

**Коммерциялық емес  
акционерлік қоғам**



АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ  
БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Өнеркәсіп қондырғыларының  
электржетегі және  
автоматтандырылуы  
кафедрасы

## **ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІ**

5B071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне  
зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2014

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Сагитов П.И., К.О. Гали. Электр жетегі. 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар. – Алматы: АЭЖБУ, 2014. – 41 бет.

Әдістемелік нұсқауда стендтерге қатысты техникалық мәліметтер, жұмысты орындау бағдарламасы, дайындалу әдісі, тәжірибе жүргізу және алынған нәтижелерді талдау және бақылау сұрақтары берілген.

Әдістемелік нұсқау 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне арналған.

Сурет - 7, кесте - 17, әдеб.көрсеткіші – 7.

Пікір беруші: аға оқытушы Курпенев Б.К.

## Мазмұны

1 Зертханалық жұмыс № 1. Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты токтың электр қозғалтқышын зерттеу.....	4
2 Зертханалық жұмыс № 2. Тұрақты ток қозғалтқышының тежеуіш режимдеріндегі жұмыстарын зерттеу.....	7
3 Зертханалық жұмыс № 3. Қысқаша тұйықталған роторлы 15 асинхронды электр қозғалтқышын зерттеу.....	15
4 Зертханалық жұмыс № 4. «Тиристорлық түрлендіргіш – тұрақты ток қозғалтқышы» жүйелерін зерттеу.....	20
5 Зертханалық жұмыс № 5. Тұйықталмаған жүйені зерттеу. «Жиілік түрлендіргіші – Асинхронды қозғалтқыш» .....	26
6 Зертханалық жұмыс № 6. Синхронды электр қозғалтқышын зерттеу.....	34
А қосымшасы. Электр машиналарының паспорттық және есептік мәні.....	39
Әдебиеттер тізімі.....	40

## **Зертханалық жұмыс №1. Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты токтың электр қозғалтқышын зерттеу**

Жұмыстың мақсаты: тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқышының сипаттамаларын зерттеу, электр қозғалтқыштарының энергетикалық диаграммаларын тұрғызу.

Жұмыстың бағдарламасы:

1) Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток электр қозғалтқышын (ТТҚ) зерттеу үшін қажетті сұлбаны оқып үйрену, жұмыста пайдаланылатын модульдердің құрамымен және міндеттерімен танысу.

2) ТТҚ эксперименттік зерттеу үшін қажетті сұлбаны жинау. Сынап қосуды жүргізу.

3) Табиғи механикалық және электр механикалық сипаттамаларды түсіру.

4) Эксперименттік мәліметтерді өңдеу, есеп беруге дайындалу және жұмыс бойынша қортынды жасау.

Жұмысқа түсінік беру:

1) Зертханалық жұмыста келесі модульдер пайдаланылады:

- стендті қоректендіруші модуль (МПС);
- қоректендіруші модуль (МП) ;
- №1 қосымша кедергілер модулі (МДС);
- күштік модуль (СМ);
- жиілік түрлендіргішінің модулі (ПЧ);
- кірмелік/шықпалық модулі (МВВ).

2) Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқышын зерттеуге арналған сұлба 1.1 суретте көрсетілген.

ТТҚ якорь тізбегі реттелмейтін тұрақты ток көзіне МП ток және кернеу датчиктері арқылы қосылады. Қоздырушы орама реттелмейтін тұрақты ток көзіне МП қосылады.

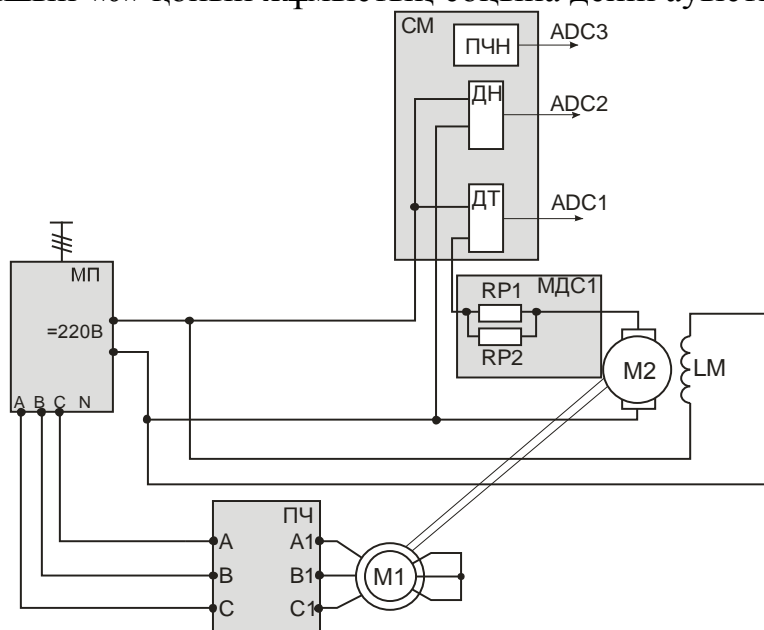
Күштік модульдің ДТ, ДН және ПЧН шықпалары МВВ модулінің ADC1, ADC2 және ADC3 кірмелеріне сәйкестендіріліп қосылады.

Тежеуші режимдерді моментті реттеу режиміне ауыстырылған жиілік түрлендіргішіне қосылған асинхронды электр қозғалтқышы қамтамасыз етеді.

3) Зертханалық жұмысты орындамас бұрын модульдерді алғашқы қалпына келтіру керек:

- МДС1 модулінің SA1 ауыстырып қосқышын «∞» қою керек;
- жұмыстарды арнайы компьютерде орындау үшін DeltaProfi бағдарламасын қосып және керекті жұмысты таңдау керек;
- жұмысты орындамас бұрын ПЧ моментті реттеу режиміне ауыстыру керек (Б қосымшасы);

- ПЧ моментті реттеу режиміне ауыстырған соң МДС1 модулінің SA1 ауыстырып қосқышын «0» қойып жұмыстың соңына дейін ауыстырмау керек.



1.1 сурет – Тәуелсіз қоздырылатын қозғалтқышты зерттеуге арналған сұлба

4) Табиғи механикалық және электр механикалық сипаттамаларды түсіру.

Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқышының табиғи механикалық сипаттамасы айналу жиілігінің жүктеме моментіне тәуелділігін көрсетеді, бұл кезде якорь кернеуінің және қоздырушы токтың мәндері номинал болуы қажет және якорь тізбегінде қосымша кедергі болмауы керек:  $n = f(M_{жс})$  бұл кезде,  $U_{я} = const$ ,  $i_{к} = const$  және  $R_{я} = 0$ .

Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқышының электр механикалық сипаттамасы айналу жиілігінің якорь тогына тәуелділігін көрсетеді, бұл кезде якорьдың қысқаштарындағы кернеудің және қоздырушы токтың мәндері номинал болуы қажет және якорь тізбегінде қосымша кедергі болмауы керек:  $n = f(I_{я})$  бұл кезде,  $U_{я} = const$ ,  $i_{к} = const$  және  $R_{я} = 0$ .

Тәжірибе келесі ретпен жүргізіледі:

- МПС және МП модульдерінің QF1 және QF2 автоматтарын қосу керек, бұл кезде тұрақты ток қозғалтқышы жүреді;
- ПЧ (SA3) жұмыс істеуіне рұқсат беру керек және модульдің SA1 ауыстырып қосқышымен қажетті айналу бағытын таңдап, потенциометрдің көмегімен RP1 тежеуші момент беру керек. Егер қозғалтқыштың айналу жиілігі өсетін болса, онда моментті беру бағытын ауыстыру керек;
- тәжірибені жүргізген кезде якорь тогын бақылау керек. Ол 1.5 А аспауы керек;

- тәжірибені жүргізу барысында бос жүріс режимінен бір нүкте және қозғалтқыш режимінен бірнеше нүкте түсіру керек.

Тәжірибе мәліметтерін 1.1 кестеге жазу керек.

1.1 кесте

$n, \text{айн/мин}$									
$I_{\text{я}}, \text{A}$									
$U_{\text{я}}, \text{B}$									
$P_{\text{я}}, \text{Вт}$									
$\Delta P_{\text{эля}}, \text{Вт}$									
$\Delta P_{\text{мех.ттк}}, \text{Вт}$									
$P_{\text{б}}, \text{Вт}$									
$\eta$									
$\omega, \text{1/с}$									
$M_{\text{б}}, \text{Н}\cdot\text{м}$									

Жұмысты орындап болғаннан соң барлық модульдердің ауыстырып қосқыштарын алғашқы қалпына қою керек.

5) Есептеу формулалары:

Қозғалтқышқа берілетін қуат, Вт

$$P_{\text{я}} = U_{\text{я}} \cdot I_{\text{я}}.$$

ТТҚ якорь тізбегіндегі шығындар, Вт

$$\Delta P_{\text{эл}} = I_{\text{я}}^2 \cdot r_{\text{я}},$$

мұнда  $r_{\text{я}}$  – ТТҚ якорь тізбегіндегі кедергі (В қосымшасы), Ом.

Қозғалтқыш режимі үшін пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{P_{\text{б}}}{P_{\text{я}}}.$$

Қозғалтқыштың айналу жиілігі, 1/с

$$\omega = \frac{2\pi}{60} \cdot n.$$

Қозғалтқыштың білігіндегі момент, Н·м

$$M_{\text{б}} = \frac{P_{\text{б}}}{\omega}.$$

1.1 кестенің мәліметтері бойынша механикалық, электромеханикалық, сондай-ақ  $\eta = f(M), \eta = f(I_{\text{я}})$  сипаттамаларын тұрғызындар.

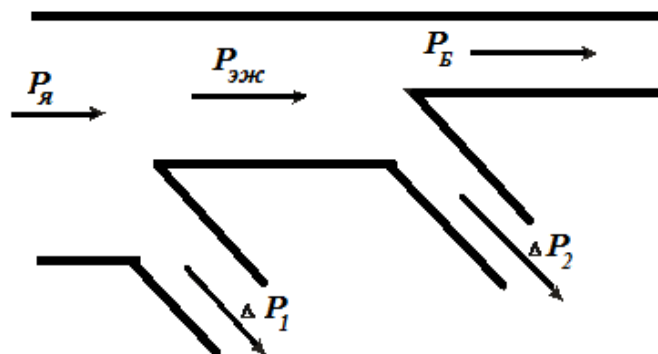
б) Энергетикалық диаграммаларды тұрғызу.

Энергетикалық диаграммалар электр жетегіндегі шығындарды диаграмма түрінде бейнелейді және қуат ағындарының бағытын корсетеді.

