезлиги ўзгармас бўлиб, табиий механик тавсифда ишлайди.

Лебедка электр юритмасининг ишга туширилиши электромагнит муфтанинг кўзғатиш чулғамига ток бериш билан бошланади. Бошқариш тизими автоматик ёки ярим автоматик бажарилиши мумкин. Зарур динамик тавсифни шакллантириш кўзғатиш токини ростлаб амалга оширилади.

Электромагнит муфтали электр юритма асбобни кўтаришдаги механик кўтариш тизими тросидаги тарангликдан то бурғулаш қувурларини берилган баландликка кўтариш, юритма моторларини тўлиқ юкланишгача юклаш ва улар орасида юкланишни ўзаро бир текис тақсимлаш каби амалларининг узлуксиз бажарилишини таъминлайди.

Бурғулаш лебедкаларида ёрдамчи тормозлар сифатида гидравлик ва электр тормозлар қўлланилади. Баъзи ҳолларда, лебедканинг юритма моторлари ҳам тормозловчи восита сифатида ишлатилади. Бурғулаш лебедкаларида ёрдамчи тормозлаш қурилмалари сифатида электромагнит тормозларни қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Электромагнит индукцион ва кукукли тормозларда тормозлаш энергиясининг ҳаммаси иссиқликка ўзгаради ва уни узатиш учун сувли ёки ҳаволи совитиш усуллари қўлланилади. Конструкциясининг соддалиги, фаза чулғамларининг йўқлиги, тормозлаш моментини бошқаришнинг силиқлиги, қулайлиги ва бошқарилишининг осонлигини ҳисобга олган ҳолда электромагнит тормозлар бурғулаш лебедкалари учун энг истиқболли тормоз тури эканлигига ишонч ҳосил қилиш мумкин.

Электромагнит тормозлар одатда барабан вали билан шинали пневматик муфта воситасида бириктирилади. Сув билан совитиш тизими бурғулаш майдончаси ёнида ёки ташқарисида жойлаштирилади. Электромагнит тормозни бошқариш станцияси қулай бўлган жойга ўрнатиш мумкин. Тормозни бошқариш бурғулаш пултидан бошқарилади.

Асбобни қудуқ ичига тушириб боришда тормозлаш жараёнини бошқариш, электромагнит тормози қўзғатиш чулғамининг токини ўзгартириб бошқарилади. Бошқариш тизими электромагнит муфталарни бошқариш каби автоматик ёки ярим автоматик усулда амалга ошириллади.

Электромагнит тормозларнинг асосий афзаллиги тормозлаш моментини кенг ораликда ростлаш имконияти борлиги ва шунингдек тормозлаш жараёнини нисбатан осон автоматлаштириш мумкинлигидир.

Бурғулаш лебедкалари механизмларида кенг қўлланиладиган электромагнит муфта ва тормозларнинг асосий техник кўрсаткичлари 4.6 – жадвалда келтирилган.

4.6 – жадвал

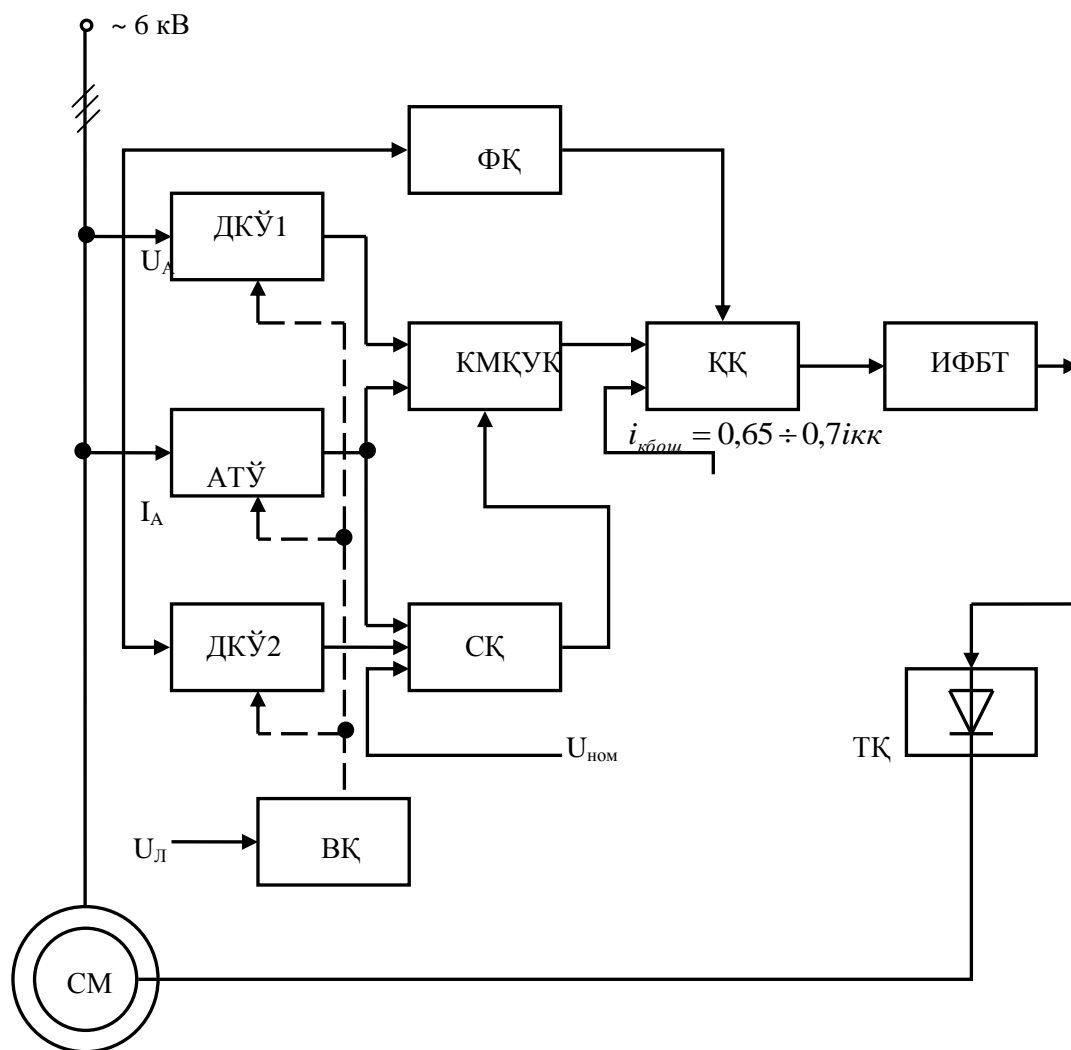
Тури	$M_n$ , кНм	$M_{max}$ , кНм	$n_n$ , мин	$P_{кўз}$ , кВт	Оғирлиги, кг	Инерция моменти, кгм <sup>2</sup>
ЭМС – 750	7,5	16,0	750	4,0	3400	7,75
ИЭМ – 630	6,3	12,6	750	4,2	2400	6,7
ИЭМ – 800	8,0	16,0	750	5,4	2900	8,4
ЭМТ – 4500	45,0	60,0	500	16,25	6000	26,0
ИЭТ - 4500	45,0	65,0	500	8,8	6000	26,0

Масалан, БУ – 2500 БрЭ турдаги бурғулаш қурилмаси механизмлари электр юоритмаларини бошқаришда электромагнит муфта ва тормозлар қўлланилади. Бу қурилмада бурғулаш лебедкасининг электр юоритмаси СДЗБ– 42 – 8 маргадаги синхрон мотор (450 кВт, 6 кВ, 750 айл/мин) асосида бажарилган. Бу моторнинг вали трансмиссия била механик боғланган, трансмиссиядан ҳаракат ЭМС – 750 ёки ИЭМ – 800 электромагнит сирпаниш муфталари орқали роторга узатилади. Синхрон моторнинг ва электромагнит сирпаниш муфталарининг қўзғатиш тоқлари алоҳида ростлагичлар ёрдамида ростланади.

Синхрон мотор қўзғатиш токини автоматик ростлаш схемаси 4.10 – расмда келтирилган. Синхрон мотор СМ нинг қўзғатиш токини автоматик ростагич кучланиш қийматининг  $0,8 U_{ном}$  га пасайганида қўзғатиш токини икки марта ошишини таъминлайди. Қўзғатиш токини ростлаш статор тоқининг актив ташкил этувчисининг ўзгариши асосида олиб борилади.

Автоматик ростлагичнинг кириш қурилмалари дискрет кучланиш ўлчов ўзгарткичлари ДКЎ1, ДКЎ2 ва актив ток ўлчов ўзгарткичи АТЎ лардир. Ўлчов ўзгарткичлари қуйидаги принципа ишлайди. Ўлчов трансформаторидан олинаётган фаза кучланиши  $U_A$  (кучланиш ўзлов ўзгарткичлари учун) ёки моторнинг А фазасига уланган ток трансформаторидан олинандиган ток (актив ток ўлчов ўзгарткичи учун) икки ярим даврли тўғирлагичда тўғирланади ва 100 Гц частота билан даврий

очилувчи транзисторли калит орқали эслаб қолувчи конденсаторга узатилади. Дискрет ўлчов ўзгарткичларнинг ишлаши учун вазифаловчи қурилма ВҚ орқали линия кучланиши  $U_L$  ни қисқа импульс кўринишига келтирилиб бошқарув сигнали ҳосил қилинади ва бу сигнал билан 100 – 150 мкс ларда калит режимида ишлайдиган транзисторлар очилади. Линия кучланиши  $U_L$  ва фаза кучланиши  $U_A$  ларнинг векторлари орасидаги бурчак  $90^\circ$  бўлгани учун калитнинг очилиш momentiда эслаб қолувчи конденсатор фаза кучланиши  $U_A$  нинг амплитуда қийматига уланган бўлади, актив ток ўлчов ўзгарткичи АТЎ қўлланилганда эса СМ статор токининг актив ташкил этувчисига пропорционал бўлган куланишга уланган бўлади. Эслаб қолувчи конденсаторда қайд қилинган кучланиш то калитнинг кейинги ишлаши давригача қайд этиб тураберади.

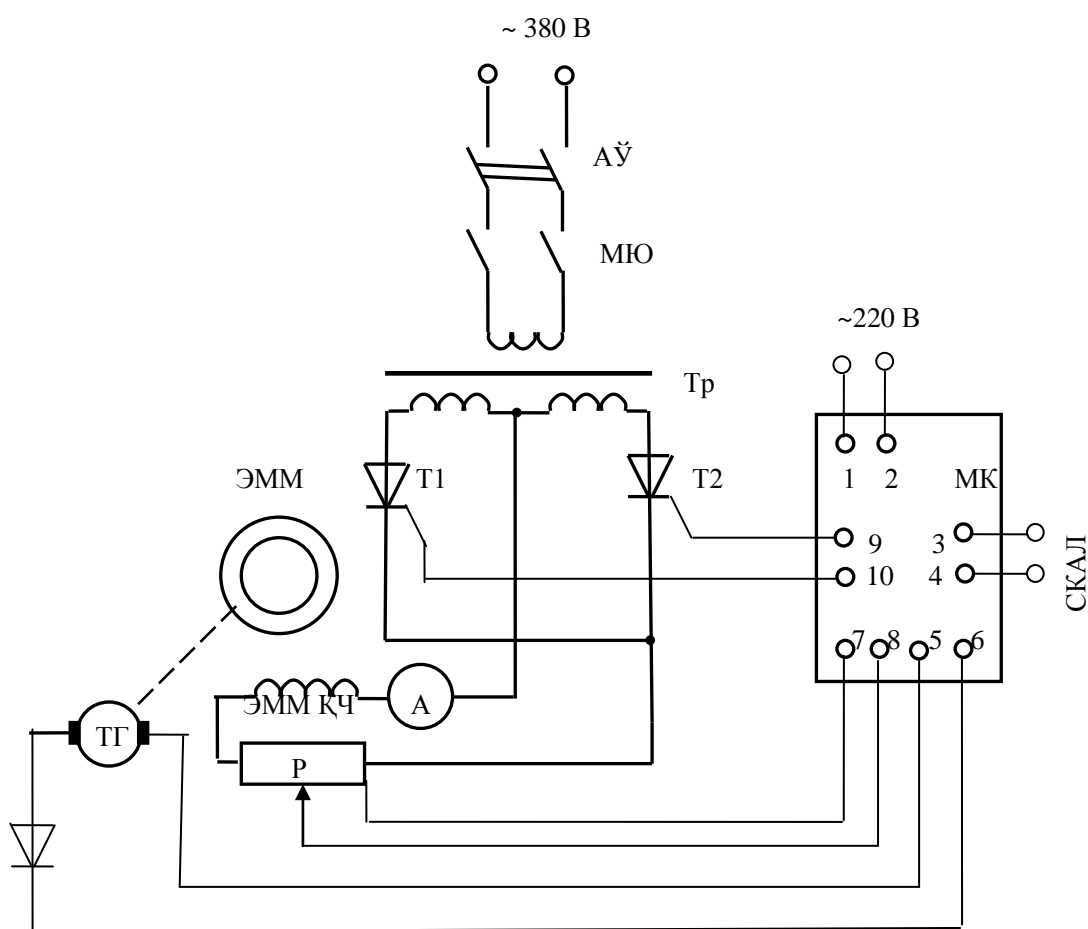


4.10 – расм. Бурғулаш лебедкаси синхрон мотори қўзғатиш токини бошқаришнинг таркибий схемаси

СМ қўзғатиш токининг қиймати тармоқ кучланиши ва реал юкланиш токи қийматларига боғлиқ равишда ростланади. Бундай қўзғатиш токини ростлашнинг қонунияти каналларни мантиқий қайта улаш қурилмаси КМҚУҚ да шаклланади. ҚҚ сининг чиқиш қисмидаги сигналнинг қиймати

тармоқ кучланиши ва СМ валидаги юкланишнинг қийматларига боғлиқ. ҚҚ нинг чиқишидаги сигналнинг қийматига мос равишда импульс фазали бошқариш тизими ИФБТ нинг чиқиш қисмида тиристорли қўзғатиш ТҚ нинг тиристорларини очиш учун импульслар шаклланади ва натижада зарур бўлган қўзғатиш токи қиймати ҳосил қилинади.

Агар тармоқ кучланиши қиймати белгиланган минимал даражадан кам бўлса, у ҳолда ДКЎ1 ўлчов ўзгарткичи ишга тушади ва қисқа муддатга қўзғатиш токи ФҚ ёрдамида оширилади. Агар тармоқ кучланиши қиймати номиналдан кичик, аммо қўзғатиш токи оширилаётган пайтдагидан катта бўлса, у ҳолда тармоқ кучланиши қийматини ўзгармас ҳолда ушлаб туриш амали бажарилади. Бу ҳолда, кучланиш пасайиши вақти давомийлини ҳисобга олган ҳолда, қўзғатиш токи қийматини номиналга тенг қилиб ушлаб турилади.



4.11 расм. Электромагнит муфтанинг қўзғалишини соддалаштирилган бошқариш схемаси

Тармоқ кучланиши қиймати номиналдан катта бўлган ҳолатда ДКЎ2 ўлчов ўзгарткичи солиштириш қурилмаси СҚ орқали КМҚУҚ га таъсир этади ва мотор токининг актив ташкил этувчиси бўйича қўзғатиш токини ростлаш жараёни бошланади. Тармоқ кучланиши қиймати номинал қийматидан катта бўлгани учун СҚ КМҚУҚ га қўзғатиш токини статор токининг актив ташкил этувчиси бўйича ростлаш учун сигнал беради (АТЎ – КМҚУҚ – ҚҚ канали бўйича). Бу ҳолда, қўзғатиш токи қиймати юкланишга

боғлиқ бўлади ва АТЎ нинг керакли кучайтириш коэффицентини танлаш асосида лебедканинг синхрон моторли электр юритмасининг турғун иш режимида ишлаши таъминланади.

ЭМС – 750 маркали электромагнит муфтанинг кўзгатилишини бошқариш схемаси (4.11 – расм) синхрон мотор валига юкланиш моментини силлиқ қўйилишига ва лебедка барабанини керакли тезланиш билан ишга туширишни таъминлайди.

Электромагнит муфтанинг кўзгатиш чулғами ЭММ КЧ трансформатор Тр ва Т1 ва Т2 тиристорлардан иборат нореверсив тиристорли ўзгарткичдан таъминланади. Тиристорли ўзгарткич магнит юриткич МЮ ва автоматик узгич АУ орқали ўзгарувчан ток тармоғига уланган.

Тиристорларнинг очилишини бошқариш магнит кучайтиргич МК орқали амалга оширилади. Тиристорларни бошқариш сигнали, тезлик бўйича тескари боғланиш занжиридаги тахогенератори ТГ дан олинадиган ва кўзгатиш токи бўйича тескари боғланиш занжиридаги резистор Р дан олинадиган сигналлар асосида ҳамда селсин командааппарат СКАЛ дан олинадиган сигналлар асосида шаклланади.

Лебедканинг ёрдамчи тормози сифатида ТЭП – 4500 марокали кукунли электромагнит тормоз ишлатилади ва бу тормоз шунингдек исканани узатувчи автоматик ростлагич вазифасини ҳам бажаради.

#### **4.8. БУРҒУЛАШ НАСОСЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРИ**

##### ***Бурғулаш насосларининг тавсифлари ва қуввати***

Бурғулаш насослари кудуқ ичиини тозалаш ва ювиш учун суюқликларнинг айланма ҳаракатини ҳосил қилишга ва турбина усули билан бурғулашда турбина энергиясини узатиш учун хизмат қилади. Бурғулашда асосан поршенли насослар қўлланилади.

Бурғулашнинг бошланғич босқичида насос ғосил қиладиган босим кучи катта эмас. Кудуқнинг чуқурлиги ошиб борган сари қувурларнинг гидравлик қаршилиги ошиб бориши билан бир қаторда насоснинг чиқиш қисмида босим кучи ҳам ошиб боради. Бу босим кучи насос конструктив қисмларининг мустаҳкамлиги даражаси билан чегараланади. Шунинг учун, кудуқнинг маълум бир чуқурлигидан бошлаб насосдан чиқаётган суюқлик миқдорини чегаралашга тўғри келади. Бу чеклаш тезлиги ростланмайдиган насос электр юритмаларида насос цилиндрлик втулкасини алмаштириш билан қисман ҳал этилади, бироқ бундай усулда насос иш унумдорлигини ростлашда мотордан қуввати бўйича тўлиқ фойдаланилмайди ва унинг энергетик кўрсаткичлари паст бўлади. Бу масалани ҳал қилишнинг энг самарали цўли тезлиги ростланадиган электр юритмалардан фойдаланишдир.

Турбинали бурғулашда искана айланиш тезлиги ва искана берилаётган ўртача қувватнинг ошиши билан бурғулаш тезлиги ҳам ошиб боради.

Бурғулаш мураккаб шароитларда олиб борилаётганда насоснинг иш унумдорлигини ростлаб боришга тўғри келади. Шунинг учун ҳам бурғулаш насосларида тезлиги ростланадиган электр юритмаларни қўллаш мақсадга мувофиқдир. Бурғулаш насоси валидаги юкланиш моментининг ўзгармас қийматида ёки бурғулаш қурилмаси гидравлик тизимидаги босимнинг рухсат этилган қийматларида насоснинг тезлигини ростлаш маъқулдир.

Ҳозирги пайтда бурғулаш насосларида асосан тезлиги ростланмайдиган синхрон моторли электр юритмалар қўлланилади. Ярим ўтказгичлар ва улар асосидаги ўзгарувчан ток ўзгарткичлари асосида тезлиги ростланадиган ўзгарувчан ток электр юритмаларини қўллаш катта иқтисодий самара беради.

Бурғулаш насосларининг электр юритмаларида фаза роторли асинхрон моторлардан фойдаланиш, уларнинг тезлигини номиналдан пастга қараб ростлаш имконини беради. Тезликни ростлаш жараёнида қувват исрофини камайтириш мақсадида мотор тезлиги электр каскад схемасида амалга оширилади ва шунингдек тезлиги частотани ўзгартириб бошқариладиган асинхрон электр юритмалар ҳам қўлланилади.

Насоснинг иш режими узлуксиз бўлгани учун ҳам насос моторининг қуввати статик юкланиш қувватидан кўпи билан 20% га ортиқ қилиб танланади. Моторнинг номинал кучланиши электр тармоғи кучланишига мос бўлиши керак (6 кВ ёки 10 кВ). Моторнинг айланиш тезлиги насоснинг кинематик схемаси ва тасмали узатма кўрсаткичлари асосида танланади; амалдаги поршенли насосларда тезлик 750 айл/мин ни ташкил этади.

