

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИ  
ВАЗИРЛИГИ  
ТОШКЕНТ ИРРИГАСИЯ ВА МЕЛИОРАСИЯ ИНСТИТУТИ**

**ТАЪЛИМ ЙЎНАЛИШ: 5520200 - «ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКА  
(СУВ ХЎЖАЛИГИДА)»**

**КАФЕДРА «ГИДРОМЕЛИОРАТИВ ТИЗИМЛАРНИ ЭЛЕКТР  
ЭНЕРГИЯСИ БИЛАН ТАЪМИНЛАШ ВА УЛАРНИНГ ЭЛЕКТР  
ЖИҲОЗЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ»**

**Ҳимояга рухсат этилди:  
Кафедра мудири Н.Т. Тошпўлотов**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 й.

**БАКАЛАВР ДАРАЖАСИНИ ОЛИШ УЧУН  
БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ**

**МАВЗУ: Хатирчи туманидаги “Тосс” насос станциясида частотавий  
бошқарилувчи асинхрон моторли насос агрегатини тадқиқ  
қилиш.**

**Бажарди:**

**У.Х. Ҳалимова.**

**Битирув иши раҳбари:**

**т.ф.н., доц. З.Э.Юсупов**

**ТОШКЕНТ – 2014 й**

# ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ ИНСТИТУТИ

«СХА ва М» факультети

“ТАСДИҚЛАЙМАН”

«5520200» Электр энергетика  
(сув хўжалигида) бакалаврият  
Таълим йўналиши

«ГТЭЭТ ва ЭЖФ» кафедраси  
Мудир т.ф.н., доцент  
\_\_\_\_\_ **Н.Т. ТОШПЎЛОТОВ**

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 й.

## БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ БЎЙИЧА ТОПШИРИҚ

Талаба \_\_\_\_\_ **ҲАЛИМОВА УМИДА ХОЛМУРОДОВНА**

(фамилия, исми ,шарифи)

**1. Битирув ишининг мавзуси:** Хатирчи туманидаги “Тосс” насос станциясида частотавий бошқарилувчи асинхрон моторли насос агрегатини тадқиқ қилиши

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ **201\_\_** й. кафедра мажлисида маъқулланган.

**2. Битирув ишни топшириш муддати** июнь 2014 йил

**3. Битирув ишни бажаришга доир бошланғич маълумотлар:** Битирув малакавий иши ҳисоботи; Навоий вилояти Хатирчи туманидаги Тосс насос станциясида асинхрон моторли насос агрегатини қисқача таснифи; интернет маълумотлари; илмий-техник маълумотлар.

**4. Ҳисоблаш тушунтириш ёзувларнинг таркиби (ишлаб чиқиладиган масалалар рўйхати)** Кириш; Насос агрегатлари ва уларни ростлаш масалари ҳамда қисқача таснифи; Сув кўтарувчи насослар ишлашининг физикавий асослари; Насосларнинг электр юритмаларни юклама машиналари сифатида хусусиятлари; Ростланувчи насос агрегати электр юритмасини қурилмасини танлаш; Юритмани ростлашда Асинхрон двигател – Частота Ўзгартиргич схемаси танлашни асослаш; Частота Ўзгартиргич тизмини ҳисоби; Алмашув схема ҳисоби; Статик характеристикалар ҳисоби; Механик ва энергетик характеристикалари ҳисоби. Юкланиш характеристикалари; Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги; Техник иқтисодий ҳисоб қисми; Хулоса, Фойдаланилган адабиётлар

**5. Чизмаишлар рўйхати (чизмалар номи аниқ кўрсатилади)**

1. Насоснинг босимли қувурга ишлаш характеристикаси. 2. Айланиш тезлигини ўзгартириш билан насос унумдорлигини ростлаш. 3. Марказдан қочирма насосни дросселлаш билан ростлашда  $H=f(Q)$  эгри чизиклари. 4. Бевосита алоқали частота ўзгартиргичи. 5. АД нинг Т-шаклидаги ўрин алмашиш схемаси.

## 6. Битирув иши бўйича маслаҳатчи (лар)

т/р	Бўлим мавзуси	Маслаҳатчи Ўқитуви Ф.И.Ш.	Имзо, сана	
			Топширик Берилди	Топширик бажарилди
1	Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги (ХФХ)			
2	Техник-иқтисодий бўлими			

## 7. Битирув ишини бажариш режаси

т/р	Битирув иши босқичларининг номи	Бажариш муддати (сана)	Текширувдан ўтганлик белгиси
1	Кириш	01.02.2014	
2	Насос агрегатлари ва уларни ростлаш масалари ҳамда қисқача таснифи	10.02.2014	
3	Сув кўтарувчи насослар ишлашининг физикавий асослари	15.02.2014	
4	Насосларнинг электр юритмаларни юклама машиналари сифатида хусусиятлари	17.02.2014	
5	Ростланувчи насос агрегати электр юритмасини қурилмасини танлаш	25.02.2014	
6	Ростлашнинг мавжуд усуллари таҳлили	05.03.2014	
7	Юритмани ростлаш тизимини таҳлили	10.03.2014	
8	Юритмани ростлашда Асинхрон двигател – Частота Ўзгартиргич схемаси танлашни асослаш	15.03.2014	
9	Частота Ўзгартиргич тизимини ҳисоби	20.04.2014	
10	Қувватни ҳисоблаш ва двигателни танлаш	25.04.2014	
11	Алмашув схема ҳисоби	1.05.2014	
12	Статик характеристикалар ҳисоби	15.05.2014	
13	Механик ва энергетик характеристикалари ҳисоби. Юкланиш характеристикалари	20.05.2014	
14	Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги	25.05.2014	
15	Техник иқтисодий бўлим	30.05.2014	
16	Хулоса	02.06.2014	
17	Адабиётлар рўйхати	07.06.2014	

Битирув иши раҳбари \_\_\_\_\_

(имзо)

**З.Э.Юсупов**

(фамилияси, исми, шарифи)

Топшириқни бажаришга олдим \_\_\_\_\_

(имзо)

**У.Х.Ҳалимова**

(фамилияси, исми, шарифи)

Топшириқ берилган сана « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

20 \_\_\_\_ йил

## МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	6
1 НАСОС АГРЕГАТЛАРИ ВА УЛАРНИ РОСТЛАШ МАСАЛАЛАРИ ...	8
1.1.Хатирчи туманидаги Госс насос станциясининг қисқача таснифи .....	8
1.2. Сув кўтарувчи насослар ишлашининг физикавий асослари.....	10
1.3 Насосларнинг электр юритмаларни юклама машиналари сифатида хусусиятлари.....	13
НАСОС ЭЛЕКТР ЮРИТМАСИНИНГ АСИНХРОН ДВИГАТЕЛ-	
2. ЧАСТОТА ЎЗГАРТИРГИЧ СХЕМАСИ ТИЗИМИДА РОСТЛАШНИ АСОСЛАШ.....	18
2.1 Ростлашнинг мавжуд усуллари таҳлили.....	18
2.2 Юритмани ростлаш тизимини таҳлили.....	21
2.3 Юритмани ростлашда асинхрон двигател-частота ўзгартиргич схемаси танлашни асослаш.....	32
3. АСИНХРОН ДВИГАТЕЛ – ЧАСТОТА ЎЗГАРТИРГИЧ ТИЗМИНИ ҲИСОБИ.....	39
3.1 Қувватни ҳисоблаш ва двигателни танлаш.....	39
3.2 Алмашув схема ҳисоби.....	41
3.3 Статик характеристикалар ҳисоби.....	44
3.4 Механик характеристика ҳисоби. Юкланиш характеристикалари.....	47
3.5 Энергетик характеристика ҳисоби.....	48
4. ҲАЁТ ФАОЛИЯТИ ХАВФСИЗЛИГИ.....	50
5. ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ БЎЛИМ. ....	58
ХУЛОСА.....	63
АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	64

## КИРИШ

Ўзбекистон Республикаси Президентининг «Ўзбекистон Республикасининг 2013 йилги асосий макроиқтисодий кўрсаткичлари прогнози ва Давлат бюджети параметрлари тўғрисида» 2012 йил 25 декабрдаги ПҚ-1887-сон қарорини бажариш юзасидан ҳамда сув хўжалигида замонавий энергияни тежайдиган технологиялар ва асбоб-ускуналарни жорий этиш мақсадида Вазирлар Маҳкамаси қарор қилади:

1. Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги томонидан Иқтисодиёт вазирлиги, Молия вазирлиги ва «Ўзбекэнерго» давлат-акциядорлик компанияси билан биргаликда ўтказилган сув хўжалиги ташкилотларининг насос станциялари насос-куч асбоб-ускуналарини ялпи хатловдан ўтказиш натижасида: сув хўжалиги ташкилотлари насос станцияларининг маънавий ва физик эскирган, замонавий энергияни тежайдиган асбоб-ускунага алмаштирилиши керак бўлган 3944 та (81%) электр двигателлари; сув хўжалиги ташкилотлари насос станцияларининг маънавий ва физик эскирган, 2014 — 2018 йиллар мобайнида биринчи навбатда алмаштирилиши талаб этиладиган 1297 та (32,9%) электр двигателлари; насос станцияларининг эскирган электр двигателлари томонидан электр энергиясининг ортиқча истеъмоли замонавий энергияни тежайдиган асбоб-ускунага таққослаганда 10 — 15 фоизгачани ташкил этиши аниқланганлиги маълумот учун қабул қилинсин.

2. Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги сув хўжалиги ташкилотларида насос-куч асбоб-ускуналарини янгилаш ва электр энергиясидан оқилона фойдаланишга доир комплекс чора-тадбирлар 1-иловага мувофиқ; 2014 — 2018 йиллар даврида Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги сув хўжалиги ташкилотлари насос станцияларининг электр двигателларини босқичма-босқич алмаштиришнинг прогноз параметрлари 2-иловага мувофиқ тасдиқлансин.

3. 2014 — 2018 йиллар даврида Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги сув хўжалиги ташкилотларида насос-куч асбоб-ускуналарини янгилаш ва электр энергиясидан оқилона фойдаланишга доир комплекс чора-тадбирлар амалга оширилишини таъминлаш бўйича **3-иловага** мувофиқ мувофиқлаштирувчи ишчи гуруҳ ташкил этилсин.

Замонавий ишлаб чиқаришнинг энергия кўп истеъмол қиладиган асоси электр юритма бўлиб, у ишлаб чиқарилаётган электр энергиясининг 60% га яқинини истеъмол қилади. Бундан энергия тежамкорлигининг асосий самараси худди шу муҳитдан келиб чиқиши яққол кўриниб турибди.

Кўпгина технологияларда ростланмайдиган электр юритмалардан ростланадиганларига ўтиш, энерго ва ресурстежамкорлигини таъминлайдиган электр юритмаларнинг ривожланишида асосий йўналиш бўлиб ҳисобланади ва бунда технологик жараёнларининг сифати бирмунча ортади ва электр энергияси 30% гача тежалади. Бу ўз навбатида частотавий ростланадиган электр юритмаларнинг ривожланиш келажагини белгилайди [14, 30].

Параметрларни ростлаш ва ҳар хил режимларда ишлайдиган турли технологик тизимларни механизмлар билан, айниқса насосли ва вентиляцияли қурилмалари билан ишлашини оптималлаш учун автоматлаштирилган ростланувчи электр юритмаларни қўллашнинг юқори самарадорлиги жаҳон тажрибасида тасдиқланмоқда [10, 12, 13, 15].

Машиналар ёрдамида сув кўтарувчи суғорувчи насос станциялари тизими республиканинг энергияни кўп истеъмол қиладиган объектларидан биридир, у ишлаб чиқарилаётган умумий электр энергия ҳажмидан 15-17 % истеъмол қилади [14, 21].

Ҳозирги вақтда электр юритмани ростлашни энг замонавий ва тежамли усули, электр юритма двигателининг киришида частота ўзгариши ва таъминловчи кучланиш катталигини ўзгартиришга асосланган частотавий усул ҳисобланади. Бунда ростланадиган электр юритмаларни қўллаш электр энергиясини 20% гача, ресурс тежамкорлигини эса 30 % гача тежаш имкониятини беради [14, 23].

# 1. НАСОС АГРЕГАТЛАРИ ВА УЛАРНИ РОСТЛАШ МАСАЛАЛАРИ

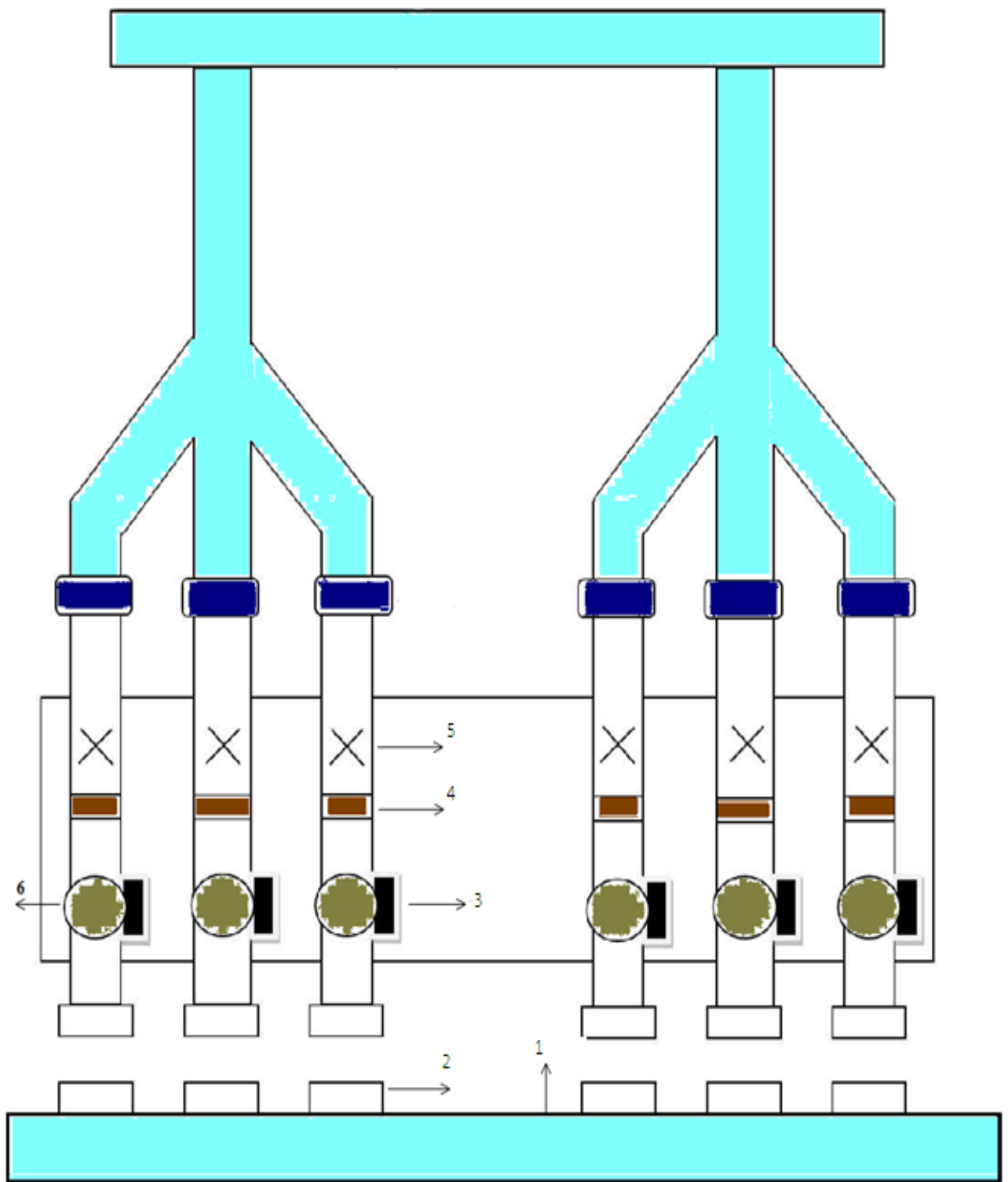
## 1.1. Хатирчи туманидаги “Тосс” насос станциясининг қисқача таснифи

“Тосс” насос станцияси 1975 йилда қурилиб ишга туширилган. Насос станцияси қишлоқ хўжалиги ерларини суғоришга мўлжалланган. “Тосс” насос станцияси сувни Миянкал каналдан олади. Насос станциясига бириктирилган майдон 1990 гектар бўлиб, 55 та фермерларга хизмат кўрсатади. Бу ерда 6 та 20NDS-6 типли насослар ўрнатилган бўлиб, уларнинг умумий ўрнатилагн қуввати 2400 кВт. Насосларнинг умумий сув чиқариш қобилияти – 3,6 м<sup>3</sup>/сек, баландликка сув кўтариш миқдори эса – 32 м. Насос станциясининг умумий кўриниши 1.1-расмда, насос станцияси босимли қувурларнинг чизикли технологик схемаси 1.2-расмда тасвирланган.



1.1-расм. “Тосс” насос станциясининг кўриниши.

Бу ерда: 1-задвижка; 2-насос; 3-электр кабеллари; 4-асинхрон двигател.



1.2-расм. “ТОСС” насос станцияси босимли кувурларнинг чизиқли технологик схемаси.

Бу ерда: 1-”ТОСС” канали ; 2-Аванкамера; 3-Насос;  
4-асинхрон двигател; 5-задвижка, затвор; 6-обратни клапн.

## 1.2. Сув кўтарувчи насослар ишлашининг физикавий асослари

Машиналар ёрдамида сув кўтариш тизими кўп сонли ўзаро боғланган объектлардан ташкил топган. Бу тизим истеъмолчиларга сувни бир неча юз километр масофага узатиш, кўтариш ва ташиш учун мўлжалланган. Баъзи машиналар ёрдамида сув кўтариш тизимлари суғориш учун сув омборларини (бахор-ёз мавсумида суғориш учун сув етишмаслигини қоплаш учун) ўз ичига олади. Сувни кўтариш, насос агрегатлари билан жиҳозланган бош ва сувни бир жойдан иккинчи жойга олиб қуювчи насос станциялар ёрдамида амалга оширилади.

Сув кўтарувчи насослар, суюқлик оқимининг кинетик ва потенциал энергиясини ошириш учун насос ишчи ғилдираги куракчасининг оқимга таъсир йўли билан хизмат қилади.

Кўчирилаётган модданинг бирлик вазнига тўғри келадиган оқимнинг тўлиқ солиштирма энергияси тўртта ташкил этувчиларнинг йиғиндисидан иборат [6,7, 22]:

1) ноль деб қабул қилинган сатҳга нисбатан  $H_{\text{геод}}$ ,  $m$  баландликда берилган оқим массасининг  $m$  ҳолати билан аниқланадиган  $\frac{mgH_{\text{геод}}}{mg} = H_{\text{геод}}$ ,  $кгс \cdot м / кгс$  потенциал энергия

2)  $p$ ,  $кгс / м^2$  босим остидаги кўрсатилган масса эга бўлган  $p / \gamma$ ,  $кгс \cdot м / кгс$  потенциал энергия;

3)  $v$  тезлик билан ҳаракатланаётган ушбу оқим массасига тегишли  $\frac{mv^2}{2mg} = \frac{v^2}{2g}$ ,  $кгс \cdot м / кгс$  кинетик энергия;

4)  $T$  температурага эга бўлган ушбу массанинг  $\gamma \cdot c_p T / gA_\gamma$ ,  $кгс \cdot м / кгс$  иссиқлик энергияси.