Диаграмма нақты жұмыс режимі мен нақты нүкте үшін масштабпен бейнеленеді. Қуат ағындарының бағыты шығындардың шамасы жазылған стрелкамен көрсетіледі.

Қозғалтқыш режиміндегі диаграмманың шамаланған түрі 1.2 суретте көрсетілген.

Зертханалық жұмыста диаграммаларды қозғалтқыш режимі үшін, сондай-ақ бос жүріс режимі үшін тұрғызу керек.



1.2 сурет – Қозғалтқыш режимі үшін ТТҚ энергетикалық диаграммасы

Бақылау сұрақтары:

- 1) ТТҚ айналу бағытын қалай өзгертуге болады?
- 2) ТТҚ білігіндегі жүктеме өскен кезде оның якорь тогы неге өседі?
- 3) Қоздырушы ток азайған кезде ТТҚ айналу жиілігі неге өседі?
- 4) Қоздырушы ток азайғанда және қозғалтқыштың білігіндегі кедергі моменті тұрақты болған кезде якорь тогы қалай өзгеру керек?
- 5) Егер якорь тізбегіне қосымша кедергі  $R_{қос}$  кіргізсе, қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының түрі қалай өзгереді?
- 6) Қысқаша тұйықтау нүктесіндегі энергетикалық диаграмманың түрін шамамен сызыңдар.
- 7) ТТҚ механикалық сипаттамасы деген не?
- 8) ТТҚ электромеханикалық сипаттамасы деген не?
- 9) Табиғи сипаттама деген не?
- 10) Жасанды сипаттамалар деген не және оларды қалай алуға болады?

## Зертханалық жұмыс №2. Тұрақты ток қозғалтқышының тежеуіш режимдеріндегі жұмыстарын зерттеу

Жұмыстың мақсаты: тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқышының тежеуіш жұмыс режимдеріндегі сипаттамаларын зерттеу.

Жұмыстың бағдарламасы:

- 1) ТТҚ тежеуіш режимдеріндегі сипаттамаларын түсіру үшін арналған сұлба жинау.

- 2) Рекуперативтік тежеу кезіндегі сипаттамаларды түсіру.
- 3) Қарсы қосу арқылы тежеу режимі үшін бірнеше сипаттамалар түсіру.
- 4) ТТҚ динамикалық тежеу режимін зерттеу үшін сұлба жинау.
- 5) Эксперименттік мәліметтерді өңдеу, есеп беруге дайындалу және жұмыс бойынша қортынды жасау.

Жұмысқа түсінік беру:

- 1) Зертханалық жұмыста келесі модульдер пайдаланылады:
  - стендті қоректендіруші модуль (МПС);
  - қоректендіруші модуль (МП) ;
  - №1 қосымша кедергілер модулі (МДС);
  - күштік модуль (СМ);
  - тиристорлық түрлендіргіш модулі (ТП);
  - жиілік түрлендіргішінің модулі (ПЧ);
  - кірмелік/шықпалық модулі (МВВ).
- 2) Тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқышының тежеуші режимдерін зерттеуге арналған сұлба 2.1 суретте көрсетілген.

МДС1 модулінің RP1 және RP2 реттелетін кедергілері параллель жалғанады.

Күштік модульдегі ДТ, ДН және ПЧН шықпаларын, МВВ модулінің ADC1, ADC2 және ADC3 кірмелеріне сәйкестендіріп қосу керек.

Тежеуші режимдерді жиілік түрлендіргішіне қосылған асинхронды электр қозғалтқышы қамтамасыз етеді.

ТТҚ якорь тізбегі тиристорлық түрлендіргіштің шықпасына қосылады.
- 3) Зертханалық жұмысты орындамас бұрын модульдерді алғашқы қалпына келтіру керек:
  - МДС1 модулінің SA1 ауыстырып қосқышын «∞» қою керек;
  - ТП модулінің «Сеть» кнопкасын, SA4, SA6 ауыстырып қосқыштарын төменгі қалпына ауыстыру, SA3 ауыстырып қосқышын «Руч» қалпына ауыстыру, ТП жылдамдық реттеу режиміне қою керек (Б қосымшасы);
  - ПЧ модулінің SA1 ауыстырып қосқышын ортаңғы қалыпқа ауыстырып, SA3 – төменгі қалыпқа, RP1 потенциометрін сағат тіліне қарсы ең шеткі қалыпқа қою керек;
  - ПЧ момент бойынша реттеу режиміне ауыстыру керек (Б қосымшасы);
  - жұмыстарды арнайы компьютерде орындау үшін DeltaProfi бағдарламасын қосып және керекті жұмысты тандау керек.
- 4) ТТҚ рекуперативті тежеуді зерттеу.

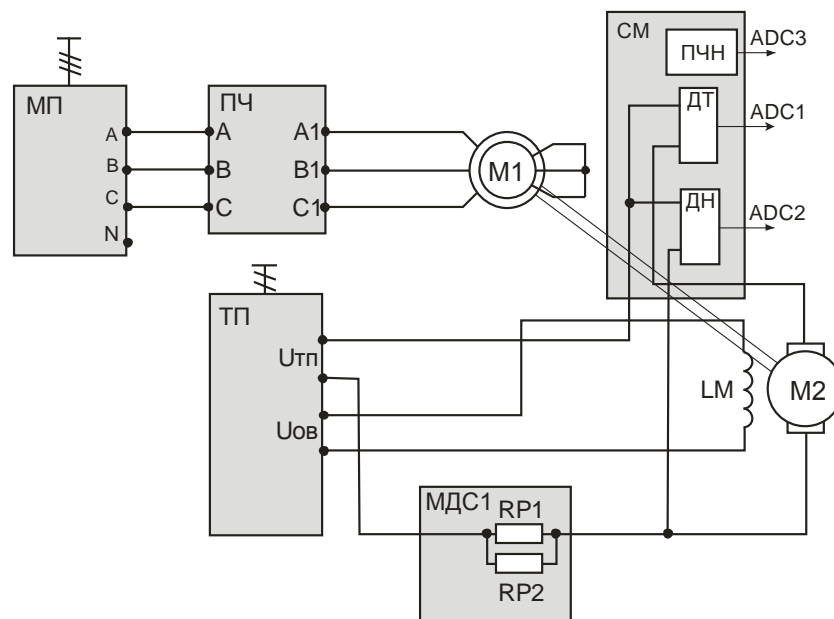
Тұрақты ток қозғалтқышын рекуперативті тежеу, бұл кезде тежеу энергиясы кері қарай қорек көзіне берілетінін көрсететін тежеу тәсілі болады. Бұл жағдайда қорек көзі ретінде тиристорлық түрлендіргіш алынады, ол рекуперативтік энергияны желіге береді.



Рекуперативтік тежеу тек қана қозғалтқыштың айналу жиілігі бос жүріс кезіндегі айналу жиілігінен көп болған жағдайда болуы мүмкін. Бұл кезде қозғалтқыштың ЭҚК қорек көзінің ЭҚК көп болады.

Тәжірибе келесі ретпен жүргізіледі:

- стендті қоректендіру және қоректендіру модульдерінің QF1, QF2 автоматтық ажыратқыштарын қосып стендтің қажетті элементтеріне кернеу беру керек;
- МДС1 модулінің SA1 ауыстырып қосқышын «0» ауыстырып қою керек;
- ТП «Сеть» кнопкасын қосу керек;
- ТП жұмысына рұқсат беріп, шықпалық кернеуді  $120 \div 150$  В деңгейіне қою керек;
- ПЧ айналу бағытын таңдап, жүктеме моментін беру керек. Егер ТТҚ айналу жиілігі азаятын болса, ПЧ айналу бағытын өзгерту керек (ПЧ модулі SA1);
- моментті өсіріп, ТТҚ рекуперативтік режимінде бірнеше нүкте түсіріп, қажетті шамаларды 2.1 кестеге жазу керек.



2.1 сурет – Асинхронды электр электр қозғалтқышын зерттеуге арналған сұлба

Сондай – ақ ТТҚ бос жүріс нүктесі мен генератор режиміне өтетін нүктесін түсіруге кеңес беріледі. Тәжірибені орындаған кезде шамалардың таңбаларын ескерудің маңызы бар.

Тәжірибені орындап болғаннан соң модульдердің барлық ауыстырып қосқыштарын алғашқы қалпына қою керек.

Есептеу формулалары:

Электр қозғалтқышының айналу жиілігі, 1/с

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot n.$$

Тиристорлық түрлендіргіштің шықпалық қуаты, Вт

$$P_{я} = U_{я} \cdot I_{я}.$$

Якорь орамасындағы электрлік шығындар, Вт

$$\Delta P_{эля} = I_{я}^2 \cdot r_{я},$$

мұнда  $r_{я}$  – ТТҚ якорь тізбегінің кедергісі (В қосымшасы) Ом.

2.1 кесте

$U_{я}, B$						
$I_{я}, A$						
$I_{қоз}, A$						
$n, \text{айн/мин}$						
$\omega, 1/с$						
$P_{я}, Вт$						
$\Delta P_{эля}, Вт$						
$\Delta P_{эқоз}, Вт$						
$P_{қоз}, Вт$						
$M, Н \cdot м$						
$\eta_{ТТҚ}$						

Электр қозғалтқышының қоздырушы орама тізбегіндегі электрлік шығындар, Вт

$$\Delta P_{эқоз} = i_{қоз}^2 \cdot r_{қоз},$$

мұнда  $r_{қоз}$  – қоздырушы орама тізбегінің кедергісі (В қосымшасы) Ом.

Электр қозғалтқышының білігіндегі қуат, Вт

$$P_{б} = P_{я} - \Delta P_{эля} - \Delta P_{эқоз} - \Delta P_{мехТТҚ},$$

мұнда  $\Delta P_{мехТТҚ}$  – ТТҚ механикалық шығындары (В қосымшасы) Вт.

Қозғалтқыш тудыратын момент Н·м

$$M = k\Phi \cdot I_{я},$$

$$k\Phi = \frac{U_{яH} - I_{яH} \cdot r_{я}}{\omega_H}.$$

5) Қарсы қосып тежеуді зерттеу

Электр қозғалтқышын қарсы қосып тежеу деп, бұл кезде қозғалтқыш берілген бағытқа қарсы бағытта айналатын тежеу режимін айтады. Тежеудің мұндай түрі кедергі моменті активті болатын жүктемелер кезінде көп кездеседі.

Электр қозғалтқышының қарсы қосу режиміндегі сипаттамаларын түсіру үшін якорь тізбегіне қосымша кедергі қосады, ол механикалық сипаттаманың қатаңдығын төмендету үшін керек. Бұл кедергі МДС1 модулінің SA1 ауыстырып қосқышымен  $120 \div 160$  Ом мөлшерінде қойылады.