### ***Электр моторлар ва уларни бошқариш станциялари***

Серия бўйича ишлаб чиқарилаётган бурғулаш қурилмалари насос қурилмаларининг электр юритмаларида алоҳида синхрон моторлар қўлланилади. Бу моторлар иситилмайдиган нормал муҳитли, ўраб турган ҳавонинг ҳарорати  $\pm 40^{\circ}\text{C}$ , нисбий намлик 90% (ҳарорат  $20^{\circ}\text{C}$ ) бўлган хоналарда ишлатишга мўлжалланган.

Бу моторлар изоляцияси намликка чидамли сачрашдан ҳимояланган, горизонтал ўзини совитувчи тизимли қилиб ясалган. Дала шароитида монтаж қилиш ва бир жойдан иккинчи жойга кўчиришга мўлжалланган. Моторнинг корпусининг устки қисмига кўзғатувчи ўзгармас ток генератори ўрнатилган ва унинг вали тасмали узатма билан мотор вали билан механик боғланган. Моторнинг номинал кучланиши 6000 В ва номинал тезлиги 750 айл/мин ни ташкил этади.

Статор чулғами «юлдузча» усулида уланган. Аниқ кўринишли кутбга эга роторли синхрон моторларда ишга тушириш чулғами латун стержен тарзда кутб башмагида жойлаштирилган бўлади.

Насосларда қўлланиладиган синхрон моторларнинг асосий техник кўрсаткичлари 2.7 – жадвалда берилган.

Бурғулаш насослари синхрон моторларини бошқариш учун ПГА 7002 – 01А1 русумдаги бошқариш станциялари қўлланилади. Бу бошқариш

станцияси юқори кучланишли узгич, синхрон мотор статор чулғамини тармоққа уловчи юқори кучланишли контактор, статор чулғами фазаларида содир бўлиши мумкин бўлган ўта юкланиш токидан ҳимояловчи иккита максимал ток релелари, тўртта ўлчов ток трансформаторлари, иккита амперметр, юқори кучланишни ва кўзғатиш чулғамидаги паст кучланишни ўлчовчи иккита вольтметр, дастакли иккита қайта улагич, кўзғатиш токини ўзгартирувчи контактор ва релелар тизими каби ташкил этувчи элементлардан ташкил топган.

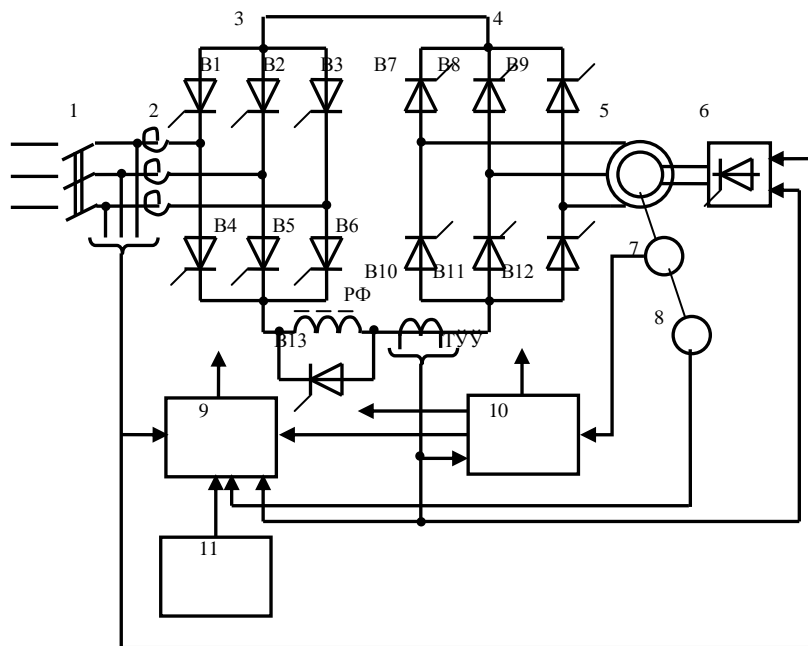
4.7 – жадвал

Мотор тури	Номинал қуввати, кВт	Номинал юкланишда			Номиналга нисбатан каррали				Оғир-лиги, кг
		статор токи кучи, А	ФИК, %	cos ϕ	ишга тушириш токи	ишга тушириш моменти	Кириш моменти	максимал моменти	
СДЗ–12–46–8А	320	36,7	94	0,9	5,5	1,3	1,2	1,8	3200
СДБ–13–42–8А	450	46,2	93	1,0	6,0	1,8	0,6	1,46	4050
СДЗБ–13–42–8	450	51,5	94	0,9	5,4	1,8	0,6	1,9	4050
СДЗ–13–52–8А	630	63,5	95	1,0	6,0	1,8	0,6	1,44	5420
СДБО–99/49–8/А2	630	71	94,5	0,9	6,9	1,8	0,6	2,2	5600
СДБ–14–46–8	850	96	94,5	0,9	5,5	0,87	0,79	2,2	6500

Бурғулаш насосининг тезлиги ростланадиган вентилли моторли электр юритма схемаси 4.12 – расмда келтирилган.

Бу электр юритмада ўзгармас ток бўғини бўлган тиристорли частота ўзгарткич синхрон мотор 5 нинг тезлигини ростлашда ишлатилади. Тезликни ростлаш диапазони 20 : 1 ни ташкил этади. Инверторни бошқаришда контактсиз ротор ҳолати ўлчов ўзгарткичи 7 ва статор чулғами учига уланган кучланиш ўлчов ўзгарткичи сигналларидан фойдаланилади. Тўғирланган кучланиш силиқловчи реактор РФ орқали инвертор 4 га узатилади. Инветорнинг тиристорлари уларни бошқариш тизими 10 сигналари билан очилади. Вентилли моторнинг кўзғатиш чулғами токи мотор 5 нинг юкланиш токига боғлиқ равишда кўзғатгич 6 да шаклланади.

7 – 10 км чуқурликдаги кудукларни бурғулашда У8 – 7 маркали бурғулаш насоси ишлатилади ва уларнинг электр юритмалари асосини П172 – 12к (950 кВт, 550 В, 750/900 айл/мин) маркадаги ўзгармас ток мотори ташкил этади.



4.12 – расм. Вентилли ўзгарувчан ток моторининг принципиал схемаси:

1 – автоматик ўчиргич, 2 – токни чекловчи реактор, 3 – ростланувчи тўғирлагич, 4 – инвертор, синхрон мотор, 6 – тиристорли қўзғаткич, 7 – ротор ҳолати ўлчов ўзгарткичи, 8 – тахогенератор, 9 – тўғирлагичнинг импульс фаза бошқариш тизими, 10 – инверторнинг бошқариш тизими, 11 – бошқариш пулти

Насослар моторларининг ҳар бири қурилманинг бош генераторларидан биридан «генератор – ўзгармас ток мотори» тизими бўйича таъминланади. Моторнинг қўзғатиш чулғами нореверсив куч магнит кучайтиргичдан таъминланади. Моторни ишга тушириш, бошқариш пултидаги қайта улагич ёрдамида генератор кучланишини тезкор бошқариш натижасида амалга оширилади.

## НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

1. Бурғулаш қурилмасининг асосий ва ёрдамчи механизмлари қандай вазифаларни бажаради ?
2. Бурғулаш қурилмасининг асосий ва ёрдамчи механизмлари электр жиҳозларини таърифланг.
3. Бурғулаш қурилмаларини электр энергия билан таъминлаш қаедай схемалар асосида амалга оширилоади?
4. Бурғулаш қурилмалари механизмлари электр юритмаларига қандай асосий талаблар қўйилади?
5. Ротор электр юритмаси ишлаш асосини тушунтириб беринг.
6. Электр бурғу усулида қудуқларни қазииш усулини тушунтириб беринг.
7. Исканани узатувчи автоматик ростлагичларнинг турлари ва уларнинг ишлаш асосларини тушунтириб беринг.

8. Электр бурғу электр юритмаларида қандай турдаги энергия ўзгарткичлар қўлланилади?

9. Бурғулаш лебедкаси электр юритмасига қандай асосий талаблар қўйилади?

10. Бурғулаш лебедкаси ўзгарувчан ток электр моторини бошқариш схемасининг ишлашини тушунтириб беринг.

11. Бурғулаш насоси электр юритмасига қандай асосий талаблар қўйилади?

12. Бурғулаш насоси ўзгарувчан ток электр моторини бошқариш схемасининг ишлашини тушунтириб беринг.

13. Бурғулаш механизмлари электр юритмаларини тезликларини ростлашнинг электромагнит муфтали схемалари ишлаш асосларини тушунтириб беринг.

14. Электромагнит тормозлаш усули билан бурғулаш механизмлари электр юритмаларини тормозлашнинг афзаликларини изоҳланг.

## **5 – БОБ. НЕФТ ОЛИШ ҚУДУКЛАРИ НАСОС ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИ**

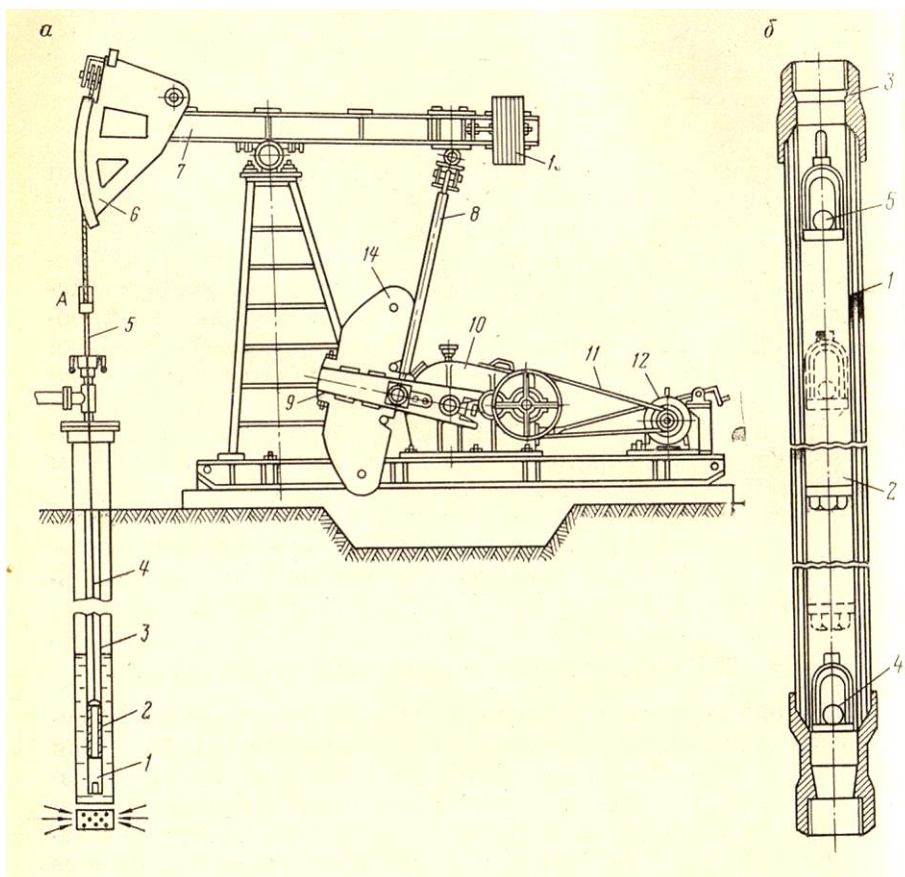
Ўзбекистон худудида олинадиган нефтнинг кўпгина қисми насос ва компрессорларнинг ишлаши асосида ишлайдиган механизмлар билан жиҳозланган қудуқлардан олинади. Бундай қудуқларда штангали плунжерли насослар билан бирга штангасиз марказдан қочма электр насослар ҳам ишлатилади.

### **5.1. ШТАНГАЛИ ЧУҚУРЛИК НАСОС ҚУРИЛМАЛАРИ**

Чуқурлик насос қурилмаларида (5.1 – расм) плунжерли чуқурлик насоси 1 насос қувурлари йиғилмаси 3 га осилтириб қўйилади. Қувурлар тўпаси ёрдамида штанга 4 насос плунжерига қайтувчи – илгариланма ҳаракатни узатади ва тебранма дастгоҳдан энергия мувозанатловчи 7 дан узатилади. Тебранма дастгоҳдаги электр мотор 12 ва редуктор 10 айланма ҳаракатни мувозанатловчининг қайтувчи – илгариланма ҳаракатига ўзгартиради.

Насоснинг ўзи (5.1б – расм) ичига жойлаштирилган плунжер 2 жойлаштирилган цилиндр 1 дан ташкил топган. Плунжер юқорига ҳаракатланганида, плунжернинг юқори клапани 5 ёпиқ ҳолатда бўлганида, пастки (қабул қилувчи) клапани 4 очилади. Қудуқдан суюқлик насоснинг цилиндрига сўрилади.

Плунжер пастга қараб ҳаракатланганида клапан 4 ёпилади, очилган клапан 5 орқали нефт насос қувурлари жойлашган ораликқа сиқилади. Насос юқори муфта 3 ёрдамида қудуқ тубидан чиқаётган насос қувурларига маҳкамланади.



5.1 – расм. Чуқурлик насосининг асосий элементлари:

а – қурилманинг умумий схемаси, б – плунжерли чуқурлик насоси қурилмасининг схемаси

Штанга тўпламларининг пастки қисми насоснинг плунжери 2 билан бириккан. Улар қудуқнинг тубидан чиқишида шток 5 орқали тебранма дастгоҳнинг мувозанатловчисининг каллаги 5 билан бирлаштирилган. Мувозанатловчи 7 шатун 8 ёрдамида кривошип 9 билан боғланган, вали эса редуктор 10 ва тасмали узатма 11 электр мотор 12 билан боғланган.

Тебранма дастгоҳнинг ҳаракатланувчи тизимидаги ва штангалар тўпламининг пастга ва юқорига ҳаракатланганида юзага келадиган мотордаги юкланишларни мувозанатлаш учун мувозанатловчи 13 ва кривошип 14 посангилар қўлланилган. Мувозанатловчининг тебранишлар сони тасмали узатма 11 нинг диаметрларини ўзгартириш натижасида ўзгартирилади. Тебранма дастгоҳларнинг турларига қараб бу тебранишлар бир минутда 4.7 дан 15 гача бўлиши мумкин.

Ҳозирда тебранма дастгоҳларнинг СК2 – 0,6 – 250 дан СК20 – 4,5 – 12500 гача бўлган қарийиб 13 тури нефт олишда ишлатилади.

Агар тебранма дастгоҳларни мувозанатловчи мосламалар билан жиҳозланмаса, у ҳолда плунжернинг тепага ва пастга ҳаракатланишида моторнинг юкланиши турлича бўлиб, унинг энергетик кўрсаткичлари ёмонлашади.

## 5.2. ТЕБРАНМА ДАСТГОҲЛАРНИНГ ЭЛЕКТР МОТОРЛАРИ

Ҳозирда эксплуатация қилинаётган тебранма дастгоҳларда асосан АОП2 сериядаги ротори қисқа туташтирилган асинхрон моторлар қўлланилган ва шунингдек, А ва АО сериядаги моторлар кейинги йилларда ўринга – ўрин ишлаб чиқарилаётган янги сериядаги масалан, 4А сериядагилар билан алмаштирилмоқда.

5.1 – жадвал

Кўрсаткичлар	Моторнинг маркази									
	АОП2 – 41 – 4	АОП2 – 42 – 4	АОП2 – 51 – 4	АОП2 – 52 – 4	АОП2 – 61 – 4	АОП2 – 62 – 4	АОП2 – 71 – 4	АОП2 – 72 – 4	АОП2 – 81 – 4	АОП2 – 82 – 4
Номинал қуввати, кВт	4,0	5,5	7,5	10	13	17	22	30	46	55
Тезлиги, айл/мин	1440	1450	1460	1465	1440	1440	1440	1450	1470	1470
ФИК, %	85	87	88	88	88	88	89,5	90	91	92
$\cos \varphi$	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,89	0,89
$M_{ит}/M_n$	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
$M_{max}/M_n$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
$I_{ит}/I_n$	7	7	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Оғирлиги, кг	55,5	66,5	93	107	134	152	208	235	335	415

5.1 – жадвалда тебранма дастгоҳларда қўлланиладиган қуввати 4 – 55 кВт ва кучланиши 380 В бўлган АОП русумдаги моторларнинг асосий техник кўрсаткичлари келтирилган.

Шунингдек тебранма дастгоҳларнинг электр юритмаларида синхрон моторлар ҳам қўлланилади. Бу синхрон моторларнинг қуввати 1,5 дан 20 кВт гача бўлиб, номинал кучланиши 380 В ва айланиш тезлиги 1500 айл/мин дир ва бу синхрон моторлар серияси ишлаб чиқарилмоқда.

5.2 – жадвалда тебранма дастгоҳларда қўлланиладиган қуввати 1,5 – 20 кВт СДБ русумдаги синхрон моторларнинг фойдали иш коэффициентлари келтирилган.

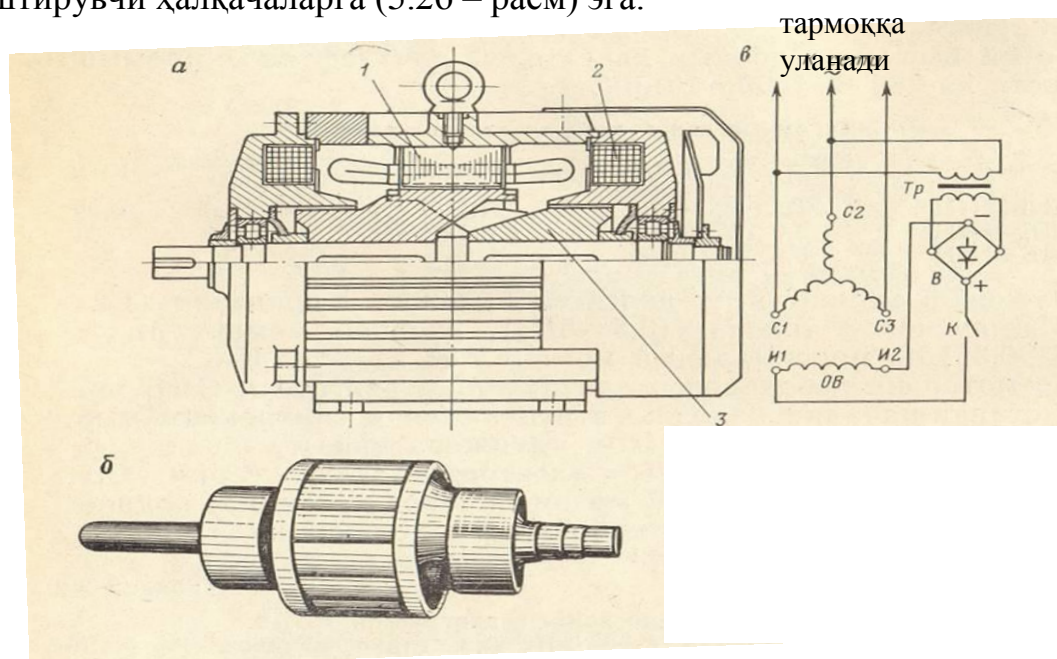
Бу моторларда ишга тушириш моменти  $(1,2 – 1,8)M_n$  га, ишга тушириш токи  $(3,5 – 5)I_n$ , кириш моменти  $(0,25 – 0,35)M_n$  ва максимал моменти номинал момент  $M_n$  дан 1,7 марта ката ёки тенгдир.

Кириш моменти нисбатан кичик бўлишига қарамай синхрон мотор юкланишининг энг кичик қийматида синхронизмга ишончи тортилади.

## 5.2 – жадвал

Моторнинг маркази	Номинал қуввати, кВт	ФИК, %
СДБ – 31 – 411	1,5	78
СДБ – 41 – 411	3,0	87
СДБ – 51 – 411	5,5	88
СДБ – 71 – 411	11,0	89
СДБ – 81 – 411	20,0	91

СДБ сериядаги контактсиз синхрон моторлар (5.2 – расм) ташқи магнит ўтказгичга ва подшипник тўсиқларида жойлашган кўзғатиш чулғамига эга. Моторларнинг ротори ишга тушириш қисқа туташтирилган чулғамга, тўғри бурчак кўринишдаги кутбларнинг учларига ва тормозловчи қисқа туташтирувчи ҳалқачаларга (5.2б – расм) эга.