Оқимнинг тўлиқ солиштирма энергияси

$$\varepsilon = H_{\text{звод}} + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + \frac{c_p T}{gA_3}, \text{ кгс}\cdot\text{м}/\text{кгс}. \quad (1.1)$$

Бу ерда  $\gamma$  - берилган шароитларда оқим моддасининг солиштирма оғирлиги,  $\text{кгс}/\text{м}^3$ ;  $c_p$  - модданинг солиштирма иссиқлик сиғими,  $\text{ккал}\cdot\text{м}/(\text{кгс}\cdot\text{сек}^2\cdot^\circ\text{C})$ ;  $A_3 = 1/427 \text{ ккал}/\text{кгс}\cdot\text{м}$  - ишнинг иссиқлик эквиваленти;  $T$  - суюқликнинг абсолют температураси.

Энергия манбалари бўлмаган узатувчи қувурнинг участкасида потенциал ва кинетик энергияларнинг ўзаро нисбати Бернулли тенгламаси билан аниқланади [3, 22,50]

$$\frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \text{const}. \quad (1.2)$$

Берилган оқим массасининг ҳолатини ўзгартириш учун, яъни уни маълум масофага кўтаришга – маълум фойдали ишни ( $H_{\text{п}}$ ) сарф қилиш ва насосда ва узатувчи қувурдаги ( $H_{\text{в}}$ ) зарарли қаршиликларни енгиш бўйича ишни бажариш зарур.

Насос ишлаганда энергиянинг сақланиш қонуни қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\left( H_{\text{звод}} + \frac{p_1}{\gamma_1} + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{c_p T_1}{A_3} \right) + H_{\text{п}} = \left( H_{\text{звод}} + \frac{p_2}{\gamma_2} + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{c_p T_2}{A_3} \right). \quad (1.3)$$

Сув амалда сиқилиш хусусиятига эга бўлмагани учун, насос ишлаганда унинг термодинамик ҳолатида айтарли ўзгариш рўй бермайди. Келтирилган фаразларни қабул қилиб, (1.3) дан қуйидаги ифодани оламиз [49]

$$H_{\text{п}} = \Delta H_{\text{звод}} + \frac{\Delta p}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}, \quad (1.4)$$

(1.4) тенгламанинг биринчи икки аъзоси статик босимни, учинчиси – тезкор босимни ташкил этади.

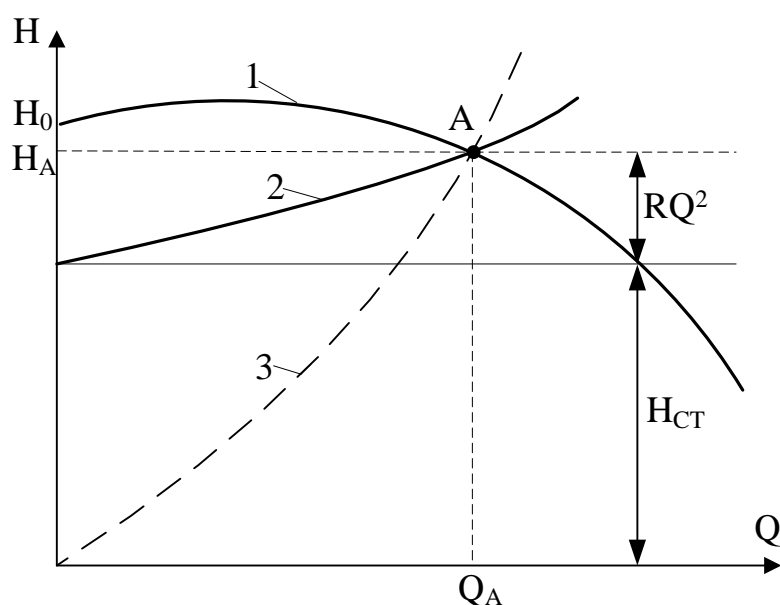
Насос (1.3-расм) кучайтирадиган тўлиқ босим  $H$ , насоснинг қуйидаги параметрларини енгиш учун етарли бўлиши шарт:

- 1) Босим билан сўриш ва ҳайдаш баландликларини  $\Delta H_{\text{звод}}$ ;

2) Бирламчи ва иккиламчи резервуарлардаги ташқи босимлар фарқи  $\Delta p = p_2 - p_1$ ;

3) узатувчи қувурдаги  $H_R$  зарарли қаршиликларни, улар конструктив параметрларга ва насос билан узатилаётган сувнинг миқдорига боғлиқ бўлган, маълум қўшимча кўтариш баландлиги шаклида келтирилиши мумкин;

4) узатилаётган сув массасининг инерциясини, яъни тезкор босимни яратиш учун.



1.3 - расм. Насоснинг босимли узатувчи қувурга ишлагандаги характеристикалари

Тезкор босим фойдасиз (чиқариб ташлашга йўқолишлар) ҳам сарфланиши мумкин. Шунинг учун кўп ҳолларда тезкор босимни камайтиришга насослардаги спираль қопламалар ва бошқа техник воситалар ёрдамида эришилади. Бунда оқимдаги босим, оқимнинг (узатувчи қувурнинг) кесим юзаси ортганида ҳаракат тезлиги камайиши ҳисобига ортади. Оқим босимининг бундай ортиши қўшимча энергия сарфламасдан рўй беради, бу ҳол агар  $v_2 < v_1$  деб қабул қилинса, (1.1) тенгламадан кўриниб турибди.

Насосларнинг ва уларнинг электр юритмалари ишлаш режимларни таҳлил қилганда тўлиқ босимни эътиборга олиш керак. Оқимнинг бошланиши ва

охирода насослар учун охирги босимлар фарқи  $\Delta p = p_2 - p_1$  одатда нолга тенг бўлади.

Насос кучайтирадиган фойдали қувват қуйидагига тенг.

$$P_{\text{пол}} = \gamma QH, \text{ кгс} \cdot \text{м} / \text{сек} = \frac{\gamma QH}{102}, \text{ квт.} \quad (1.5)$$

Бу ерда  $Q$  – насоснинг унумдорлиги (сарфи),  $\text{м}^3 / \text{сек}$ ,  $H$  – босим,  $\text{м}$ .

Насоснинг юритма двигатели кучайтирадиган қувват мос равишда қуйидагича бўлади:

$$P_{\text{мех}} = \frac{\gamma QH}{102 \zeta_{\text{TM}}}, \quad (1.6)$$

бу ерда  $\zeta_{\text{TM}}$  - насоснинг берилган иш режимида унинг Ф.И.К.

### 1.3. Насосларнинг электр юритмаларни юклама машиналари сифатида хусусиятлари

Насоснинг ҳақиқий эксплуатациявий характеристикалари фақат насоснинг ва насос ишлаётган босимли узатувчи қувурнинг характеристикаларини биргаликда таҳлил қилиниб, олиниши мумкин.

Босимли узатувчи қувурнинг характеристикаси  $H = \varphi(Q)$ , узатувчи қувурда маълум сувнинг миқдорини ҳаракатлантириш учун насос ёрдамида узатувчи қувурнинг бошида қандай босим юзага келтирилиши кераклигини кўрсатади. Бунда босим иккита ташкил этувчининг йиғиндисидан: маълум баландликка сувни кўтариш учун ишлайдиган  $H_{\text{ст}}$  статик босимдан ва босимли узатувчи қувурнинг гидродинамик қаршилигини енгиш учун зарур бўлган динамик босимдан иборат бўлади.

Босимли узатувчи қувурнинг характеристикаси қуйидаги кўринишга эга: [8, 43]

$$H = H_{\text{ст}} + RQ^2, \quad (1.7)$$

бу ерда  $H$  – насос кучайтираётган босим,  $H_{\text{ст}}$  – сувни маълум баландликка (геодезик босим) кўтарувчи статик босим,  $Q$  – насоснинг унумдорлиги (сарфи),

$R$  – босимли узатувчи қувурнинг қаршилиқ коэффициенти,  $u$  узатувчи қувурнинг узунлигига, узатувчи қувур деворларининг текислиги ва диаметр катталиқларига, маҳаллий қаршилиқлар (тиззалар, тескари клапанлар, сурилма қопқоқлар ва ш.ў) борлигига боғлиқ бўлади.

Босимли узатувчи қувурнинг характеристика тенгламаси қарши босим бўлмаганда қуйидаги кўринишга эга:

$$H = RQ^2. \quad (1.8)$$

Узатувчи қувурнинг тўғри участкасида [5]

$$R = 0.083 \lambda L / d^5, \quad (1.9)$$

Маҳаллий қаршилиқлар учун:

$$R = 0.083 \varepsilon / d^4. \quad (1.10)$$

Бу ерда  $\lambda$  - сувнинг қувур деворларига ишқаланиш коэффициенти (0.02 – 0.03),  $L$  – узатувчи қувурнинг участка узунлиги,  $d$  – узатувчи қувурнинг диаметри,  $\varepsilon$  - маҳаллий қаршилиқ коэффициенти, сурилма қопқоқлар учун – 0.5,  $90^\circ$  га букилган тизза учун – 0.3, тескари клапн учун – 5.0.

Узатувчи қувурда ортикча арматурани ва керакмас бурилишларни йўқ қилиш ёки уларнинг қаршилигини ўткир бурчакларни силлиқлаш билан камайтириш ва б. натижасида сувни узатишда энергиянинг солиштирма сарфини камайтириш мумкинлигини айтиб ўтамиз.

Насоснинг асосий характеристикаси унинг сарф-босим характеристикаси ёки  $Q - H$  характеристика ҳисобланади, яъни сарф ва босим орасидаги ўзаро боғланиш. Насос характеристикаси босимнинг иш зонаси чегарасида етарли аниқлик даражасида парабола шаклида кўрсатилиши мумкин [4, 22].

$$H = H_0 \left( \frac{n}{n_H} \right)^2 - C_1 Q^2, \quad (1.11)$$

бунда  $H_0 - Q = 0$  ва  $n = n_H$  бўлгандаги босим;  $n$  – насоснинг айланиш тезлиги,  $n_H$  – унинг номинал қиймати;  $C_1$  – насоснинг номинал қийматлари бўйича аниқланадиган коэффициент

$$C_1 = (H_0 - H_H) / Q_H^2.$$

Насос ва босимли узатувчи қувурнинг характеристика эгри чизиклари 1.3-расмда келтирилган, бу ерда 1 – насос характеристикаси, 2 – қарши босим борлигидаги узатувчи қувурнинг характеристикаси, 3 – қарши босим йўқлигида узатувчи қувурнинг характеристикаси.

Насоснинг унумдорлигини айланиш тезлигини камайтириш билан ростлаганда, насоснинг характеристикаси пастга силжийди, узатувчи қувур характеристикасининг ҳолати эса ўзгармасдан қолади (1.4-расм).

Насоснинг унумдорлигини ростлаш мақсадида айланиш тезлигини камайтириш фақат маълум катталиқгача маънога эга бўлади, унда насоснинг босими статик босимга (С нуқта) тенглашади.

Насоснинг унумдолигини кейинги камайтиришда, насос кучайтираётган босим статик босимни (Д нуқта) енгил учун етарли бўлмай қолади.

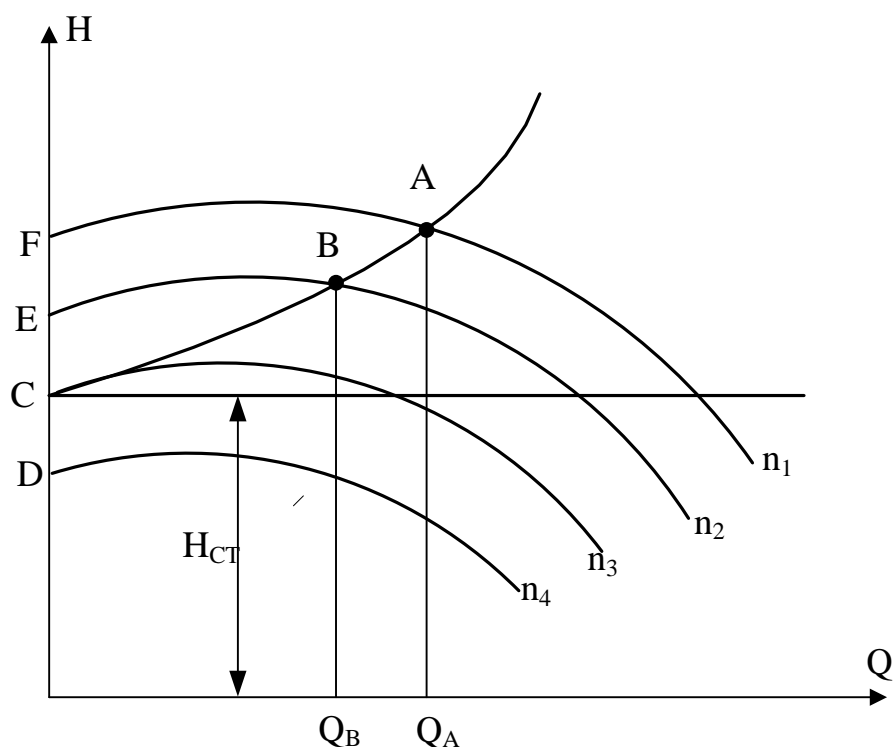
Сувни кўтаришга имкон берадиган минимал айланиш тезлиги қуйидаги боғланиш билан аниқланади

$$n_{\text{мин}} = n_H \sqrt{H_{CT} / H_0}. \quad (1.12)$$

Валдаги қувватнинг сарфга боғланишини тўғри чизик билан аппроксимация қилиш мумкин

$$P_N = P_0 \left( \frac{n}{n_H} \right)^3 + A_1 Q \left( \frac{n}{n_H} \right)^2, \quad (1.13)$$

бунда  $P_0$  – насос валидаги қувват, у  $Q = 0$  ва  $n = n_H$ ,  $A_1 = (P_{NH} - P_0) / Q_H$  га мос келади.



1.4-расм. Айланиш тезлигини ўзгартириш билан унумдорликни ростлаш

Насоснинг иш режими насос характеристикаси (1.11) ва босимли узатувчи қувур характеристикаси (1.7) билан аниқланади.

Бу тенгламаларни  $Q$  га нисбатан биргаликда ечиб, қуйидагига эга бўламиз

$$Q = \sqrt{\frac{H_0 \left(\frac{n}{n_H}\right)^2 - H_{CT}}{R + C_1}}. \quad (1.14)$$

(1.14) тенгламани (1.13) тенгламага қўямиз.

$$P_N = P_0 \left(\frac{n}{n_H}\right)^3 + A_1 \left(\frac{n}{n_H}\right)^2 \sqrt{\frac{H_0 \left(\frac{n}{n_H}\right)^2 - H_{CT}}{R + C_1}}. \quad (1.15)$$

(1.15) тенгламанинг иккала қисмини ҳам  $n/975$  га бўлиб, насос валидаги қаршилик моментини топамиз

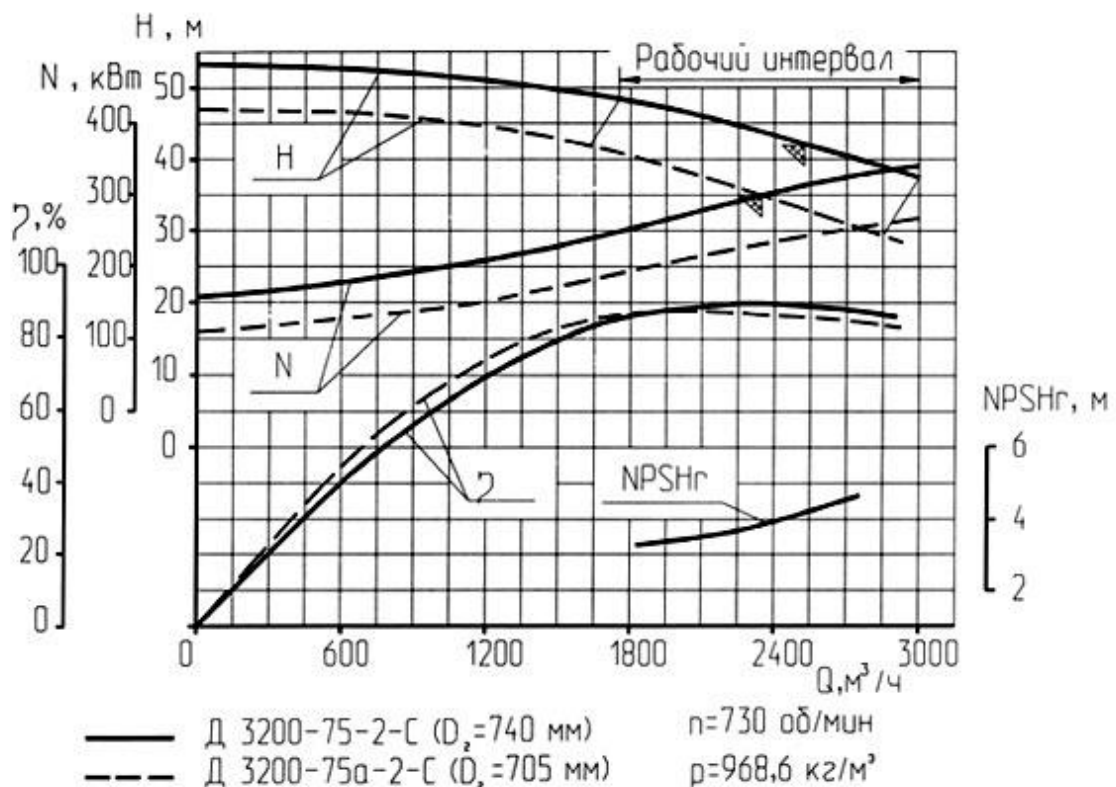
$$M_c = \frac{975}{n_H} \left( \frac{n}{n_H} \right)^2 + \frac{975 A_1}{n_H} \frac{n}{n_H} \sqrt{\frac{H_0 \left( \frac{n}{n_H} \right)^2 - H_{CT}}{R + C_1}} \quad (1.16)$$

ёки сирпанишгача аниқликда

$$M_c = M_{CO} F^2 + (M_{CH} - M_{CO}) F \sqrt{\frac{H_0 F^2 - H_{CT}}{R Q_H^2 + H_0 - H_H}}, \quad (1.17)$$

бу ерда  $F = f/f_H$  – нисбий частота;  $f$  ва  $f_H$  – юритма двигатели бошқарув частотасининг жорий ва номинал қийматлари.

Насос босимли узатувчи қувурга ишлаганда, айланиш тезлигининг ишчи зонасида насос қаршилик моментининг аналитик ифодаси шундай кўринишга эга. Бизнинг насос станцияда ишлатиётган насосимиз НДС-20 нинг характеристикалари 1.5-расмда келтирилган.



1.5-расм. НДС-20 (Д3200-75-С) насосининг характеристикаси

## **2. НАСОС ЭЛЕКТР ЮРИТМАСИНИНГ “АСИНХРОН ДВИГАТЕЛЬ – ЧАСТОТА ЎЗГАРТИРГИЧИ” СХЕМАСИ ТИЗИМИДА РОСТЛАШНИ АСОСЛАШ**

### **2.1. Ростлашнинг мавжуд усуллари таҳлили**

Юқорида сутканинг турли хил вақтларидаги истеъмолга мос ишлаб чиқариш ва унга монанд насос ускунасининг сарфини ростлаш зарурати хақида айтиб ўткан эдик.