Тәжірибе келесі ретпен жүргізіледі:

- QF1 және QF2 автоматты ауыстырып қосқыштарды қосып стендке кернеу беру керек;
- алдын ала ТТҚ якорь тізбегіндегі қосымша кедергінің мәнін қойып, ТП қосу керек («Сеть» кнопкасы).
- ТП жұмыс істеуіне рұқсат беріп (SA6), ТТҚ айналу жиілігін  $350 \div 400$  айн/мин деңгейіне қойыңдар;
- ПЧ жұмысына рұқсат етіп (SA3) және модульдің SA1 ауыстырып қосқышымен асинхронды қозғалтқыштың айналу бағытын беріп, модульдің RP1 потенциометрімен жүктеме моментін өзгерту керек. Егер айналу жиілігі өсетін болса, қысқаша тұйықталған роторлы АҚ айналу бағытын ауыстыру керек;
- жүктемені бір қалыпты беріп, ТТҚ механикалық сипаттамасын түсіріңдер, бұл кезде қысқаша тұйықтау нктесін ( $U_{я} > 0$ ,  $M_B > 0$ ,  $\omega = 0$ ), сондай – ақ қарсы қосу режимінен бірнеше нүктені жазып алыңдар.

Мәліметтерді 2.2 кестеге жазыңдар.

2.2 кесте

$R_{КОС} =$						
$U_{ТТ}, В$						
$U_{я}, В$						
$I_{я}, А$						
$i_{КОЗ}, А$						
$n, айн/мин$						
$\omega, 1/с$						
$P_{ТТ}, Вт$						
$P_{я}, Вт$						
$\Delta P_{ЭЛЯ}, Вт$						
$\Delta P_{ЭЛБ}, Вт$						
$\Delta P_{КОС}, Вт$						
$P_B, Вт$						
$M, Н \cdot м$						
$\eta_{ТТҚ}$						

Тәжірибені орындап болғаннан соң модульдердің барлық ауыстырып қосқыштарын алғашқы қалпына қою керек.

Есептеу формулулары:

Тиристорлық түрлендіргіштердің шықпалық қуаты Вт

$$P_{TT} = U_{TT} \cdot I_{Я}.$$

Қосымша кедергідегі шығындар Вт

$$\Delta P_{KOC} = I_{Я}^2 \cdot R_{KOC}.$$

б) Динамикалық тежеуді зерттеу.

ТТҚ динамикалық тежеу деп, бұл кезде якорь тізбегін қорек көзінен ажыратып және оны  $R_{ДТ}$  кедергіге қосқан кездегі тежеуді айтады.

Динамикалық тежеу сипаттамасын түсіру үшін, 2.2 суретте көрсетілген сұлба жиналады.

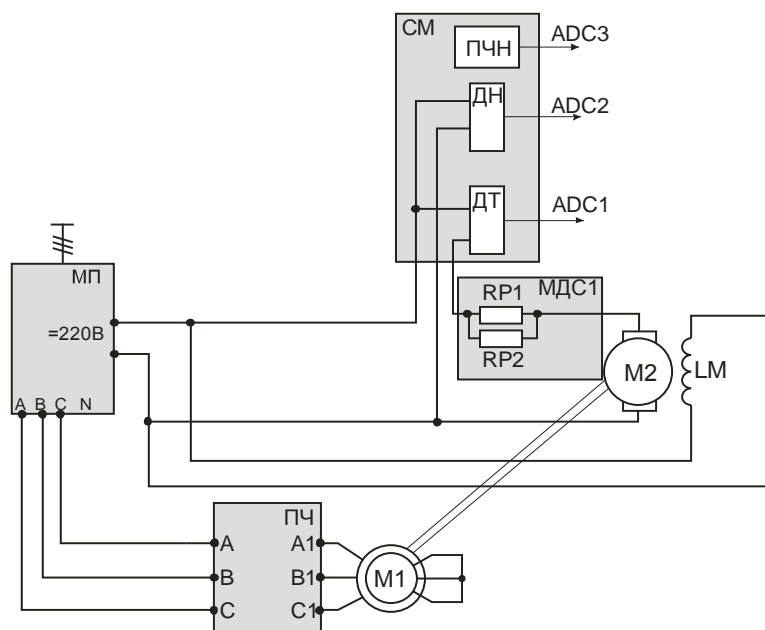
ТТҚ қоздырушы орамасы қоректендіруші модульдің  $\approx 220$  В шықпасына қосылады, ал якорь тізбегі күштік модульдің ток пен кернеу датчиктері арқылы МДС1 модулінің параллель жалғанған RP1 және RP2 қосымша кедергілеріне қосылады.

Ток пен кернеу датчиктерінің шықпасы, сондай-ақ ПЧН шықпасы кіргізу/шығару модулінің А1, А2 А3 кірмелеріне сәйкестендіріліп қосылады.

Тежеуіш режим жиілік түрлендіргішіне қосылған асинхронды электр қозғалтқышының көмегімен қамтамасыз етіледі.

Тәжірибе келесі ретпен жүргізіледі:

- тәжірибені орындамас бұрын жиілік түрлендіргішін жылдамдықты реттейтін режимге ауыстыру керек (А қосымшасы);



2.2 сурет – Динамикалық тежеу сипаттамаларын түсіруге арналған сұлба

- ТТҚ якорь тізбегіндегі қосымша кедергінің мәнін оқытушының көрсетуі бойынша қойып, QF1 (МПС), QF2(МП) автоматты қосқыштарын қосып стендке кернеу беру керек;

- ПЧ модулінің SA1 ауыстырып қосқышының көмегімен асинхронды қозғалтқыштың айналу бағытын беріп, модульдің RP1 потенциометрімен айналу жиілігін өзгертеді;

- Жүктемені бір қалыпты беріп отырып, ТТҚ алға және артқа айналу кезіндегі механикалық сипаттамасын түсіру керек. Якорь тогы бойынша шектеу:  $I_{я} < 1.5A$ . Мәліметтерді 2.3 кестеге жазындар;

- якорь тізбегіндегі кедергінің басқа да мәнедері үшін, сондай-ақ кедергінің нөлге тең болатын мәні үшін де тәжірибені қайталаңдар ( МДС1 модульдің SA1 ауыстырып қосқышын «0» қою керек).

Тәжірибені орындап болғаннан соң модульдердің барлық ауыстырып қосқыштарын алғашқы қалпына қою керек.

7) Өтпелі үрдістердің осциллограммасын түсіру.

Реверстік тиристорлық түрлендіргіш жұмыс істеген кезде қозғалтқыштың тежелу энергиясы кері қарай желіге қайта оралады. Бұл кезде қозғалтқышты рекуперативті тежеу режимі орындалады.

Өтпелі үрдістерді осциллографтау үшін 2.3 суретте көрсетілген сұлбаны жинау қажет.

2.3 кесте

$R_{КОС} =$						
$U_{ТТ}, В$						
$U_{я}, В$						
$I_{я}, А$						
$i_{КОЗ}, А$						
$n, айн/мин$						
$\omega, 1/c$						
$P_{ТТ}, Вт$						
$P_{я}, Вт$						
$\Delta P_{ЭЛЯ}, Вт$						
$\Delta P_{ЭЛКОЗ}, Вт$						
$\Delta P_{КОС}, Вт$						
$P_{КОЗ}, Вт$						
$M, Н \cdot м$						
$\eta_{ТТҚ}$						

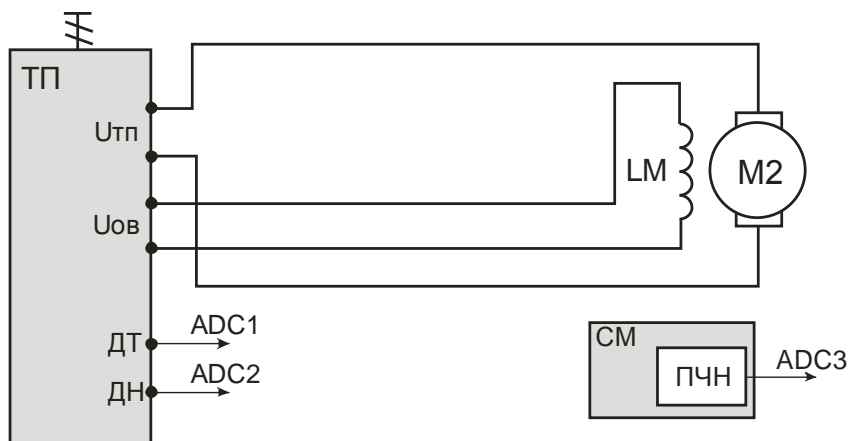
Рекуперативтік тежеу кезіндегі өтпелі үрдістерді түсіру үшін келесі жағдайларды орындау қажет:

- тәжірибені орындамас бұрын ТП жылдамдықты реттеу режиміне қою керек (В қосымшасы);

- стендті қоректендіруші модульдің QF1 автоматты ажыратқышын қосу керек;

- ТП модулінің «Сеть» кнокасын қосып және SA6 жұмыс істеуіне

рұқсат беру керек;



2.3 сурет – Өтпелі үрдістерді түсіруге арналған сұлба

- ТТҚ айналу бағытын таңдаған соң RP1 потенциометрімен айналу жиілігін  $400 \div 500$  айн/мин деңгейінде қойып, сонан соң SA5 ортаңғы жағдайға қойып қозғалтқышты тоқтату керек. Потенциометрдің мәнін өзгертпеу керек;

- DeltaProfi бағдарламасындағы «Развертка и синхронизация» менюінде уақыт бойынша, 3с (3000мс) тең масштаб таңдап, жүргізу/тежеуді, ал сонан соң SA5 ауыстырып қосқыштың көмегімен реверс/тежеуді орындап компьютердің экранынан өтпелі үрдісті түсіріңдер;

- тәжірибе біткен соң ТП (SA6) жұмысын тоқтатындар.

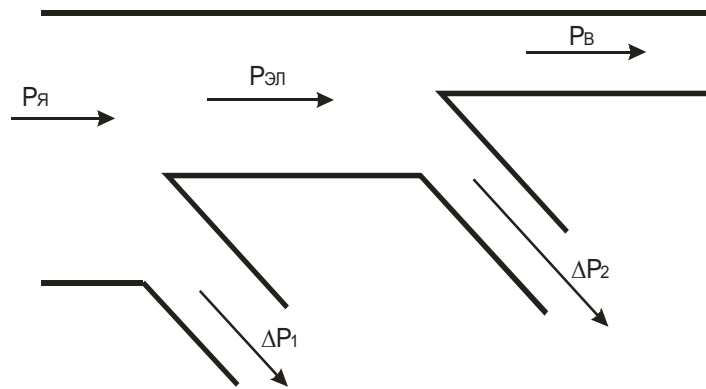
8) Нәтижелерін өңдеу.