5.2 – расм. Тебранма дастгоҳнинг контактсиз синхрон мотори:

а – конструктив тузилиши, 1 – статор, 2 – кўзғатиш чулғами, 3 – ротор, б – ротор, в – статор ва кўзғатиш чулғамларини улаш схемаси

Кўзғатиш чулғами ўзгарувчан ток тармоғидан ярим ўтказгичли тўғирлагич орқали ўзгармас ток билан таъминланади. Бу чулғамни кўзғатиш кучланишини автоматик ростлаш тизими орқали ўзгармас ток билан таъминловчи ҳамда электр моторни ишга тушириш схемалари ҳам мавжуд. Юкланиш номинал қийматига тенг бўлганида бу моторларнинг қувват коэффициентини  $\cos \varphi = 1$  га тенг режимда ишлайди, юкланиш номинал қийматидан кам бўлганида эса реактив қувват ишлаб чиқаради ва тармоққа узатади, яъни тармоқнинг қувват коэффициентини оширишга хизмат қилади.

Ҳозирга келиб, тебранма дастгоҳларда асосан тезлиги ростланмайдиган асинхрон ва синхрон моторли электр юритмалар қўлланилиб келмоқда.

Тебранма дастгоҳларнинг иш режимидан келиб чиққан ҳолда уларнинг электр юритмалари тезлиги бошқариладиган бўлиши мақсадга мувофиқдир. Айниқса тезлиги частотни ўзгартириб бошқариладиган автоматлаштирилган асинхрон электр юритмаларни қўллаш сезиларли даражада иқтисодий самара беради.

### **5.3. ТЕБРАНМА ДАСТГОҲЛАРНИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ БИЛАН ТАЪМИНЛАШ ВА ИШГА ТУШИРИШ СХЕМАЛАРИ**

Электр энергиянинг тўсатдан узилиб қолиши натижасида чуқурлик насос қурилмаларининг кўп қисмининг тўхташи, нефт қазиб чиқаришнинг пасайишигагина таъсир қилади ва бундан кейинги бу насосларнинг эксплуатациясига таъсир қилмайди. Бундай насос қурилмалари электр энергия билан таъминланиши бўйича 2 – категорияга киради.

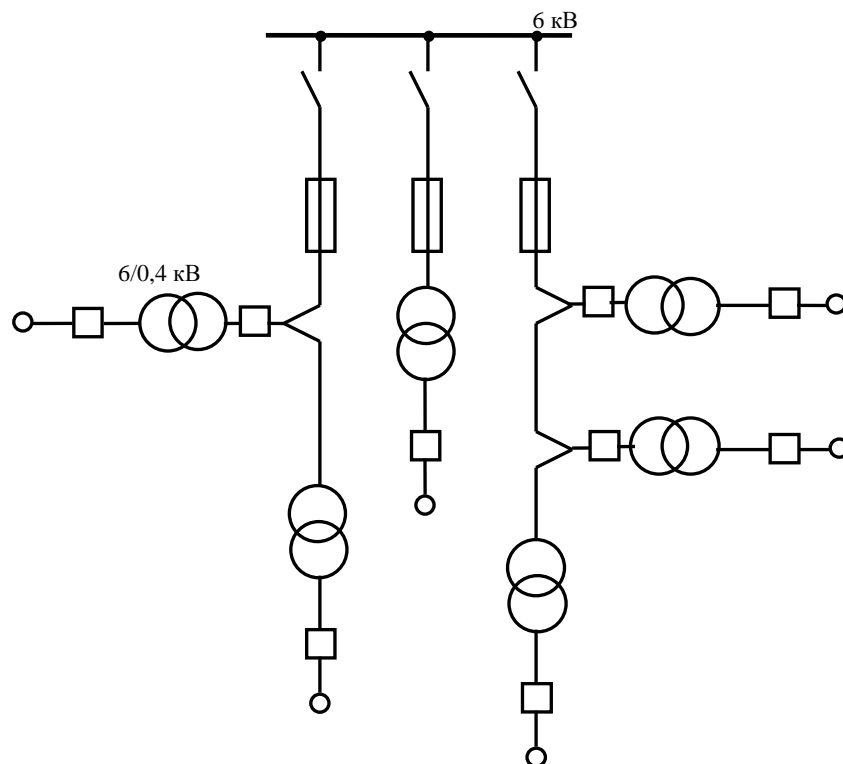
Мураккаб шароитларда нефт қазиб олаётган чуқурлик насосларнинг тўсатдан электр энергия узатишининг узилиши натижасида тўхтаб қолиши ва сўнг яна тармоққа улаиши маълум қийинчиликларга олиб келишини (масалан, қумли тикинларнинг юзага келиши) ҳисобга олган ҳолда, уларни электр энергия билан таъминлаш бўйича 1 – категорияга киритилади.

Чуқурлик насос қурилмалари, кудуқларда ўрнатилган 6 кВ кучланишни 0,4 кВ кучланишга ўзгартирувчи трансформаторли ним станциялардан, 0,38 В кучланишли ўзгарувчан ток билан таъминланади (5.3 – расм). Ҳозирги пайтда тебранма дастгоҳларни электр энергия билан таъминлашда КТПСК русумли қуввати 25 дан 250 кВА бўлган, атроф – муҳит ҳарорати – 40 °С дан +40 °С гача бўлган шароитда ишлашга мўлжалланган алоҳида ним станциялар ишлаб чиқарилган.

Бу махсус ним станциялари якка кудуқларни ва бир неча кудуқларнинг тебранма дастгоҳларини электр энергия билан таъминловчи вариантлари ишлаб чиқарилган.

Тебранма дастгоҳлари асинхрон моторларининг қуввати (4 – 55 кВт) ва кучланиши (380 В) га қараб уларни ишга тушириш ва ҳимоялаш схемалари нисбатан мураккаб бўлмаган аппаратлар қўлланилади.

Асинхрон моторларни индивидуал ёки гуруҳий ишга туширилишига қараб ишга туширилиш шартлари танланади. Индивидуал ишга туширилиш усулида, тармоқда кучланишнинг тўлиқ узилиши ёки кучланиш қийматининг жуда пасайиб кетиши натижасида, асинхрон мотор электр тармоғидан автоматик равишда узилади ва тармоқда кучланиш номинал қийматига қайта тикланганида мотор яна автоматик равишда ўрнатилган вақт ўтганидан сўнг тармоққа уланади. Бу ҳолда бир манбадан таъминланаётган бошқа механизмлари моторларининг ишга туширилиши ўнатилган қатъий вақт оралиғида ишга туширилади. Бу бир вақтда бир неча моторларнинг ишга тушириш тоқларининг йиғиндиси таъсирини йўқотишга ва бу ўз навбатида эса моторларга берилаётган кучланиш пасайиши қийматини рухсат этилган қийматда бўлишига олиб келади.



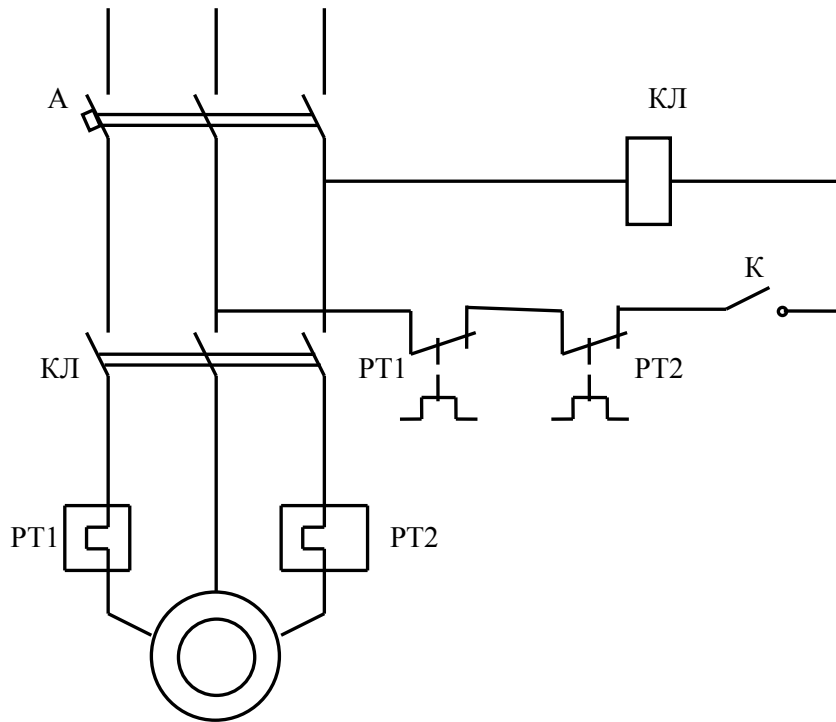
5.3 – расм. Чуқурлик насосларини 6 кВ кучланишли кучланиш тақсимилагичли электр таъминоти схемаси

Одатда индивидуал ишга тушириладиган моторлар битта 6/0,38 кВ линиядан ёки 6 кВ кучланишли тармоқдан таъминланади. Тармоқдан таъминланадиган моторларнинг ишга туширилиши гуруҳ – гуруҳ бўлиб амалга оширилади: биринчи гуруҳ ҳеч қандай вақт кутиш вақтисиз, яъни тармоқда номинал кучланиш тикланган заҳоти ишга туширилади, иккинчи гуруҳ маълум кутиш вақтидан сўнг ишга туширилади, учинчи гуруҳнинг ишга туширишдаги кутиш вақти иккинчи гуруҳникидан катта бўлади ва ҳ.к.

Гуруҳий ишга туширишда тармоқда кучланишнинг йўқолиши ёки қийматининг кескин камайиши натижасида тебранма дастгоҳнинг баъзи моторлари тармоқдан алоҳида узилмайди. Ним станциянинг таъминловчи магистрали ўчирилади. Электр тармоғида номитнал кучланиш қиймати тикланганидан сўнг маълум кутиш вақтидан кейин магистрал уланади. Магистрал уланганидан сўнг гуруҳ таркибидаги барча моторлар ишга туширилади.

Электр моторларни гуруҳий ишга туширишда автоматик узгич, уч кутбли контактор ва иссиқли релеларидан иборат ишга тушириш ва ҳимоялаш қурилмасидан фойдаланилади (5.4 – расм).

Бу схемадаги автоматик узгич А моторни тармоққа улашга ҳозирлаш билан бир қаторда мотордаги қисқа туташув тоқларидан ҳам ҳимоялайди, иссиқлик релеси РТ1 ва РТ2 лар мотор статор чулғамидаги ўта юкланиш тоқларидан ҳимоялайди. Линия контактори КЛ моторни тармоққа улаш учун хизмат қилади. Моторни тезкор ўчириш қалит к ни узиш билан амалга оширилади.



5.4 – расм. Тебранма дастгоҳ моторларини гуруҳий ишга тушириш схемаси

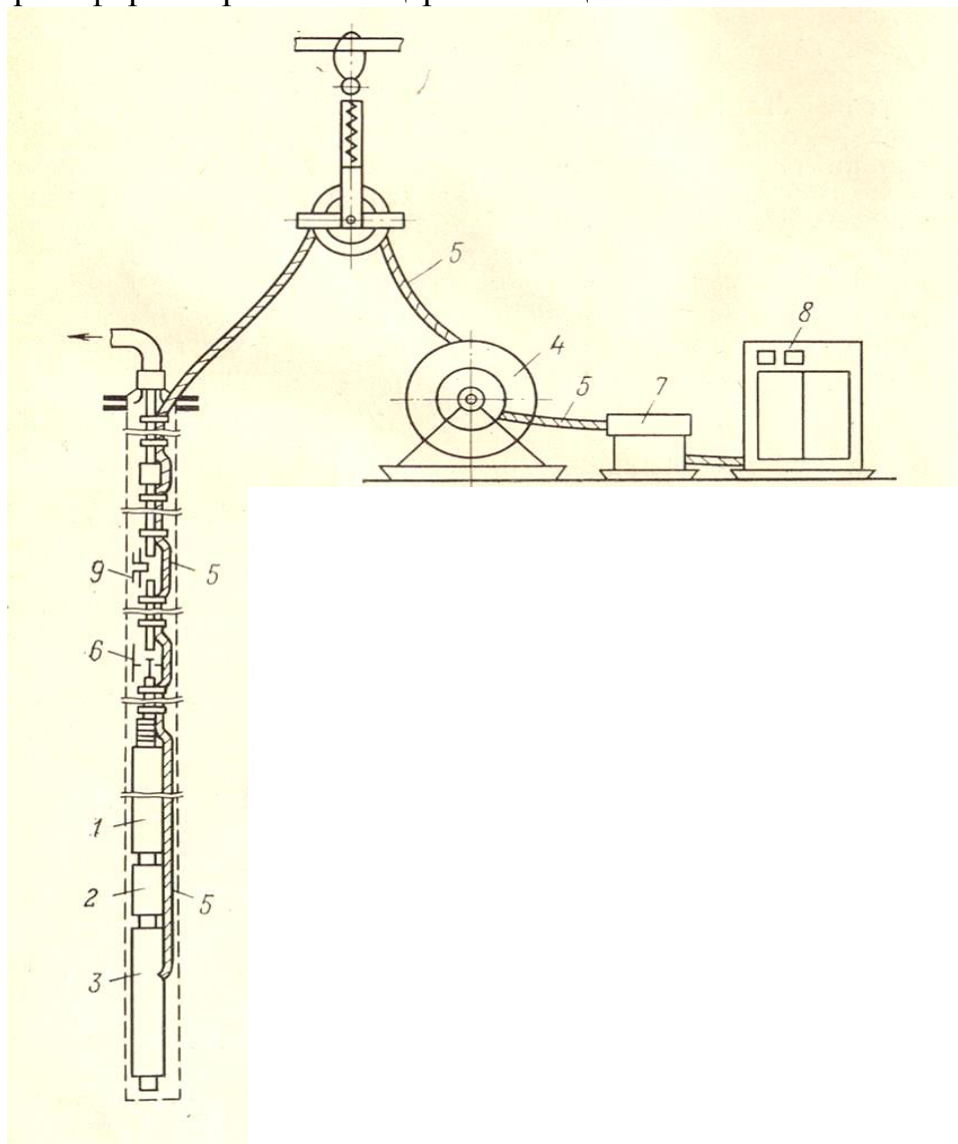
Тебранма дастгоҳларнинг электр юритмаларини бошқаришда БГШ русумидаги бошқариш блокларидан фойдаланилади. Бу блоклар ёрдамида номинал токи 15, 20, 40 ва 100 А бўлган электр юритмаларни бошқариш мумкин.

#### 5.4. ШТАНГАСИЗ ЧУҚУРЛИК НАСОСЛИ ҚУРИЛМАЛАР

Чуқурлик штангасиз марказдан қочма насослар, насос билан бирга қудуқ ичига жойлаштирилган электр моторлар билан ҳаракатга келтирилади. Шу сабабли ҳам плунжерли насосли чуқурлик насосли қурилмаларнинг асосий элементи бўлган мотор билан насос оралиғидаги механик боғлама (штанга) бу насосли қурилмада бўлмайди. Бу эса чуқурлик насосларнинг қувватини ошириш мақсадида, қудуқдан катта қўламда суюқликни олиш учун қулай бўлган марказдан қочма насосларни қўллаш имконини беради. Қудуқларни эксплуатация қилишда штангасиз насосларни қўллаш штангали насосларни қўллашга нисбатан 1,5 – 3 марта юқори самара беради.

Чуқурлик марказдан қочма насосли штангасиз насос қурилмаси (5.5 – расм) қуйидаги асосий элементлардан ташкил топган бўлади: қудуқ ичида насос қувурларига осиб қўйилган сувдан ҳимоялагич (протекторли) 2 билан жиҳозланган махсус электр мотор 3 кириш қисмида тўр филтри бўлган чуқурлик марказдан қочма насоси 1 нинг вали билан бириккан; барабан 4 га ўралган махсус таъминловчи кабел 5 махсус кабел маҳкамлагичлар

воситасида қудуқ ичидаги насос қувурларига маҳкамланади; трансформатор ёки автотрансформатор 7 ва бошқариш станцияси 8.



5.5 – расм. Штангасиз насо қурилмасининг асосий элементлари

Насосдан юқоридаги қувурлар тўпламида тескари клапан 6 ўрнатилган. Бу клапаннинг вазифаси насос тўхтаб турганида суюқликни ташқарига чиқиб кетишидан сақлайди ва насосни қайта ишга туширишни осонлаштиради. Бу клапандан юқорида суюқликни чиқарувчи клапан 9 ўрнатилган ва у агергатни кўтариш давомида суюқликнинг оқишини таъминлайди. Чуқурлик насоси кўп сонли поғоналарга эга ва ҳар бир поғона ишчи ғилдирак ва йўналтирувчи аппаратдан иборат. Бу поғоналарнинг йўналтирувчи аппаратлари валда йиғилган бўлиб пўлат қувурлар – насос корпусига маҳкамлангандир. Насоснинг тағ қисми протектор ва мотордан махсус салник ёрдамида ажратилган.

## 5.5. ЧУҚУРЛИК МОТОРЛАРИ ВА УЛАРНИНГ СУВДАН ҲИМОЯЛАШ

Марказдан қочма насосларнинг электр юритмалари учун алоҳида ПЭД русумидаги чуқурлик электр моторлари ишлаб чиқарилган ва улар куйидаги талабларга жавоб беради:

моторнинг диаметри қудуқ девори ичини ўраб турадиган нормал колоналарнинг диаметридан бир қанча кичик бўлиши керак (унинг қиймати одатда 103, 123 ва 170 мм ларни ташкил этади) ва шунга яраша ўрнатилган қувватига кўра унинг узунлиги 7 – 8 метргача боради;

агрегатнинг ўлчамларини камайтириш ва шу билан бирга суяқлик узатишни ошириш учун қўлланиладиган мотор тезлигининг юқори бўлиши мақсадга мувофиқдир, ПЭД русумдаги моторларнинг синхрон тезлиги 3000 айл/мин деб белгиланган;

мотор ичига қатлам сувларининг киришидан муҳофаза қилиш мақсадида қудуқ ичидаги гидростатик босимдан 0,2 МПа гача юқори бўлган босим кучигача эга бўлган мой билан тўлдирилган бўлади;

қудуқ ичидаги муҳит ҳароратининг юқори бўлишини ҳисобга олган ҳолда мотор чулғамида қўлланилган изоляция материали мойга ва иссиқликка чидамли бўлиши ва муҳит ҳароратининг 70 °С гача исиганида ҳам моторнинг нормал ишлашини таъминлаши лозим.

Чуқурлик марказдан қочма насосларида қўлланиладиган баъзи чуқурлик моторларнинг асосий техник кўрсаткичлари 5.3 – жадвалда келтирилган.

5.3 – жадвалда келтирилган атроф – муҳит ҳароратидан фарқли бўлган қийматида электр моторларни узоқ муддатли узлуксиз иш режимида  $P_n$  қувватидан фарқли қувватгача юкланиш билан ишлатиш мумкин.

5.3 – жадвал

Кўрсаткичлар	Моторларнинг маркалари						
	ПЭД 10–103	ПЭД 20–103	ПЭД 28–103	ПЭД 40–103	ПЭД 45–117	ПЭД 65–117	ПЭД 17–123
Номинал қуввати $P_n$ , кВт	10	20	28	40	45	65	17
Тезлиги, айл/мин	2820	2800	2790	2745	2820	2850	2880
Кучланиш, В	350	700	850	1000	1400	2000	400
ФИК, %	70	74,5	73	72	81	80,5	76
$\cos \varphi$	0,7	0,76	0,73	0,78	0,85	0,84	0,79
$M_{ит}/M_n$	2,8	2,5	2,5	2,8	2,0	2,0	2,6
Атроф–муҳит ҳарорати $\Theta_o$ , °С	70	70	70	55	50	50	80

(давоми)

Кўрсаткичлар	Моторларнинг маркалари					
	ПЭД 35–123	ПЭД 46–123	ПЭД 55–123	ПЭД 75–123	ПЭД 100–123	ПЭД 125–138
Номинал қуввати $P_n$ , кВт	35	46	55	75	100	125
Тезлиги, айл/мин	2850	2830	2830	2805	2775	2820
Кучланиш, В	550	700	800	915	950	2000
ФИК, %	77	77	78,5	78,5	79	84
$\cos \varphi$	0,83	0,84	0,81	0,82	0,83	0,83
$M_{ит}/M_n$	2,0	2,0	2,2	2,1	2,2	2,0
Атроф–муҳит ҳарорати $\Theta_o, ^\circ C$	70	70	70	55	60	50

Масалан, ПЭД 55 – 123 маркали асинхрон моторни атроф – муҳит ҳарорати  $\Theta_o = 70^\circ C$  бўлганида уни  $P_n = 55$  кВт юкланиш билан юклатиш, агар  $\Theta_o \leq 60^\circ C$  бўлса, у ҳолда моторни 61 кВт гача ва шунингдек  $70^\circ C < \Theta_o < 90^\circ C$  бўлганида эса 46 кВт гача юклаш мумкин.