Берилган узатиш миқдори таъминлаш мақсадида тармоқ ёки насос характеристикаларини ўзгартириш жараёнига **ростлаш** дейилади. Мавжуд насос агрегатини ростлаш усуллари шартли равишда икки катта кенгайтирилган гуруҳларга ажратишимиз мумкин:

**а) Насос ишчи ғилдирагини доимий айланиш тезлигини ростлаш, у куйидагиларни ўз ичига олади:**

- сўриш томонидан кулфак орқали дросселлаш;
- сўриш қузурига хаво жўнатиш;
- йўналтирувчи куракларни буриш орқали ростлаш;
- босим кулфакини дросселлаш;

**б) Насос ишчи ғилдирагини ўзгарувчан тезлигида ростлаш:**

- электромагнит муфтлар сирпанишидан фойдаланган ҳолда (юритма электродвигателнинг айланиш тезлигини ўзгартирмаган ҳолда);
- ўзгарувчан частота манбаси орқали таъминланган асинхрон юритмадан фойдаланиш билан;
- асинхрон юритмани каскадли схемаларидан фойдаланиш билан;

Агар насослар биргаликда ишлаётган бўлса, ростлашни бир неча усуллар билан бажариш мумкин:

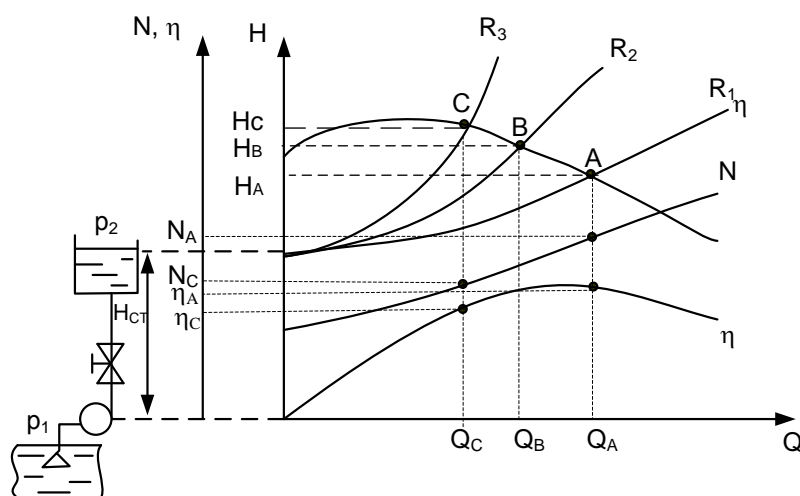
- насослардан бирида дросселлашни амалга ошириш билан;
- умумий хайдалувчи босим қузурида дросселлаш орқали ёки параллел ишлаётган насосларни бир вақтда барчасини;

- параллел ишлаётган насосларнинг биттасини айланиш тезлигини ростлаш орқали;

- насосларнинг барчасини бир вақтда айланиш тезлигини ротлаш орқали;

Фаолиятдаги насос станцияларда кенг қўлланилаётган усул дросселлаш бўлиб, умумий босим коллекторларида диспечер томонидан бошқарувчи механизмлардан (юритмали кулфаклар) фойдаланиш орқали амалга оширилиб келинмоқда.

**Дросселли ростлаш** (2.1-расм). Дросселлаш насоснинг босим линиясидаги кулфак орқали амалга оширилади. Кулфак, тўхташ ҳолатларида ва ремонт пайтида насосни тармоқдан ажратишга хизмат қилади. Шу сабабли дросселли ростлаш насос тизимига ҳеч қандай янги элементни ўрнатишни талаб қилмайди, унинг асосий қулайлиги ҳам шунда. Дросселанувчи кулфакнинг ҳар бир ҳолати учун тармоқнинг янги характеристикалари мос келди.



2.1 - расм. Дросселлаш орқали насоснинг унумдорлигини ростлаш.

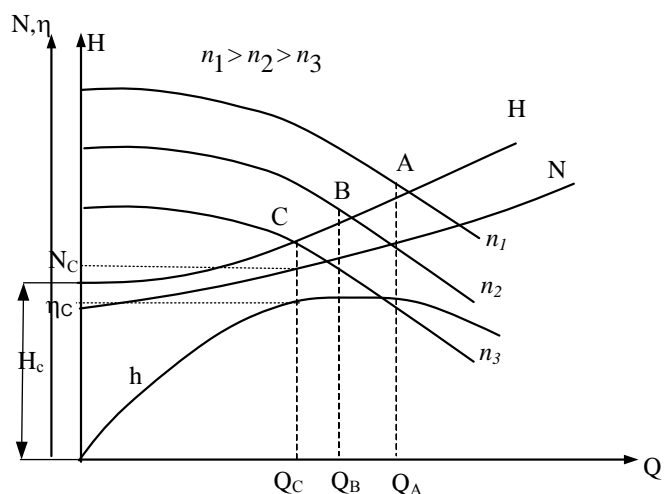
Асосий камчилик шундай иборатки, насос ускунасининг ФИК ти беркитилган кулфак туфайли босимнинг тушиши сабаб пасайиб кетади. Насоснинг узатишини сўриш қувуридаги кулфак орқали ростлаш тавсия қилинмайди, юқорида кўрсатилган сабаб туфайли ростлашнинг бу турида ҳам ФИК тушиб кетиши, шунингдек, сўриш хусусиятининг пасайиши оқибатта

суюқлик парларининг ҳосил булиши натижасида кавитацияга олиб келиши мумкин.

Ростлашнинг нисбатан рационал усули сифатида насоснинг **айланиш частотасини ўзгартириш** ҳисобланиб, бунда ФИК ҳам юқори ва истеъмол қилинаётган қувват ҳам кескин камаяди. Кўп ҳолатларда марказдан қочма насослар электродвигател билан бирга битта валга ўрнатилади. Шунинг учун насоснинг айланиш частотаси, электродвигател айланиш частотасининг ўзгаришига узвий боғлиқ.

2.2 – расмда насос ишчи ғилдираги айланиш частотасини ўзгартириш орқали узатишни ростлашда босим характеристикаларини ўзгариши кўрсатилган.

$$n_1 > n_2 > n_3$$



2.2 – расм. Насос унумдорлигини айланиш частотасини ўзгартириш орқали ростлаш.

Кулфакнинг ҳолати ўзгармастан қолар экан, қувур тармоғининг қаршилиқлар йиғиндиси ўзгармайди, натижада унинг кўрсаткичлари ҳолати ҳам аввалгидек қолаверади. Ишчи ғилдирак айланиш частотасини ўзгартиришда ишчи режим нуқтаси А ўз жойини  $Q - H$  характеристикалари оралиғида ўзгарилади, сарф ва босим камаяди. Айланиш частотасини ўзгартириш маълум катталиқлардагина, яъни турбомеханизмнинг босими статик босимга тенг бўлганида маънога эга бўлади. Кейинги ҳолатларда турбомеханизмда ҳосил бўлаётган босимнинг махсулдорлиги оз бўлиб,

тармоқдаги статик босимни енгиш учун кам бўлиб қолади. Қувват ва ФИК маъжуд  $Q_A$ ,  $Q_B$  мос ҳолда қувват ва ФИК эгри чизиқлари орқали аниқлаш мумкин.

## 2.2. Юритмани ростлаш тизимини таҳлили

Саноат механизмларининг кўпчилигида, шу жумладан насос ускунасида ҳам, юритмани юқори махсулдорлиги ва талаб қилинган сифатли ишлашига эришиш учун тезлик ростлашни таъминланишини амалга оширилиш зарур. **Тезликни ростлаш** деб - технологик жараён талаблари боғлиқ ҳолда электр юритманинг тезлигини узвий равишда ростлашга айтилади. Тезликни ростлаш юритма двигателига қўшимча таъсир қилиш билан амалга оширилади, у бўлиши мумкин: **инсон томонидан ёки махсус автоматик қурилма** томонидан амалга оширилган таъсир.

Асинхрон двигател бурчак тезлигини ростлашнинг қуйидаги усуллари кенг тарқалган:

- 1) реостатли ростлаш;
- 2) қутблар сонини қўшиш билан;
- 3) асинхрон двигателни бошқа машиналар ёки ўзгарткичлар билан каскадли ишга туширилиши.

- 4) таъминлаётган кучланиш частотасини ўзгартириш;

Бурчак тезликни ростлаш учун қуйда айтиб ўтилган усуллардан бошқа усуллар ҳам мавжуд, уларни электро двигателнинг ишга туширишда ҳам қўллаш мумкин. Улар: импульсли ростлаш, статорга берилаётган кучланишни ўзгартириш орқали ростлаш, электромагнит сирпаниш муфталари ёрдамида ростлаш ва б.к.

- a) реостатли ростлаш;

Реостатларни ротор занжирига улаш (яъни реостатли ростлаш) орқали двигателнинг бурчак тезлигини ростлаш мумкин. Сузувчан ростланиш резисторлар устунлари сонига боғлиқ бўлади. Ростлаш асосий бурчак

тезлигидан пастга йўналтириб амалга оширилади. Асинхрон двигателнинг реостатли характеристикалари, доимий ток юритмасидаги каби, ротор занжиридаги резисторлар буйининг камайтириб борилишида, кескинлик унча катта бўлмаслиги билан ажралиб туради.

Реостатли ростлашда бурчак тезликнинг диапазони (1.5~2):1 ошиб кетмайди. Эксплуатация шароитларида таъминловчи тармоқ кучланиши ҳам номинал миқдорга нисбатан ўзгариши мумкин. Унинг камайиши кескинлик модули характеристикаларининг камайишига ундан ҳам кўпроқ ростлаш диапазонининг камайишига олиб келади. Вентиляторли юкланишда каттароқ ростланиш диапазониغا рухсат этилиши мумкин, тахминан (3~5):1. Ростловчи резисторнинг устунлари сони қанча кўп бўлса, ростланишнинг сузувчанлиги шунча юқори бўлади.

Узоқ муддат ишловчи двигателнинг рухсат этилган юкланиши реостатли ростланишда ўзгармас момент орқали аниқланиб, номиналга тенг бўлади, номинал моментга двигателнинг номинал токи тўғри келади.

Двигателнинг рухсат этилган токи ва унга тўғри келувчи рухсат этилган моменти, агар бурчак тезлик қанча паст бўлса, номиналга нисбатан мос ҳолда шунча пасайиши керак.

Фаза роторли асинхрон моторларда рухсат этилган момент қуйида кўрсатилган тенгликка келиб чиққан ҳолда бурчак тезлик шартларига кўра  $0.4M_{ном}$  камаяди.

$$M_{доп} \approx M_{ном} \sqrt{\frac{\omega}{\omega_{ном}}} \quad (2.1)$$

Реостатли ростлашда қувват исрофи – юкланиш билан боғлиқ бўлмаган, ўзгарувчан исрофлар, статор ва роторнинг чўлғамидаги исрофлар, шунингдек ташқи занжирдаги резисторлар исрофлари йиғиндисидан таркиб топади. Ўзгармас юкланиш моменти ва реостатли бошқарувда ротор занжиридаги исрофлар сирпанишга пропорционал равишда ўзгаради, статордаги исрофлар эса берилган юкланиш моментида сирпанишга боғлиқ бўлмаган ҳолда ўзгармай қолаверади. Асосий қувват исрофи ростловчи резисторларда йўқотилади.

Тезликни ростланинг реостатли усули **камчиликлари** қуйидагилардан таркиб топади:

1) ротор занжиридаги қаршиликни куч аппаратлари ёрдамида дискрет ўзгартиришнинг зарурлиги, қўл меҳнати билан ёки масофадан туриб бошқариладиган, бу тезликни устунли ростланиш имконини беради ва лекин, туташтирилган схемалардан фойдаланган ҳолда автоматик бошқариш имкониятини чеклайди;

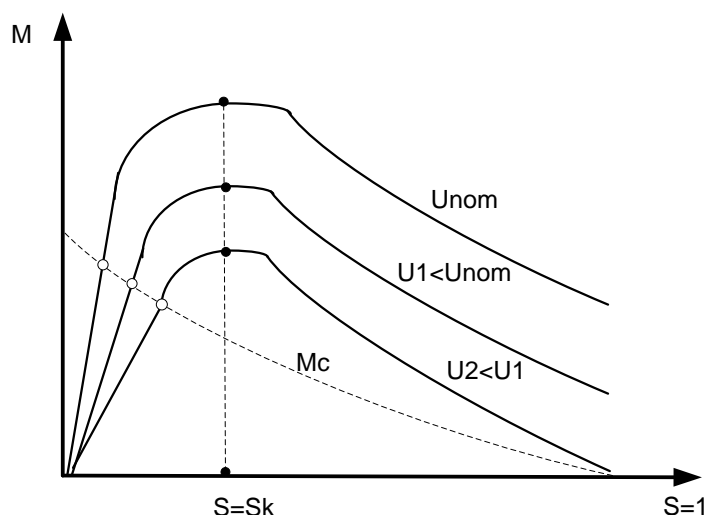
2) катта бўлмаган тезкор ҳаракат;

3) энергиянинг кўп сарф бўлиши.

Ҳозирги пайтда тезлик ростлашни кўриб ўтилган бу усулини, мавжуд бошқа усулларга нисбатан, ростлашда камчиликлар мавжудлиги сабабли, фойдаланишни камайтириш юзасидан тенденция кузатилмоқда.

б) кучланишни ўзгартириш орқали ростлаш.

Агар асинхрон моторнинг уч фазали статорига етказилувчи кучланиш ростланса, ростловчи ускунанинг двигател характеристикасига таъсир этувчи кўрсаткичларига эътибор қилмаган ҳолда, критик сирпанишни ўзгартирмасдан, максимал моментни ўзгартиришимиз мумкин. Мисол учун, кучланишни ростловчи ускуна сифатида тиристорли ростлагични олишимиз мумкин (ТРН ёки КТР). Кучланишни Теримторли Ростлаш ускунани таъминловчи тармоқ кучланишини ўша частотада ўзгартириш орқали ростловчи ускуна хисобланади. Асинхрон юритмалардаги сирпаниш туфайли катта йўқотишлар сабаб, КРН асосан фаза роторли двигателларни ростлашда қўлланилади. Тиристорли ростлагичларни қўллаганда бурчак тезлик устунсиз ростланади. Қисқа туташтирилган роторли двигател статорида кучланиш ростланишидаги механик характеристикалар 2.3 – расмда келтирилган.



2.3 – расм. Асинхрон двигател статорида кучланишнинг қайта ростланишидаги механик характеристикалари.

Келтирилган характеристикадан келиб чиқиб, вентилятор юкланиши қўлланилганда ҳам ростлаш кенгликлари имконияти чегараланганлигини кўришимиз мумкин, лекин улар электр юритма туташган тизимларида кенгайтирилиши имкони мавжуд. Амалда ростловчи қурилманинг параметрларига таъсир қилиш натижасида критик сирпанишни камайтирилиши орқали, туташтирилган тизимларда ростлаш кенглиги имконияти янада камаяди.

Двигател қисқа туташтирилган роторида сирпанишдаги қувват исрофларини роторнинг ўзида ажралганлиги сабаб, сирпаниш буйининг баландлиги натижасида рухсат этилган момент кескин пасаяди, шу сабаб қисқа туташтирилган роторли асинхрон двигателларни ростлашни тежамсиз усулини фақатгина паст қувватларда ва қисқа иш режимларидагина ишлатиш мумкин.

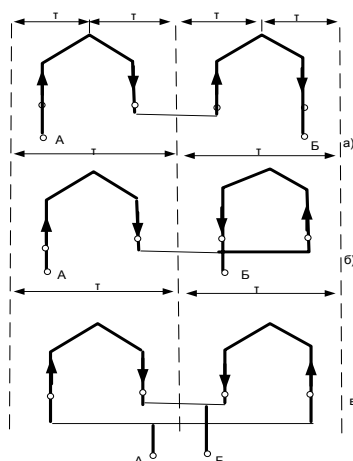
Юритмадаги энергия исрофи миқдори реостатли ростлашникига тахминан тенг ёки нисбатан кўпрони ҳам ташкил этади. Сирпанишда қувват сарф исроф бўлиши двигателда сарф бўлиб қўшимча резисторда ажралади, лекин рухсат этилган моментни оширади. Бу усул вентилятор юкланишида қўлланилиши мумкин,  $M_c = \text{const}$  эса қисқа муддатли иш режимида.

в) бурчак тезликни кутблар сонини қўшиш билан ростлаш.

Асинхрон двигател бурчак тезлиги куйидаги формуладан келиб чиқишини хисобга олиб

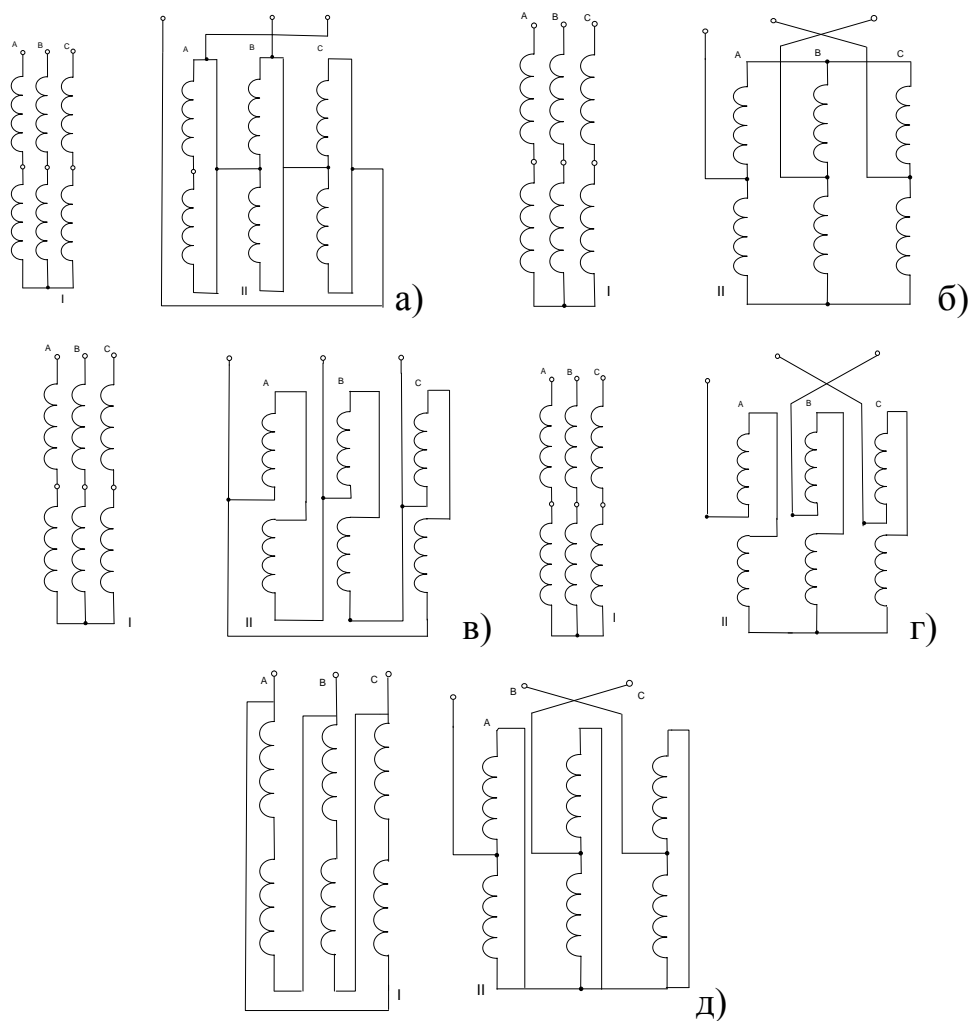
$$\omega = \omega_0(1 - S) = \frac{2\pi f_1(1 - S)}{p} \quad (2.2)$$

бурчак тезликни, агар таъминловчи тармоқнинг частотаси берилган бўлиб ва сирпаниш  $s$  кам ўзгарса, кутблар жуфтлари сонини  $p$  ўзгартириш орқали ҳам ростлаш мумкин. Жуфт кутблар сони бутун сонлардан иборатлигини инобатга олсак, бурчак тезликни ростлаш усули устунли эканлигини кўрамиз. Ростлашнинг бундай усули амалий жиҳатдан қисқа туташтирилган роторли двигателларда қўлланилиб, жуфт кутблар уланиши статор чулғамида амалга ошади, ротор чулғами эса танланган жуфт кутблар сонига автоматик тарзда мослашиб боради. Чулғамда жуфт кутблар сонини ўзгариш учун ярим чулғамлар уланишининг принципал схемаси 2:1 нисбат учун 2.4 – расмда келтирилган (а-б).