Тәжірибені жүргізіп болған соң кестеде көрсетілген қажетті шамаларды есептеу керек, сондай-ақ механикалық  $\omega = f(M)$  және электр механикалық  $\omega = f(I_A)$  сипаттамаларын тұрғызу керек.

Сонымен бірге келесі жұмыс режимдері үшін энергетикалық диаграмма тұрғызу керек:

- бос жүріс;
- қозғалтқыш режимі;
- идеалды бос жүріс;
- рекуперативті тежеу;
- қысқаша тұйықтау нүктесі;
- қарсы қосып тежеу;
- $R_{КОС}$  кіргізу арқылы динамикалық тежеу;
- $R_{КОС} = 0$  болған кездегі динамикалық тежеу.

Қозғалтқыш режимі үшін сызылған диаграмма 2.4 суретте көрсетілген.



2.4 сурет – ТТҚ қозғалтқыш режиміндегі энергетикалық диаграммасы

Бақылау сұрақтары:

- 1) ТТҚ тежеудің қандай түрі энергетикалық тұрғыдан алғанда өте тиімді болады, қандай түрі аздап тиімді болады ?
- 2) Білігінде реактивті статикалық моменті бар электр жетегін дәл тоқтатуды тежеудің қандай түрі қамтамасыз етеді?
- 3) Параллель қоздырылатын динамикалық тежеу мүмкін бе, егер мүмкін болса, онда ол тиімді ме?
- 4) Тежеудің қандай режимдері үшін ПӘК деген ұғым қолданылмайды?
- 5) Рекуперативтік тежеу деген не?
- 6) Динамикалық тежеу деген не?
- 7) Қарсы қосып тежеу деген не?
- 8) Динамикалық тежелу кезінде тәуелсіз қоздырылатын тұрақты ток қозғалтқышының білігіне жеткізілген энергия қай жерге таралады?

### **Зертханалық жұмыс №3. Қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды электр қозғалтқышын зерттеу**

Жұмыстың мақсаты: асинхронды қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамаларын зерттеу.

Жұмыстың бағдарламасы:

- 1) Қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқышты зерттеуге арналған сұлбаны оқып үйрену.
- 2) Қозғалтқыштың механикалық және электр механикалық сипаттамаларын түсіру.
- 3)  $\eta$ ,  $\cos(\varphi)=f(M)$  тәуелділігін тұрғызу.
  1. Бірнеше жұмыс режимдері үшін қозғалтқыштың энергетикалық диаграммаларын тұрғызу.
  2. Эксперименттік мәліметтерге өңдеу жүргізу, есеп беруге дайындалу және жұмыс бойынша қортынды жасау.

Жұмысқа түсінік беру:

1) Зертханалық жұмыста келесі модульдер пайдаланылады:

- стендті қоректендіруші модуль (МПС);
- қоректендіруші модуль (МП);
- күштік модуль (СМ);
- тиристорлық түрлендіргіштің модулі (ТП);
- қуатты өлшейтін модуль (МИМ);
- кірмелік/шықпалық модулі (МВВ);
- өлшеуші модуль (МИ).

2) Асинхронды электр қозғалтқышын зерттеуге арналған сұлба 3.1 суретте көрсетілген.

Бұл жұмыста зерттелетін асинхронды қозғалтқыш, қоректендіруші модульдің 3x380В шықпаларына қуат өлшегіші және ток пен кернеу датчиктері арқылы қосылады.

Ток пен кернеу датчиктерінің шықпалары, сондай-ақ ПЧН кірмесі ADC1, ADC2, ADC3 модулінің кірмесіне қосылады. Тиристорлық түрлендіргіштегі якорь тогы датчигінің шықпасы ADC4 модулінің кірмесіне жалғанады.

Якорьдегі кернеу МИ модуліндегі вольтметрдің көмегімен бақыланады.

Жүктемелік машина міндетін, тиристорлық түрлендіргішке (ТП) қосылған тұрақты ток қозғалтқышы атқарады.

3) Зертханалық жұмысты орындамас бұрын модульдерді алғашқы қалпына келтіру керек:

- тиристорлық түрлендіргіштің «Сеть» ауыстырып қосқышын төменгі қалыпқа, SA2 ауыстырып қосқышын «Момент» қалпына, SA3 ауыстырып қосқышын «Руч» қалпына, SA4 ауыстырып қосқышын «НМ» қалпына, SA6 «Разрешение» қалпына қою керек;

- ал жұмысты арнайы компьютерде орындау үшін DeltaProfi бағдарламасын қосып және орындалатын жұмысты таңдау керек. DeltaProfi бағдарламасы туралы баяндама Д қосымшасында келтірілген;

- жұмысты бастаудың алдында ТП моментті реттеу режиміне ауыстыру керек.

4) Қозғалтқыштың механикалық және электр механикалық сипаттамаларын түсіру.

Механикалық сипаттама қозғалтқыштың айналу жиілігінің қозғалтқыштың білігіндегі пайдалы моментке тәуелділігін  $\omega=f(M_B)$  көрсетеді.

Қозғалтқыштың электр механикалық сипаттамасы айналу жиілігінің статор тогына  $\omega=f(I)$  тәуелділігін көрсетеді.

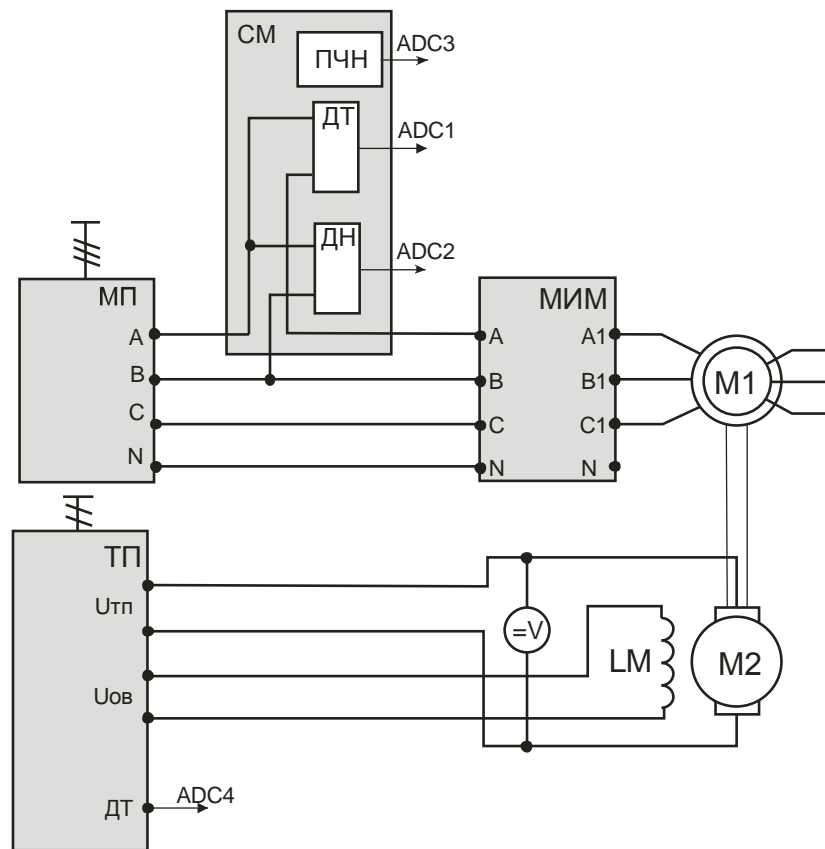
Тәжірибе келесідей ретпен жүргізіледі:

- QF1, QF2 автоматты ажыратқыштарды қосу керек – асинхронды қозғалтқышқа кернеу беріледі;

- «Сеть» кнопкасын қосып ТП қоректендіру керек;



- ТП жұмысына рұқсат беру керек (SA6) және моментті беретін бағытты таңдау керек (ТП модулінің SA5 ауыстырып қосқышы);



3.1 сурет – Асинхронды электр қозғалтқышын зерттеуге арналған сұлба

- RP1 потенциометрін өзгертіп жүктеме моментін беру керек. Егер айналу жиілігі өссе, онда жүктеме моментінің бағытын ауыстыру керек;
- қозғалтқыш режимінде бірнеше нүкте түсіру керек, сонан соң моменттің бағытын өзгертіп (ТП модулінің SA5 ауыстырып қосқышы) генератор режимінде бірнеше нүкте түсіру керек. Тәжірибе жүргізген кезде ТТҚ якоріндегі тоқты бақылап отыру керек. Ол 1.5А аспауы керек.

Тәжірибе мәліметтерін 3.1 кестеге жазу керек.

Тәжірибені орындап болғаннан кейін модульдердің барлық ауыстырып қосқыштарын алғашқы қалпына қою керек.

5) Есептеу формулалары.

Қозғалтқыштың айналу жиілігі,  $1/c$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot n.$$

Желіден тұтынатын толық қуат  $B \cdot A$

$$S = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_c.$$

Электр қозғалтқышының  $\cos(\varphi)$

$$\cos \varphi = \frac{P_C}{S},$$

мұнда  $P_C$  – желіден тұтынатын активті қуат Вт.  
Статор тізбегіндегі электрлік шығындар Вт

$$\Delta P_{ЭЛ.СТ} = 3 \cdot I_C^2 \cdot r_c,$$

мұнда  $r_c$  – статор фазасындағы ораманың кедергісі (В қосымшасы).

3.1 кесте

$n, \text{ айн/мин}$									
$U_\phi, \text{ В}$									
$I_C, \text{ А}$									
$P_C, \text{ Вт}$									
$\omega, \text{ 1/с}$									
$S, \text{ В} \cdot \text{А}$									
$\cos(\varphi)$									
$\Delta P_{ЭЛ.СТ}, \text{ Вт}$									
$\Delta P_{МЕХ.АҚ}, \text{ Вт}$									
$P_B, \text{ Вт}$									
$M_B, \text{ Н} \cdot \text{м}$									
$\eta$									

Қозғалтқыштың білігіндегі пайдалы қуат, Вт

$$P_B = P_C - \Delta P_{ЭЛ.СТ} - \Delta P_{МЕХ.АҚ},$$

мұнда  $\Delta P_{МЕХ.АҚ}$  – қозғалтқыштың механикалық шығыны (В қосымшасы)  
Вт.