## 5.6. ЧУҚУРЛИК МОТОРЛАРИНИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ БИЛАН ТАЪМИНЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИ ВА СХЕМАЛАРИ

Чуқурлик электр моторларига электр энергия алоҳида мой ва нефтга чидамли резинали ёки полиэтилен изоляцияли уч фазали кабеллар ёрдамида узатилади. Бу кабеллар насос қувурларига металл камарлар воситасида маҳкамланади. Юқоридаги учи барабанга ўралади. Барабан кабелни транспортировка қилиш ва уни кудуқ ичига тушириш ва кўтариш учун хизмат қилади.

Кабел линияларини тортишда резина изоляцияли КРПБ маркали ва полиэтилен изоляцияли КПБП марпкали кабеллардан фойдаланилади.

Резина изоляцияли кабеллар учун номинал кучланиши 1100 В, ишлаш шароитидаги атроф – муҳитнинг ҳарорати  $+90$  билан  $-30^\circ C$  бўлиши талаб этилади.

Полиэтилен изоляцияли кабеллар учун номинал кучланиши 2300 В, ишлаш шароитидаги атроф – муҳитнинг ҳарорати  $+90$  билан  $-55^\circ C$  бўлиши ва босим кучи 20 МПа дан кам бўлмаслиги талаб этилади. Бу кабеллар газлар таъсирига ўта бардошли.

5.4 – жадвал

Кўрсаткич-лар	Трансформаторларнинг турлари					
	ТМП–40/463	ТМП–63/611	ТМП–63/856	ТМП–100/736	ТМП–100/844	ТМП–100/1170
Номинал қуввати, кВА	40	63	63	100	100	100
Бирламчи чулғамнинг номинал кучланиши, В	380	380	380	380	380	380
Иккиламчи чулғамнинг салт юриш кучланиши, В	370–495	591–675	657–1023	475–736	633–958	920–1170
Ростланиш поғонаси, В	31	32	41	27–32	35–38	63
Салт юриш қувват исрофи, кВт	0,49	0,26	0,265	0,365	0,365	0,365
Қисқа туташув қувват исрофи, кВт	0,88	1,28	1,28	1,97	1,97	1,97
Қисқа туташув кучланиши, В	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Салт юриш токи, %	3,0	2,8	2,8	2,6	2,6	2,6

(давоми)

Кўрсаткичлар	Трансформаторларнинг турлари				
	ТМП–100/1610	ТМП–160/1007	ТМП–200/6	ТМПН–400	ТМПН–400
Номинал қуввати, кВА	100	160	200	320	400
Бирламчи чулғамнинг номинал кучланиши, В	380	380	6000	6000	6000
Иккиламчи чулғамнинг салт юриш кучланиши, В	1270–1610	756–1136	1000–2200	1898–2355	1872–2500
Ростланиш поғонаси, В	85	46	75	44–103	53–89
Салт юриш қувват исрофи, кВт	0,36	0,54	0,78	1,08	1,08
Қисқа туташув қувват исрофи, кВт	1,97	2,65	3,6	3,9	5,5
Қисқа туташув кучланиши, В	5,5	5,5	5,5	4,0	5,0
Салт юриш токи, %	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1

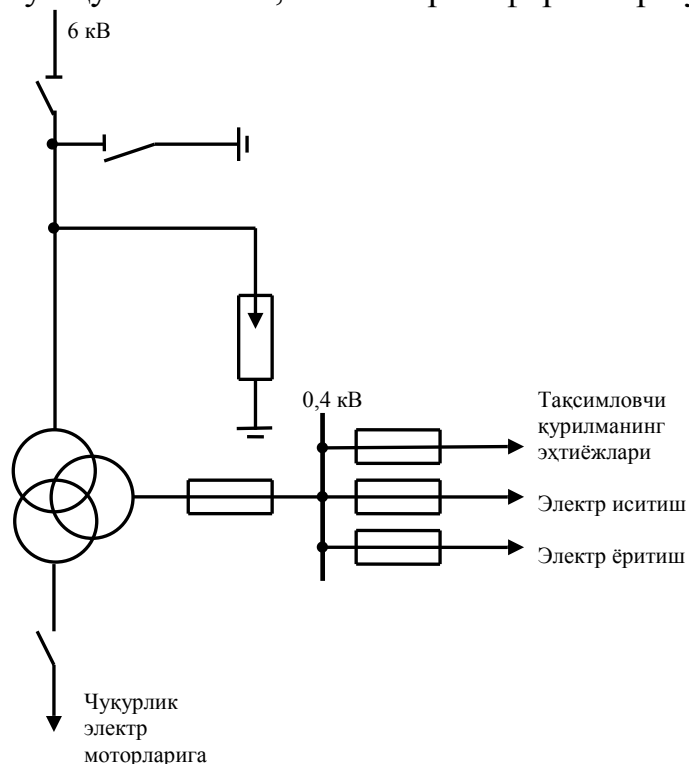
Ҳозирги пайтга келиб, чуқурлик электр моторларини электр энергия билан таъминлашда қуввати 40 дан 100 кВА гача бўлган мойли трансформаторларнинг ТМП ва ТМПН турлари ишлатилади (5.4 – жадвал).

Марказдан қочма электр насослар қуйидаги схемалар бўйича электр энергия билан таъминланади:

1) 6 кВ кучланишли линиядан оралиқ куч трансформатори ёрдамида 0,4 кВ кучланишга пасайтирилиб марказдан қочма электр насосларининг трансформатор ёки автотрансформаторларига узатилади. Ҳозирда бу усул

билан марказдан қочма насосларни электр энергия билан таъминлаш энг кўп тарқалган усул;

2) 6 кВ ли кучланишли линия ҳар бир қудуққа учун алоҳида тортиб келинади ва ишчи механизм электр юритмаларига зарур бўлган кучланишга пасайтирувчи қудуқ куч трансформаторларига уланади. Бу ҳолда, ҳар бир қудуқ трансформатоидан ташқари бошқариш ва сигнализация занжирларини, ёритиш тармоқларини ва бошқа ёрдамчи қурилмаларни электр энергия билан таъминлаш учун қўшимча 6/0,4 кВ ли трансформатор бўлиши талаб этилади.



5.6 – расм. Ним станциянинг бир чизикли электр схемаси

Якка қудуқларнинг ва ҳамда бир нечта қудуқларнинг марказдан қочма насосларини электр энергия билан таъминлашда алоҳида ним станциялар ҳам ишлатилади. 5.6 – расмда шундай ним станцияларнинг электр схемаси келтирилган.

Чуқурлик марказдан қочма насосларини бошқариш ва ҳимоялаш комплекс аппаратлар билан жиҳозланган бошқариш станцияларида амалга оширилади.

Ўзбекистонда нефт қазиб чиқарувчи қудуқлардаги марказдан қочма электр насосларни эксплуатация қилишда ПХГ–5071 ва ПХГ–5072 русумдаги бошқариш станциялари ишлатилади.

ПХГ–5071 русумли бошқариш станциялари таркибида автотрансформатор бўлиши билан фарқланади. Бу станция ҳимоялаш, кеабел ёки трансформатор занжирида қисқа туташув токи ва ўта юкланиш токи юзага келганда оний ўчириш қурилмалари билан жиҳозланган. ПХГ–5072 русумли бошқариш станциялари таркибида автотрансформатор ўрнига трансформатор бўлади. Ток ҳимояси ерга уланиш ўрнига электр мотор, кабел ва

трансформаторнинг иккиламчи чулғами изоляцияларини узлуксиз назорат килувчи қурилма билан алмаштирилган.

ПХГ–5071 ва ПХГ–5072 русумли бошқариш станциялари ўзаро ўхшаш бўлиб, фақат қайд қилинган ҳимоялаш элементлари билангина фарқланади холос.

## НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

1. Штангали чуқурлик насосили нефт қазиб чиқарувчи қурилмаларнинг асосий ва ёрдамчи механизмларини таърифланг.
2. Марказдан қочма насослар қандай физик асосда ишлайди?
3. Штангали чуқурли насосили нефт қазиб чиқарувчи қурилмаларлари механизмларининг электр жиҳозлари функцияларини тушунтириб беринг.
4. Тебранма дастгоҳлари механизмлари қандай турдаги электр жиҳозлар билан жиҳозланган?
5. Тебранма дастгоҳ механизмларини ҳаракатга келтиришда қандай турдаги электр моторлар қўлланилади?
6. Тебранма дастгоҳ механизмлари электр моторлари қандай усулда ишга туширилади?
7. Штангасиз чуқурли насосили нефт қазиб чиқарувчи қурилмаларларнинг асосий ва ёрдамчи механизмларини таърифланг.
8. Штангали чуқурли насосили нефт қазиб чиқарувчи қурилмаларлари механизмларининг электр жиҳозлари функцияларини тушунтириб беринг.
9. Чуқурлик электр моторларини нормал умумсаноат электр моторлари билан конструктив жиҳатдан таққосланг.
10. Чуқурлик электр моторлари қандай схемалар бўйича электр энергия билан таъминланади?
11. Чуқурлик электр моторларини бошқаришда қандай турдаги бошқариш станциялари қўлланилади?

## 6 - БОБ. НЕФТ ВА ГАЗ КОНЛАРИНИ ЁРИТИШ

### 6.1. ЁРИТИШНИНГ АҲАМИЯТИ

Нефт ва газ қазиб олинаётган қудуқлар ва улар атрофидаги иш жойларининг яхши ёритилганлиги меҳнат унумдорлигини ошириш учун кўриладиган асосий омиллардан биридир. Тўғри танланган сунъий ёритиш воситаларининг қўлланилиши, талаб қилинаётган технологик жараёнларни ўз вақтида бажаришга, меҳнат унумдорлигини оширишга, иш вақтида содир бўлиши мумкин бўлган лат ейишларни олдини олишга ва ишчи механизм ҳамда машиналарнинг ишдан чиқишини камайишига олиб келади.

Нефт ва газ қазиб олинаётган қудуқлар ва улар атрофларини сунъий ёритишда **чўғланма** ва **газоразрядли** стационар ва кўчма ёритгичлардан

фойдаланилади. Стационар ёритиш қурилмаларининг кучланиши 380 В дан ошмаслиги керак.

Нефт ва газ қазиб олишдаги иш жойларини ёритиш тизимларини ҳисоблашда, ёритилганлик даражасининг меъёрий кўрсаткичларга мослиги Давлат стандартларининг тармоқ кўрсаткичлари билан назорат қилинади.

## 6.2. ЁРУҒЛИКНИНГ АСОСИЙ ФИЗИК КАТТАЛИКЛАРИ

Ёруғликнинг асосий физик катталиклари: **ёруғлик оқими, ёруғлик кучи, ёритилганлик, нурланганлик ва ёрқинлик.**

**Ёруғлик оқими**  $\Phi$  нур энергиясининг қувватини инсон кўзи орқали ёруғликни сезиши бўйича баҳоланадиган физик катталик. Ўлчов бирлиги люмен (лм) бўлиб, бир лм  $0,5305 \text{ м}^2$  юзага эга абсолют қора жисмнинг платинанинг қотиш ҳарорати  $T=2046 \text{ К}$  қийматига тенг ҳароратда чиқараётган ёруғлик оқимига тенгдир.

**Ёруғлик кучи**  $I$  – ёруғлик оқимининг фазодаги зичлиги ёки бурчак зичлиги. Ёруғлик кучининг ўлчов бирлиги – кандела (кд). 1 кд сатҳ юзаси  $1/600000 \text{ м}^2$  босими  $101325 \text{ Па}$  ва ҳарорати платинанинг қотиш ҳароратига тенг бўлган тўлиқ нурланувчи жисм чиқараётган ёруғликнинг йўналишига перпендикуляр бўлган ушбу юзага тўғри келадиган ёруғлик оқимига айтилади. Ёритиш бурчагига боғлиқ равишда ёруғлик кучи турли қийматларга эга бўлади.

**Ёритилганлик**  $E$  тушаётган ёруғлик оқимининг ёритилаётган юзадаги зичлигидир. Ёритилганликнинг ўлчов бирлиги – люкс (лк). 1 лк ёритилганлик –  $1 \text{ м}^2$  юзага 1 лм га тенг ёруғлик оқимининг бир текис тушишидир.

**Нурланганлик**  $M$  – нурланаётган ёруғлик оқимининг ёритилаётган юзадаги зичлиги. Ўлчов бирлиги – лм/ $\text{м}^2$ .

**Ёрқинлик**  $V$  – нурланувчи юза чиқараётган ёруғлик кучининг шу юзага нисбати. Ёрқинликнинг ўлчов бирлиги кд/ $\text{м}^2$ . Инсон кўзи учун нормал ҳисобланадиган ёрқинлик тахминан  $10^4 \text{ кд}/\text{м}^2$  қабул қилинган.

## 6.3. ЁРУҒЛИКНИНГ ЭЛЕКТР МАНБАЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

Ёруғликнинг электр манбалари ёруғликни вужудга келтириш хусусияти бўйича **ҳароратли ва люминесцент** турларга бўлинади. Биринчи турга чўғланма лампалар кирса, иккинчи турга газоразрядли лампалар киради.

Лампаларнинг номинал қуввати, кучланиши, ёруғлик оқими, ёниб туришининг ўртача давомийлиги ва 1 Вт қувватга тўғри келувчи ёруғликни узатиш (лм/Вт) каби асосий кўрсаткичлари Давлат стандартлари билан мувофиқланган бўлади.

**Чўғланма лампалар** конструкцияси бўйича кавшарланган ташқи металл цоколли шиша колбадир. Колба ичига чўғланма элемент сифатида спирал кўринишдаги ингичка волфрам сим ўрнатилган. Чўғланма элемент икки спиралли – биспирал кўринишда ҳам бўлиши мумкин, у ҳолда иссиқлик исрофлари камаяди ва иссиқлик узатиш ошади. 60 Вт гача қувватли лампалар вакуумли лампалар бўлиб (русуми НВ), қуввати 60 Вт дан то 1000 Вт гача бўлган лампаларнинг колбалари 12 – 16% азот қўшилган аргон газидан тўлдирилган бўлади (русуми НБ ва НГ).

Чўғланма лампаларнинг ишлаши қаттиқ жисмлардан ток ўтганида жисмларнинг қаттиқ қизиб ёрқин нурлар чиқаришига асосланган. Лампаларнинг қувватига қараб уларнинг ёруғлик узатиш кўрсаткичи 6 – 20 лм/Вт ни ташкил этади.

Истикболли чўғланма лампалар – бу колбаси кварцдан ясалган **галоген** лампалардир. Бу лампаларда буғланган волфрам заррачалари колбанинг ички деворларига урилиб, қайтади ва яна спиралга (ёки биспиралга) ўтиради. Шу сабабли бу лампаларнинг узлуксиз ёниб туриши 2000 соатни ва ёруғлик узатиш кўрсаткичи эса 21 – 29 лм/Вт ни ташкил этади.

#### 6.1 – жадвал

Лампанинг тури	Кучланиши, В	Қуввати, Вт	Ёруғлик оқими, лм	Лампанинг диаметри, мм	Лампанинг тўлиқ узунлиги, мм
Нормал чўғланма:					
В	127	15	135	61	107
Б	127	40	490	61	114
Г	127	150	2300	81	175
Г	127	1000	19500	152	245
В	220	25	220	61	107
Б	220	100	1350	66	129
Б	220	250	2920	81	175
Г	220	500	8300	152	240
Криптонли:					
БК	127	40	520	46	90
БК	220	100	1450	61	105
Диффузион қат-лампа					
НГД русумли:					
	127	60	640	71	101
Ёруғлиги жамла-ниб тарқаладиган кўзгули ЗН5-ЗН8 русумли:	127	200	2860	93	157
	220	300	3600	180	267

6.1 – жадвалда турли саноат корхоналарини ёритишда кенг қўлланиладиган баъзи чўғланма лампаларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

**Газоразрядли лампалар** энергия тежамловчи ёруғлик манбаларидан бўлиб, уларнинг ишлаши газ ва металл буғларининг электр токи тасирида ёруғлик нурларини чиқаришига асосланган. Ёруғлик узатишни ошириш мақсадида лампа шишасининг ички қисмига турли кислота ва тузлардан иборат махсус таркибли модда – люминифорлар суртилган бўлади. Люминифорлар нурланаётган кўзга кўринмас ултрабинафша нурларни кўзга кўринувчи нурларга ўзгартириш хусусиятига эга. Мураккаб таркибли люминифорларни қўллаш натижасида газоразрядли лампаларни турли рангдаги ёритиш воситаларига айлантириш мумкин.

**Люминесцент лампалар** паст босимли ва юқори босимли **симобли** ҳамда **ксенонли** гуруҳларга бўлинади. Люминесцент лампалар чиқараётган ёруғликнинг рангига қараб беш турга бўлинади: оқ (ЛБ), совуқ–оқ (ЛХБ), иссиқ–оқ (ЛТБ), кундузги (ЛД) ва айнан кундузги (ЛДЦ). Барча турдаги люминесцент лампаларнинг узлуксиз ёниб ишлаш муддати 10000 соатдан кам эмас. Ёруғлик узатиш кўрсаткичи лампаларнинг турига қараб 40–75 лм/Вт ни ташкил этади. Қуввати 15 Вт дан то 80 Вт гача бўлган люминесцент лампаларнинг ишлаб чиқариш йўлга кўйилган. Қувватига қараб бу лампаларнинг ёрқинлик кўрсаткичи 5 – 10 ккд/м<sup>2</sup> бўлиши мумкин.

6.2 – жадвалда турли саноат корхоналарининг ишлаб чиқариш ва маъмурий биноларини ёритишда фойдаланиладиган люминесцент лампаларнинг баъзи намуналарининг техник кўрсаткичлари берилган.

6.2 – жадвал

Қуввати, Вт	Кучланиши, В	Токи, А	Лампа узунлиги, мм	Лампа диаметри, мм	Ёруғлик оқимининг номинал қиймати, лм				
					ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛТБ	ЛБ
15	54	0,33	437,4	27	500	590	675	700	760
20	57	0,37	589,8	40	820	920	935	975	1180
30	104	0,36	894,6	27	1450	1040	1720	1720	2100
40	103	0,43	1199,4	40	2100	2340	2600	2580	3000
65	110	0,67	1500,0	40	3050	3570	3820	3980	4550
80	102	0,865	1500,0	40	3560	4070	4440	4440	5220

Умуман олганда люминесцент лампалар қуввати ва кучланиши қийматига қараб, ичи аргон ва симоб буғи билан тўлдирилган узунлиги ва диаметри ҳар хил бўлган шиша трубкалар кўринишда ишлаб чиқарилади. Трубкаларнинг ҳар иккала томонига тармоқ кучланишига улаш учун мўлжалланган контактли металл цоколлар ўрнатилган. Цоколларда иккитадан контактлар ўрнатилган бўлиб, улар трубка ичидаги волфрамдан ясалган электрод вазифасини бажарувчи спиралларга уланган. Электродларга кучланиш берилганида электродлар орасида ёй ҳосил бўлади ва лампа кўзга кўринувчи ёруғлик чиқара бошлайди. Лампанинг ёниши электродларга юқори кучланиш берилганида уларнинг 800 – 1000<sup>o</sup>С даражада қизиши

натижасида юзага келади. Люминесцент лампаларни ёниши накал занжирига неон стартер улаб ва накал трансформатори ёки автотрансформаторлари улабгина юқори кучланиш ҳосил қилиниб амалга оширилади. Ҳар иккала усулни қўллаганимизда ҳам лампаниг ёниши учун электродлардан накал токининг ўтиши ва ток термоэлектрон эмиссия бўсағаси шарти бўлган 800 – 1000°С ҳароратгача накални қиздира олиши шарт. Люминесцент лампаларни ишга тушириш ва ишлатиш учун ишга туширувчи – ростловчи махсус аппаратлар қлланилади. Бу аппаратлардаги дросселлар ишчи токини камайтиришга хизмат қилса, конденсторлар лампанинг қувват коэффициентини ошириш учун ишлатилади.