2.4 – расм. Чулғамда жуфт кутблар сонини ўзгариши учун ярим чулғамларни 2:1 нисбатда уланишининг принципал схемаси.

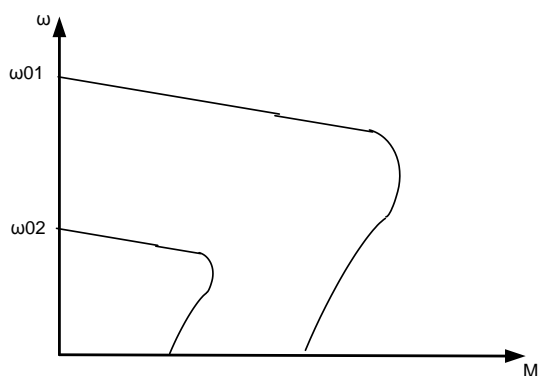
2.5 – расмда статорга чулғам уланишининг кўп қўлланилувчи схемалари келтирилган. Битта жуфт кутблар сонидан кейинги жуфтлар сонига уланиш жараёнида двигателнинг худди ўша айланиши сақланиб қолади. 2.5 – расмга биноан, бирлик жуфт кутблари сони - I, иккиталик жуфт кутблари сони - II билан белгиланган.



2.5 – расм. Статор чўлғамлари кушилишининг кўп қўлланилувчи схемалари.

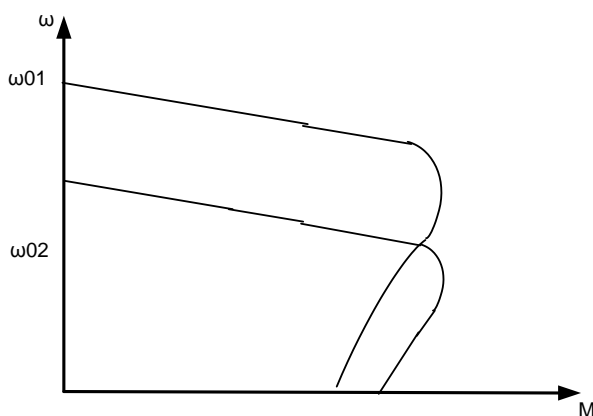
2.6 – расмда 2.5 – расм а) даги вентилятор юклагичи юритмаларда қўллаш мумкин бўлган характеристикалари мисол сифатидан келтирилган.

Агар уланишнинг 2.5 – расм б) ёки в) схемалари қўлланса, бу ҳолда, двигател эришган номинал моментлар, иккилик ёки бирлик жуфт қутблар сонидан тахминан бир хил бўлади, механик характеристикалари эса 2.7 – расмда кўрсатилгандек кўриниш олади.

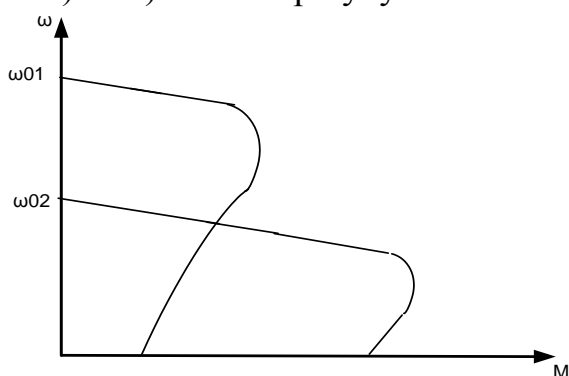


2.6 – расм. 2.5 - расм а) схемаси учун вентилятор моментли юкланишни механик характеристикалари.

Статор чўлғамлари уланишини 2.5 – расм г) ва д) схемаси бирлик қараганда иккилик жуфтлар сониди икки марта кўпроқ моментга эришиш имконини беради. Бу шуни англатадики, номинал бурчак тезликни икки марта камайтириш билан мос равишда моментни ўстиради(2.8 - расм).



2.7 – расм. 2.5 – расм а) ва в) схемалари учун механик характеристикалар.



2.8 – расм. 2.5 – расм г) ва д) учун механик характеристикалар.

Ростлашнинг аниқлиги берилган характеристиканинг статизми ва сирпаниш билан баҳоланади. У ўртача: кўп тезликга эга кам қувватли двигателлар учун – 0.05, ўрта қувватлилар учун – 0.03, техник бирликларда аниқлик солиштирма жиҳатдан катталиқни ташкил этади.

Ростлаш диапазони амалий жиҳатдан 6:1 (3000:500 айл/мин) ошиб кетмайди.

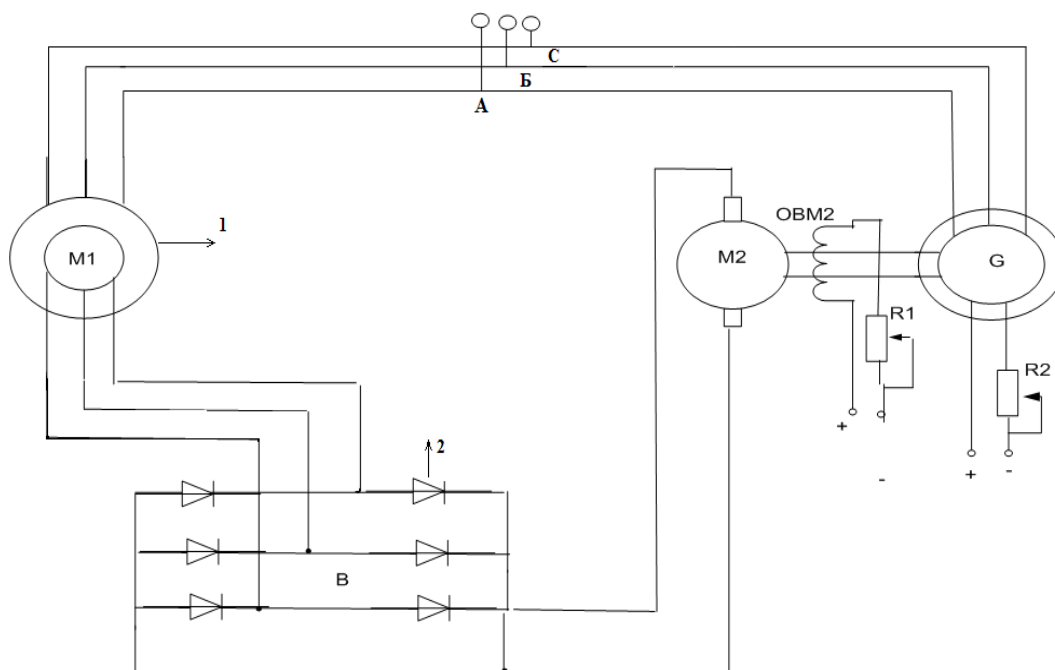
Бу усулда ростлашнинг йўналиши шартли ҳисобланади ва у жуфт қутбларнинг қайси сониди бурчак тезлик механизм учун номинал деб қабул қилинганлигига боғлиқ бўлади. Вентиляторли юкланишда ва 2.5 ҳақатеристикалари учун ростлаш асосийдан пастга қараб, юкланишни қувват доимий бўлганда ва 2.8 характеристикаларида эса – пастдан юқорига қараб амалга оширилади.

Қутблар сонини кўшиш билан бурчак тезликни ростлаш сузувчан ҳисобланмайди, балки устунлидир (яъни босқичма-босқич). Шунинг билан бирга кўриб чиқиладиган бу усул жуда ҳам тежамли ва механик характеристикаларининг кескинлиги билан ажралиб туради. Ўзларининг бу устунликлари билан кўшилувчи қутбли электродвигателлар тезликни ростлашда сузувчанлик зарур бўлмаган жойларда қўлланишини тормақдалар, мисол, айрим металл кесиш станокларида механик узатишни камайтириш мақсадида фойдаланилади.

г) каскадли системаларда тезликни ростлаш.

Фаза роторли асинхрон двигателга эга каскадли электр юритмалар (бу системаларда қисқа туташтирилган роторли ишлатилмайди) ўрта ва катта қувватли, нисбатан катта бўлмаган ростлаш диапазонларида давомий режимда ишловчи ускуналарда қўллаш мақсадга мувофиқ. Каскадли электр юритмалар сирпаниш энергиясини фойдали ишлатиш имкониятини яратиб, шу билан бирга юритманинг фойдалилигини ҳам оширади. Вентелли ва вентилл-машинали каскадларнинг нисбатан оддий схемалиси доимий ток вақт звеноси оралиғига эга бўлгани ҳисобланади. Доимий ток вақт оралиғи звеносига эга вентелл-машинали электр каскадининг принципиал схемаси 2.9 – расмда келтирилган. Бу ерда асосий двигател М1 статорининг чўлғами саноат частотали ўзгарувчан ток тармоғига уланган, ротор чўлғами эса тўғриловчи кўприк (выпрямительный мост) В уланган. Тўғриловчи кўприк орқали қайта шакллантирилувчи сирпаниш энергияси, доимий ток двигатели М2 амалга оширади. Доимий ток

двигатели билан битта валда жойлашган синхрон генератор G ёрдами билан, сирпаниш энергияси сабаб кетган исрофлар, тармоққа қайта қайтарилади. M1 двигателининг бурчак тезлиги ростланиши қўшилувчи ЭЮК ўзгариши, M2 машинаси ҳосил қилинувчи тўғриланган ток тармоғида ушбу машинанинг воситасида R1 ёрдами билан уйғотувчи токига таъсири орқали амалга оширилади.



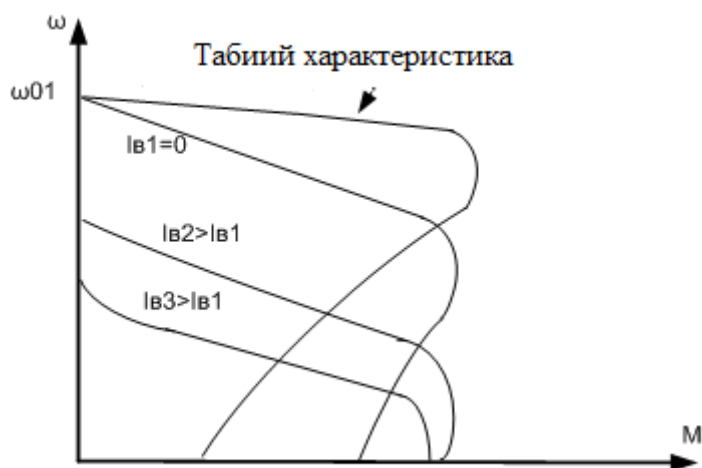
2.9 – расм. Ўзгармас ток оралиқ звеносига эга вентил-курилмали электр каскадининг принципиал схемаси

бу ерда: 1-асинхрон мотор; 2-тристорли ўзгартиргич.

Каскаднинг двигател режимда ишлашида роторнинг тўғриланган кучланиши доимий ток машинасининг ЭЮК сига қарши, ротор занжириги актив қаршиликларда кучланишнинг тушиши, шунингдек вентилларнинг шартли коммутация жараёнида кучланишнинг тушишида тенгланиши керак. 2.10 – расмда электрли каскаднинг механик характеристикалари келтирилган. Электрли каскадда асинхрон двигателнинг тўлиқ ишлатилишига унинг валида доимий момент юкланиши бўлгандагина эришилади, шунинг учун вентилл-машинали электр каскадни айрим вақтларда доимий момент каскади ҳам деб аташади. Доимий момент юкланишида ротор занжирига нисбатан катта

кучланиш учун шартли ростлаш диапазони, асинхрон двигателнинг нисбатан кўп ёки кам бурчак тезлигида, номинал юкланиш токига мос келади.

Вентиляторли юкланиш ҳолатида юкланиш токининг нисбатан катта қиймати учун минимал кучланиш мос келади. Аммо доимий момент билан ростлашда ҳам, вентиляторли момент билан ростлашда ҳам, ўрнатилган қайташакллантирувчи агрегатларнинг қувватлари бир хил бўлади.[45]



2.10 – расм. Электрли каскаднинг механик харақтеристикалари.

Бурчак тезликнинг амалий ростлаш диапазони  $D = (2:1)$  ошиб кетмайди. Бурчак тезликни ростланиши фақатгина пастга қараб амалга оширилади, шунинг учун ҳам бу тип каскадлари бир зонали ростлашга эга юритмаларга киради. Бурчак тезликни ростлашдаги сузувчанлик, ўзгармас ток машинасининг уйғотиш токи ўзгаришини сузувчанлигига боғлиқ бўлганлиги сабаб, чегараланмаган. Электр юритманинг фойдали иш коэффициентини номинал юкланишда ва каскаднинг максимал бурчак тезлигида тахминан  $0.82 - 0.85$  ташкил қилади (юкланишнинг камайиши ва бурчак тезликнинг камайиши билан камаяди). Каскаднинг курсатилган шароитларда ўзининг қувват коэффициентини  $0.7 - 0.75$  ташкил этади, лекин агрегатда синхрон машинани доимий тезликда қайта уйғотиш билан кўпайтириш мумкин. Бурчак тезликнинг стабиллиги механик харақтеристикаларнинг кескинлиги билан аниқланади,

реостатли шунингдек бошқа параметрик ва импульсли ростлаш усулларидан - юқори, частотали бошқарувга нисбатан – пастликни ташкил этади.

д) куч ярим ўтказгичли қайта шакллантилгич ёрдамида ростлаш.

Куч ярим ўтказгичли ўзгартиргич электр юритма системаларида электр двигател тезлиги ва моментни ростлаш функциясини бажаради. Улар двигател билан асосий таъминот манбаи оралиғида жойлашади.

Таъсир принципига биноан шакллантиргичлар кейинги базавий типларга бўлинади:

- **кенг - импульсли ўзгарткичлар (ШИП)**, доимий ток двигателини доимий ток манбаи билан туташтирувчи;

- **бошқарилувчи тўғрилагичлар (УВ)**, доимий ток двигателини ўзгарувчан ток манбаи билан туташтирувчи, шахсий ҳолда тўғрилагичлар бошқарилмайдиган тўғрилагичлардир (В);

- **автоном инвенторлар (АИ)**, ўзгарувчан ток двигателини ўзгармас ток манбаи билан туташтирувчи. Улар *ток ва кучланиш инвенторларига бўлинадилар* (АИН ва АИТ).

- **бевосита частота ўзгартиргичлар (НПЧ)**, ўзгарувчан ток двигателини ўзгарувчан ток манбаи билан туташтирувчи ўзгартиргичлар.

**Кенг - импульсли ўзгарткичлар (ШИП)** доимий кучланиш таъминотини ( $U_{irp} = const, I_j = 0$ ) чиқишда доимий ростланувчи кучланишга қайта шакллантиради ( $U_{2(V)} = var, f_2 = 0$ ).

**Бошқарилувчи тўғрилагичлар (УВ)** одатда синусоидал кучланиш частотаси  $f = 50$  Гц доимий ҳаракатдаги кучланиш (одатда 220 В)ни, чиқишда доимий ростланувчи кучланишга қайта шакллантиради ( $U_{2cp} = var, f_2 = 0$ ).

**Автоном инвенторлар (АИ)** таъминотни ўзгармас кучланишини ( $U_1 = const, f = 0$ ) чиқишда ҳаракатдаги маънода ўзгарувчан кучланишга ва ростланувчи частотага қайта шакллантиради.

Амалга оширилаётган диплом ишида қувватли ўзгарувчан ток электродвигатели тадқиқ қилинаётган экан у учун махсус инвенторлар ўзгартиргичидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эмас. Катта қувватли

двигателларда одатда УВ+АИ ёки В+АИ (ПЧ доимий ток звеносига эга) ёки ПЧЎ (ўзгарувчан частотани қайташаклантиргич) фойдаланилади.

### **2.3. Юритмани ростлашда асинхрон двигател – частота ўзгартиргич схемаси танлашни асослаш**

Нисбатан истиқболли ва хозирга кенг қўлланилаётган асинхрон двигател тезлигини ростлаш усули - частотали усулдир. Бу усул катта диапазонда сузувчан ростлашни таъминлайди, олинган характеристикалари ҳам ўзида юқори кескинликни мужассамлаштиради. Частотали усул яна бир жуда муҳим хусусиятга эканлиги билан ажралиб туради, асинхрон двигател тезлигини ростлашда унда сирпанишни ортиши содир бўлмайди.

ЧЎ нинг асосий типлари характеристикаларини кўриб чиқайлик.

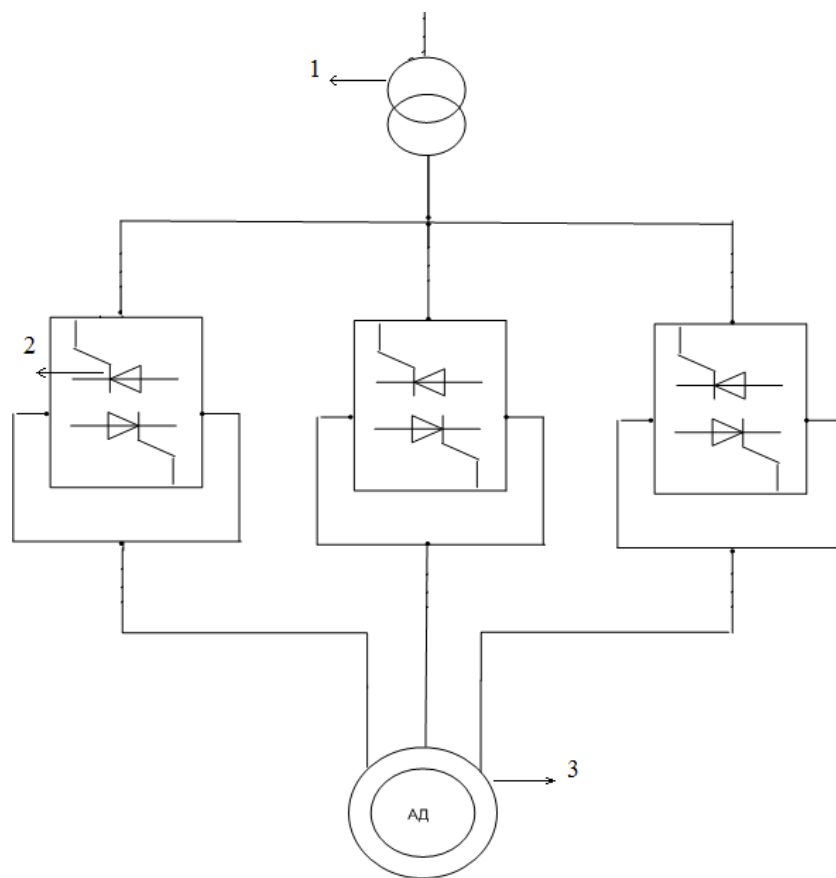
а) БЧЎ;

Бевосита частота ўзгартиргичлар юқори частотани паст частотага айлантиришга қайта шаклантиришга мўлжалланган бўлиб, параллел – учрашган гуруҳга бирлашган 18 тиристордан ташкил топган (2.11 – расм). Ўзгартиргич асосида 3 фазали нолли тўғрилаш схемаси жойлашган. Ўзгартиргичнинг хар бир фазаси иккита учрашган – ёқилган тўғрилагичдан таркиб топган.