Қозғалтқыштың білігіндегі момент Н·м

$$M_B = \frac{P_B}{\omega}.$$

Электр қозғалтқышының қозғалтқыш режиміндегі пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{P_B}{P_C}.$$

Генератор режиміндегі пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{P_C}{P_B}.$$

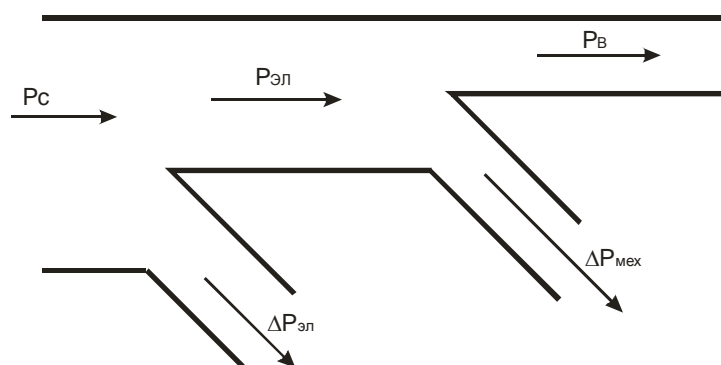
Тәжірибе мәліметтері бойынша механикалық, электр механикалық сипаттамаларды, сондай-ақ  $\eta$ ,  $\cos \varphi = f(M_B)$  тәуелділіктерін тұрғызу керек.

б) Энергетикалық диаграммаларды тұрғызу.

Энергетикалық диаграммалар шығындардың бөлінуін диаграмма түрінде бейнелейді және электр жетегіндегі қуат ағындарының бағытын көрсетеді.

Диаграмма нақты жұмыс режимі үшін және нақты нүкте үшін масштабпен бейнеленеді. Қуат ағындарының бағыты шығынның шамасы жазылған стрелкалармен көрсетіледі.

3.2 суретте қозғалтқыш режимі үшін шамамен сызылған диаграмма көрсетілген.



3.2 сурет – Қозғалтқыш режимі үшін сызылған АҚ энергетикалық диаграммасы

Нақты нүкте үшін есептелген нәтижелерді 3.2 кестеге жазу керек.

3.2 кесте

$\omega, 1/c$	$M_B, Н \cdot м$	$P_C, Вт$	$\Delta P_{ЭЛ}, Вт$	$\Delta P_{МЕХ}, Вт$	$P_B, Вт$

Тәжірибелік жұмыста диаграммаларды қозғалтқыш, генератор режимдері үшін, сондай-ақ бос жүріс және идеалды бос жүріс режимдері үшін де тұрғызу қажет.

Бақылау сұрақтары:

- 1) Асинхронды қозғалтқыштың айналу бағытын қалай өзгертуге болады?
- 2) Қоректендіруші желінің кернеуі азайған кезде асинхронды электр қозғалтқышының кернеуі қалай өзгереді?
- 3) Синхронды айналу жиілігі кезінде асинхронды қозғалтқыш момент туғыза алама?
- 4) Кернеу өскенде және қозғалтқыштың білігіндегі жүктеме өзгермеген кезде қозғалтқыштың статор тогы қалай өзгереді?
- 5)  $\cos \varphi_1 = f(P_2)$  тәуелділігінің физикалық мағынасын түсіндіріңдер.

- 6) Қозғалтқыштың механикалық сипаттамасындағы генератор режиміне ауысатын нүктені, нақты және идеалды бос жүріс нүктесін көрсет.
- 7) Қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы деген не?
- 8) Қозғалтқыштың электр механикалық сипаттамасы деген не?

#### **Зертханалық жұмыс №4. «Тиристорлық түрлендіргіш – тұрақты ток қозғалтқышы» жүйелерін зерттеу**

Жұмыстың мақсаты: «Тиристорлық түрлендіргіш – тұрақты ток қозғалтқышы» (ТТ-Қ) жүйесінің жұмыстық қасиеттерін, тұрақты ток қозғалтқышының айналу жиілігін реттеу тәсілдерін зерттеу.

Жұмыстың бағдарламасы:

- 1) Тиристорлық түрлендіргіш модулінің жұмыс істеу принципін оқып үйрену.
- 2) ТТ-Қ жүйесінің сипаттамаларын түсіруге арналған сұлбаны оқып үйрену.
- 3) Қозғалтқыштың табиғи механикалық және электр механикалық сипаттамаларын түсіру.
- 4) Тұрақты ток қозғалтқышының якорь кернеуі өзгерген кездегі жасанды механикалық және электр механикалық сипаттамаларын түсіру.
- 5) ТТ-Қ жүйесінің реттемелік сипаттамаларын түсіру.
- 6) Жүргізу/тоқтату кезіндегі қозғалтқыштың өтпелі үрдісін түсіру.
- 7) Алынған нәтижелер бойынша тәжірибелік қисықтар тұрғызу, жұмыс бойынша есептесуге дайындық жасау.

Жұмысқа түсінік беру:

- 1) Зертханалық жұмыста келесі модульдер пайдаланылады:
  - стендті қоректендіруші модуль (МПС);
  - қоректендіруші модуль (МП);
  - күштік модуль (СМ);
  - жиілік түрлендіргіш модулі (ПЧ);
  - тиристорлық түрлендіргіштің модулі (ТП);
  - реттегіштер модулі (МР);
  - кірмелік/шықпалық модулі (МВВ).
- 2) Жүйені зерттеуге арналған сұлба 4.1 суретте келтірілген.

Тұрақты ток қозғалтқышы (ТТҚ) тиристорлық түрлендіргіштің (ТП) модуліне ток және кернеу датчиктері арқылы қосылады. Якорь орамасы ТП модулінің якорьлік түрлендіргіштік шықпасына қосылады. Қоздырушы орама ТП модулінің реттелмейтін кернеу көзінің  $= 220 \text{ В}$  шықпасына қосылады.

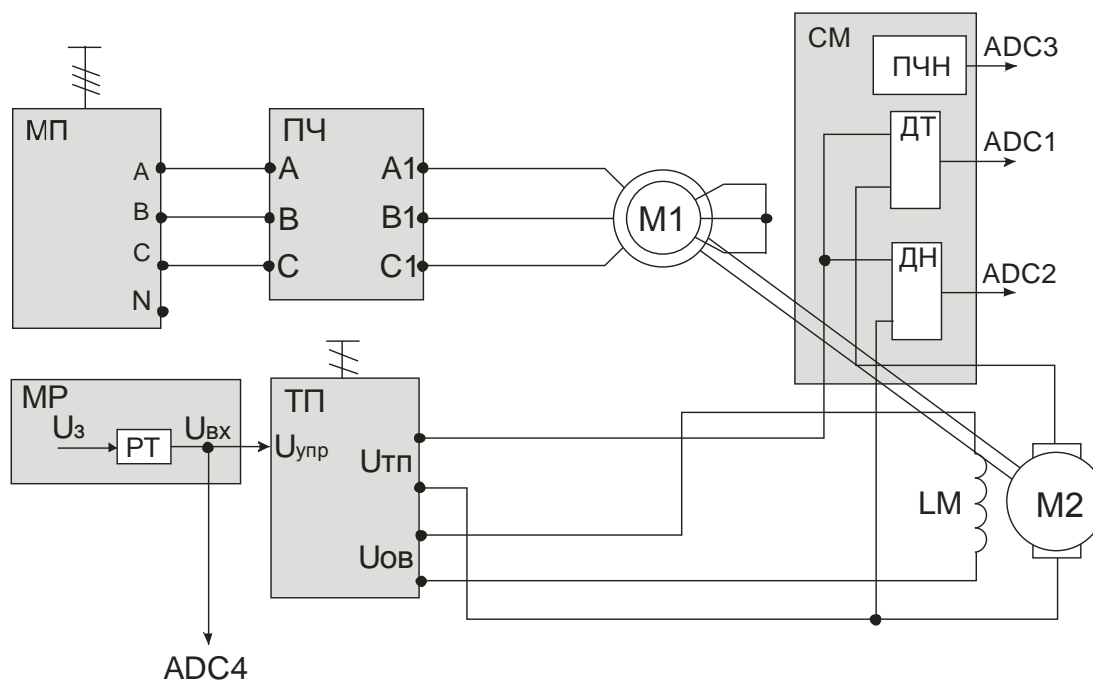
Реттегіштер модуліндегі ток реттегішінің шықпасы ТП модулінің Х1 кірмесіне, сондай-ақ кірмелік/шықпалық модулінің АС4 кірмесіне

қосылады. Ток реттегішінің кірмесіне RP1 модулінің потонциометрінен тапсырма сигналы беріледі.

Жүктемелік машина ретінде, жиілік түрлендіргішіне ПЧ қосылған асинхронды электр қозғалтқышы қолданылады.

Жиілік түрлендіргіші МП модулінен үш фазалы 3X380 В кернеу арқылы қоректенеді.

Ток және кернеу датчиктерінің, сондай-ақ күштік модульдің шықпалары кірмелік/шықпалық модулінің ABC1, ABC2, ABC3 кірмелеріне сәйкестендіріліп қосылады.



4.1 сурет – ТТ-Қ жүйесін зерттеуге арналған сұлба

3) Зертханалық жұмысты орындамас бұрын модульдерді алғашқы қалпына келтіру керек:

- тиристорлық түрлендіргішті жылдамдық реттейтін режимге ауыстыру керек, SA1 ауыстырып қосқышын «Авт» қалпына, SA4 – «НМ» қалпына, «Сеть» кнопкасын – төменгі қалыпқа, SA6 – төменгі қалыпқа қою керек;

- ПЧ модулінің SA1 ауыстырып қосқышын төменгі қалыпқа, RP1 потенциометрді – алынатын кернеудің минимум мәніне (сағат тіліне қарсы бағыттағы ең шеткі қалып), SA2 ауыстырып қосқышын – ортаңғы қалыпқа қою керек;

- реттегіш модульдегі тапсырма сигналының потенциометрін сағат тіліне қарсы бағыттағы ең шеткі қалыпқа қою керек, SA5 ауыстырып қосқышын «3,5» қалпына қою керек, SA6 ауыстырып қосқышын «0» қою керек;

- жұмысты жеке компьютерде жүргізу үшін DeltaProfi бағдарламасын қосып және тиісті зертханалық жұмысты таңдау керек;
- сұлбаны жинап болған соң жиілік түрлендіргішін моментті реттейтін режимге келтіру керек.

4) Табиғи механикалық және электр механикалық сипаттамаларды түсіру.