Қуйидаги 6.3 – жадвалда лминесцент лампаларни ишга туширувчи – ростловчи аппаратларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

6.3 – жадвал

Ишга туширувчи- ростловчи аппа-ратнинг русуми	Қувват исрофи, Вт	Қувват коэф- фициенти	Оғирлиги, кг
1УБИ-8/127-Н	2, 15	0, 45	0, 82
1УБИ-15/220-В	4, 4	0, 92	2, 1
1УБК-20/220-В	5, 8	0, 9	2, 54
1УБИ-30/220-Н	4, 4	0, 5	1, 3
1УБК-40/220-ВП	9, 6	0, 96	1, 7
1УБИ-80/220-Н	14, 8	0, 5	2, 3
2УБК-15/127-АВ	7, 5	0, 97	2, 5
2УБК-20/127-АВП	8, 8	0, 98	2, 8
2УБК-40/220-АН	15, 2	0, 98	3, 3
2УБК-80/220-АВП	29	0, 98	5, 2

Юқори босимли ёйли симобли лампаларнинг асоси қалин кварцдан ясалган каллак бўлиб, симоб буғи билан тўлдирилган ички қисмида ўз – ўзини тобловчи волфрамли электродлари жойлаштирилган. Каллак кавшарланган бўлиб, ичи магний ва марганец тузлари асосидаги люминифор билан қопланган, ташқи муҳитнинг юқори ҳароратига чидамли шишадан ясалган колба ичига жойлаштирлади. Люминифорнинг ишлаш муддатини ошириш мақсадида колбанинг ичи махсус карбон газини билан тўлдирилади. Ёйли симобли лампалар люминесцент лампаларга нисбатан деярли 10 баробар ёркинрокдир.

Ишлаб чиқарилаётган бундай лампаларнинг қуввати 80 Вт дан то 1000 Вт гача бўлиб, 220 В ли тармоққа уланади, ишлаш муддати 8 – 12 минг соатни ташкил этади ва ёруғлик узатиш кўрсаткичи 40 – 60 лм/Вт. Ёйли симобли лампаларнинг каллаклари икки асосий ёки икки асосий ва икки ёрдамчи электродли вариантларда ишлаб чиқарилади.

## 6.4 – жадвал

Лампанинг русуми	Қувва-ти, Вт	Ёруғлик оқими, лм	Лампанинг диаметри, мм	Лампанинг узунлиги, мм
ДРЛ – 80	80	2000	77	157
ДРЛ – 125	125	4000	77	177
ДРЛ – 250 – 2	250	10000	92	230
ДРЛ – 400	400	18000	120	285
ДРЛ – 700	700	33000	140	310
ДРЛ – 1000-2	1000	50000	165	365

6.4 – жадвалда қуввати 80 Вт дан то 1000 Вт гача бўлган ёйли симобли лампаларнинг техник кўрсаткичлари келтирилган.

**Металлогалоид лампалар** замонавий лампалар турига кирази, симоб разрядига турли қшимчаларнинг, масалан, натрий, таллий ва индийларнинг иодидларини қшилиши натижасида лампанинг ёруғик узатиш кўрсаткичи 90 лм/Вт гача ошади ва яхши рангли нурланишларга эришилади. **Ёйли симобли иодидли лампаларнинг** ишлаш муддати 1000 соатдан то 4500 соатгача (6.5– жадвалга қаранг).

## 6.5 – жадвал

Лампанинг русуми	Қуввати, Вт	Кучла- ниши, В	Ёруғлик оқими, клм	Ишлаш муддати, соат
ДРИ – 400	400	220	30	4500
ДРИ – 700	700	220	56	3000
ДРИ – 1000	1000	220	85	1000
ДРИ – 2000	2000	380	180	1000

Катта майдонларнинг сатҳларини ёритишда катта қувватли ксенонли трубкали баластсиз лампалар қўлланилмоқда. Бу лампалар учларига волфрамдан тайёрланган электродлар кавшарланган кварцдан тайёрланган трубкалардан иборатдир. Трубканинг ичида, ксенонли муҳитда ҳосил қилинган юқори учқун генераторида ҳосил қилинган юқори кучланиш импульси тасирида электродлар оралиғида разряд пайдо бўлади. Лампадаги ёй балласт резисторисиз турғун ёнади. Бундай лампалар чиқараётган ёруғлик табиий ёруғликка жуда яқиндир. Ишлаб чиқарилаётган **ёйли ксенонли трубкали лампаларнинг** қуввати 2 – 100 кВт бўлиб, тармоқ кучланиши қиймати 60 В дан то 380 В гача кучланишга мўлжаллангандир (6.6 – жадвалга қаранг).

## 6.6 – жадвал

Лампанинг русуми	Қув-вати, Вт	Кучла-ниши, В	Лампанинг ўлчамлари, мм			Ёруғлик оқими, кЛМ
			Диа-метри	Узунлиги	Чакнаётган жисм узунлиги	
ДКсТ – 5	5	110	25	642	430	88
ДКсТ – 10	10	220	35	1260	950	220
ДКсТ – 20	20	380	35	1990	1680	600
ДКсТ – 50	50	380	42	2610	2100	1600

#### 6.4. ЁРИТИШНИ ЛОЙИХАЛАШ ВА ҲИСОБЛАШ

Ҳар қандай ёритиш қурилмасининг вазифаси ишчи ёки хизматчи ишлаётган датгоҳ ёки қурилма жойлашган иш жойини етарли даражада ёритиш ва ёрқинликнинг хона деворлари ва шипда кўзни қамаштирмайдиган даражада тақсимланишига эришишдан иборатдир. Бу талаблар амалдаги ёритишнинг меъёрий нормалари ва қоидаларига асос қилиб олинган.

Ёритиш қурилмаларини лойиҳалаш қуйидаги кетма – кетликда амалга оширилади:

- 1) ёритилаётган жой учун меъёрий ёритилганлик қийматини аниқлаш;
- 2) ёритиш тизими ва заҳира коэффицентларини аниқлаш;
- 3) ёриткичларнинг русуми ва уларни жойлаштириш;
- 4) ёритиш қурилмасининг ва танланган ёруғлик манбаининг қувватини ҳисоблаш;
- 5) минимал ёритилганликка текшириш.

Ёритилиши керак бўлган иш жойида бажариладиган ишнинг турига қараб амалдаги меъёрий нормалар асосида ёритилганлик қиймати аниқланади.

Ёритилаётган иш жойида қандай иш бажарилиши ва муҳитнинг қандайлиги (чангли, кимёвий актив, иссиқ ва ҳ. к. кўрсаткичлари бўйича) ёритиш тизими ва унинг заҳира коэффиценти аниқланади.

Ёриткичларнинг қандай русумли бўлиши ва уларни ўрнатиш иш жойининг тавсифи бўйича ёруғлик нурларининг тарқалишига қўйиладиган талаблар ва ёриткичлар ўрнатиладиган муҳитнинг қандайлиги асосида, ёруғлик нурларининг кўзни қамаштирмаслигини ва ёритиш қурилмаларининг кам ҳаржлигини ҳисобга олган ҳолда танланади.

Нефт қазиб чиқариш объектларини ёритишни лойиҳалаш учун зарур бўлган меъёрий ёритилганлик даражаси кўрсаткичлари 6.7 – жадвалда келтирилган.

Объект	Умумий ёритишнинг минимал ёритилганлиги, лк
Нефт кудуклари ва текбранма дастгоҳ юзаси	13
Текбранма дастгоҳ моторли бўлинмалари, чуқурлик электр насослари аппаратлари жойлашган бўлинмалар	13
Компрессор ва насос станцияларининг машмна заллари ва вентилицион хоналар	20
Кудукларни капитал ва ер остида таъмирлаш жойлари:	
кудукларнинг ичи	25
лебедка	15
кўтариладиган мачта	2
юқори ишчи беланчак	15
қабул қилувчи кўприкчалар	13
Ташқи қурилмалардаги ва хоналардаги ўлчов– назорат асбобларининг шкалалари	50
Нефт ташиладиган мосламалар, газ сепараторлари ва б.	20
Суюқликларни сақловчи сиғимлар саройи:	
сарой худудидаги йўллар, кўриқлаш ёритилганлиги	0,5
сиғимлар орасидаги бўшлиқ, сиғимдаги суюқлик сатҳини ўлчаш ва зулфинларни бошқариш жойи	2
Нефтни куйиш ва оқизиш эстакадалари	5
Нефтни йиғувчи қурилмалар	5
Омборлар:	
катта ўлчамли предметлардан иборат	5
кимёвий реагентлар жойлашган	20
ёқувчи ва мойловчи материаллардан иборат	10
Машиналар турадиган жой	10
Механика устахоналари	50
Лабораториялар	75

Ёритишни лойиҳалаш амалиётида ёритишни ҳисоблашнинг **нуқтавий, ёруғлик оқими ва солиштирма қувват** каби уч усул кенг қўлланилади.

**Ёритишни ҳисоблашнинг нуқтавий усули.** Бу усул билан ёритиш ҳисобланганида ёритилаётган юзадан ёруғлик оқимининг юзага урилиб қайтиши ҳисобга олинмайди ва шунинг учун ҳам бу усул билан одатда саноат корхоналарининг очиқ жойлардаги ва ховли сатҳларининг ёритилишини ҳисоблашда кенг қўлланилади. Бу усул билан ёритиш ҳисобланганида ёриткичнинг ёруғлик тарқалиши тавсифларини билиш зарурдир. Ёритилаётган объектдан ёриткичнинг қандай масофада жойлашганлиги, ўз ўқидан қандай бурчак остида ёруғлик чиқараётганлигини, яъни ёруғлик кучини билиш талаб этилади. Ёритилишни ҳисоблаш қуйидаги тартибда амалга оширилади: аввал ёриткич танланади, ёриткич билан ёритилувчи ишчи юза

орасидаги масофа аниқланади, ёритилаётган юзанинг ихтиёрий нуқтасидаги ёритилганлик ҳисобланади ва бу ёритилганликнинг қиймати шу ишчи юза учун қабул қилинган меъёрий қиймати билан солиштирилади. Бу қийматлар ўзаро солиштирилганида мос келмаса, у ҳолда ишчи юза билан ёриткич орасидги масофа ўзгартирилиб ёки бошқа турдаги ёриткич танланиб ёритишни ҳисоблаш қайтадан ёритилганликнинг то меъёрий қийматига мос келгунча давом эттирилади.

Горизонтал юзанинг ёритилганлиги қуйидаги формула билан ҳисобланади

$$E_r = nCI\alpha \cos^3 \alpha / k_3 H^2, \quad (6.1)$$

бу ерда,  $n$  – ёриткичларнинг сони;  $C$  – танланган ёриткич ёруғлик оқимининг шартли ёриткич ёруғлик оқимига ( $\Phi = 1000$  лм) нисбатини билдирувчи коэффициент;  $I_\alpha$  - ёруғлик тарқалиши тавсифлари бўйича аниқланадиган ёриткич ўқидан  $\alpha$  бурчак остида чиқаётган ёруғлик кучи, кд;  $k_3$  - ёритиш қалпоғининг чангланишини ва лампа спиралининг эскиришини ҳисобга олувчи захира коэффициенти, 1,2 – 2,0;  $H$  – ёритилаётган ишчи юза билан ёриткич ўрнатиладиган оралиқ масофа.

**Ёритишни ёруғлик оқими усули билан ҳисоблаш.** Ёритиш бу усул билан ҳисобланганида, ёриткичдан чиқаётган ёруғликни ҳисобга олиш билан бир қаторда ёритилаётган ишчи юзадан ёруғлик оқимининг урилиб қайтиши ҳам ҳисобга олинади. Бу ҳисоблашнинг асосий кўрсаткичларидан бири ёриткичнинг ёруғлик оқимидан фойдаланиш коэффициенти ( $U$ ). Бу коэффициент ёриткичнинг турига, ёритилаётган ишчи юзанинг ўлчамлари бўйича аниқланадиган индексига ва хона деворлари ҳамда шипидан ёруғлик нурларининг урилиб қайтиши коэффициентларига боғлиқдир. Хонанинг индекси қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади

$$\varphi = AB/H_p (A + B), \quad (6.2)$$

бу ерда,  $A$  ва  $B$  – ёритилаётган хонанинг узунлиги ва эни, м;  $H_p$  – ёритилаётган юзадан ёриткич осиладиган ҳисобий баландлик, м.

Одатда ёритиётган ишчи юза хона полидан 0,7 – 0,8 м юқоридаги сатҳ ҳисобланади, ёриткич хона баландлигининг 0,7 м ига осилади. Шунда  $H_p = 0,7 - 0,8$ , м бўлади.

Ёруғлик оқимидан фойдаланиш коэффициенти ёруғлик техникасига оид каталог ва маълумотномалардаги махсус жадвалларда берилган бўлади.

Маълум ёритилганликни ҳосил қилувчи ёруғлик оқими қуйидаги ифода билан ҳисобланади

$$\Phi = k_3 ESZ / Un, \quad (6.3)$$

бу ерда,  $E$  – берилган меъерий ёритилганлик, лк;  $Z$  – ўртача ёритилганликнинг меъерий ёритилганликка нисбати, (1,1 – 1,3);  $S$  – ёритилаётган хонанинг юзаси,  $m^2$ ;  $k_3$  – захира коэффиценти, (1,3 – 1,5).

**Солиштирма қувват усули билан ёритишни ҳисоблаш.** Бу усул ёритишни тахминан ҳисоблаш зарур бўлган ҳолларда қўлланилади. Ёритувчи асбобнинг солиштирма қуввати деб ёритилаётган бирлик юзага тўғри келувчи қувватига айтилади. Ёриткич лампасининг қуввати аниқ бўлгандаги ёриткичларнинг сони солиштирма қувват усули билан қуйидаги формула билан ҳисобланади

$$n = pS / P_{\text{л}} , \quad (6.4)$$

бу ерда,  $p$  – ёриткич лампасининг солиштирма қуввати,  $Вт/м^2$ ;  $S$  – ёритилиши керак бўлган юза,  $m^2$ ;  $P_{\text{л}}$  - ёриткич лампасининг қуввати,  $Вт$ .

Баъзи нефт қазиб чиқариш объектлари ва хоналари учун зарур меъерий ёритилганликнинг солиштирма қувватлари 6.8 – жадвалда келтирилган.

6.8 – жадвал

Объектлар	Солиштирма қувват (ёритиш-нинг барча турла-ри ҳисобга Олин-ган) $Вт/м^2$	Ёритишнинг тақсимланиши	
		Маҳаллий ёри-тиш, % (умумий ёритишнинг)	Авария ёритиш, % (умумий ёри-тишнинг)
Нефт ҳайдовчи ва сув таъминоти насос станциялари	15	–	20
Компрессор станциялари	15	–	20
Механик ва таъмирлаш механик цехлар	12 – 14	12 – 15	10
Сув қозонлари	11	–	20
Гаражлар	10	10	–
Ўт ўчириш хизмати	12	2	10
Лабораториялар	16 – 20	10 – 15	–
Бошқариш хонаси	13 – 15	–	–
Омборлар	10 – 11	–	10
Ошхона	12 – 15	–	10
Ним станция ва тақсимлаш қурил-малари	20 – 25	–	20
Ёрдамчи корхоналарнинг худудлари	0,12	–	–
Насос станциялари ва нефт сақланадиган пунктларнинг очик худудлари	0,14	–	–

## 6.5. АСОСИЙ ОБЪКТЛАРНИ ЁРИТИШ

Бурғулаш қурилмаларини ёритиш тармоқлари учун 220 В кучланиш ишлатилади ва кучланиш 6000/380/220 трансформаторидан олинади (6 кВ ли линиядан таъминланадиган бурғулаш қурилмаларида) ёки дизел – генератор тизимидан (муствақил таъминланадиган бурғулаш қурилмаларида) олинади. Баъзи ҳолларда бурғулаш қурилмасининг ёритиш тармоғи нефт ва газни бирламчи қайта ишловчи корхонанинг ёритиш тизимидан таъминланади. Ёритиш тармоғининг электр тармоғига уланиши автоматик ўчиргич ва магнит юриткич орқали амалга оширилади. Магнит юриткичнинг бошқариш кнопкаси нефт ва газнинг отилиб чиқиши вақтида ўчириш имконини берадиган жойга ўрнатилади. Авария ҳолатларида ёритиш 220/12 В трансформатор орқали бажарилади; хизматчиларни эвакуация қилиш вақтидаги ёритиш аккумуляторлар орқали таъминланади.

Бурғулаш қурилмасининг ёритилиши 6.9 – жадвалда келтирилган мос кўрсаткичлар асосида бажарилади.

Бурғулаш қурилмаларининг ишчи ёритиш тармоқлари, одатда куч ва ёритиш тармоқларини таъминловчи умумий вазифани бажарувчи трансформатордан таъминланади.

Муҳит тарққибиде ёнувчи газлар бўлмаса, у ҳолда чанг ва сув ўтказмайдиган ёриткичлардан фойдаланилади. Агар муҳит тарққибиде ёнувчи газлар бўлса, у ҳолда портлашга қарши ишнчли бўлган НОБ маркали ёриткичлар қўлланилади.

Қудуқларнинг юзаларини ёритишда ёпик (чанг ва сув ўтказмайдиган) ёриткичлар қўлланилади. Бундай лампаларнинг қуввати 50 – 70 Вт ни ташкил этади. Автоматлаштирилган ишлаб чиқаришда, яъни бурғулаш қурилмалари фақат кундузи ишлайди ва шунинг учун ҳам бу бурғулаш қурилмалари кечаси ёритилмайди. Авария ҳолатлари юзага келганида кўчма ёриткичларни ёқиш учун розеткалар тортиб келинади. Бу розеткаларга тунда қудуқни таъмирлаш вақтида минора ва мачталарнинг юқори қисмларига НОБ маркали лампалар ўрнатилади.

Минораларни ёритиш учун бешта ёриткич ўрнатилади. Кўтаргич томондаги юзани ёритиш учун иккита 300 Вт ли лампа, кўтариш блок ҳаракати йўлини ёритиш учун биттадан ёриткич (12 м баландликда, 150 Вт ли лампа); юқоридаги ишчи жойни ёритиш учун 150 Вт ли ва кронблок олдида 100 Вт ли лампалар ўрнатилади. Мачтани ёритиш учун учта ёриткич ўрнатиш кўзда тутилган. Иккита ёриткич мачтанинг 3 – 3,5 м баландлигига қуввати 300 ва 150 Вт бўлган ёриткичлар ўрнатилади ва битта 100 Вт ли ёриткич кронблок юзасини ёритиш учун ўрнатилади.

## 6.9 – жадвал

Ўритилиши бўлган жой	керак	Ўритил- ганлик- нинг меъёри, лк	Ўриткичлар ўрнатиладиган жой	Ўриткичлар сони		Лампа- нинг куватини, Вт
				Минора балад- лиги 41 м	Минора балад- лиги 53 м	
Ротор		40	Миноранинг оёқларига 45–50 <sup>0</sup> бурчак остида 4 м баладликда (41 м ли миноралар учун) ва 6 м баладликда (53 м ли миноралар учун) ўрнатилади	4	4	200
			Лебедка устига 4 м баладликда 25–30 <sup>0</sup> бурчак остида ўрнатилади	1	1	300
Ўлчов–назорат асбоблари шчит		50	Асбоблар олдида ўрнатилади	1	1	100
Юқори ишчи полати		25	Миноранинг оёқларига полати полидан камида 2,5 м баладликда 50 <sup>0</sup> дан кам бўлмаган бурчак остида ўрнатилади	2	2	300
Кўтариш йўлида	блоки	10	Нарвонли майдончаларда ўрнатилади	1	2	300
			Минора бўйи бўйлаб 65–70 <sup>0</sup> дан кам бўлмаган бурчак остида ўрнатилади	1	1	150
Кронблок		25	Кронблок остига ўрнатилади	1	1	150
Қабул қилувчи олувчи кўприк		10	Миноранинг олд оёқларига 6 м дан кам бўлмаган баладликда ўрнатилади	2	2	300
Редуктор ўрнатилган хона		30	3 м дан кам бўлмаган баладликда ўрнатилади	4	8	150
Насослар ўрнатилган хона:						
а) ишга тушириш резисторли яшчиклар		50				
б) бурғулаш насослари		25	3 м дан кам бўлмаган баладликда ўрнатилади	3 – 5	8	200
Ўниш–мойлаш материаллари майдончаси		10				

Суюқлик сифимлари ва очик қурилмаларни умумий ёритиш учун мачталарнинг 12 – 18 м баландликларига ўрнатилган қуввати 500 Вт бўлган лапали прожекторлар қўлланилади.

Керак бўлган ҳолларда, умумий ёритиш билан бир қаторда маҳаллий ёритиш ҳам қўлланилади. Ишчи сменаларнинг сонига қараб ҳудудларни ва маълум объектларни кўздан кечириш ёки жиҳозларни таъмирлаш вақтларидагина ёритишга рухсат этилади. Қўриқлаш ёритишида ПЗМ – 35 маркали прожекторлар ёки 6 – 7 м баландликка ўрнатилган СПО – 300 ва «Универсал» ёриткичлари қўлланилади. Лампаларнинг қуввати 100 – 150 Вт; прожекторлар орасидаги масофа 70 – 75 м; ёриткичлар орасидаги масофа эса 30 – 35 м ни ташкил этади.