БЧЎ бўлимли ва ҳамкорликда ишловчига фарқланади.

**Бўлимли бошқарувда** бошқарувчи импульслар вентелли гуруҳ тиристорларидан бирига юкланиш токи йўналишига мос ҳолда берилиши керак. Бўлимли ишлашни таъминлаш мақсадида, яъни бир гуруҳдан ток ўтишини бошқа гуруҳдан ток ўтканга таъқиқловчи мантиқий ускуналар қўлланилади. Ҳамкорликда ишловчи вентелли гуруҳига эга ўзгартиргичларда қўшимча реакторларни қўшиш зарур, улар хар бир гуруҳ вентилларини тенглашувчи токини чегаралайди, бошқарув бурчаклари мутаносиб ва номутаносиб гуруҳлар аниқ қонун асосида ўзгаради, тенглаштирувчи токни доимий ташкил этувчисини чеклайди. Ҳамкорликда ишловчи вентилл

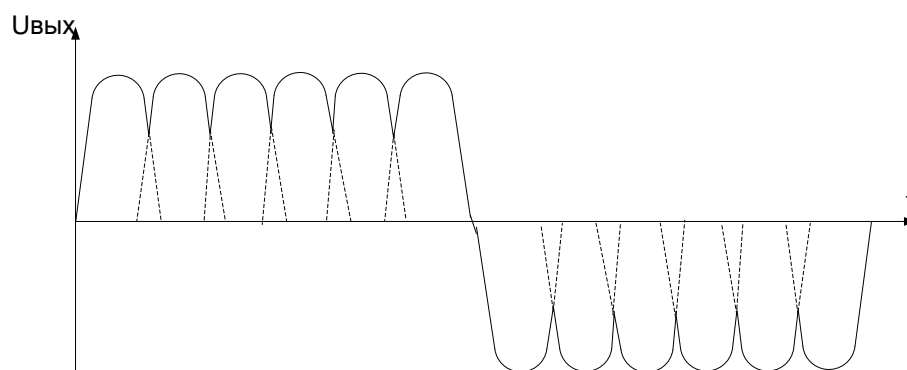
гуруҳларини эга ўзгартиргичлар ўзида куч элементларини катта ўрнатилган қувватини мужассамлаштирган.



2.11 расм. Частота ўзгартиргичли асинхрон электр юритма.

бу ерда: 1-трансформатор; 2-тристорли частота ўзгартиргич; 3-асинхрон двигател.

Синусоида формасига яқин чиқиш кучланишини олиш учун, вентиллар ишга тушиш бурчагини шундай усул билан ўзгартириш керакки, ярим ўрта даврда таъминловчи тармоқ кучланиши ҳолати чиқиш кучланиши синусоида қонунининг ярим давригача ўзгариши керак. Чиқишда кучланиш ва частотани ростлаш учун ўзгартиргичлар вентиллар бурчакларини ўзгартириш орқали эришадилар (2.12-расм).



2.12 – расм. Бошқариш чўлгами чиқиш кучланиши графиги.

Бу типдаги ўзгартиргичлар афзалликларига қуйдагиларни киритишимиз мумкин:

- 1) бир марталик энергия қайта шакллантирилиши, шунга монанд, юқори иш коэффиценти (ўртача 0.97 – 0.98);
- 2) чиқишда частотага боғлиқ бўлмаган ҳолда кучланиш амплитудасини ростлаш имконияти мавжудлиги;
- 3) актив ва реактив энергиянинг эркин алмашинуви, тармоқдан двигателга ва қайта ортга;
- 4) коммутацияланувчи конденцаторлар йўқлиги, тиристорлар комутацияси мавжуд усулда коммутацияланиши (тармоқ кучланишидан).

Кўрилатган ЧЎ камчиликлари қуйидагилардан иборат:

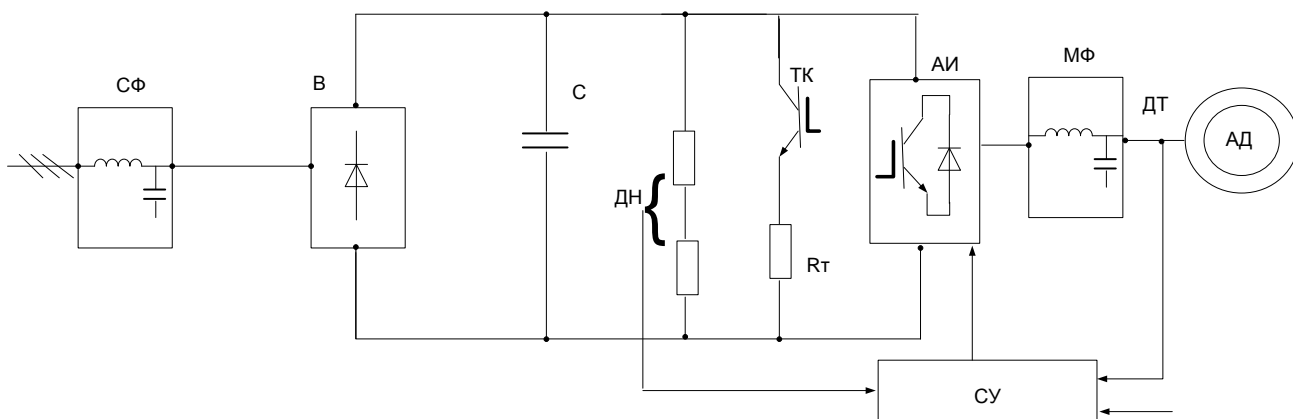
- 1) чиқиш частотасини чекланган ростланиши (тармоқ частотасини 0 дан 40 % гача);
- 2) нисбатан кўп куч вентиллар сони ва уларни бошқаришнинг мураккаб схемаси;
- 3) катта бўлмаган қувват коэффиценти – ўзгартиргичга киришда максимал миқдори ўртача 0.8 ташкил қилади.

б) ўзгармас ток звеноли ЧЎ.

Замонавий частота ростлагичли юритмаларда, принцинал семаси 2.13 – расмда келтирилган доимий ток аниқ таърифланган звеноли ўзгартиргичлари нисбатан кенг қўлланилишини топаёпти. Ушбу синф ўзгартиргичларида электр энергиясини икки марталик қайта шакллантирилишидан фойдаланилмоқда,

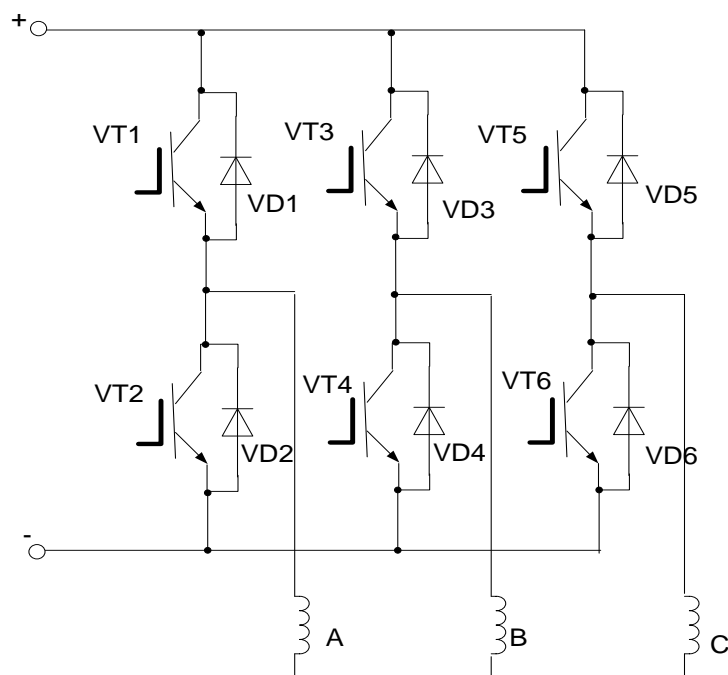
яъни: кировчи синусоидал доимий амплитудали кучланиш ва частота тўғрилагич (В)да тўғриланади, филтър (С)да филтърланади, текишланади, сўнг яна инвентор (И)да ўзгартирилган частота ва кучланишга қайта шакллантирилади. Икки марталик энергия қайта ростланиши ФИШ коэффициентини пасайишига ва айрим массагабарит кўрсаткичларининг, тўғридан – тўғри алоқали ўзгартиргичникига нисбатан, ёмонлашувига олиб келади.

Оралиқ звеноли доимий ток ўзгартиргичлари тармоқ частотасидан ҳам юқорига ҳам пастга частотани ростлашга имконият яратади. У ўзининг юқори ФИШ коэффициенти (ўртача 0.96 ), етарлича тезкор ҳаракати, нисбатан кичкина габарити ва ишончлилиги билан ажралиб туради.



2.13 – расм. Доимий ток звеносига эга частота ўзгартиргичнинг принципиал схемаси.

СФ – тармоқ филтрити, юқори гармоникаларни тақсимлаш учун; В – тўғрилагич, одатда ростланмайдиган (ЧЎ биринчи авлодларида) доимий ток звеносида кучланишни ростлаш учун; ДН ва ДТ – кучланиш ва ток датчиклари, ТК – тормозли калит; АИ автоном инвентор, одатда ШИМ (2.14 - расм); МФ – мотор – филтър, двигателда юқори гармоникани камайтириш учун; СУ – бошқарув тизими.



2.14 – расм. Куч автоном инвентори (АИ)нинг принципиал схемаси

Беркитувчи калит сифатида автоном инвенторларда GTO тиристорлари ва IGBT транзисторлари фойдаланилади. Бажарилаётган ишимизнинг қуйи қисмида транзисторлар схемалари келтирилган.

Тиристор ярим бошқарилувчи ускуна ҳисобланади: уни ишга тушиши учун бошқарувчиси киришига қисқа импульсни узатиш кифоя, лекин ишдан тўхтатиш учун унга қайтиш кучланишни қўйиш ёки коммутацион токни нолгача пасайтириш керак. Бунинг учун тиристорли ўзгартиргичга қийин ва громоздли бошқарув системаси керак бўлади.

Изоляцияланган IGBT затворли биполяр транзисторлар тиристорлардан тўлиқ бошқарилиши, оддий энергосиғимли бошқарув системаси, энг юқори ишчи частотаси билан ажралиб туради.

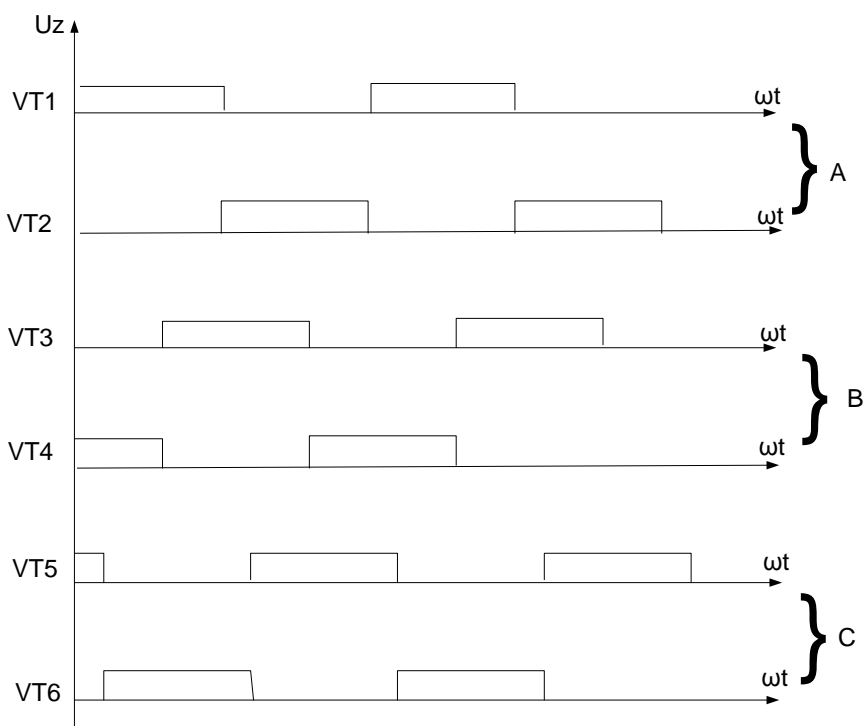
Бунинг натижасида IGBT эга частота ўзгартиргичлар двигател айланиш тезлигини бошқариш диапазонини кенгайтиришга ва юритма ҳаракат тезлигини оширишга имкон яратади.

IGBT нисбатан катта частотали қайта уланишда микропроцессорли бошқаришга эҳтиёжлилиги билан бирга, частота ўзгартиргичларда қўлланиши

тиристорли ўзгартиргичлар учун характерли бўлган, юкори гармониялар даражасини пасайтиради.

Натижа сифатида – электродвигател чўлғами ва магнитоўтказгичда қўшимча қувват исрофини пасайиши, электр машинасида қизишнинг камайиши, момент пульсациясининг камайиши ва кичик частота оралиқларида ротор “қадамлашини” олдини олади. Трансформатор ва батареялардаги исрофлар камаяди, уларни ўтказгичлари изоляциялари хизмат муддати узаяди, химоя қурилмалари ва индукцион ўлчов ускуналарининг ноаниқ ишлаши ва ёлғондан ишлаб кетиши сонини камайтиради.

Куч калитларига бошқарувчи импульслар оралиғи узатилишини ўзгартириш билан двигателга берилаётган кучланиш частотасини ўзгартиришга эришилади (2.15 - расм).



2.15 – расм. Транзисторга импульсни узатиш алгоритми.

Бундай алгоритмда вақтнинг исталган momentiда учта куч калитлари (VT1, VT4, VT6) ишлайди.

Двигателнинг ишлаши учун частотани ўзгартириш билан бирга кучланишни ҳам ўзгартириш керак. Бунинг учун ўзгармас ток звеносини ўзгартирилади ёки ШИМ дан фойдаланилади. Кучланиш ва частота

муносабатларини танлашда, уларнинг қайта юкланиш қобилиятини сақлаш шартларидан келиб чиқилади.

Ўзгартиргич танлашни қуйидаги шартлардан келиб чиқиб амалга оширамиз:

$$I_{\text{вых.пч}} \geq I_{1н}; \quad (2.3)$$

$$U_{\text{вых.пч}} \geq U_{1н}; \quad (2.4)$$

(8) ва (9) шартларни қаноатлантирувчи ўзгартиргич Delta electronics фирмасининг VFD – F. Model: VFD75OF43A.

### **3. АСИНХРОН ДВИГАТЕЛ – ЧАСТОТА ЎЗГАРТИРГИЧ ТИЗМИНИ ҲИСОБИ**

#### **3.1. Қувватни ҳисоблаш ва двигателни танлаш**

Сув билан таъминлаш тизимларида асосий кўрсаткичлардан бири двигателни юклама остида ишга туширишдир, двигатель конструкцияси эса, роторни ҳайдовчи тезлик билан тескари томонга узоқ вақт давомида айлантиришга имкон бериши керак. Насоснинг характеристикаси билан аниқланадиган ҳайдовчи тезлик, нормал эксплуатация қилишда ёки агрегат авариявий тўхтаб қолганда электр двигателни тармоқдан ўчиради. Катта қувватли насос станциялари ишлайдиган энергетика тизимларининг иш шароитларини яхшилаш нуктаи назаридан, қайта ишга тушириш имкониятлари жуда маъқул ҳодисадир, бу мос равишда статор чулғамларига бўлган конструктив талабларни оширади, чунки уларнинг қизиши талаб қилинаётган ишга туширишлар орасидаги паузанинг давомийлигини ва кўриб чиқиладиган давр ичида руҳсат этилган ишга туширишлар сонини аниқлаб беради.

Шу муносабат билан тез-тез ишга тушириш режимларида ишлайдиган қуввати катта бўлмаган насослар (200-250 кВт), шунингдек турбомеханизмлар учун қуввати 100 кВт гача бўлган А2 ва А02 сериядаги, 100 – 400 кВт контакт ҳалқали А ва АК сериядаги, қуввати 400 кВт дан ортиқ берк А, А3 ва ротори қисқа туташтирилган АК3 сериядаги асинхрон электр двигателлар қўлланилади. АН умумий серияли ротори қисқа туташтирилган ва АКН серияли резина роторли асинхрон двигателлар - 200 дан 2000 кВт гача. Вертикал юқори унумдорли марказдан қочирма насосларнинг юритмаси сифатида қуввати 315 – 2500 кВт бўлган ВАН серияли уч фазали АД қўлланилади.

Насос қурилмаси учун зарур бўлган қувват қуйидаги формуладан

аниқланади:

$$N = k \cdot \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_m}{\eta} \quad (2.1)$$

бу ерда  $k = 1,1 \div 1,25$  – эксплуатация даврида электр двигателнинг мумкин бўлган ортиқча юкланишини ҳисобга олувчи заҳира коэффиценти;

$\rho$  – тортиб чиқарилаётган суюқликнинг зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;

$g$  – оғирлик кучи тезланиши,  $\text{м/с}^2$ ;

$Q$  - лойиҳаланаётган насос станцияси схемасида мумкин бўлган максимал насоснинг унумдорлиги, масалан битта насос иккита каналга,  $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ ;

$H_{\text{max}}$  - мумкин бўлган  $Q_m$  максимал насос унумдорлигига мос босим;

$\eta$  - насоснинг  $Q_m$  га мос келувчи Ф.И.К.

Бизнинг ҳолат учун:

$$Q = 0,6 \text{ м}^3 / \text{сек}; H_{\text{max}} = 35 \text{ м}; \eta = 0,90$$

$$N = 1,25 \cdot \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 0,6 \cdot 35}{0,90} = 357291,6 \text{ Вт}$$

Насос ишлаб чиқарувчининг тавсиясига кўра ва ҳисоблаб топилган қувватга мос бўлган қуввати 400 кВт А серияли А-450Х-8УЗ типидagi двигателни танлаймиз. Унинг асосий техник характеристикалари 3.1-жадвалда келтирилган.

3.1-жадвал.