Табиғи сипаттамалар қоректендіруші кернеудің шамасы тұрақты болған кездегі  $U = const$  қозғалтқыштың айналу жиілігінің якорь тогына (электр механикалық сипаттама)  $\omega = f(I_{я})$  және айналу жиілігінің қозғалтқыштың білігіндегі моментке (механикалық сипаттама)  $\omega = f(M)$  тәуелділіктерін көрсетеді.

Тәжірибе келесі ретпен жүргізіледі:

- QF1, QF2 автоматты ажыратқыштарды қосу керек;
- «Сеть» кнопкасын қосып ТП – ға кернеу беру керек;
- ТП жұмыс істеуіне рұқсат беріп (SA6) және реттеуші модульдің RP1 потенциометрімен ТП – ың шықпалық кернеуін 220В қою керек;
- ТП жұмыс істеуіне рұқсат беріп (SA3) және қозғалтқыштың қажетті айналу бағытын таңдап, ПЧ модулінің RP1 потенциометрімен жүктеме моментін беру керек. Тәжірибені жүргізген кезде ТТҚ якоріндегі токты бақылау қажет. Ол 1.5А аспауы керек;
- тәжірибені жүргізген кезде қозғалтқыш және генератор режимдерінен бірнеше нүктелерді жазып алған дұрыс.

Тәжірибе нәтижелерін 4.1 кестеге жазу керек.

4.1 кесте

$n, \text{айн/мин}$						
$I_{я}, A$						
$U_{я}, B$						
$i_{КОЗ}, A$						
$P_{я}, Bm$						
$\Delta P_{ЭЛЯ}, Bm$						
$\Delta P_{ЭЛК}, Bm$						
$P_{Б}, Bm$						
$M_{Б}, H \cdot m$						
$\omega, 1/c$						

Тәжірибені орындап болғаннан кейін ПЧ модуліндегі RP1 сол жақтағы ең шеткі қалыпқа қойып, SA1 ауыстырып қосқышын ортаңғы қалыпқа қойып, қозғалтқышты тоқтатындар.

5) Есептелетін шамалар.

Электр қозғалтқышының айналу жиілігі,  $1/c$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot n.$$

Тиристорлық түрлендіргіштің шықпасындағы қуат Вт

$$P_{я} = U_{я} \cdot I_{я}.$$

Электр қозғалтқышының якорь тізбегіндегі электрлік шығындар Вт

$$\Delta P_{эля} = I_{я}^2 \cdot r_{я},$$

мұнда  $r_{я}$  - якорь тізбегінің кедергісі (В қосымшасы), Ом.

Электр қозғалтқышының қоздырушы орама тізбегіндегі электрлік шығындар, Вт

$$\Delta P_{элкоз} = i_{коз}^2 \cdot r_{коз},$$

мұнда  $r_{коз}$  – қоздырушы орама тізбегінің кедергісі (В қосымшасы), Ом.

Электр қозғалтқышының білігіндегі қуат, Вт

$$P_{б} = P_{я} - \Delta P_{эля} - \Delta P_{элкоз} - \Delta P_{мехттк},$$

мұнда  $\Delta P_{мехттк}$  – ТТҚ механикалық шығындары (В қосымшасы), Вт.

Қозғалтқыштың білігіндегі момент, Н·м

$$M_{б} = \frac{P_{б}}{\omega}.$$

Тәжірибенің нәтижесі бойынша  $\omega = f(I_{я})$ ,  $\omega = f(M_{к})$  сипаттамаларын тұрғызындар, оларды осыған ұқсас бірінші зертханалық жұмыста тұрғызылған сипаттамалармен салыстырындар.

б) Жасанды сипаттамаларды түсіру.

Жасанды сипаттамалар төмендетілген кернеу кезіндегі қозғалтқыштың айналу жиілігінің якорь тогына (электр механикалық сипаттама)  $\omega = f(I_{я})$  және айналу жиілігінің қозғалтқыштың білігіндегі моментке (механикалық сипаттама)  $\omega = f(M)$  тәуелділіктерін көрсетеді, бұл кезде якорь кернеуі номиналға тең емес, якорь тізбегінде қосымша кедергілер болмайды, ал қоздырушы магнит ағыны номинал мәнге тең болады.

Тәжірибе келесі ретпен жүргізіледі:

- QF1, QF2 автоматты ажыратқыштарды қосу керек;
- «Сеть» кнопкасын қосып ТП-ға кернеу беру керек;

- ТП жұмыс істеуіне рұқсат беріп (SA6) және оқытушының көрсетуі бойынша  $U_{ТП}$  кернеуін қою керек;
  - ТП жұмыс істеуіне рұқсат беріп (SA3) және қозғалтқыштың қажетті айналу бағытын таңдап, ПЧ модулінің RP1 потенциометрімен жүктеме моментін беру керек. Тәжірибені жүргізген кезде ТТҚ якоріндегі тоқты бақылау қажет. Ол 1.5А аспауы керек;
  - тәжірибені жүргізген кезде қозғалтқыш және генератор режимдерінен бірнеше нүктелерді жазып алған дұрыс.
- Өлшеу нәтижелерін 4,2 кестеге жазыңдар.

4.2 кесте

$n, \text{айн/мин}$						
$I_{я}, A$						
$U_{я}, B$						
$i_{КОЗ}, A$						
$P_{я}, Bm$						
$\Delta P_{ЭЛЯ}, Bm$						
$\Delta P_{ЭЛК}, Bm$						
$P_{Б}, Bm$						
$M_{Б}, H \cdot m$						
$\omega, 1/c$						

Тәжірибені орындап болғаннан кейін ПЧ модуліндегі RP1 сол жақтағы ең шеткі қалыпқа қойып, SA1 ауыстырып қосқышын ортаңғы қалыпқа қойып, қозғалтқышты тоқтатыңдар.

7) Реттегіш сипаттамаларды түсіру.

Реттегіш сипаттама түрлендіргіштің шықпасындағы кернеудің, айналу жиілігінің, ТП шықпасындағы және біліктегі қуаттың, электр қозғалтқышының ПЭК басқарушы кернеуге тәуелділігін көрсетеді:  $U_{я}, \omega, P_{ЭЛ}, P_{КОЗ}, \eta=f(U_{ШЫҚ}), I_{я}=const$ .

Берілген сипаттаманы түсіру үшін якорь тогының мәні тұрақты болған кезде тапсырма сигналының шамасын өзгертіп, өлшеуші аспаптардың көрсеткендерін жазып отыру керек.

Тәжірибе жиілік түрлендіргіші туғызатын бос жүріс және жүктеме режимдерінде өткізіледі.

Тәжірибе келесі ретпен жүргізіледі:

- тиристорлық және жиілік түрлендіргіштеріне кернеу беріп, шықпалық кернеудің мәнін 200В қойып, ТП жүргізу керек;

- жиілік түрлендіргішінің көмегімен, оқытушының тапсырмасы бойынша якорь тогын қою керек;

- МР модуліндегі RP1 мәнін өзгертіп тиристорлық түрлендіргіштің шықпалық кернеуін реттеу керек. Белгілі бір кернеуді қойып болғаннан соң



ПЧ модулінің RP1 потенциометрін реттеу арқылы ТТҚ якорының берілген мәнін қою керек.

Нәтижесін 4.3 кестеге жазу керек.

4.3 кесте

$n, \text{айн/мин}$						
$I_{\text{я}}, A$						
$U_{\text{я}}, B$						
$i_{\text{КОЗ}}, A$						
$P_{\text{я}}, Bm$						
$\Delta P_{\text{ЭЛЯ}}, Bm$						
$\Delta P_{\text{ЭЛК}}, Bm$						
$P_{\text{Б}}, Bm$						
$M_{\text{Б}}, H \cdot m$						
$\omega, 1/c$						

Тәжірибені орындап болған соң ПЧ модулінің SA1 тумблерін ортаңғы қалыпқы ауыстыру арқылы электр қозғалтқышынан жүктемені алып, ТТҚ тоқтату керек. Тиристорлық түрлендіргіштің жұмысына рұқсат беруді тоқтатып (SA6 төменгі қалыпқа түсіріп), стендті қорек көзінен ажырату керек.

Тәжірибе нәтижесі бойынша жүйенің реттемелік сипаттамаларын якорь тогының екі мәні үшін сызып, олардың айырмашылықтарын түсіндіру керек.

8) Жүйедегі өтпелі үрдістердің осциллограммасын түсіру.

Жүргізу/тоқтату кезіндегі өтпелі үрдістерді түсіру үшін зертханалық жұмыс терезесіне 10с деңгейінде уақыт бойынша масштаб қою қажет және жүргізу/тоқтату үрдісінің осциллограммасын ТП якорьдегі кернеуі төмендетілген кезде түсіру керек.

Тәжірибе келесі ретпен жүргізіледі:

- QF1 (МПС), QF2(МПП) автоматты ажыратқыштарды қосу керек;
- ТП модулінің «Сеть» кнопкасын қосып түрлендіргішке кернеу беру керек;
- ТП жұмыс істеуіне рұқсат беріп (SA6), айналу жиілігін  $250 \div 300$  айн/мин деңгейіне қою керек;
- SA5 ауыстырып қосқышын ортаңғы қалыпқа ауыстырып ТТҚ тоқтату керек;
- SA5 ортаңғы қалыптан ең шеткі қалыптардың біреуіне ауыстырып, ал сонан соң керісінше ауыстырып ТП қосып және ажыратуды орындап, осы кезде жүретін өтпелі үрдістерді компьютердің экранынан бақылап және жазып алу керек.

Тәжірибе нәтижелері бойынша жасалған жұмыстарға есеп беру үшін тәжірибе және есептеу мәліметтерін кестеде көрсету керек, сондай-ақ

тәжірибе бойынша алынған сипаттамаларды да сызу керек. Жұмыс бойынша қортынды жасау керек.

Бақылау сұрақтары:

- 1) ТТҚ айналу жиілігін реттеудің қандай әдістері болады?
- 2) ТП шықпасындағы кернеуді реттеу қалай іске асырылады?
- 3) Кернеуді фазалық реттеудің артықшылықтары және кемшіліктері неде?
- 4) Электромеханикалық сипаттама деген не?
- 5) Қандай кері байланыстың көмегімен горизонталды механикалық сипаттамаларды алуға болады?
  - кернеу бойынша;
  - жылдамдық бойынша;
  - ЭҚК бойынша;
  - якорь тогы бойынша.
- 6) Реттемелік сипаттама деген не?
- 7) Табиғи механикалық сипаттама деген не?
- 8) «Тиристорлық түрлендіргіш – тұрақты ток қозғалтқышы» жүйесінің жұмысын түсіндіріңдер.