Портлаш хавфи мавжуд бўлган хоналарни ёритишда портлашдан ҳимояланган вариантларда ишлаб чиқарилган ёриткичлар билан ёритилади. Одатда бундай хоналарни ёритиш, портлашга қарши юқори ишончи бўлган НОБ ва НОГ маркали ёки ВЗГ маркали ёриткичлар ёрдамида амалга оширилади. Ёритиш тармоғи симлари пўлат қувурлардан ўтказилади.

Портлаш хавфи мавжуд бўлган хоналарда ишлатиладиган кўчма ёриткичлар портлаш кириб бормаيدиган, учқунланиш хавфсиз бўлган ижроли бўлиши талаб этилади; ёриткичларнинг ташқи томондан метал тўр билан ҳимояланган бўлади.

## НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

1. Ёритишнинг иш шароитини ташкил этишдаги аҳамиятини мисолларда тушунтириб беринг.
2. Ёритишнинг асосий физик катталикларини изоҳланг.
3. Қандай турдаги электр ёриткичларни биласиз?
4. Чўғланма лампалар қандай физик асосда ёритади?
5. Люминесцент лампалар қандай физик асосда ишлайди?
6. Ёритишни лойиҳалашнинг нечта тури бор ва уларнинг қўлланишини тушунтириб беринг.
7. Нефт ва газ корхоналари объектларини ёритишнинг ўзига хос жиҳатларини айтиб беринг.
8. Нефт ва газ бурғулаш миноралари ва уларнинг атрофларини ёритишда қандай қандай ёнғин хавфсизлиги қоидаларига риоя қилинади?
9. Нефт ва газ миноралари ва уларнинг атрофларини ёритишда асосан қандай турдаги ёриткичлардан фойдаланилади?
10. Кўчма ёриткичлари электр энергия манбаларининг кучланиши неча вольт бўлиши керак?

## 7 – БОБ. АСИНХРОН МОТОРЛИ ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИНГ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМҚОР ИШ РЕЖИМЛАРИДА БОШҚАРИШ

### 7.1. ФАЗА РОТОРЛИ АСИНХРОН МОТОРЛАРНИ СИНХРОН ИШ РЕЖИМИГА ЎТКАЗИБ ҚУВВАТ КОЭФФИЦИЕНТИНИ ОШИРИШ

Нефт ва газ саноати корхоналарида катта қувватли фаза роторли асинхрон моторлар асосан компрессор ва насосларнинг электр юритмаларида кенг қўлланилади. Бу асинхрон моторларнинг энергетик кўрсаткичларини яхшилаш ва улар истеъмол қилаётган реактив энергияни компенсация қилиш электр энергияни иқтисод қилишнинг асосий масалаларидан биридир.

Асинхрон моторлар истеъмол қилаётган реактив энергия миқдорини камайтиришнинг амалда **икки усули** қўлланилади: индивидуал ҳар бир асинхрон моторнинг тармоққа уланган жойида реактив қувватни компенсация қилиш ва энергетик ва техник-иқтисодий кўрсаткичлари юқори бўлган янги русумдаги моторларни қўллаш. **Биринчи усул** билан реактив қувватни компенсация қилиш, тармоқ элементларини реактив қувватдан ҳалос этиш нуқтаи назаридан қараганда анча самарали усул бўлиб, аммо 1000 В гача кучланишли тармоқларда қўлланиладиган компенсацион қурилмаларнинг нархи юқори бўлгани сабабли кўпинча иқтисодий жиҳатдан бу усул ўзини оқламайди. **Иккинчи усул**, замонавий асинхрон моторларни яратиш ва жорий қилиш билан боғлиқ бўлгани учун ҳам энг истиқболли усулдир.

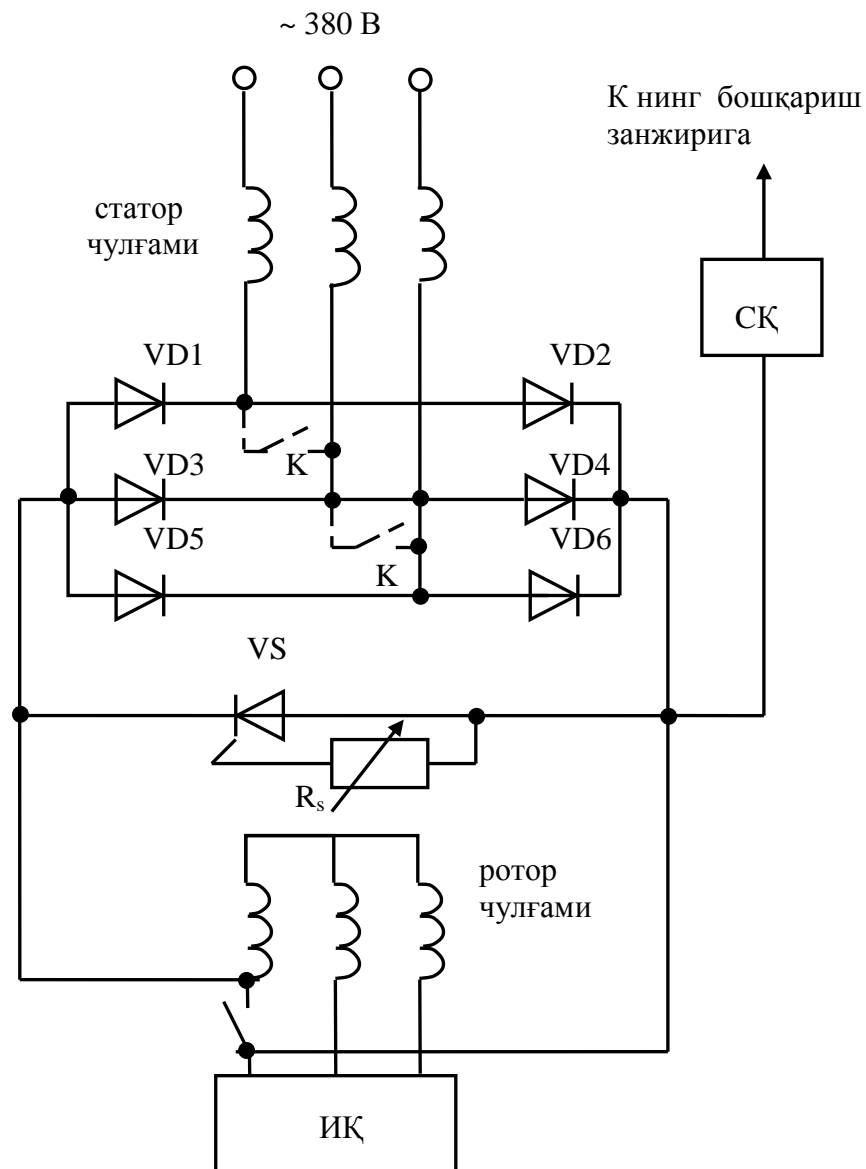
Фаза роторли асинхрон моторларнинг реактив қуввати истеъмолини камайтиришнинг, яъни уларнинг қувват коэффицентини оширишнинг усулларида бири уларни **синхронлаштиришдир**. Ярим ўтказгичли қурилмалари мавжуд бўлган асинхрон электр юритмаларда асинхрон моторларни синхронлаштириш мақсадга мувофиқдир. Масалан, асинхрон вентилли каскад схемаларида моторни синхронлаштириш имконияти ротор занжиридаги ўзгармас ток манбаи мавжудлиги сабабли ўз-ўзидан келиб чиқади.

Қуйида кетма-кет қўзғалувчан синхронлаштирилган асинхрон моторнинг қўлланилиши бўйича техник-иқтисодий имкониятларини кўриб чиқамиз. Синхронлаштирилган асинхрон моторнинг принципал электр схемаси 5.1 – расмда келтирилган ва қуйидаги белгилашлар қўлланилган: СҚ - синхронлаш қурилмаси; ИҚ - ишга тушириш қурилмаси; С ва Р – моторнинг статор ва ротор чулғамлари. Асинхрон моторни

синхронлаштириш статор ва ротор чулғамларининг VD1 – VD6 уч фазали кўприк схемали тўғирлагич орқали электрик боғланиши ёрдамида амалга оширилади. Бу электрик боғланиш кўзғатиш токининг қийматини моторнинг реал юкланишига қараб автоматик бошқариш имконини беради. Бу ҳолда статор чулғамининг тўғирланган ишчи токи кўзғатиш токи вазифасини ўтайди.

Моторни ишга тушириш одатдагидек ротор занжиридаги коммутация аппарати К нинг ёпиқ ҳолатида амалга оширилади. Катта қувватли моторларни ишга туширишда К контактлар (7.1 – расмда пунктир чизиқлар билан кўрсатилган) вентиллари ишдан чиқишидан сақлаш мақсадида тўғирлагични шунтлайди. Контакт К ёпиқ бўлганида мотор асинхрон мотор режимида ишлайди. Бу ҳолда уч фазали кўприк схема қисқа туташув режимида ишлагани сабабли статор чулғамидан статор чулғамларини «юлдузча» уланишидаги ток ўтади. Контакт К очик ҳолатда бўлганида ротор чулғамидан тўғирланган статор токи ўтади ва мотор синхрон мотор режимида ишлайди. Тўғирлагичнинг кириш қисмига катта қийматли статор чулғамининг индуктив қаршилиги уланган бўлгани учун, роторнинг актив қаршилиги жуда кичик эканлиги ҳисобига, моторнинг синхрон режимида учтадан вентиллاردан иборат вентилли гуруҳлари навбат билан ишлайди (коммутация бурчаги  $\gamma = \pi/3$ ) ва вентиллاردан ўтаётган тоқларнинг ўтиш вақти роппа-роса 180 эл.град.ни ташкил этади. Шундай қилиб, ротор чулғамининг статор чулғамига тўғирлагич орқали кетма-кет уланганлиги сабабли статор чулғами фазаларидан тоқларнинг ўтиш вақтига деярли таъсир қилмайди. Моторнинг синхронлаштирилиши моторнинг қуввати ва юкланишнинг тавсифига қараб синхронлаштириш қурилмаси (СҚ) орқали ёки усиз амалга оширилади.

Юкланиш номинал қийматига етганида ёки мотор синхронизмдан чиқиб кетганида ротор чулғамида ЭЮК қиймати ошиб кетади, натижада тиристор  $V_s$  бир пайтда тўғирлагични ҳамда ротор чулғамини шунтлайди ва натижада мотор автоматик равишда асинхрон мотор иш режимида ўтиб ишлай бошлайди. Моторнинг оптимал кўрсаткичларида максимал моментининг номинал моментга нисбатини 2 – 2,5 гача етказиш мумкин. Одатда, қуввати 30 кВт ва ундан катта қувватли деярли барча фаза роторли асинхрон моторлар бундай кўрсаткичларга эгадир.



7.1 – расм. Фаза роторли асинхрон моторни синхрон иш режимига ўтказиб ишлатишнинг принципиал электр схемаси

Тавсифлар таҳлилини умумлаштирадиган бўлсак, фаза роторли асинхрон моторларни синхрон режимга ўтказиш, уларнинг энергетик кўрсаткичларини сезиларли даражада ошишини таъминлайди, масалан қуввати 80 кВт гача бўлган асинхрон моторларнинг ФИК 2,5% гача ва ундан катта қувватлиларники эса 1,5% гача ошади; ўрта ҳисобда қувват коэффициенти 30% гача кўтарилади ва юкланиш номиналга тенг бўлганида эса хатто 1,0 гача кўтарилиши мумкин.

Шундай қилиб, нефт ва газ саноатт корхоналарида ишлаб чиқариш машина ва механизмларнинг электр юритмаларида фаза роторли асинхрон моторларининг иш режимларини синхрон иш режимига ўтказиш, реактив қувват истеъмолини камайтириш ҳисобига электр энергияни иқтисод

қилишга ҳамда электр таъминоти тармоқлари элементларида актив қувват исрофларини камайишига ҳам олиб келади.

Қуввати чекланган электр энергия манбаларидан таъминланадиган фаза роторли асинхрон моторларнинг иш режимларини синхронлаштириш электр энергиядан самарали фойдаланиш имконини беради. Айниқса, автоном электр энергия манбаларидан таъминланадиган нефт ва газ қудуқларини қазишда кенг ишлатиладиган бурғаловчи қурилмалари электр юритмаларининг катта қувватли фаза роторли асинхрон моторлари иш режимларини синхронлаштириш электр энергия истеъмолидан қилинадиган иқтисод жуда сезиларли бўлади.

## **7.2. ТЕЗЛИГИ РОСТЛАНМАЙДИГАН РОТОРИ ҚИСҚА ТУТАШТИРИЛГАН АСИНХРОН МОТОРЛАРНИНГ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ИШ РЕЖИМЛАРИ**

### ***асинхрон моторларни минимум реактив қувват истеъмоли режимда ишлашини таъминловчи автоматик бошқариш тизими***

Маълумки насос қурилмалари электр юритмаларининг асинхрон моторлари бутун иш режими давомида валида номинал юкланиш билан ишламайди. Уларнинг реал юкланганлик даражаси юкланишнинг номинал қийматига нисбатан  $0,3 \div 1,0$  ораликда ўзгаради. Юкланиш моментининг номинал қийматидан кам бўлиши, моторнинг тармоқдан истеъмол қилаётган реактив қувватининг ошишига олиб келади ва натижада моторнинг қувват коэффициентини пасаяди. Асинхрон мотор реактив қуввати  $Q$  ни мотор валидаги юкланиш momenti билан ўзаро боғлаб, минимал қийматига келтириб автоматик бошқариш асинхрон электр юритмаларда энергия тежамкорликка эришишнинг асосий йўналишларидан биридир.

Асинхрон мотор ишлаётган вақтида статор чулғами кучланишининг частотаси  $f = 50 \text{ Гц} = \text{const}$  эканлигини ва юкланиш momenti ёки қуввати номинал қийматидан кичик эканлигини ҳисобга оладиган бўлсак, у ҳолда мотор магнит тизимининг тўйинмаган режимда ишлаётган бўлади ва мотор магнитланиш тавсифининг тўғри чизиқли қисмида ишлайди. Шунда статор чулғамига берилаётган кучланиш  $U_1$  билан магнит оқими ўртасидаги ўзаро боғланишни чизиқли деб қараш мумкин бўлади ва уларнинг нисбий қийматларини ўзаро тенг деб олинади

$$\phi = \gamma, \quad (7.1)$$

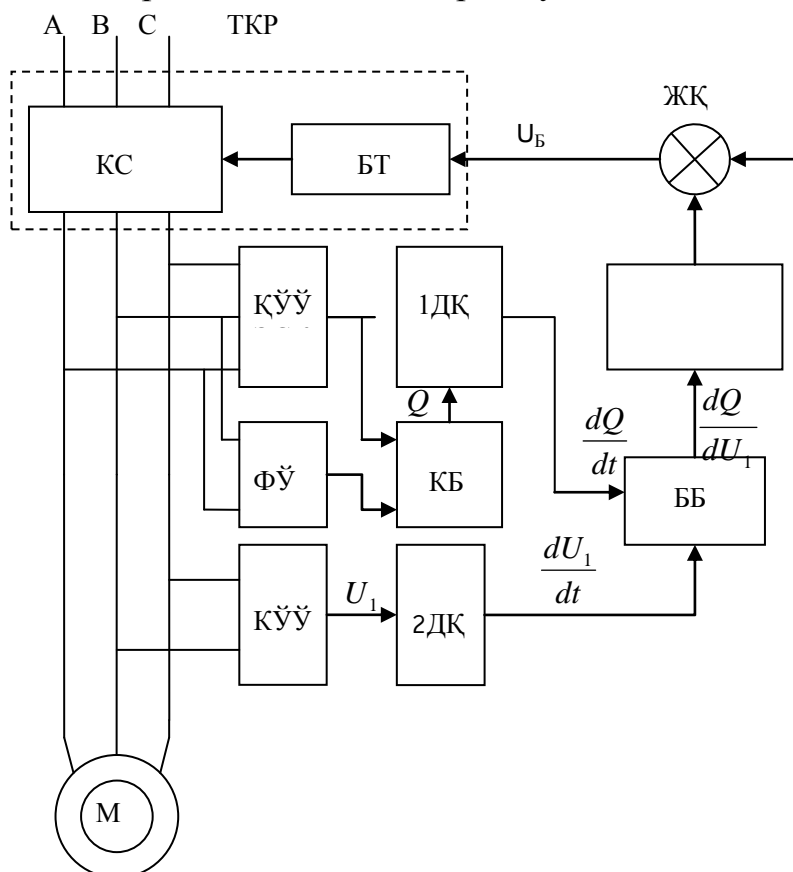
бу ерда,  $\phi = \Phi/\Phi_H$  – магнит оқимининг нисбий қиймати,  $\gamma = U_1/U_{1H}$  – статор чулғамига берилаётган кучланишнинг нисбий қиймати.

(7.1) тенгламани ҳисобга олган ҳолда юкланишнинг реал қийматига қараб, мотор истеъмол қилаётган реактив қувватни магнит оқимини ўзгартириб амалга ошириш билвосита, яъни статор кучланиши воситасида бажарилади ва унинг қиймати қуйидаги дифференциал тенглама орқали аниқланади

$$\frac{d\left(\frac{Q}{Q_H}\right)}{d\gamma} = 0, \quad (7.2)$$

бу ерда  $Q/Q_H$  – реактив қувватнинг нисбий қиймати.

7.2 – расмда тасвирланган асинхрон моторни экстремал автоматик бошқариш тизими юкланишнинг барча реал қийматларида мотор истеъмол қилаётган реактив қувват миқдорини минимал қийматида бўлишини (7.2) тенглама асосида амалга оширади ва мотор энергетик кўрсаткичларини номинал қийматларига яқин қийматларда бўлишини таъминлайди.



7.2 – расм. Реактив қувват истеъмоли минимум бўлган режимда ишлайдиган асинхрон моторли экстремал автоматик бошқариш тизимининг блок схемаси

Асинхрон моторни экстремал автоматик бошқариш тизими қуйидаги асосий таркибий қисмлардан иборат: асинхрон мотор М, тиристорли ўзгарувчан ток кучланиши ростлагичи ТКР куч схемаси КС орқали уч фазали электр тармоғига уланган, ТКР нинг бошқарув тизими БТ жамловчи қурилма ЖК чиқиш қисмига уланган, ЖК нинг биринчи кириш қисмига эса вазифаловчи сигнал  $U_B$  берилади, ЖК нинг иккинчи кириш қисмига эса эса сақловчи қурилма ЭСК нинг чиқиш қисми уланган, қувват ўлчов ўзгарткичи ҚЎЎ нинг кириш қисми асинхрон мотор М нинг статор чулғамига уланган ва шу кириш қисмга функционал ўзгарткич ФЎ нинг кириш қисми уланган, ФЎ нинг чиқиш қисми эса кўпайтириш блоки КБ нинг иккинчи кириш қисмига уланган, ҚЎЎ нинг чиқиш қисми кўпайтириш блоки КБ нинг иккинчи кириш қисмига уланган, КБ нинг чиқиш қисми эса биринчи дифференциалловчи қурилма 1ДҚ нинг кириш қисмига уланган бўлса чиқиш қисми эса бўлувчи блок ББ нинг биринчи кириш қисмига уланган, ББ нинг иккинчи кириш қисмига эса иккинчи дифференциалловчи қурилма 1ДҚ нинг чиқиш қисми уланган, 2ДҚ нинг кириш қисмига кучланиш ўлчов ўзгарткичи КЎЎ нинг чиқиш қисми уланган ва КЎЎ нинг кириш қисми эса асинхрон мотор М нинг линия кучланишига уланган.

Асинхрон мотор энергетик кўрсаткичларининг оптимал қийматларида бўлиши, мотор валидаги юкланишнинг қийматига мос равишда статор чулғамидаги кучланишни ростлаш натижасида, моторнинг реактив қувват истеъмолини минимал қийматга келтириш асосида амалга оширилади. Бу автоматик бошқариш тизимида мотор валидаги юкланишнинг қиймати билвосита актив қувват бўйича ҳисобланади.