Номинал қувват, кВт	400
Номинал айланиш частотаси, айл/мин	750
Фойдали иш коэффиценти, %	93,8
Қувват коэффиценти, $\cos \varphi$	0,83
Статордаги ток, А	50
Номинал момент, Нм	5235
Ишга тушириш моментининг номинал моментга нисбати	1,2
Ишга тушириш токининг номинал токка нисбати, $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$	5,0
Максимал моментнинг номинал моментга	1,9

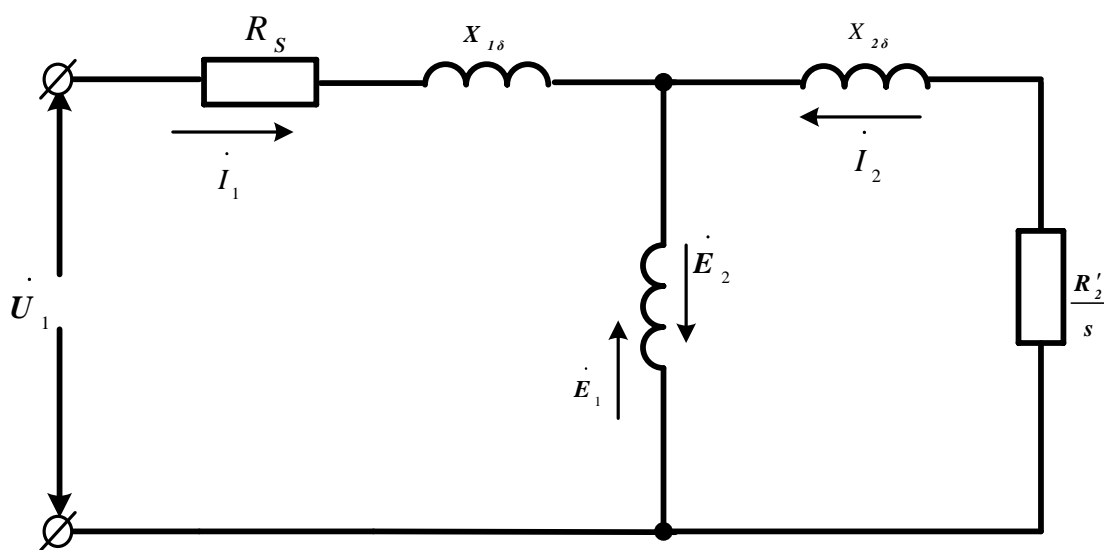
нисбати $M_{\max}/M_{\text{ном}}$	
Ротор инерциясининг динамик моменти, кг*м <sup>2</sup>	144
Масса, кг	2540

### 3.2 Алмашув схема ҳисоби

Асинхрон двигател шахсий бошқарувдаги характеристикалари тахлилини, Т-симон шаклдаги алмашув схемаси орқали амалга ошириш мумкин (3.1 - расм).

Бу ерда:  $R_s$ ,  $R'_2$  – статор ва ротор фаза чўлғамларининг мос равишда актив қаршиликлари;

$X_{1\delta}$ ,  $X_{2\delta}$  – статор ва ротор фазаларинг мос равишда оқим илашмалари индуктив қаршиликлари;



3.1-расм. Асинхрон двигателнинг частотали ростлашдаги алмашув схемаси.

Салт юришдаги айланиш тезлиги

$$n_0 = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{4} = 750 \text{ айл/мин}$$

$p = 4$  – жуфт кутблар сони.

Салт юришдаги айланиш частотаси:

$$\omega_0 = \frac{\pi n_0}{30} = \frac{\pi \cdot 750}{30} = 78,5 \text{ c}^{-1}$$

Номинал айланиш частотаси:

$$\omega_n = \frac{\pi n_{ном}}{30} = \frac{\pi \cdot 730}{30} = 76,4 \text{ c}^{-1}$$

Номинал сирпаниш:

$$S_n = \frac{\omega_0 - \omega_n}{\omega_0} = 0,026$$

Критик сирпаниш нисбати:

$$\frac{S_k}{S_n} = \lambda_m + \sqrt{\lambda_m^2 - 1} = 2,3 + \sqrt{2,3^2 - 1} = 4,37$$

$\lambda_m$  - максимал момент карралиги,  $\lambda_m = 2,3$ .

$$S_k = 4,37 \cdot S_n = 0,113.$$

Магнитловчи ток  $I_{\mu n}$ :

$$I_{\mu} := I_1 n \cdot \left[ \sin \phi_n - \left( \frac{\cos \phi_n}{\lambda_m + \sqrt{\lambda_m^2 - 1}} \right) \right]$$

$$I_{\mu} = 27,36 \text{ A}$$

Роторнинг токи:

$$I_2' = \frac{U}{\sqrt{(R_s + R_2 / 2)^2 + X_K^2}}; \quad X_K = X_{1\delta} + X_{2\delta}$$

$$I_2 = 47,72 \text{ A}$$

Статор қаршилиги:

$$R_s = \frac{3 \cdot \left( \frac{U}{\sqrt{3}} \right)^2 \cdot (1 - S_n)}{2 \cdot c_1 \cdot (P_n + \Delta P_{mex}) \cdot \lambda_m \cdot \left( 1 + \frac{c_1}{S_{kr}} \right)};$$

$$R_1 = 1,23 \text{ Ом}$$

Роторнинг қаршилиги:

$$R'_1 = \frac{\lambda_m \cdot (P_n + \Delta P_{mex})}{3 \cdot (1 - S_n) \cdot k_i^2 \cdot I_1^2};$$

$$R_2 = 1,37 \text{ Ом}$$

Магнитланувчи контурнинг индуктив қаршилиги:

$$X_\mu = \frac{U_{nom}}{\sqrt{3} \cdot I_{\mu\_nom}};$$

$$X_\mu = 34 \text{ Ом}$$

Критик сирпаниш ёрдамида  $X_K$  топамиз:

$$X_K = \sqrt{\frac{R_2^2}{S_K^2} - R_1^2};$$

$$X_K = 18,62 \text{ Ом}$$

Статорнинг реактив қаршилиги:

$$X_1 = \frac{X_k}{2 \cdot c1};$$

$$X_1 = 7,35 \text{ Ом}$$

Роторнинг реактив қаршилиги:

$$X_2 = X_1 \cdot c1;$$

$$X_2 = 8,81 \text{ Ом}$$

АД номинал моменти:

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H}$$

$$M_H = 5235 \text{ Нм}$$

Критик момент:

$$M_k := 3 \cdot \frac{U_{ln}^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot (R_1 + \sqrt{R_1^2 + Z_{k1}^2})}$$

$$M_{kp} = 4810 \cdot 10^3 \text{ Нм}$$

Олинган натижаларга асосланиб, статик ва энергетик характеристикалар ҳисобини бажарамиз.

### 3.3 Статик характеристикалар ҳисоби

Технологик юкланиш характерига боғлиқ ҳолда частота ва кучланиш муносабатини аниқловчи хусусий бошқарув қонуни:

$$\gamma = \alpha \cdot \sqrt{m} .$$

$\gamma = \frac{U_1}{U_n}$  - нисбий кучланиш;

$\alpha = \frac{f_1}{f_n}$  - нисбий частота;

$m = \frac{Mc(\omega_1)}{Mc(\omega_2)}$  - нисбий момент;

Насос юкламали юритмалар учун  $\frac{U}{f^2} = const$  :  $m = \alpha^2$  бўлганда, хусусий бошқарув қонуни  $\gamma = \alpha^2$  кўринишини олади.

Берилган частотада алмашув схемадаги қаршиликлар доимийлигини қабул қилинган ўтказишлар билан асослантирилади. Индуктив қаршилик  $X_0$ ,  $X_1$ ,  $X_2$  ХХ частотасига мос келади.

Абсолют сирпаниш параметри ёки роторнинг нисбий частотаси – номинал частотада синхрон тезликка нисбатан, абсолют сирпаниш  $\Delta\omega$  муносабати

$$\beta = \Delta\omega / \omega_{1H} = (\omega_1 - \omega) / \omega_{1H} = f_2 / f_{1H}$$

Параметр  $\beta$  сирпаниш  $s$  ўрнида ишлатилмоқда ва у билан қуйдаги муносабат орқали боғлиқ

$$s = \Delta\omega / \omega_1 = f_2 \cdot f_{1H} / f_1 \cdot f_{1H} = \beta / \alpha$$

Мос равишда статор ва ротор учун (рассеяния) коэффиценти

$$\tau_1 = \frac{X_1}{X_\mu}$$

$$\tau_2 = \frac{X_2'}{X_\mu}$$

Умумий (рассеяния) коэффициентлари

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_1\tau_2$$

Ундан ташқари, қуйдагича шакл алмаштириш киритамиз:

$$b = R_1 \cdot (1 + \tau_2) ; c = X_\mu \cdot \tau ; d = R_1 / X_\mu ; e = 1 + \tau_1$$

Ўрнатилган режимнинг тахлили ва ҳисоби катталикларнинг амалдаги мавжудликлари орқали ўтказилади.

Кейинги ҳисоблар учун қуйидагини киритамиз:

$$A(\alpha, \beta) = (b^2 + c^2 \cdot \alpha^2) \cdot \beta^2 + 2 \cdot R_1 \cdot R_2' \cdot \alpha \cdot \beta + (d^2 + e^2 \cdot \alpha^2) \cdot (R_2')^2 ;$$

$$B(\beta) = (R_2')^2 + (X_2')^2 \cdot \beta^2$$

$$C(\beta) = (R_2')^2 / X_0^2 + (1 + \tau_2)^2 \cdot \beta^2$$

$$D(\beta) = (R_2')^2 / X_0^2 + \tau_2^2 \cdot \beta^2$$

Хар бир ҳисобланаётган катталик учун  $\alpha$  ва  $\beta = 0 \dots \alpha_i$  ўзгаришини бир нечта қийматлари берилади.

Алмашув схема ҳисобидан электр юритувчи кучни келтириб чиқазамиз.

$$E_{1\alpha} = E_{2\alpha}' = U_i \cdot \gamma \cdot \alpha \cdot \sqrt{\frac{B(\beta)}{A(\alpha, \beta)}} ;$$

Хаво бўшлиғидаги оқим

$$\Phi_\alpha = \frac{U_i}{C_1 \cdot f_{1f}} \cdot \gamma \cdot \sqrt{\frac{B(\beta)}{A(\alpha, \beta)}} ;$$

Статор токи

$$I_{1\alpha} = U_i \cdot \gamma \cdot \sqrt{\frac{C(\beta)}{A(\alpha, \beta)}} ;$$

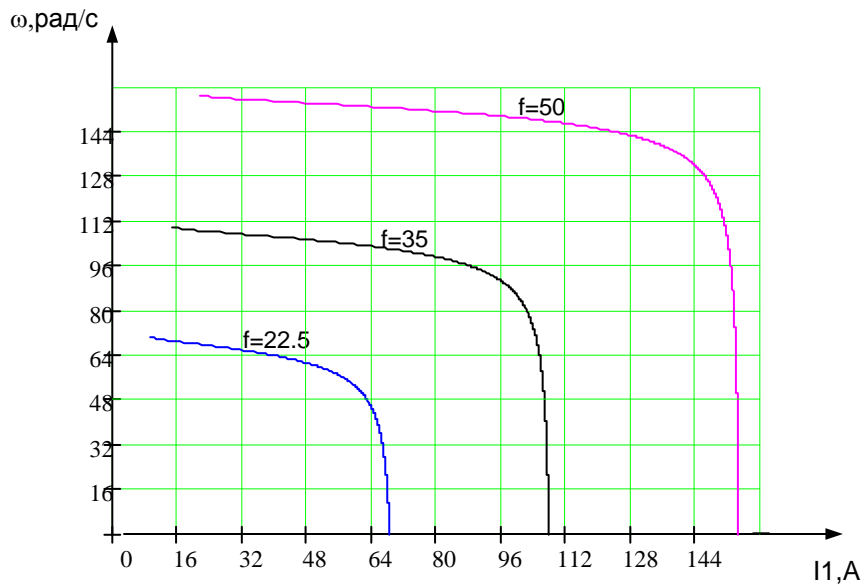
Роторнинг келтирилган токи

$$I'_{2\alpha} = U_1 \cdot \gamma \cdot \frac{\beta}{\sqrt{A(\alpha, \beta)}};$$

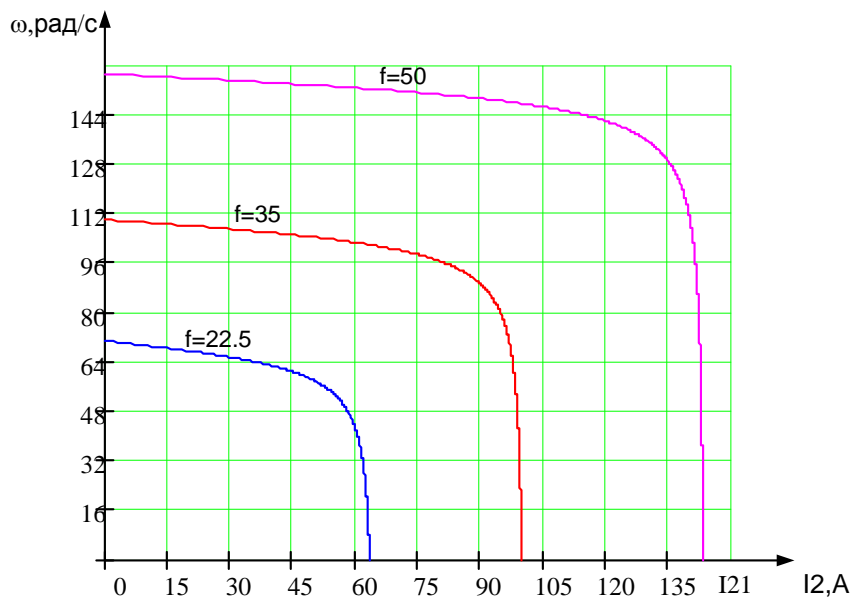
Магнитловчи ток

$$I_{\mu\alpha} = U_1 \cdot \gamma \cdot \sqrt{\frac{D(\beta)}{A(\alpha, \beta)}};$$

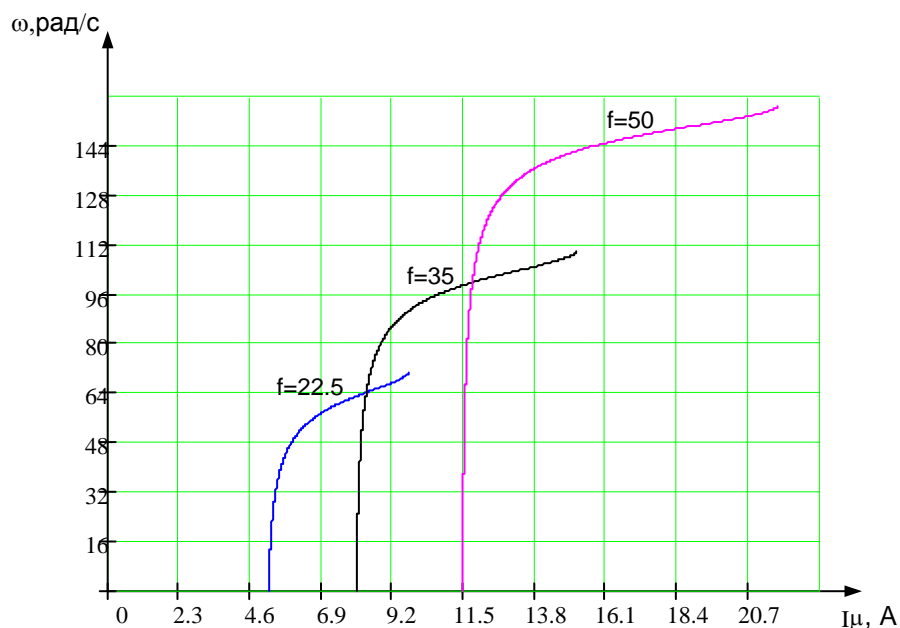
Токларнинг графиклари 3.1 ,3.2, 3.3 – расмларда келтирилган.



3.1 – расм. Хусусий ростлашда статор токларининг ўзгариш графиги



3.2 - расм. Хусусий ростлашда ротор токларининг ўзгариш графиги



3.3. – расм. Магнитловчи тоқлар ўзгаришининг графиги

### 3.4. Механик характеристика ҳисоби. Юкланиш характеристикалари

Двигател моменти:

$$M_{\alpha} = \frac{m_1 \cdot U_1^2}{\omega_{1f}} \cdot \gamma^2 \cdot \frac{R_2' \cdot \beta}{A(\alpha, \beta)}$$

Юкланиш характеристикаси статик ва бурчак тезлик момент миқдори орқали аниқланади:

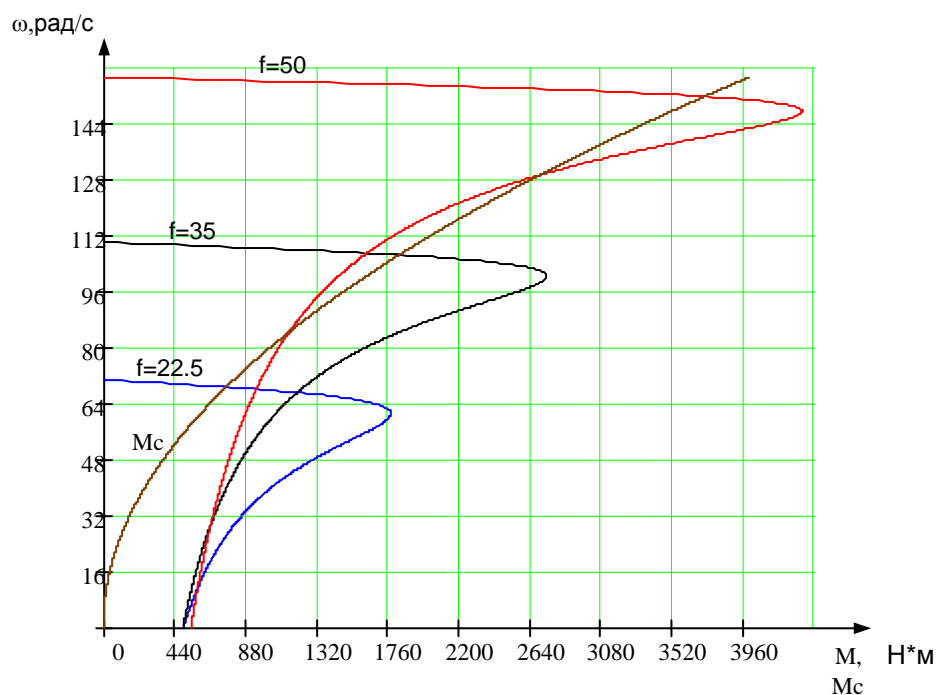
$$M_c = M_n \cdot (1 - S)^2$$

$$\omega = \omega_0 \cdot (1 - S)$$

бунда  $S$ , 0 то 1 гача ўзгаради.

Хусусий ростлашнинг механик характеристикалари ва юкланиш эгри чизиги

3.4 – расмда тасвирланган.

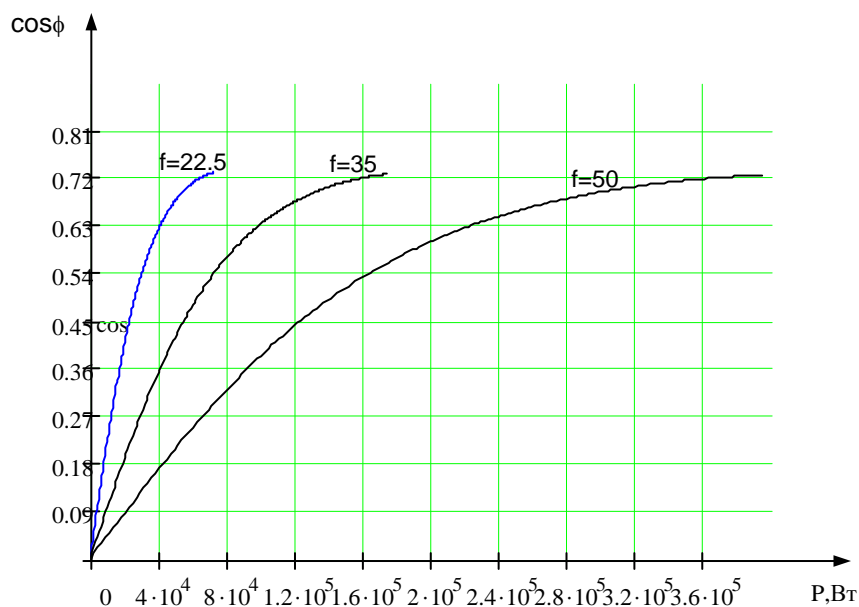


3.4 – расм. Механик ва юкланиш характеристикалар.