### **Зертханалық жұмыс №5. Тұйықталмаған жүйені зерттеу. «Жиілік түрлендігіші – Асинхронды қозғалтқыш»**

Жұмыстың мақсаты: «Жиілік түрлендіргіші – Асинхронды қозғалтқыш» (ЖТ-АҚ) жүйесінің жұмыстық қасиеттерін, айналу жиілігін жиіліктік реттеуді, тұйықталмаған жүйедегі скалярлық және векторлық басқаруды зерттеу. Сырғанауды және моментті компенсациялау режимдерін зерттеу.

Жұмыстың бағдарламасы:

- 1) Жиілік түрлендіргішінің модульмен жұмыс істеу принципін оқып үйрену.
- 2) ЖТ-АҚ жүйесінің сипаттамаларын түсіру үшін қажетті сұлбаны оқып үйрену.
- 3) Скалярлық басқару режиміндегі сипаттамалар тобын түсіру.
- 4) Қозғалтқыштың сырғанауын компенсациялау тәсілдерін зерттеу.
- 5) Қозғалтқышты тежеу тәсілдерін зерттеу.

Жұмысқа түсінік беру:

- 1) Зертханалық жұмыста келесі модульдер пайдаланылады:
  - стендті қоректендіруші модуль (МПС);
  - қоректендіруші модуль (МП);
  - күштік модуль (СМ);
  - жиілік түрлендіргіш модулі (ПЧ);
  - тиристорлық түрлендіргіштің модулі (ТП);

- кірмелік/шықпалық модулі (МВВ).

2) ЖТ-АҚ жүйесінің сипаттамаларын түсіруге арналған сұлба 5.1 суретте көрсетілген.

Тұрақты ток қозғалтқышы (ТТҚ) тиристорлық түрлендіргіш модуліне қосылады. Якорь орамасы ТП модулінің якорлық түрлендіргішінің шықпасына ток және кернеу датчиктері арқылы қосылады. Қоздырушы орама ТП модулінің реттелмейтін кернеу көзіне  $=220\text{В}$  қосылады.

Асинхронды қозғалтқыш ПЧ жиілік түрлендіргішіне қосылады. Жиілік түрлендіргішінің өзі қоректендіруші модульден  $3 \times 380\text{В}$  кернеумен қуат өлшеуіші (МИМ) арқылы қоректендіріледі.

Жұмыстарды арнайы компьютерде орындау үшін DeltaProfi бағдарламасын қосып және керекті зертханалық жұмысты таңдау керек.

3) Жұмысты орындамас бұрын МПС модулінің QF1 автоматы ажыратулы тұрған кезде барлық модульдерді алғашқы қалпына келтіру керек:

- ТП модулінің «Сеть» ауыстырып қосқышын төменгі қалпына, SA3 тумблерін «Руч» қалыпқа, SA4, SA6 тумблерлерін төменгі қалпына, SA5 ортаңғы қалпына ауыстыру керек. ТП моментті реттеу режиміне ауыстыру керек;

- ПЧ модулінің SA1 ауыстырып қосқышын төменгі қалпына, SA2 ауыстырып қосқышын ортаңғы «Стоп» қалпына, RP1 потенциометрін сағат тіліне қарсы бағыттағы ең шеткі қалпына ауыстырып қойып, модульдің XS1 және XS2 қысқаштарын өзара қосу керек.

4) Скалярлық басқару режиміндегі жүйенің сипаттамалар тобын түсіру.

ЖТ-АҚ жүйесін скалярлық басқару  $U/f = \text{const}$  заңдылығы бойынша басқаруға келтіріледі, бұл кезде асинхронды қозғалтқыштың критикалық моменті айналу жиілігін реттеген кезде тұрақты болады.

Түрлендіргішті берілген режимге ауыстыру үшін келесі жұмыстарды орындау керек:

- 0.49 параметріне 1.2 мәнін қою керек – бұл ПЧ барлық параметрлеріне жол ашады;

- 5.27 = OFF параметрін қою керек (сырғанауды компенсациялау режимі ажыратылады).

Тәжірибе келесідей ретпен жүргізіледі:

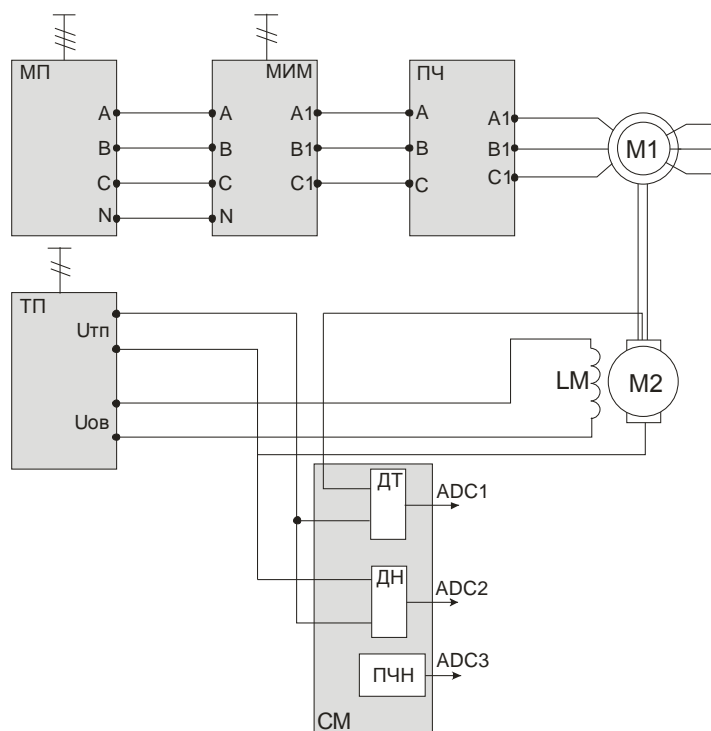
- МПС модулінің QF1 автоматты ажыратқышын қосып стендке кернеу беру керек;

- МП модулінің QF2 автоматты ажыратқышын қосып жиілік түрлендіргішіне кернеу беру керек;

- ТП модулінің «Сеть» кнопкасын қосу керек;

- ПЧ (SA3) жұмыс істеуіне рұқсат беріп және ПЧ модуліндегі SA2 ауыстырып қосқышымен асинхронды электр қозғалтқышының айналу бағытын таңдап, RP1 потенциометрімен түрлендіргіштің шықпалық жиілігін 50Гц тең деп беру керек;

- ТП модулінің жұмыс істеуіне рұқсат беру керек (SA6 тумблері);



5.1 сурет – ЖТ-АҚ жүйесінің сипаттамаларын түсіруге арналған сұлба

- 5.1 кестедегі қажетті шамаларды жазып, жүктеме моментін беру керек. Осылай қозғалтқыш және генератор режимдерінен бірнеше нүкте түсіріңдер;  
- тәжірибені орындап болғаннан кейін жүктеме моментін нөлге қою керек (ТП модуліндегі RP1), ТП жұмыс істеуіне рұқсат беруді қойып, асинхронды электр қозғалтқышын тоқтату керек.

Статор кернеуін ПЧ экранынан қарауға (параметр 5.02), статор тогын 4,01 параметрінен қарауға болады.

Тәжірибені түрлендіргіштің шықпасындағы жиіліктің басқа екі мәндері үшін қайталаңдар.

Есептеу формулалары:

Жиілік түрлендіргішінің шықпалық толық қуаты ВА

$$S = 3 \cdot U_{c\phi} \cdot I_c,$$

мұнда  $U_{c\phi}$  - ПЧ шықпасындағы фазалық кернеу В.

Электр қозғалтқышының айналу жиілігі 1/с

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}.$$

5.1 кесте

$U_C, B$						
$I_C, A$						
$U_{я}, B$						
$I_{я}, A$						
$n, \text{айн/мин}$						
$U_{кiр}, B$						
$I_{кiр}, A$						
$P_{кiр}, Bm$						
$S, BA$						
$\omega, 1/c$						
$\Delta P_{\text{эл.ст}}, Bm$						
$\Delta P_{\text{эля}}, Bm$						
$P_{я}, Bm$						
$P_{б}, Bm$						
$P_C, Bm$						
$\eta_{AK}$						
$\eta_{\text{ЖТ-АК}}$						
$\cos(\varphi)_{AK}$						
$\cos(\varphi)_{\text{ЖТАД}}$						
$M_{б}, H \cdot m$						

Электр қозғалтқышының статор орамасындағы электрлік шығындар Вт

$$\Delta P_{\text{эл.ст}} = 3 \cdot I_C^2 \cdot r_C,$$

мұнда  $r_C$  - статор фазасының активті кедергісі, Ом.

ТТҚ якорь тізбегіндегі электрлік шығындар Вт

$$\Delta P_{\text{эля}} = I_{я}^2 \cdot r_{я},$$

мұнда  $r_{я}$  - ТТҚ якорь орамасының активті кедергісі Ом.

ТП шықпалық қуаты Вт

$$P_{я} = U_{я} \cdot I_{я}.$$

Асинхронды электр қозғалтқышының білігіндегі қуат Вт:

$$P_{б} = P_{я} + \Delta P_{\text{эля}} + \Delta P_{\text{мех.тк}},$$

мұнда  $\Delta P_{\text{мех.тк}}$  - ТТҚ механикалық шығындары (В қосымшасы).

ПЧ активті шықпалық қуаты Вт

$$P_C = P_B + \Delta P_{\text{Мех.АК}} + \Delta P_{\text{элст}},$$

мұнда  $\Delta P_{\text{Мех.АК}}$  - қысқаша тұйықталған роторлы АК механикалық шығындары (В қосымшасы).

Электр қозғалтқышының пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta_{\text{АК}} = \frac{P_B}{P_C}.$$

Асинхронды қозғалтқыштың қуат коэффициенті

$$\cos \varphi_{\text{АК}} = \frac{P_C}{S}.$$

Жүйенің пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta_{\text{ПЧАК}} = \frac{P_C}{P_{\text{КП}}}.$$

Жүйенің қуат коэффициенті

$$\cos \varphi_{\text{ПЧАК}} = \frac{P_{\text{КП}}}{3 \cdot U_{\text{КП}} \cdot I_{\text{КП}}}.$$

Асинхронды қозғалтқыштың білігіндегі момент Н·м

$$M_B = \frac{P_B}{\omega}.$$

5) Реттемелік сипаттаманы түсіру.

Реттемелік сипаттамалар шықпалық жиіліктің, кернеудің және қуаттың қозғалтқыштың білігіндегі момент тұрақты болған кездегі тапсырма сигналына тәуелділіктерін көрсетеді:  $f, U_C, P, S=f(U_m), M_B = const$ .