Охирги қайд қилинган юкланиш учун статор чулғами кучланиши хали ўзгартирилмаган ҳолда  $\frac{dQ}{dU_1} \neq 0$  бўлади ва бу сигнал ЭСК да сақланади, худди

шу сигнал ЖК га юборилади ва  $U_B = U_B - \frac{dQ}{dU_1}$  бошқарув сигнаolini ташкил

этувчиси бўлади. Янги бошқарув сигнали таъсирида ТКЎ нинг КС ининг чиқиш қисмида кучланишнинг қиймати ўзгаради. Статор чулғамига берилаётган кучланишнинг оптимал қиймати асинхрон моторни берилган юкланишда минимал реактив қувват истеъмоли режимида ишлашини таъминлайди. Юкланиш қийматининг то янги қийматига ўзгаргунга қадар  $\frac{dQ}{dU_1}$  сигнал ЭСК да сақланиб туради ва юкланиш қиймати ўзгарганида ҳосил

бўладиган кейинги тенгсизлик  $\frac{dQ}{dU_1} \neq 0$  қиймати ЭСК га сақлаш учун

юборилади. Асинхрон моторнинг янги юкланиш қиймати учун минимал реактив қувват истеъмоли режими жорий қилинади.

***асинхрон моторларни минимум қувват исрофи режимида ишлашини таъминловчи экстремал автоматик бошқариш тизими***

Вентилятор, конденционер, насос ва компрессорлар каби умумсаноат механизмларининг асинхрон электр юритмалари энергетик кўрсаткичларини реал юкланиш қийматига қараб ростлаш электр энергиядан унумли фойдаланишга олиб келади.

Асинхрон мотор статор чулғами кучланиши билан магнит оқими орасидаги чизиқли боғланиш (7.1) ни ҳисобга олган ҳолда юкланишнинг  $\mu_c = 0,3 - 1,0$  қийматларида асинхрон моторнинг минимум қувват иш режимида ишлаши қуйидаги дифференциал тенгламани нолга тенглаб амалга оширилади

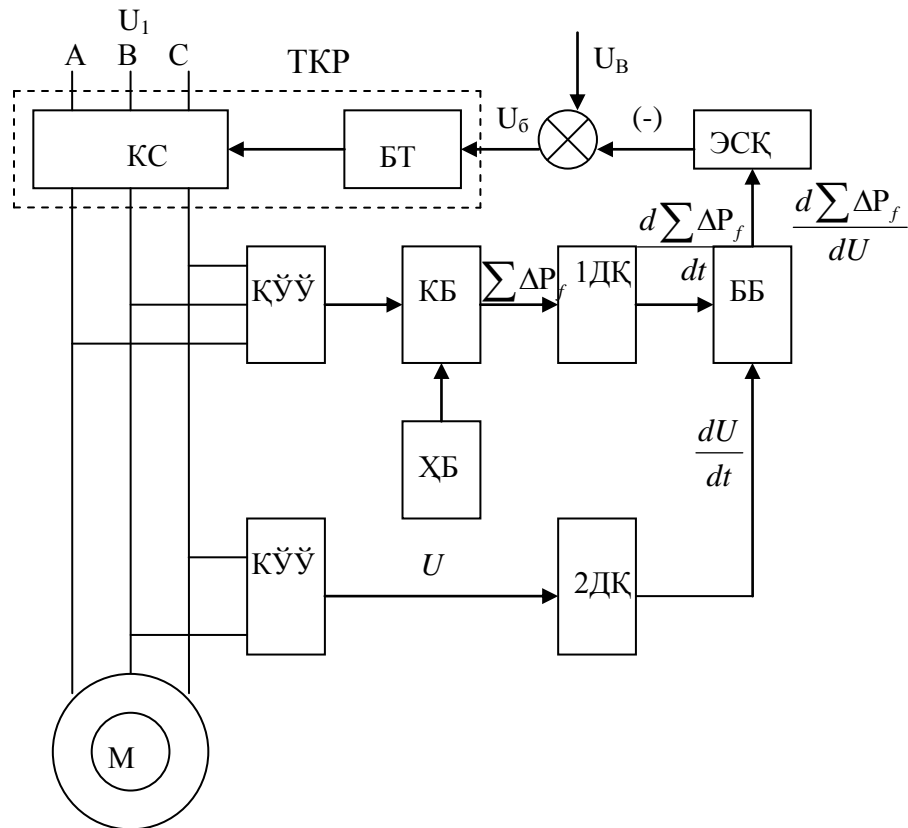
$$\frac{d \sum \Delta p}{d\gamma} = 0, \quad (7.3)$$

бу ерда,  $\sum \Delta p = \frac{\sum \Delta P}{\sum \Delta P_H}$  – асинхрон моторнинг нисбий умумий қувват исрофи.

Асинхрон моторни экстремал автоматик бошқариш тизими (7.3 – расм) мотордаги қувват исрофининг минимал қийматида бўлишини (7.3) тенглама бўйича бошқариш асосида амалга оширади ва юкланишнинг барча реал қийматларида моторнинг энергетик кўрсаткичларини номинал қийматларига яқин қийматларда бўлишини таъминлайди.

Асинхрон моторни экстремал автоматик бошқариш тизими қуйидаги асосий таркибий қисмлардан иборат: асинхрон мотор М, тиристорли ўзгарувчан ток кучланиши ростлагичи ТКР куч схемаси КС орқали уч фазали электр тармоғига уланган, ТКР нинг бошқарув тизими БТ жамловчи қурилма ЖК чиқиш қисмига уланган, ЖК нинг биринчи кириш қисмига эса вазифаловчи сигнал  $U_B$  берилади, ЖК нинг иккинчи кириш қисмига эса эса сақловчи қурилма ЭСК нинг чиқиш қисми уланган, қувват ўлчов ўзгарткичи ҚЎЎ нинг кириш қисми асинхрон мотор М нинг статор чулғамига уланган, чиқиш қисми эса кўпайтириш блоки КБ нинг биринчи кириш қисмига уланган, иккинчи кириш қисми эса ҳисобловчи блок ХБ нинг чиқиш қисмига

уланган, КБ нинг чиқиш қисми биринчи дифференциалловчи қурилма 1ДҚ нинг кириш қисмига уланган бўлса чиқиш қисми эса бўлувчи блок ББ нинг биринчи кириш қисмига уланган, ББ нинг иккинчи кириш қисмига эса иккинчи дифференциалловчи қурилма 1ДҚ нинг чиқиш қисми уланган, 2ДҚ нинг кириш қисмига кучланиш ўлчов ўзгарткичи КЎЎ нинг чиқиш қисми уланган ва КЎЎ нинг кириш қисми эса асинхрон мотор М нинг линия кучланишига уланган.



7.3 – расм. Қувват исрофи минимум бўлган режимда ишлайдиган асинхрон моторли экстремал автоматик бошқариш тизимининг блок схемаси

Асинхрон мотор энергетик кўрсаткичларининг оптимал қийматларида бўлиши, мотор валидаги юкланишнинг қийматига мос равишда статор чулғамидаги кучланишни ростлаш натижасида, мотордаги қувват исрофини минимал қийматга келтириш асосида амалга оширилади. Бу автоматик бошқариш тизимида мотор валидаги юкланишнинг қиймати билвосита актив қувват бўйича ҳисобланади.

Асинхрон мотор ишлаб турган пайтда қувват ва кучланиш ўлчов ўзгарткичлари КЎЎ ва КЎЎ чиқиш қисмларида доимий сигнал мавжуд бўлади. КЎЎ дан чиқаётган линия кучланиши сигнали 2ДҚ да вақт бўйича дифференциалланиб ББ нинг иккинчи кириш қисмига юборилади. Ҳисоблаш

блоки ХБ да  $(1 - \eta_H)$  амали бажарилиб КБ нинг иккинчи кириш қисмига узатилади ва у ерда ҚЎЎ нинг чиқиш қисмидан КБ нинг биринчи кириш қисмига юборилган  $P_2$  га пропорционал сигнал билан кўпайтмаси  $\sum \Delta P = P_2(1 - \eta_H)$ - моторнинг умумий қувват исрофини беради.  $\sum \Delta P$  сигнал 1ДҚ да вақт бўйича дифференциалланиб ББ нинг биринчи кириш қисмига юборилади. ББ да  $\frac{d\sum \Delta P}{dt} : \frac{dU_1}{dt}$  амали бажарилади ва натижада чиқиш қисмида вақтга боғлиқ бўлмаган  $\frac{d\sum \Delta P}{dU_1}$  сигнал ҳосил бўлади. Юкланишнинг номинал қийматидан катта ёки кичиклигига қараб, бу сигналнинг ишораси «-» ёки «+» ва қиймати ҳам монанд равишда ҳар хил бўлади.  $\frac{d\sum \Delta P}{dU_1} = 0$  шартининг бажарилиши асинхрон моторнинг қайд қилинган юкланиш қийматида минимал қувват исрофида ишлашини таъминлайди.

Охирги қайд қилинган юкланиш учун статор чулғами кучланиши хали ўзгартирилмаган ҳолда  $\frac{d\sum \Delta P}{dU_1} \neq 0$  бўлади ва бу сигнал ЭСҚ да сақланади,

худди шу сигнал ЖҚ га юборилади ва  $U_B = U_B - \frac{d\sum \Delta P}{dU_1}$  бошқарув сигнаolini

ташқил этувчиси бўлади. Янги бошқарув сигнали таъсирида ТКЎ нинг КС ининг чиқиш қисмида кучланишнинг қиймати ўзгаради. Статор чулғамига берилаётган кучланишнинг оптимал қиймати асинхрон моторни берилган юкланишда минимал қувват исрофи режимида ишлашини таъминлайди. Юкланиш қийматининг то янги қийматига ўтгунга қадар  $\frac{d\sum \Delta P}{dU_1}$  сигнал ЭСҚ

да сақланиб туради ва юкланиш қиймати ўзгарганида ҳосил бўладиган кейинги тенгсизлик  $\frac{d\sum \Delta P}{dU_1} \neq 0$  қиймати ЭСҚ га сақлаш учун юборилади.

Асинхрон моторнинг янги юкланиш қиймати учун минимал қувват исрофи режими жорий қилинади.

***асинхрон моторларни минимум статор токи режимида ишлашини таъминловчи экстремал автоматик бошқариш тизими***

Асинхрон мотор статор чулғами кучланиши билан магнит оқими орасидаги чизиқли боғланиш (7.1) ни ҳисобга олган ҳолда юкланишнинг  $\mu_C = 0,3 - 1,0$  қийматларида асинхрон моторнинг минимум статор токи иш режимида ишлаши қуйидаги дифференциал тенгламани нолга тенглаб амалга оширилади

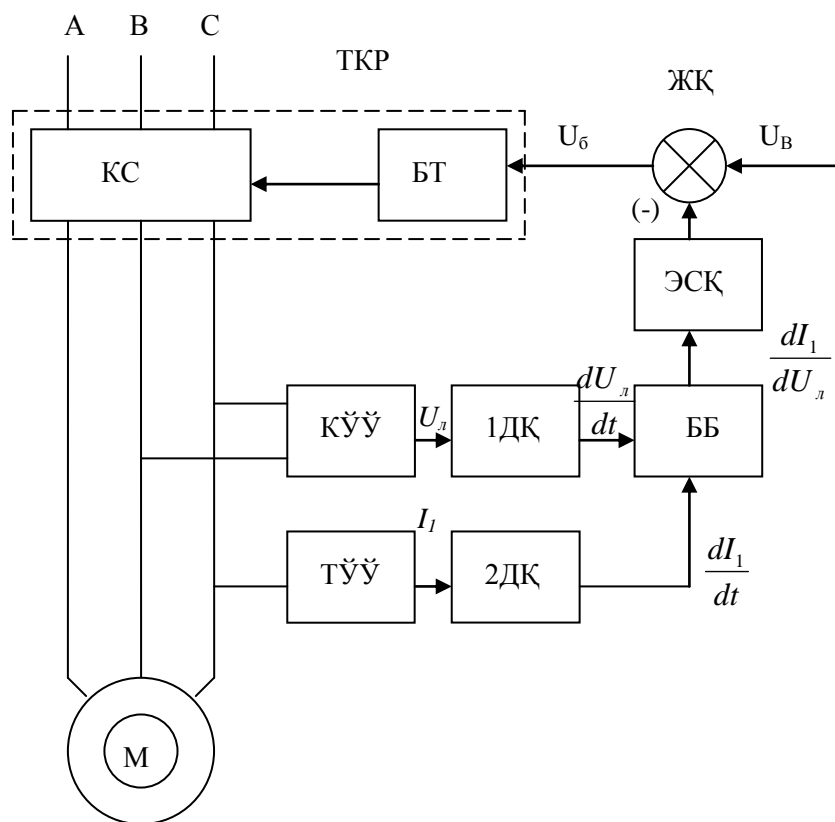
$$\frac{d\left(\frac{I_1}{I_{1H}}\right)}{d\gamma} = 0, \quad (7.4)$$

бу ерда,  $\left(\frac{I_1}{I_{1H}}\right)$  – асинхрон мотор статор токининг номинал қийматига нисбатан қиймати.

Асинхрон моторни экстремал автоматик бошқариш тизими (7.4 – расм) мотордаги қувват исрофининг минимал қийматида бўлишини (7.4) тенглама бўйича бошқариш асосида амалга оширади ва юкланишнинг барча реал қийматларида моторнинг энергетик кўрсаткичларини номинал қийматларига яқин қийматларда бўлишини таъминлайди.

Экстремал автоматик асинхрон электр юритма тизимининг таркибий тузилиши: асинхрон мотор М ва унинг статор чулғамига тиристорли кучланиш ростлагич ТКР нинг куч схемаси КС уланган, ТКР нинг бошқариш тизими БТ жамловчи қурилма ЖҚ нинг чиқиш қисмига уланган. ЖҚ нинг биринчи кириш қисмига вазифаловчи сигнал  $U_B$  берилади, кучланиш ўлчов ўзгарткичи КЎЎ нинг кириш қисми статор чулғамига берилаётган линия кучланишига уланади, КЎЎ нинг чиқиш қисми эса биринчи дифференциалловчи қурилма 1ДҚ нинг кириш қисмига уланади, 1ДҚ нинг чиқиш қисми эса бўлувчи блок ББ нинг биринчи кириш қисмига уланади, 1ДҚ нинг чиқиш қисми эса эса сақловчи қурилма ЭСҚ нинг кириш қисмига уланади, ЭСҚ нинг чиқиш қисми эса ЖҚ нинг иккинчи кириш қисмига уланади, ток ўлчов ўзгарткичи ТЎЎ нинг кириш қисми статор чулғами фазасига уланган, чиқиш қисми эса иккинчи дифференциалловчи қурилма 2ДҚ нинг кириш қисмига уланган, 2ДҚ нинг чиқиш қисми эса ББ нинг иккинчи кириш қисмига уланган.

Асинхрон электр юритма энергетик кўрсаткичларининг номинал қийматларига яқин бўлган қийматларда ишлаши, мотор валида юкланишнинг қийматига қараб кучланишни ростлаш натижасида статор токининг энг кичик қийматига эришиш асосида амалга оширилади. Ўлчов ўзгарткичлари сифатида кучланиш ва ток трансформаторларидан фойдаланиш мумкин. Электр юритма ишлаётганида КЎЎ ва ТЎЎ ларнинг чиқиш қисмларида линия кучланиши ва фаза токиларининг ўзгартирилган ва вақт бўйича узлуксиз бўлган сигналлар ҳосил қилинади ва бу сигналларни 1ДҚ ва 2ДҚ дифференциалловчи қурилмаларда вақт бўйича дифференциалланган қийматларини ББ нинг мос кириш қисмларига юборилади.



7.4 – расм. Статор токининг энг кичик қийматида ишлайдиган экстремал автоматик бошқариладиган асинхрон электр юритманинг блок схемаси

ББ да бу сигналларни бўлиш амали бажарилади:  $\frac{dI_1}{dt} : \frac{dU_n}{dt} = \frac{dI_1}{dU_n} \neq 0$  ва

бу сигнал ЭСҚ га эслаб қолиш учун юборилади. ЭСҚ да бу сигнал олдинги эслаб қолинган худди шунингдек сигнал билан солиштирилади, агар ўзаро фарқланса, у ҳолда ЖҚ га юборилади ва бу сигнал  $U_6$  – бошқарув сигнаolini

шакллантиришда иштирок этади яъни  $U_6 = U_B - \frac{dI_1}{dU_n}$  БТ нинг кириш

қисмига юборилади ва натижада ТКЎ нинг КС чиқиш қисмида кучланиш қиймати ўзгаради.

КЎЎ ва ТЎЎ ларнинг чиқиш қисмларида янги линия кучланиши ва янги фаза токи қийматларига мос сигналлар ҳосил бўлади. Бу сигналларнинг дифференциалланиши ва бўлиш амаллари бажарилиши қайд қилинган

юкланиш учун  $\frac{dI_1}{dU_n} = 0$  шартини бажаришга олиб келади. Асинхрон мотор

энергетик кўрсаткичларининг номинал қийматга яқин қийматда ишлай

бошлайди. ЭСК да сақланган  $\frac{dI_1}{dU_{\text{л}}} \neq 0$  қиймат манфий тескари боғланиш сигнали сифатида то мотор валида юкланиш ўзгаргунча иштирок этади.

Мотор валидаги юкланиш ўзгарганида ушбу цикл қайтадан такрорланиб, юкланишнинг янги қиймати учун энергетик кўрсаткичларининг оптимал қийматда бўлиши таъминланади.

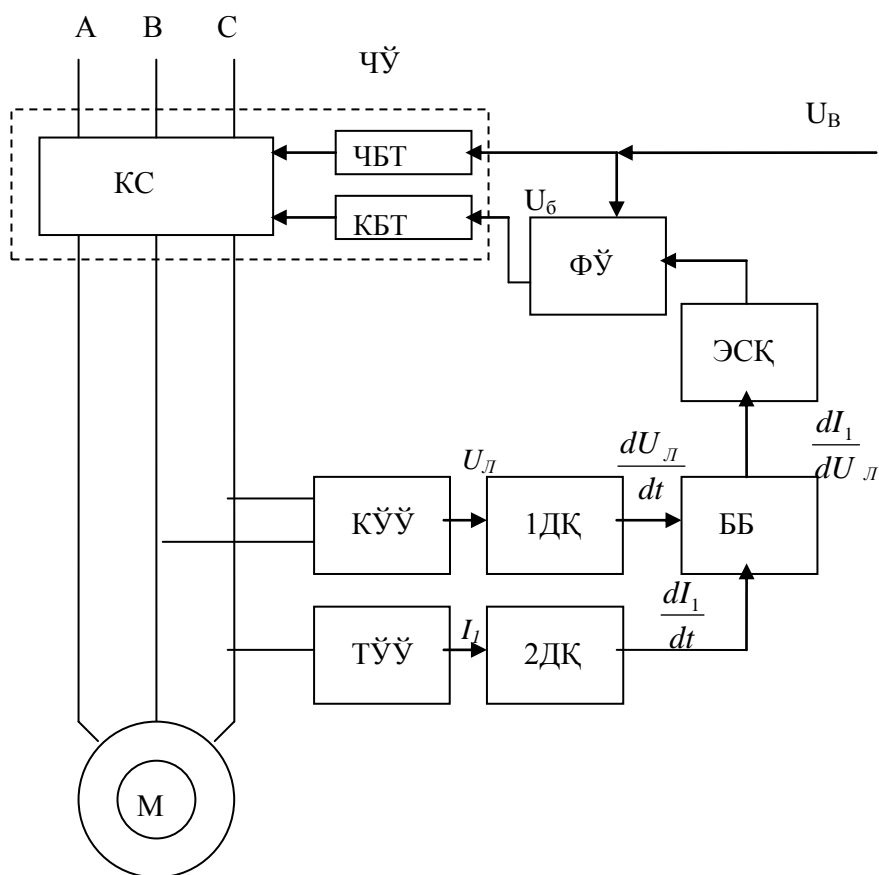
### **7.3. ЧАСТОТАНИ ЎЗГАРТИРИБ ТЕЗЛИГИ РОСТЛАНДИГАН АСИНХРОН МОТОРЛАРНИНГ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ИШ РЕЖИМЛАРИ**

Тезлиги ростланмайдиган асинхрон моторларни энергия тежамкор иш режимларини частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган асинхрон моторлар учун ҳам қўллаш мумкин. Агар тезлиги ростланмайдиган асинхрон электр юритмаларда куч ўзгарткичи сифатида ярим ўтказгичли кучланиш ростлагичлар қўлланиладиган бўлса, частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган асинхрон электр юритмалар учун эса ярим ўтказгичли частота ўзгарткичлар қўлланилади ва частотанининг қиймати мустақил равишда ростланади.

Мисол тариқасида амалга ошириш энг осон бўлган частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган асинхрон моторнинг минимум статор токи иш режимини амалга оширувчи автоматлаштирилган асинхрон электр юритма схемасини кўриб чиқамиз (7.4 – расм).