### 3.5. Энергетик характеристика ҳисоби

Қувват коэффициенти  $\cos \varphi$  қуйидаги формуладан топамиз:

$$\cos \varphi = \frac{r_1 \cdot C(\beta) + \alpha \cdot r^2 \cdot \beta}{\sqrt{A(\alpha, \beta)} \cdot \sqrt{C(\beta)} \cdot c_1}$$



3.5 – расм. Қувват коэффициенти ( $\cos \varphi$ ) ўзгариш графиги

Ф.И.К  $\eta$  қуйидаги формуладан аниқлаймиз :

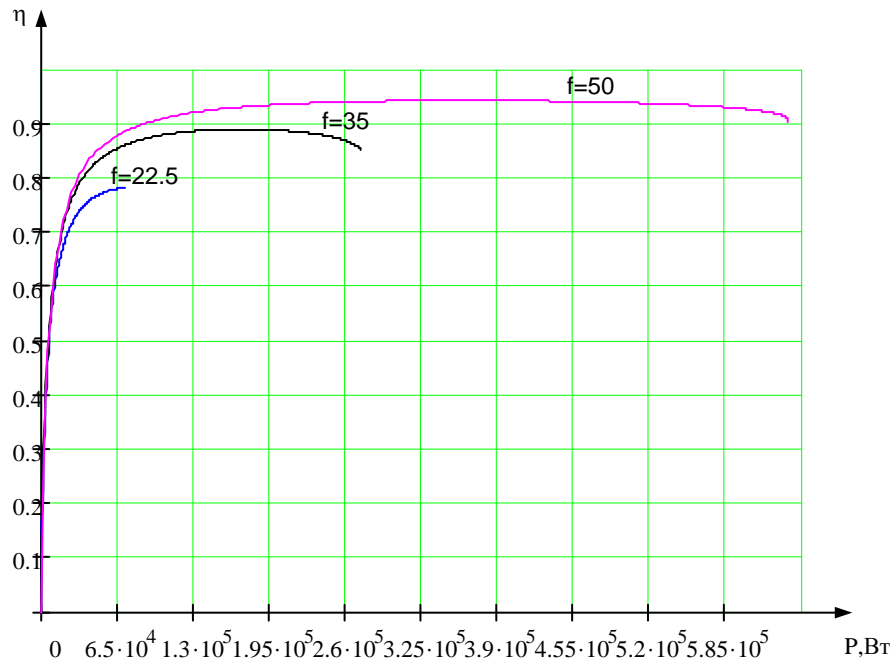
$$\eta = \frac{M \cdot \omega}{M \cdot \omega + \Delta P1 + \Delta P2 + P_{\text{mex}}}$$

бунда :

$\Delta P1 = 3 \cdot r1 \cdot (1 + 2\tau_2) \cdot I_2^2 + 3r1 \cdot I_\mu^2$  - двигателнинг тўлиқ исрофлари;

$\Delta P2 = \frac{1.01 \cdot Pn \cdot \beta}{1 - \beta}$  - қўшимча исрофлар;

$P_{\text{mex}} = 0,01 \cdot P_{\text{nom}}$  - механик исрофлар;



3.6 – расм. Ф.И.К ўзгариш графиги

#### 4. ҲАЁТ ФАОЛИЯТИ ХАВФСИЗЛИГИ

Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқаришини ривожлантириш омиллари билан бири уни электрлаштиришдир. У меҳнатни енгиллаштириш билан бир қаторда одамлар ҳаётига ва соғлиғига жуда катта хавф туғдиради. Электр токини бошқа манбалардан хавфли томони уни асбобларсиз ва тўғридан - тўғри аниқлаб бўлмайди.

Электр токи билан жароҳатланишлар умуман олганда 0,5 - 1,0 % ни ташкил қилади. Аммо улардан электр токи натижасида ўлим билан тугагани 20 - 40% га тўғри келади.

**Электр жароҳат** – электр токи ёки электр ёйи таъсири натижасида келиб чиққан жароҳатдир.

Электр токидан ҳар хил шароитлар: сим ёки ток ўтказувчи очик қисмларга тегиб кетишдан, ҳимояланганлиги бузилган бўлса, ёй орқали электр токини таъсир қилиши, ускуналарнинг металл қисмларига тегиб кетишдан, тасодифан кучланиш остига тушиб қолиш, электр узатувчи қисмлари катта ўлчамли машиналарни руҳсат этилмаган даражада яқинлашуви ва бошқаларда жароҳатланиш мумкин.

Электр хавфсизлиги ташкилий ва техник чора-тадбирлар тизими ва воситаларидир, улар одамларни электр майдонидан ва статик электр токини зарарли ва хавфли таъсиридан ҳимояланишини таъминлайди.

#### Энергетика тизимидаги авариялар

Ҳозирги пайтда электр энергияси ишлаб чиқарувчи ва уни тақсимловчи ягона электр тизимида бириктирилган иссиқлик ва гидро электр станциялари, иссиқлик электр марказлари ишлаб турибди ва янгилари қурилаяпти. Буларнинг ичида энг кенг тарқалгани турбинали иссиқлик электр станцияларидир. Улар ривожланган ёқилғи хўжалигига (кўмир омбори, мазут идишлари, газ коммуникациялари), ёқилғини ёқишга

тайёрлаш бўлимларига ва ҳарорати  $560^{\circ}\text{C}$  ва ундан юқори бўлган буғ олиш учун қозон агрегатларига эгадир. Ҳосил бўлган буғларни турбо генераторларга узатилиб, у ерда электр токи олинади ва тақсимлаш ускуналари ёки бевосита оширувчи трансформаторларга сўнгра электр энергиясини узатиш симларига тарқатилади.

Замонавий электр станциялари машина залларининг узунлиги 200 м дан ортиқ, баландлиги 30-40 м, кенлиги эса 30-50 м атрофида бўлади. Қозонхона цехининг баландлиги 80 м гача бўлиши мумкин.

Энергетика корхоналарини барча кабел хоналари, кабел ярим қаватлари тунеллар, каналлар ва галереяларга бўлинади. Кабел галереялари ва ярим қаватлари асосан электр станцияларида, кабел тунеллари ва каналлари электр станцияларида ва бошқа энеоэнергетик корхоналарда бўлади.

Кабел хоналарида чиққан ёнғинни ўчиришда муқим сув ёки кўпик ускуналаридан, буғ ва инерт газлардан фойдаланилади. Доимий равишда сув ёки кўпик ускуналар ўт ўчирувчи машиналарда қўлланиладиган ускуналардир.

Сувда  $373^{\circ}\text{C}$  ва ундан юқори даражада қизиган майда хаво пуфакчалари чанг заррачалари ва шунга ўхшаганларнинг бўлиши сув массасининг қайнаб портлашига ва атрофга сачрашига сабаб бўлади. Натижада ёнаётган нефт маҳсулотининг бир неча ўнлаб ҳатто юзлаб тоннаси 100 - 120 м масофага отилиши кузатилади.

Булардан ташқари бундай портлаш вақтларида идиш деворлари ёрилиб, ёнаётган суюқлик массаси марзаларни ювиб кетиши ва нишаб бўйлаб 800 м ларгача оқиб бориши ходисалари кузатилади.

Ҳар бир энергия корхонасида керакли миқдорда электрик пояфзал, қўлқоп ва ерга улагичлар сақланади ёнғин пайтида етиб келган ўт ўчириш бўлимларига уларни тарқатиш, ёнғин техникасини ерга улашда ёрдам бериш ва уларни ишончли ерга уланганлигини текшириш тартиби аниқланади. Ерга

улагичлар кўндаланг кесими 10 *mm*<sup>2</sup> дан кам бўлмаган эгиловчан мис симдан бўлиши ва учлари қисқичлар билан таъминланган бўлиши керак .

Энергия объектида ёнғин ҳақида разведка ишларини бир неча разведка гуруҳлари алоҳида йўналишларда олиб борилади. Газ ва тутундан химояланиш гуруҳи 4-5 кишидан иборат бўлиб, уларга битта бошлиқ тайинланади. Резерв звенолари ва назорат пунктлари ташкил этилади.

### **Ўт ўчириш вақтида хавфсизлик техникаси**

Энергетика объектларида ўтнинг ўчиришда қуйидаги қоидага қатъий амал қилиш керак: агар ўт ўчиришга берилган ёзма рухсатнома электр ускунасини ёки кабелларини токсизлантириш ҳақида кўрсатма берилмаган бўлса, улар кучланиш остида деб ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси энергетика ва электрлаштириш вазирлиги йўриқномаларига биноан электр станцияларининг ва электр подстанцияларининг кучланиш остида бўлган ва токсизлантирилган электр ускуналарини ўчиришда компакт оқимли сув отувчи РСК-50 стволлардан ва сув пуркагич НРТ-5 насадкали стволлардан ҳамда ёнмайдиغان газлар, хладон, кукунли бирикмалар ва алмашув таркиблардан фойдаланишга рухсат этилади. Кучланиш остида бўлган электр ускуналарига кўпик сепиш қатъий тақиқланади.

Кучланиш остида бўлган электр ускуналарини ўчиришда ҳар қандай ҳолда ҳам қуйидагиларга амал қилиш керак: стволлар ва ўт ўчириш машиналари насослари ерга уланиши ўтнинг ўчиришда қатнашаётган ҳар бир шахс электр химояловчи воситалар билан таъминланган бўлиши, электр ускуналаридан минимал хавфсиз масофада туришлари керак.

Иншоатда авария, фалокат ва бахтсиз ҳодисалар рўй бергандаги ахволни аниқлаш ва ўтказиладиган чора тадбирлар.

Бахтсиз ҳодисалар рўй берганда вазиятни аниқлаб разведка гуруҳини жўнатади ва тузилмаларнинг ҳаракат қилишларини белгилайди. Жойларда

ишни яхши ташкил этиш мақсадида ҳар хил тузилмалар ўртасида одамларни кутқариш бўйича машқлар ўтказилади. Биринчи навбатда бино ва иншоотлар разведка қилинади ва уларнинг ҳолати аниқланади. Бинонинг девори ва бошқа хавфли қисмларга эҳтиётлик билан яқинлашиш керак, чунки баъзи бир элементлар тушиб кетиши мумкин. Шикастланган бино ва иншоотларни кўздан кечиришда дастлаб ташқи деворларни, зинапоялар майдонларининг ва босилиб турган қисмлар ҳолатини аниқлаш керак. Биноларни пастки каватлардан текширишни бошлаш керак, бунда осилиб турган конструкциялардан эҳтиёт бўлиш керак.

Ички хоналарни текшираётганда дастлаб ички юк кўтарувчи девор, устун ва пойдеворларнинг ҳолати аниқланади. Сўнгра, ички водопровод тармоқлари, канализатсия, иситиш системаси, электр ва газ тармоқлари текширилади. Кузатув ўтказилаётган вақтда жароҳатланган кишиларнинг жойи аниқланиб уларнинг олдига бориш ва бинодан эвакуация қилиш йўллари аниқланади. Ўт ўчириш звено ва тузилмалари ўтни локализатсия қилиш ва уни ўчириш билан шуғулланади. Ҳар қандай ёнғин учкундан пайдо бўлади ва уни 1 одам ўчириши мумкин. Аммо бир одамнинг ёнғинни ўт ўчириш асбобларисиз ўчириши қийин. Ёнғинни ўчириш катта куч, кўпчилик бўлиб ҳаракат қилишни маълум ўт ўчириш асбоби ва техникасини талаб қилади. Дастлабки ўт ўчириш воситаларига сув, қум, ўт ўчиргич, астбестли ёки брезентли материал ва ёнғин бурчаги киради.

Ёнғинга қарши курашнинг асосий қоидаси, уни жадал ёнаётган жойдан бошлаш керак. Насос станциясида ёнғин содир бўлганда дархол телефон орқали ёнғин хизматига хабар берилади ва имкон қадар ёнғинга қарши курашилади. Бензин, керосин, ҳар хил органик ёғлар ва эритувчиларни, ҳамда электр симларини сув билан ўчириш мумкин эмас. Уларни газли ўт ўчиргичлар ёки қум билан ўчирилади. Ёнаётган электр симни тармоқдан узиб ташлагандан кейин ўчириш лозим. Ёнғинлар одам психологиясига жуда ёмон таъсир этади. Маълумки унча катта бўлмаган ёнғинларда ҳам кишилар саросимага тушиб, катта талофатга ва жароҳатларга дуч келадилар. Бундай

вазиятларда ўзини тутишни билган киши, нафақат ўз жонини, балки бошқаларга ёрдам кўрсатиб, кўпгина хужжатлар ва моддий буюмларни сақлаб қолиш мумкин.

Бино ичида ёнғин содир бўлганда тез ҳаракат қилмоқ керак, чунки юқори ҳарорат асосий хавф ҳисобланиб, ҳамма ёқни тутун босиши ва қурилиш конструкциялари ағанаб кетиши мумкин. Тутун босган хона эшигини аста секинлик билан очиш керак, акс ҳолда ичкарига ҳаво кириб, алангага айланиб кетиши мумкин.

Ёнаётган хонага кирганда, агарда ичкарида одам бўлса, уларни чақириш керак. Шунинг ёддан чиқармаслик керакки, айрим инсонлар ваҳима остида бирор жойда туриб қолишлари мумкин. Ёнғиндан зарар кўрган кишиларга зудлик билан биринчи ёрдам кўрсатиш зарур.

Ёнғин пайтида кишиларнинг кийими ёниб кетиши мумкин. Шундай ҳоллар ҳам бўладики, кийими ёнаётган кишилар қочишга ҳаракат қилиб чопадилар. Бундай ҳолларда кийими ёнаётган киши устига палто ёки бирон-бир материал ташланади ва шу орқали ёнаётган жойга ҳаво келиши тўхтатилади.

Ёр қимирлаганда аҳоли ва тузилмаларга дастлабки аломатлар сезилиши биланоқ хабар берилади. Хабар бериш учун ФВ штабидаги ҳамма алоқа воситаларидан лойдаланилади. Газ, электр ва иссиқлик тармоқлари ўчирилади. ФВ кучлари ва тузилмалари тайёр ҳолга келтирилиб, уларга қутқарув ва тиклаш ишларини амалга ошириш учун вазифа қўйилади. Жамоа тартибини сақлаш гуруҳи ёр қимирлашдан шикастланган жойлами ўраб олиб, кўнгилсиз воқеаларнинг содир бўлишига йўл қўймайди. Ҳоли жойларда тиббий ёрдам кўрсатиш пунктлари ташкил этилиб, жароҳатланганларга ёрдам кўрсатилади.

Ёр қимирлаш пайтида энг асосий вазифалардан бири озиқ-овқат, савдо маҳсулотлари, дори-дармон ва энг зарур нарсалар билан таъминлашдир. Ёр қимирлаган ҳудудлардаги қутқарув ишларини ФВ штаби ташкиллаштиради. Бунинг учун улар шу раёнда жойлашган ФВ тузилмаларини сафарбар

этадилар. Зилзила шикаст етказганидан келиб чиққан ҳолда муҳандислик ишларининг режаси тузилади. Уларнинг тартиби қуйидагича бўлиши мумкин:

- кўчаларни ва ўтиш жойларини қурилиш ва конструкция қолдиқлари чиқиндиларидан тозалаш;
- бино ва иншоотлар тагида қолиб кетган одамларни чиқариб олиш ва уларга дастлабки тиббий ёрдам кўрсатиш;
- коммунал - энергетика тармоқларидаги аварияларни бартараф этиш;
- бино ва иншоотларнинг қулаб тушиши мумкин бўлган конструкцион элементларни тиклаш ёки бунинг иложи бўлмаса бузиб ташлаш.

Насос станциясига асосий подстанциядан Т 63/10 2 та кабел линияси кетяпти. Бир фазали қисқа туташувда ҳимоялаш воситаларини ишончилигини қуйдаги формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$J_{cp} = U_n \left( \frac{L_\varepsilon}{350} + \frac{L_n}{10} \right) = 0.83 \left( \frac{70}{350} + \frac{77}{10} \right) = 5.58 \text{ А}$$

Агарда ерга уланиш қурилмалар бир вақтда 1000 В дан юқори ва 1000 В дан пастроқ қурилмаларда қўлланса, қуйдаги талаблар бажарилиши керак:

$$\frac{1.25}{J} \geq R_{cp,ул} \leq 10 \text{ ом} \quad \text{ёки} \quad \frac{1.25}{5.58} = 0.22 \text{ ом} > R_{cp,ул} < 10 \text{ ом}$$

### **Бир фазали қисқа туташув токидан ҳимоялаш.**

Нейтраллаш 380/220 В кучланишли қурилма асбоб-ускуналарнинг корпусларини ҳимоя тариқасида бевосита ерга улаш кўпгина ҳолларда етарлича самара бермай қолиши мумкин, чунки бундай (ҳолларда) тармоқларни жуда кўп ерга уланишлари талаб қилинган бўлади ва уларнинг ҳаммасини қаршилиги жуда кичик бўлган ерга, улагичлардан қуришнинг иқтисодий жиҳатидан имкони бўлмаслиги мумкин. Бунда қаршилик одамда 30 Ом бўлади. Кетма-кет уланган икки қаршиликнинг (нетралнинг ерга

уланиш қаршилиги  $R_0$  ва шикастланган электр токи истеъмолчиси корпусни химоя тариқасида уланган корпуснинг қаршилиги  $R_{\phi}$ ) изоляция тешилганда, уларнинг қаршилиги шундай бўлиши мумкинки, корпусга бир база орқали туташган ток жуда кам бўлиб, электр истеъмолчисини шикасланишидан химоя қиладиган суюқланувчан сақлагични ишга тушира олмаган бўлар эди. Насос станцияси линиянинг турли участкасида ҳар хил марказдаги симлар ишлатиладиган бўлса, у ҳолда ҳар қайси участка учун  $Z_n$  - ни алоҳида ҳисоблаб, кейин уларни арифметик қўшиш мумкин. Хосил бўлган хатолик умумий  $Z_n$ -ни (алоҳида ҳисоблаб) ва текширишнинг ишончилигини оширади.

**Ерлаштиришни ҳисоблаш.** Насос станциясининг ерлаш қурилмаси контур қурилишда бўлиб, 40x4 ўлчамдаги пўлатдан иборат, унинг контури  $L=204$  метр.

Ерларни катлаван тозалагандан кейин, бетони қуйишдан олдин амалга оширилади.

Тупроқ ва ёғоч алмашувмада кучсиз цементланади.

Тупроқнинг солиштира қаршилиги  $\rho=1 \cdot 10^4$  Ом.

Йўналишли ерларнинг оқимиға қаршилик  $t=20$  м чуқурликда ва  $v=4$  м кенгликда бўлади. У қуйдагича аниқланади.

$$R_n = \frac{0.366 \cdot \rho}{L} \cdot Lg \frac{2 \cdot L^2}{\epsilon - t}$$

$$R_n = \frac{0.366 \cdot 1 \cdot 10^4}{20400} \cdot Lg \frac{2(20400^2)}{4 \cdot 20} = 0.18 \cdot 7.03 = 1.27 \text{ ом} < 40 \text{ м}$$

Изоҳлар: Насос станциясининг контури 35/10 кВ ерлаш контури билан уланади 40x4 мм ли 2 паласа билан.

“А”, “Б”, “В” ва “Г” стойкалар  $\Delta 57.36$  да насос станциясининг ички контурларига уланади.

“Д” ва “Е” стойкалар 0.8 чуқурликга киритилади ва подстанция ерлаш ерга 40x4 мм пўлат билан уланади.

Бир фазали К-3 химоя аппаратлари текширилишини ишлаши.

Трансформатор токи  $J_{\text{тр}}=10\text{A}$

К-3 даги ток қуйдагича бўлиши керак  $\geq 3 J_{\text{тр}}$

$$Z_{\text{тр}}=0.21 \text{ Ом}$$

$$Z_{\text{Iyч}}=1.92 \text{ Ом}$$

$$Z_{\text{IIyч}}=12.7 \text{ Ом}$$

$$Z_{\text{IIIyч}}=17.2 \text{ Ом}$$

$$Z_{\text{I}}=Z_{\text{Iyч}} \cdot L=1.92 \cdot 0.01=0.0192 \text{ Ом}$$

$$Z_{\text{II}}=17.2 \cdot 0.08=1.37 \text{ Ом}$$

$$Z_{\text{n}}=Z_{\text{I}}+Z_{\text{II}}+Z_{\text{III}}=0.0192+3.81+1.37=5.2 \text{ Ом}$$

$$J_{\text{кз}} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{\text{тр}}}{3} + Z_{\text{n}}} = \frac{220}{\frac{0.21}{3} + 5.2} = 41.7 \text{ A} \geq 30 \text{ A}$$

## 5. ТЕХНИК - ИҚТИСОДИЙ БЎЛИМ

### Частота ўзгартиргичини асинхрон двигатели насос агрегатларида жорий этишдан олинadиган иқтисодий самарадорлик

Насос агрегатларининг унумдорлигини ростлашда частота ўзгартиргичини асинхрон двигателли насосларда қўллаш учун иқтисодий самарадорлиги ишлаб чиқилган қўлланмалар ва тавсиялар асос бўла олади [44].

Частотавий-бошқарилувчи электр юритманинг насослар учун ишлатилишидаги иқтисодий самарадорлик 2 та таркибдан ташкил топган:

$$\mathcal{E}_\phi = \mathcal{E}_{\phi 1} + \mathcal{E}_{\phi 2} \quad (5.1)$$

бу ерда  $\mathcal{E}_{\phi 1}$  – йил давомида электр энергиясини тежашдан келадиган иқтисодий самарадорлик, сўм;

$\mathcal{E}_{\phi 2}$  - йил давомида қурилманинг ресурсини тежашдан келадиган иқтисодий самарадорлик, сўм.

Ижтимоий меҳнат самарадорлиги мутлоқ ва қиёсий иқтисодий самарадорлигидан иборат. Мутлоқ (абсолют) самарадорлик ҳар бир объект учун ёки янги техника учун алоҳида-алоҳида топилиши мумкин. Бунда сарф қилинган харажатларнинг умумий қайтариш миқдори билан ифодаланади. Қиёсий самарадорлик эса икки ва ундан ортиқ ишлаб чиқариш ёки хўжалик мисолида бу вариантларни таққослаш йўли билан аниқланади. Демак, қиёсий самарадорлик бир вариантнинг бошқа вариантлардан устунлигини ва танлаб олинган вариантнинг муқобиллигини кўрсатади. Қиёсий самарадорлик ҳисобий режалаштириш босқичида ва кўриладиган объектларни лойиҳалаштиришда мақсадга мувофиқ вариантларини танлаб олиш учун юритилади. Объект қурилиб битирилгандан кейингина мутлоқ самарадорликни билиш мумкин.

Самарадорликни тавсифлайдиган асосий кўрсаткичлар жумласига қуйидагиларни киритиш мумкин: киритилган маблағларни солиштирма бирлиги маҳсулот тан нархи, меҳнат унумдорлиги, рентабеллик, фойда,

қўшимча тарифий маблағларнинг қопланиш муддати ёки самарадорлик меъерий коэффиценти.

Ҳаражатларни қоплаш муддати ( $T$ ) қуйидаги формула билан аниқланади.

$$T = \frac{K_1 - K_2}{C_1 - C_2} \quad (5.2)$$

$$E = \frac{C_2 - C_1}{K_1 - K_2} \quad (5.3)$$

бу ерда  $K_1, K_2$  - вариантларни жорий этиш учун зарур бўлган капитал маблағлар миқдори.

$C_1, C_2$  - шу вариантни жорий этганда бир ишлаб чиқариладиган маҳсулот тан нархи.

Киритилган ҳаражатлар капитал маблағларнинг қиёсий самарадорликни билдирувчи кўрсаткич бўлиб, техникавий ва иқтисодий вазиятларни ҳал қилиш вариантларининг энг яхшисини танлаб олишда қўлланилади. Келтирилган ҳаражатлар қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$C_i + E_n K_i \rightarrow \min K_i + T_n C_i \rightarrow \min \quad (5.4)$$

бу ерда  $K_i$  - ҳар бир вариант бўйича сарфланадиган капитал маблағлар.

$C_i$  - муайян вариант бўйича ишлаб чиқарилган маҳсулот тан нархи.

$T_n$  - капитал маблағларини меъерий қопланиш вақти.

$E_n$  - капитал маблағларининг самарадорлик меъерий коэффиценти.

Йиллик иқтисодий самарадорлик қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$\mathcal{E}_T = \mathcal{Z}_1 - \mathcal{Z}_2 \quad (5.5)$$

бу ерда,  $\mathcal{Z}_1, \mathcal{Z}_2$  - эски ва янги техникани қўллашда бир бирлик маҳсулот ишлаб чиқаришга тўғри келадиган келтирилган ҳаражатлар миқдори, сўм;

Янги меҳнат воситасини (машина, асбоб-ускуна ва бошқаларни) ишлаб чиқариш ва ундан фойдаланишда олинadиган иқтисодий самарадорлик қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\Delta = \left( Z_1 \cdot \frac{e_2}{e_1} \cdot \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} + \frac{(U'_1 - U'_2) - E_n(K'_1 - K'_2)}{P_2 + E_n} - Z_2 \right) \quad (5.6)$$

бу ерда,  $Z_1, Z_2$  - эски ва янги асбоб-ускуна бир бирлик маҳсулотга тўғри келувчи келтирилган ҳаражатлар миқдори, сўм;

$\frac{e_2}{e_1}$  - базис ва янги асбоб-ускуналарнинг мос равишдаги иш унумдорлиги

вариантга солиштиригандagi асбоб-ускуналар хизмат муддатини ҳисобга олиш коэффициенти;  $P_1, P_2$  - маънавий эскиришнинг ҳисобга олганда базис ва янги асбоб-ускунани тўлиқ тиклашга баланс қийматидан ажратма улуши. Агарда тўла тиклаш меъёри 16,4 % ни ташкил этса, у ҳолда  $p=0,164$ ;  $E_n$  - самарадорлик меъёрий коэффициенти

$$E_i = 0,15; \frac{(U'_1 - U'_2) - E_i(K'_1 - K'_2)}{P_2 + E_i}$$

базис вариантга янгисини солиштиригандagi барча хизмат муддатига йўналтирилган капитал қўйилмалардан истеъмолчининг кундалик ҳаражат ва ажратмаларидан оладиган самараси;

$K'_1, K'_2$  - базис ва янги асбоб-ускуналардан истеъмолчи йўналтирилган капитал қўйилмаси;  $U'_1, U'_2$  - тадбиқ этилган вариантда истеъмолчининг базис ва янги асбоб-ускунадан; фойдаланганлик эксплуатация ҳаражатлари.

Ҳисоб-китоб ишларини амалга ошириш учун зарурий маълумотлар 5.1-жадвалда келтирилган.

5.1-жадвал

Частота ўзгартиргичини насос агрегатларига жорий этишдан олинадиган иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш учун зарурий

### МАЪЛУМОТЛАР

№	Кўрсаткичлар	Бирлик	Вариантлар бўйича	
			Базис	янги
1	2	3	4	5
1	Йиллик чиқарилган сув ҳажми	млн.м <sup>3</sup>	2,61040	2,61040

2	Частота ўзгартиргич сони	дона	1	1
3	Ўрнатилган қувват	кВт	55,0	55,0
4	Насос унумдорлиги	м <sup>3</sup> /сек	0,088	0,088
5	Асбоб-ускунага амортизация ажратмалари	%	15,0	15,0
6	Кундалик тиклашга ажратма	%	5,0	5,0
7	Ташиб келтириш ва монтажга ажратма	%	10,0	10,0
8	Истеъмол қилинадиган электроэнергия 1 кВт/соати нархи	сўм	131,4	131,4
9	Ўрнатилган қувват учун тўлов	сўм	86724	86724
10	Талаб коэффиценти	-	0,7	0,7
11	Минимал иш ҳақи миқдори	сўм	96105	96105
12	Социал суғуртага тўлов	%	23,0	23,0

5.2-жадвал

Базис ва таклиф этилаётган вариантлар бўйича келтирилган ва эксплуатация ҳаражатларини ҳисоблаш натижалари, минг сўм.

Т/р	Кўрсаткичлар	Вариантлар, минг сўм	
		Базис	Янги
1	Частота ўзгартиргични келтириш ва ўрнатиш ҳаражатлари билан нархи	49750,0	49750,0
2	Тўғри капитал ҳаражатлари	27750	27750
3	ИТИ лари ҳаражатлари	-	250,0
4	Частота ўзгартиргични яратиш бўйича ишлаб чиқариш фондлари капитал қўйилмалари	24750	28514
5	Эксплуатация ҳаражатлари, жами	100158,6	97943,7
	шу жумладан, минг сўм:		
	-амортизация ажаратмалари	7402,95	7442,55
	-кундалик таъмирлаш	2467,65	2480,85
	-истеъмол қилинадиган электр-энергия қиймати	90288	67534

	- материал харажатлар	–	3128,6
	- иш хақи	–	14112,0
	- социал суғуртага тўлов	–	3245,7

Йўналтирилган капитал маблағлар миқдори базис ва татбиқ этиладиган асбоб-ускуналар баланс қийматининг 10 %и миқдорида олинади:

$$K_1 = \frac{49750 \times 10}{100} = 4975,0 \text{ минг сўм};$$

$$K_2 = \frac{50000 \times 10}{100} = 5000,0 \text{ минг сўм};$$

Олинган маълумотларни формулага қўйиб, частота ўзгартиргичини жорий этишдан олинadиган йиллик иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаймиз:

$$\mathcal{E}_i = 27750 \cdot 1 \cdot 1 + \frac{(50000 - 47943,7) - 0,15(50000,0 - 47945,0)}{0,164 + 0,15} -$$

$$-28514 = 4803,03 \text{ минг сўм}$$

## ХУЛОСА

Ушбу битирув малакавий ишида Хатирчи туманидаги Тосс насос станциясида частотавий бошқарилувчи асинхрон моторли насос агрегатини тадқиқ қилиш шароитлари таҳлил қилинган. Ишда объектнинг ҳозирги кундаги ҳолати ва ундаги муаммолар ўрганилган. Насосларнинг унумдорлигини раво ростлашнинг турли усуллари кўриб чиқилган ва ушбу усуллардан насос агрегатларининг энерго ва ресурс тежамкорлигини таъминловчи усул, яъни ишчи ғилдиракнинг айланиш частотасини ўзгартириш усули танланган. “Частота ўзгартиргичи – асинхрон двигател” тизимини ҳисоби амалга оширилган. Насос станциясидаги насосларга мос мотор танланиб, ушбу моторининг асосий параметрлари ҳисобланди ва асинхрон моторнинг механик ва статик характеристикалари ҳисоби амалга оширилди.

## АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Ўзбекистон республикаси вазирлар маҳкамасининг Қарори 2014 — 2018 йиллар даврида ўзбекистон республикаси қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги сув хўжалиги ташкилотларининг насос-куч асбоб-ускуналарини босқичма-босқич янгилаш чора-тадбирлари тўғрисида (Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2013 й., 23-сон, 305-модда)
2. Ўзбекистон республикаси президентининг қарори 2013 — 2017 йиллар даврида суғориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини янада яхшилаш ва сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш чора-тадбирлари тўғрисида (Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2013 й., 17-сон, 223-модда)
3. Каримов. И.А. “Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этиш йўллари”. Т. – “ЎЗБЕКИСТОН” – 2011 й., 28 б.
4. Бабакин В.И., Байбурин Э.Р., Кондрашова О.Г. Курсовое проектирование по теории электропривода: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007.
5. Бобожонов. Р.Д. Ҳаёт фаолияти хавсизлиги назарий асослари // Т – 2005 й.
6. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными электродвигателями. – М.: Издательство "Наука", 1966. – 295 с.
7. Рахматов А.Д ва бошқалар “Электр ускуналар эксплуатацияси ва таъмирлаш” фанидан дарслик. Тошкент-2014 йил. 88-89 б.
8. Голубев А.Н., Субботин М.В. Математическая модель синхронного двигателя с m-фазной обмоткой для стационарных режимов// Электротехника - 2002 - №1.
9. Грабовский А.М., Иванов К.Ф., Пущенко Я.В. Регулирование подачи насосов впускном воздуха во всасывающий патрубок // Водоснабжение и санитарная техника. – 1971. – № 8. – С. 14 – 15.
10. Грузов В.Л., Равинский П.А., Щедрович В.А. Принципы построения систем электропривода при частотном управлении // В кн.: "Статические преобразователи в электроприводах переменного тока". – Л.: Ленинград.отд. Наука, 1968. – С. 37 – 70.
11. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. М.: – РИО МЭИ. 2003. – 224 с.

12. Гульков Г.И. и др. Системы автоматизированного управления электроприводами / Г.И. Гульков, Ю.Н. Петренко, Е.П. Раткевич, О.Л. Симоненкова. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: Новое знание, 2007. – 394 с.
13. Егоров Б.А., Прозоров В.А. Характеристики синхронных реактивных двигателей при частотном управлении // В сб. "Электрические машины и электропривод малой мощности". – М-Л.: Наука, – 1966. – С. 15 – 19.
14. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. М.: – РИО МЭИ. 2003. – 224 с.
15. Ипотенко Н.Р. и др. К определению закона регулирования возбуждения синхронных двигателей на постоянство коэффициента мощности равного единице / Ипотенко Н.Р., Ильина Л.В.; Тульский политехнический институт. Брянский институт транспортного машиностроения. Тула, Брянск, 1977. Депонированная рукопись.
16. Т.С. Камалов, И. Ахмедов Оптимизация режимов работы насосных станций. Т. 1988
17. Камалов Т.С. Регулируемый электропривод оросительных насосных станций. Ташкент, Изд. «Фан», 1987 г. – 80 с.
18. Камалов Т.С. Современное состояние и тенденция развития электроприводов промышленных и сельскохозяйственных установок // Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики. – 2004. № 1. – С. 50 – 58.
19. Камалов Т.С., Во Тхе Чанг, Муминов К. Динамика системы «частотноуправляемый синхронный двигатель – оросительный насос – трубопровод» // «Аграрная наука». – 2002. №11. – С. 27 – 30.
20. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980.
21. Колпаков Л.Г. Эксплуатация магистральных центробежных насосов: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 1993.
22. Копытов Ю.В., Чуланов Б.А. Экономия электроэнергии в промышленности. Справочник. – М.: Энергия, 1978. – 118 с.

23. Кривицкий С.Д., Эпштейн И.И. Динамика частотно-управляемых электроприводов с автономными инверторами. М. Изд-во «Энергия», 1970. – 149 с.
24. Мамажонов М., Хакимов А., Мажидов Т., Уралов Б., Насослар ва насос станциялари, Ўқув қўлланма –Т., 2009 й, 240 б.
25. Онищенко Г.Б., Юньков М.Г. Электропривод турбомеханизмов. М.: Энергия, 1972. – 240 с.
26. Онищенко Г.Б. Электрический привод. – М.: РАСХН, 2003. – 240 с.
27. Петелин Д.П. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных двигателей. М.: Энергоатомиздат, 1961. – 192 с.
28. Петелин Д.П. Закон регулирования возбуждения синхронного двигателя на минимум потерь // Изв. АН СССР, отд. техн. наук. Энергетика и автоматика. М., 1959. – № 4. – С. 205 – 207.
29. Петелин Д.П. Некоторые вопросы статики частотного управления синхронными двигателями//Тр. совещания по автоматизированному приводу переменного тока/ М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 22 – 27.
30. Петелин Д.П. Некоторые вопросы статики частотного управления синхронного двигателя//Тр. совещания по автоматизированному электроприводу переменного тока/ М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 174 – 189.
31. Попов Д.А. О частотном пуске асинхронных гидродвигателей // Электричество. – 1968. – № 8. – С. 60 – 66.
32. Сандлер А.С., Сарбатов Р.С. Автоматическое частотное управление асинхронными электродвигателями. М.: Энергия, 1974. – 328 с.
33. Сахарнов Ю.В. Регулируемый электропривод – эффективное энергосберегающее оборудование // <http://vestnikfek.ru/Publ>.
34. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учеб. пособие. – М.: Академия, 2006.
35. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: «Академия», 2006. – 272 с.

36. Справочник по автоматизированному электроприводу. Под ред. В.А.Елисеева и А.В.Шинянского. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.
37. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 239 с.
38. Терехов В.М. Элементы автоматизированного электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 221 с.
39. Толкачев Э.А. Схемы замещения синхронных машин // Электричество. – 1970. – № 11. С. 19 – 25.
40. Турк В.И. и др. Насосы и насосные станции / В.И. Турк, А.В. Минаев, В.Я. Карелин. – М.: Стройиздат, 1977. – 296 с.
41. Фролов Ю.М. Состояние и тенденции развития электропривода // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2006. – № 1. С. 4 – 10.
42. Ҳамудханов М.З. и др. Частотное регулирование скорости электроприводов переменного тока с автоматическим управлением от вентильных преобразователей / М.З. Ҳамудханов, С.З. Усманов, Н.М. Усманходжаев, М.А. Хусанов. Ташкент: Фан, 1966. – 441 с.
43. Чабаевский В.Ф. и др. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок / В.Ф. Чабаевский, К.П. Вишнеvский, Н.Н. Накладов. М.: Колос, 2000. – 376 с.
44. Чиликин М.Г. и др. Теория автоматизированного электропривода / М.Г. Чиликин, В.И. Ключев, А.С. Сандлер. М.: Энергия, 1979. – 615 с.
45. Чиликин М.Г. Общий курс электропривода. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 471 с.
46. Чугаев Р.Р. Гидравлика. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отд., 1982. – 672 с.
47. Шакарян Ю.Г. Инструкция по расчету экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода, АО ВНИИЭ, МЭИ, М.-1997 г.
48. Ж.С.Салимов, Н.В.Пирматов “Электр машаналари” дарслик Тошкент-2011йил.170,195 б.

49. С.Мажидов ва бошқалар “Электр машиналар ва электр юритмалардан практикум, дарслик Тошкент – 2005 йил.185-190 б.
50. С.Мажидов. “Электр юритмалар ва уни автоматик бошқариш асослари”, 2-нашри, Тошкент “Ўқитувчи” – 2003 йил. 40-48 б.
51. <http://ziyo.edu.uz> [ҲАЁТ ФАОЛИЯТИ ХАВФСИЗЛИГИ]
52. <http://www.nasos.ru> [Сув кўтарувчи насослар ишлашининг физикавий асослари]
53. <http://www.gidravil.narod.ru> [17 б ].