Автоматлаштирилган электр юритманинг таркибий тузилиши: асинхрон мотор М ва унинг статор чулғамига билвосита тиристорли частота ўзгарткич ЧЎ нинг куч схемаси КС уланган, ЧЎ нинг частотани бошқариш тизими ЧБТ га тўғридан туғри вазифаловчи қурилмадан берилаётган вазифаловчи сигнал  $U_B$  уланган, кучланишни бошқариш тизими КБТ га функционал ўзгарткич ФЎ нинг биринчи кириш қисми орқали  $U_B$  сигнал берилади, иккинчи кириш қисмига эса сақлаб қолувчи қурилма ЭСК нинг чиқиш қисми уланган, ЭСК нинг кириш қисмига бўлиш блокнинг чиқиш қисми уланган, ББ нинг иккинчи кириш қисмига биринчи дифференциалловчи қурилма 1ДҚ нинг чиқиш қисми уланган, 2ДҚ нинг кириш қисмига кучланиш ўлчов ўзгарткичи КЎЎ нинг чиқиш қисми уланган, КЎЎ нинг кириш қисми эса статор чулғамига берилаётган линия кучланишига уланган, ББ нинг биринчи кириш қисми иккинчи дифференциалловчи қурилма 2ДҚ нинг чиқиш қисмига уланган, 2ДҚ нинг кириш қисми эса ток ўлчов ўзгарткичи ТЎЎ нинг чиқиш қисмига уланган, ТЎЎ нинг кириш қисми эса статор токи занжирига уланган.

Асинхрон электр юритма куйидаги тарзда ишлайди. Вазифаловчи сигнал  $U_B$  ЧБТ га бошқарув частотага мос сигнални узатади ва бу сигнал бир пайтда 1ФЎ га ҳам берилиб юкланиш momenti характериға мос равишда  $\gamma = \alpha$  ифода бўйича ростлаб КБТ га узатилади. ЧЎ нинг куч схемаси КС нинг чиқиш қисмидан асинхрон мотор М нинг статор чулғамиға мотор валидаги юкланиш momentiға мос частотали кучланиш берилади. Мотор валидаги юкланиш номинал қийматда бўлса, яъни  $\mu_C = 1,0$  бўлганида, у ҳолда ЭСҚ нинг чиқиш қисмидаги сигнал  $\frac{dI_1}{dt} = 0$  бўлади.



7.4 – расм. Статор токининг энг кичик қийматида ишлайдиган частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган автоматлаштирилган асинхрон электр юритманинг блок схемаси

Юкланиш momenti  $\mu_C < 1,0$  бўлса, у ҳолда ТЎЎ да статор токиға мос эквивалент сигнал ҳосил қилинади. Бу сигнал 2ДҚ нинг кириш қисмиға юборилади ва у ерда вақт бўйича дифференциалланиб  $\frac{dI_1}{dt}$  ББ нинг биринчи кириш қисмиға юборилади ва шунингдек ББ нинг иккинчи кириш қисмиға КЎЎ дан олинган кучланиш 2ДҚ да вақт бўйича дифференциалланган  $\frac{dU_L}{dt}$  сигнал берилади. ББ да бўлиш амали бажарилиб вақт бўйича боғланмаган

$\frac{dI_1}{dU_{\text{Л}}}$  сигнал ҳосил қилинади.  $\frac{dI_1}{dU_{\text{Л}}} = 0$  шартининг бажарилиши асинхрон моторнинг минимал статор токи режимида ишлашени таъминлайди. Бу шартнинг бажарилмаслиги  $\frac{dI_1}{dU_{\text{Л}}}$  нинг маълум қийматга эга булишига олиб келади ва бу сигнал ЭСҚ орқали  $\Phi\ddot{U}$  нинг иккинчи кириш қисмига узатилади. Бу ерда реал юкланиш моменти ва частотани ҳисобга олган ҳолда моторнинг минимал статор токи режимида ишлашени таъминловчи бошқарув кучланишени юзага келтиришда иштирок этади  $U_B = U_B \mp \frac{dI_1}{dU_{\text{Л}}}$ . Сигнал  $\frac{dI_1}{dU_{\text{Л}}}$  ЭСҚ да кейинги юкланиш моменти ва шунингдек частота қийматининг ўзгаришига қадар сақланиб турилади.

Бу автоматлаштирилган асинхрон электр юритма блок схемасидаги қурилмалари ва блокларини ягона микропроцессорли тизимга бириктириш электр юритманинг функционал имкониятларини ва тезкорлигини ошириши билан бирга конструктив ихчамликка ҳам олиб келади.

## НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР

1. Асинхрон моторнинг энергетик кўрсаткичларига қайси кўрсаткичлари киради?
2. Фаза роторли асинхрон моторларни синхрон иш режимига ўтказиш уларнинг қайси энергетик кўрсаткичларини ошишига олиб келади?
3. Асинхрон моторнинг минимум реактив қувват истеъмоли иш режимини таъминловчи ифодани ёзинг ва изоҳланг.
4. Тезлиги ростланмайдиган асинхрон моторларни тармоқдан истеъмол қилаётган реактив қувватини валидаги реал юкланишига мос қийматларида бўлишени таъминловчи экстремал автоматик бошқариладиган электр юритма тизими ишлашени тушунтириб беринг.
5. Асинхрон моторнинг минимум қувват исрофи иш режимини таъминловчи ифодани ёзинг ва изоҳланг.
6. Тезлиги ростланмайдиган асинхрон моторларни минимум қувват исрофи иш режимида ишлашени таъминловчи экстремал автоматик бошқариладиган электр юритма тизимининг ишлашени тушунтириб беринг.
7. Асинхрон моторнинг минимум статор токи иш режимини таъминловчи ифодани ёзинг ва изоҳланг.
8. Тезлиги ростланмайдиган асинхрон моторларни минимум статор токи иш режимида ишлашени таъминловчи экстремал автоматик бошқариладиган электр юритма тизимининг ишлашени тушунтириб беринг.

9. Частотани ўзгартириб тезлиги бошқариладиган асинхрон моторларнинг қайси кўрсаткичлари мустақил ва қайси кўрсаткичлари юкланишга мос равишда ростланади?

10. Частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган асинхрон моторни минимум статор токи иш режимида ишлашини таъминловчи автоматлаштирилган электр юритма схемасининг ишлашини тушунтириб беринг.

## Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Блантер С.Б., Суд И.И. Электрообрудование нефтяной и газовой промышленности. Москва «Недра», 1980.
2. Справочник по автоматизированному электроприводу. Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского. Москва: Энергоатомиздат, 1983. 616 с.
3. Моцохайн Б.И., Парфенов Б.М. Электропривод буровых лебедок. М.: Недра, 1978. 304 с.
4. Медведев Г.Д. Электрооборудование и электроснабжение горных предприятий. М.: «Недра», 1988. 356 с.
5. Imomnazarov A.T. Sanoat korxonalarining elektr jihozlari. Kasb – hunar kollejlari uchun darslik. Toshkent: «Sarq», 2005. 144 b.
6. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик қурилмалар ва мажмуаларнинг элементлари. Олий ўқув юртлари учун дарслик. Тошкент, «ЎАЖБНТ» Маркази, 2003, 94 б.
7. Ҳошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электр юритма асослари. 1-қисм. Олий ўқув юртлари учун ўқув қўлланма. Тошкент, ТДТУ, 2004, 194 б.

## МУНДАРИЖА

<b>Кириш</b> .....	3
<b>1 – БОБ. ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРНИ ПОРТЛАШ ҲАВФИДАН ҲИМОЯЛАШ</b> .....	4
1.1. Портлаш хавфи мавжуд бўлган аралашмалар ва нефт ва газ саноати корхоналари биноларининг классификацияси.....	4
1.2. Портлашни ўтказмайдиган қобуқли электр жиҳозлар.....	7
1.3. Кучли босим остида пуфланадиган электр жиҳозлар.....	9
1.4. Мойга ботирилган электр жиҳозлар.....	11
1.5. Кварц билан тўлдирилган ва махсус ишланган учқунланиш хавфсиз бўлган электр жиҳозлар.....	12
Назорат учун саволлар.....	12
<b>2- БОБ. ЭЛЕКТР ҚУРИЛМАЛАРИНИ ҲИМОЯЛАШ ВА БОШҚАРИШДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН ЭЛЕКТР ВА ЭЛЕКТРОН АППАРАТЛАР</b> .....	13
2.1. Электр ва электрон аппаратлар ҳақида умумий тушунчалар.....	13
2.2. Электр занжирларни ҳимояловчи коммутация аппаратлари.....	15
2.3. Электрон коммутация аппаратлари.....	23
2.4. Электр қурилмаларини ишга тушириш ва кўрсаткичларини ростлаш вазифаларини бажарувчи қўл билан бошқарилувчи аппаратлар.....	26

2.5. Электр қурилмаларини ишга тушириш ва кўрсаткичларини ростлашга хизмат қилувчи аппаратлар.....	30
2.6. Электр қурилмаларнинг бошқарув занжирларида қўлланиладиган электр релелар.....	32
Назорат учун саволлар.....	36
<b>3 – БОБ. ЭЛЕКТР ЮРИТМА АСОСЛАРИ.....</b>	<b>37</b>
3.1. Электр юритма ҳақида умумий тушунчалар.....	37
3.2. Электр юритманинг ҳаракат тенгламаси.....	39
3.3. Электр юритманинг турғун ҳаракати.....	40
3.4. Электр юритманинг ростланувчи координаталари.....	42
3.5. Координаталари ростланувчи электр юритмаларнинг тузилиши.....	44
3.6. Мустақил кўзғалувчан ўзгармас ток моторли электр юритмаларнинг иш режимлари ва тавсифлари.....	45
3.7. Кетма – кет кўзғалувчан ўзгармас ток моторли электр юритмаларнинг иш режимлари ва тавсифлари.....	53
3.8. Асинхрон моторли электр юритмаларнинг иш режимлари ва тавсифлари.....	60
3.9. Синхрон моторли электр юритмаларнинг иш режимлари ва тавсифлари.....	79
Назорат учун саволлар.....	82
<b>4 – БОБ. БУРҒУЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИ.....</b>	<b>83</b>
4.1. Бурғулаш қурилмалари ҳақида умумий тушунчалар.....	83
4.2. Бурғулаш қурилмаларининг электр юритмаларига қўйиладиган асосий талаблар.....	88
4.3. Бурғулаш қурилмасини электр энергия билан таъминлаш.....	89
4.4. Ўювчи асбоб – исканани ҳаракатга келтирувчи электр юритма.....	91
4.5. Электр бурғу.....	94
4.6. Исканани узатиш автоматик ростлагичлари.....	100
4.7. Бурғулаш лебедкасининг электр юритмаси.....	104
4.8. Бурғулаш насосларининг электр юритмалари.....	112
Назорат учун саволлар.....	115
<b>5 – БОБ. НЕФТЛИ ОЛИШ ҚУДУКЛАРИ НАСОС ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ЭЛЕКТР ЖИҲОЗЛАРИ.....</b>	<b>116</b>
5.1. Штангали чуқурлик насос қурилмалари.....	116
5.2. Тебранма дастгоҳларнинг электр моторлари.....	118
5.3. Тебранма дастгоҳларни электр энергия билан таъминлаш ва ишга	

тушириш схемалари .....	120
5.4. Штангасиз чуқурлик насосли қурилмалар.....	122
5.5. Чуқурлик моторлари ва уларнинг сувдан ҳимоялаш.....	124
5.6. Чуқурлик моторларини электр энергия билан таъминлаш қурилмалари ва схемалари.....	125
Назорат учун саволлар.....	128
<b>6 – БОБ. НЕФТ ВА ГАЗ КОНЛАРИНИ ЁРИТИШ.....</b>	<b>128</b>
6.1. Ёритишнинг аҳамияти.....	128
6.2. Ёритишнинг асосий физик катталиклари.....	129
6.3. Ёруғликнинг электр манбалари ва уларнинг хусусиятлари.....	129
6.4. Ёритишни лойиҳалаш ва ҳисоблаш.....	134
6.5. Асосий объектларни ёритиш.....	138
Назорат учун саволлар.....	140
<b>7 – БОБ. АСИНХРОН МОТОРЛИ ЭЛЕКТР ЮРИТМАЛАРНИНГ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ИШ РЕЖИМЛАРИДА БОШҚАРИШ.....</b>	<b>141</b>
7.1. Фаза роторли асинхрон моторларни синхрон иш режимига ўтказиб қувват коэффициентини ошириш.....	141
7.2. Тезлиги ростланмайдиган ротори қисқа туташтирилган асинхрон моторларнинг энергия тежамкор иш режимлари.....	144
7.3. Частотани ўзгартириб тезлиги ростланадиган асинхрон моторларнинг энергия тежамкор иш режимлари.....	152
Назорат учун саволлар.....	154
<b>ҲОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....</b>	<b>156</b>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>3</b>
<b>1 – ГЛАВА. ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ..</b>	<b>4</b>
1.1. Классификация взрывоопасных смесей и помещений нефтяной и газовой производств.....	4
1.2. Электрооборудование с взрывнепроницаемой оболочкой.....	7

1.3. Электрооборудование, с продуваемое под избыточным давлением.....	9
1.4. Маслонаполненное электрооборудование.....	11
1.5. Электрооборудование искробезопасное, с кварцевым заполнением и специального исполнения.....	12
Вопросы для контроля.....	12
<b>2 – ГЛАВА. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК.....</b>	<b>13</b>
2.1. Общие сведения о электрических и электронных аппаратах.....	13
2.2. Аппараты, защищающие и коммутирующие электрических цепей.....	15
2.3. Электронные коммутационные аппараты.....	23
2.4. Ручные управляющие аппараты предназначенные для пуска и регулирования параметров электрических установок.....	26
2.5. Аппараты, предназначенные для пуска и регулирования параметров электрических установок.....	30
2.6. Электрические реле используемые в цепях управления электрических установок.....	32
Вопросы для контроля.....	36
<b>3 – ГЛАВА. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА.....</b>	<b>37</b>
3.1. Общие сведения о электроприводе.....	37
3.2. Уравнение движения электропривода.....	39
3.3. Установившийся движения электропривода.....	40
3.4. Регулируемые координаты электропривода.....	42
3.5. Структура электропривода с регулируемыми коррдинатами.....	44
3.6. Рабочие режимы и характеристики электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения.....	45
3.7. Рабочие режимы и характеристики электропривода с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения.....	53
3.8. Рабочие режимы и характеристики асинхроннго электропривода.....	60
3.9. Рабочие режимы и характеристики синхроннго электропривода.....	79
Вопросы для контроля.....	82
<b>4 – ГЛАВА. ЭЛЕКТОРОБОРУДОВАНИЯ О БУРОВЫХ УСТАНОВКАХ.....</b>	<b>83</b>
4.1. Общие сведения о буровых установках.....	83
4.2. Основные требования предъявляемые к электроприводам буровых установок.....	88
4.3. Электроснабжение буровых установок.....	89
4.4. Электропривод долота.....	91

4.5. Электробур.....	94
4.6. Автоматические регуляторы подачи долота.....	100
4.7. Электропривод буровой лебедки.....	104
4.8. Электропривод буровой насосной установки.....	112
Вопросы для контроля.....	115
<b>5 – ГЛАВА. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН.....</b>	<b>116</b>
5.1. Глубиннонасосные штанговые установки.....	116
5.2. Электрические моторы станков – качалок.....	118
5.3. Электроснабжение и схемы управления станков – качалок.....	120
5.4. Глубиннонасосные бесштанговые установки.....	122
5.5. Глубинные моторы и их гидрозащита.....	124
5.6. Устройства и схемы электроснабжения глубинных моторов.....	125
Вопросы для контроля.....	128
<b>6 – ГЛАВА. ОСВЕЩЕНИЕ НЕФЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН.....</b>	<b>128</b>
6.1. Назначения освещения.....	128
6.2. Основные физические величины освещения.....	129
6.3. Электрические источники освещения и их особенности.....	129
6.4. Расчет и проектирования освещения.....	134
6.5. Освещения основных объектов.....	138
Вопросы для контроля.....	140
<b>7 – ГЛАВА. УПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМ РЕЖИМЕ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ.....</b>	<b>141</b>
7.1. Реализуя синхронный режим работы асинхронного двигателя с фазным ротором увеличить коэффициент мощности.....	141
7.2. Энергосберегающие режимы работы нерегулируемых аснхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.....	144
7.3. Энергосберегающие режимы работы частотно – регулируемых аснхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.....	152
Вопросы для контроля.....	154
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР.....</b>	<b>156</b>

## TABLE OF CONTENTS

<b>Introduction</b> .....	3
<b>1 – THE CHAPTER. HARDENED ELECTRIC EQUIPMENTS</b> .....	4
1.1. Classification of explosive mixes and premises Oil and gas manufactures .....	4
1.2. An electric equipment with explosion not no tight an environment.....	7
1.3. An electric equipment, with blown under superfluous pressure .....	9
1.4. Oil filled an electric equipment .....	11
1.5. An electric equipment sparks without dangerous, with quartz filling and special execution.....	12
Questions for the control .....	12
<b>2 – THE CHAPTER. ELECTRIC AND ELECTRONIC DEVICES FOR MANAGEMENT AND PROTECTION ELECTRIC INSTALLATIONS</b> .....	13
2.1. The general data on electric and electronic devices .....	13
2.2. The devices protecting and switching of electric circuits .....	15
2.3. Electronic switching devices .....	23
2.4. Manual managing devices intended for start-up and regulations of parameters of electric installations .....	26
2.5. The devices intended for start-up and regulation parameters of electric installations .....	30
2.6. Electric relays managements used in circuits electric installations.....	32
Questions for the control .....	36
<b>3 – THE CHAPTER. BASES OF THE ELECTRIC DRIVE</b> .....	37
3.1. The general data on the electric drive .....	37
3.2. The equation of movement of the electric drive .....	39
3.3. Established movements the electric drive.....	40
3.4. Adjustable coordinates of the electric drive .....	42
3.5. Structure of the electric drives with adjustable in coordinates .....	44
3.6. An operating conditions and characteristics of the electric drive with the engine of a direct current of independent excitation.....	45
3.7. An operating conditions and characteristics of the electric drive with the engine of a direct current of consecutive excitation.....	53
3.8. An operating conditions and characteristics asynchronous the electric drive.....	60

3.9. An operating conditions and characteristics synchronous the electric drive .....	79
Questions for the control .....	82
<b>4 – THE CHAPTER. ELECTRIC EQUIPMENT ABOUT CHISEL INSTALLATIONS .....</b>	<b>83</b>
4.1. The general data on chisel installations .....	83
4.2. The basic requirements showed to electric drives chisel installations .....	88
4.3. Electro supply of chisel installations .....	89
4.4. The electric drive of a chisel .....	91
4.5. An electro drill .....	94
4.6. Automatic regulators of submission of a chisel .....	100
4.7. The electric drive chisel лебедки .....	104
4.8. The electric drive of chisel pump installation .....	112
Questions for the control .....	115
<b>5 – THE CHAPTER. THE ELECTRIC EQUIPMENT PUMP INSTALLATIONS OF OIL WELLS.....</b>	<b>116</b>
5.1. Deep pump demon of a bar installations .....	116
5.2. Electric motors the machine tool – rocking chairs.....	118
5.3. Electro supply and circuit’s management’s machine tools – rocking chairs .	120
5.4. Deep pump demon of a bar installations .....	122
5.5. Deep motors and their hydro protection .....	124
5.6. Devices and circuits of electro supply of deep motors .....	125
Questions for the control .....	128
<b>6 – THE CHAPTER. ILLUMINATION OIL AND GAS CHINKS .....</b>	<b>128</b>
6.1. Purposes of illumination .....	128
6.2. The basic physical sizes of illumination .....	129
6.3. Electric sources of illumination and their feature.....	129
6.4. Calculation and designing of illumination.....	134
6.5. Illumination of the basic objects .....	138
Questions for the control .....	140
<b>7 - THE CHAPTER. MANAGERMENTS IN ECONOMY OF POWER RESOURCES MODE OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVES .....</b>	<b>141</b>
7.1. Verwirklichen a synchronous operating mode asynchronous	

The engine with a phase rotor to increase factor of capacity .....	141
7.2. Economy of power resources operating modes no controllable asynchronous engines with a short-circuited rotor.....	144
7.3. Economy of power resources operating modes it is frequency – adjustable asynchrony engines with a short-circuited rotor .....	152
Questions for the control.....	154
<b>THE LIST OF THE USED LITERATURES .....</b>	<b>156</b>