Сипаттамаларды түсіру үшін:

- жиілік түрлендіргішінің шықпалық жиілігін 60 Гц (параметр 0.02 =60) қою керек;

- тиристорлық түрлендіргіштің көмегімен тапсырма беріп ( $I_{\text{я}}$  мәнін оқытушы береді және ол 0 мен 1А аралығынан алынады), қажетті параметрлерді жазып алып, ПЧ шықпалық жиілігін азайтып отыру керек. Тапсырма сигналы (параметр 7.01) максимал сигналдың (10В) пайызымен көрсетіледі. Шықпалық жиілік 5.01 параметрінен көрінеді.

Тәжірибе нәтижелерін 5.2 кестеге жазу керек.

Есептеу формулалары:

Жиілік түрлендіргіштің толық шықпалық қуаты, ВА

$$S = 3 \cdot U_{\text{сф}} \cdot I_{\text{с}},$$

мұнда  $U_{\text{сф}}$  - ПЧ шықпасындағы фазалық кернеу, В.

Электр қозғалтқышының айналу жиілігі, 1/с

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}.$$

Электр қозғалтқышының статор орамасындағы электрлік шығындар Вт

$$\Delta P_{\text{элст}} = 3 \cdot I_C^2 \cdot r_C,$$

мұнда  $r_C$  - статор фазасының активті кедергісі Ом.

5.2 кесте

$I_Y =$						
$U_{\text{кпр}}, B$						
$f, Гц$						
$U_C, B$						
$I_C, A$						
$U_Y, B$						
$n, \text{айн/мин}$						
$U_{\text{кпр}}, B$						
$I_{\text{кпр}}, A$						
$P_{\text{кпр}}, Вт$						
$S_C, ВА$						
$\omega, 1/с$						
$\Delta P_{\text{эл}}, Вт$						
$\Delta P_Y, Вт$						
$P_Y, Вт$						
$P_B, Вт$						
$P_C, Вт$						
$\eta_{\text{АК}}$						
$\eta_{\text{ПЧАК}}$						
$\cos(\varphi)_{\text{АК}}$						
$\cos(\varphi)_{\text{ПЧАК}}$						
$M_B, Н \cdot м$						

ТТҚ якорь тізбегіндегі электрлік шығындар Вт

$$\Delta P_{\text{эля}} = I_Y^2 \cdot r_Y,$$

мұнда  $r_Y$  - ТТҚ якорь орамасының активті кедергісі Ом.

ТП шықпалық қуаты Вт

$$P_Y = U_Y \cdot I_Y.$$

Асинхронды электр қозғалтқышының білігіндегі қуат Вт

$$P_B = P_Y + \Delta P_{\text{эля}} + \Delta P_{\text{мехттк}},$$

мұнда  $\Delta P_{\text{МехТТК}}$  - ТТҚ механикалық шығындары (В қосымшасы).  
ПЧ шықпалық активті қуаты Вт

$$P_C = P_B + \Delta P_{\text{МехАК}} + \Delta P_{\text{ЭЛСТ}},$$

мұнда  $\Delta P_{\text{МехАК}}$  - қысқаша тұйықталған роторлы АҚ механикалық шығындары, Вт (В қосымшасы).

Электр қозғалтқышының пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta_{\text{АК}} = \frac{P_B}{P_C}.$$

Асинхронды қозғалтқыштың қуат коэффициенті

$$\cos \varphi_{\text{АК}} = \frac{P_C}{S}.$$

Жүйенің пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta_{\text{ПЧАК}} = \frac{P_C}{P_{\text{КІР}}}.$$

Жүйенің қуат коэффициенті

$$\cos \varphi_{\text{ПЧАК}} = \frac{P_{\text{КІР}}}{3 \cdot U_{\text{КІР}} \cdot I_{\text{КІР}}}.$$

Асинхронды қозғалтқыштың білігіндегі қуат Н·м

$$M_B = \frac{P_B}{\omega}.$$

6) Моментті компенсациялау режимі ажыратулы тұрған кездегі ЖТ-АҚ жүйесінің механикалық сипаттамасын түсіру.

Сырғанауды компенсациялау қозғалтқыштың айналу жиілігін жүктеме өзгерген кезде, қозғалтқышты қоректендіретін кернеудің жиілігін статор тогы бойынша ішкі оң кері байланысты пайдаланып өсіру арқылы ұстап тұруды көрсетеді.

Сырғанауды компенсациялау режимін қосу үшін:

- 5.27 параметріне ON мәнін қою керек;
- 6.01 параметріне тежеуіш қою керек (COAST).

Сырғанауды компенсациялау режимі қосылғаннан кейін жүйенің механикалық сипаттамаларын түсіру керек, ал тәжірибе мәліметтерін 5.1 кестеге ұқсас кестеге жазу керек.

7) Моментті компенсациялау режимі қосулы кездегі ЖТ-АҚ жүйесінің механикалық сипаттамаларын түсіру.

Моментті компенсациялау режимі статор кернеуін жүктемеге тәуелді реттеу режимін көрсетеді. Осы режим сондай-ақ ағынды оптимизациялау немесе энергия үнемдеу режимі деп те аталады. Бос жүріс кезінде статор кернеуі азаяды, осы себепті қозғалтқыштың қатаңдығы мен критикалық моменті түседі. Бір мезгілде статор тогы мен  $I^2 r$  шығынында азаяды.

Бұл режимді қосу үшін:



- сырғанауды компенсациялау режимін қосу керек (5.27=OFF);
- 5.13 параметріне ON мәнін қою керек.

Моментті компенсациялау режимі қосылғаннан соң жүйенің механикалық сипаттамасын түсіру қажет, ал тәжірибе мәліметтерін 5.1 кестеге ұқсас кестеге жазу керек.

Тәжірибелердің нәтижелері бойынша келесі сипаттамаларды тұрғызу керек:

- $\omega = f(M_B)$ ;
- $\omega = f(I_C)$ ;
- $\eta_{AK}, \eta_{ПЧАК} = f(M_B)$ .

Сәйкес келетін сипаттамаларды бір координаттық торға орналастыру керек.

8) Электр қозғалтқыштарын тежеу әдістерін зерттеу.

Жиілік түрлендіргішінің технологиялық үрдістер талабына байланысты электр қозғалтқышын тежеудің әртүрлі әдістерін істеп шығу мүмкіндігі бар. Жұмыс үрдісінде электр жетегін тежеудің келесі әдістерін байқап көруге кеңес береді:

- жүріп тұрғанда тоқтату;
- берілген қарқында тоқтату;
- тұрақты токпен қоректендіріп тоқтату.

Бұл тәжірибе тежеу үрдісін түсіріп алуды керек етеді.

Жүріп тұрғанда тежеу 6.01 параметріне 6.01=*Coast* қою арқылы қосылады.

Берілген қарқынмен тежеу 6.01 параметріне 6.0 = *rp* қою арқылы қосылады. Тежеу уақыты 0.04 параметрімен беріледі және 0 мен 3200 с аралығынан алынады.

Тұрақты токпен қоректендіріп тоқтатуды 6.01 параметріне *rp.dcl* мәнін қою арқылы қосады. Инвентордағы номинал токтың пайызымен (0÷150%) берілген тежеуші тогын (6.06), тұрақты токпен (6.07) тежеу ұзақтығын 0 ден 25 с дейінгі аралықта беру қажет.

Тәжірибені орындау үшін қозғалтқышты 50 Гц жиілікке дейін айналдыру керек, сонан кейін ПЧ модулінің SA1 ауыстырып қосқышын ортаңғы қалыпқа қою керек. Сол кезде бағдарламаланған заң бойынша тежеледі.

Тежеу осциллограммаларын бір торға түсіріп және өтпелі үрдістердің айырмашылықтарын бағалау керек.

Бақылау сұрақтары:

1) Сіздер асинхронды қозғалтқыштың айналу жиілігін реттеудің қандай әдістерін білесіңдер?

2) Айналу жиілігін реттеген кезде не себептен түрлендіргіштің шықпасындағы жиілік пен кернеу бір мезгілде өзгертіледі?

3) Жиіліктік реттеудің пайдаланудың артықшылықтары мен кемшіліктерін көрсетіндер.

4) Түрлендіргіштің тежеуші режиміндегі жұмысын түсіндіріндер. Қозғалтқыштың тежеуші энергиясы қайда сейіледі?

5) «Жиілік түрлендіргіші – асинхронды қозғалтқыш» жүйесі қалай жұмыс істейді?

6) Тұйықталмаған жүйе деп қандай жүйені айтады?

7) Айналу жиілігін статор тогының жиілігін өзгерту арқылы реттеген кезде  $M=const$  болса, кернеуді қандай заңдылықпен өзгертеді?

8) Айналу жиілігін статор тогының жиілігін өзгерту арқылы реттеген кезде  $P=const$  болса, кернеуді қандай заңдылықпен өзгертеді?

### **Зертханалық жұмыс №6. Синхронды электр қозғалтқышын зерттеу**

Жұмыстың мақсаты: синхронды қозғалтқыштың жұмыстық қасиеттерін зерттеу.

Жұмыстың бағдарламасы:

1) Синхронды электр қозғалтқышын зерттеу үшін арналған сұлбаны оқып үйрену.

2) Қозғалтқыштың механикалық және электр механикалық сипаттамаларын түсіру керек.

3)  $\eta, \cos\varphi = f(M)$  тәуелділіктерін түсіру.

4) Бірнеше жұмыс режимдері үшін қозғалтқыштың энергетикалық диаграммаларын сызу керек.

5) Эксперимент мәліметтерін өңдеп, есеп беруге дайындалып және жұмыс бойынша қортынды жасау керек.

Жұмысқа түсінік беру:

Зертханалық жұмыста келесі модульдер пайдаланылады:

1) Синхронды электр қозғалтқышын зерттеуге арналған сұлба 6.1 суретте көрсетілген.

Берілген жұмыста зерттелетін синхронды қозғалтқыштың статор тізбегі, қоректендіруші модульдің 3x380 В шықпасына қуат өлшегіші және ток пен кернеу датчиктері арқылы қосылады.

Ротор тізбегіне МВ модулінің шықпасынан тұрақты кернеу беріледі. Ротордың екі фазасының орамалары параллель қосылады.

Ток пен кернеу датчиктерінің шықпалары, сондай-ақ ПЧН шықпасы кірме/шықпа модулінің ADC1, ADC2, ADC3 шықпаларына қосылады.

Тиристорлық түрлендіргіштің якорь тогының датчигі кірме/шықпа модулінің ADC4 кірмесіне жалғанады.

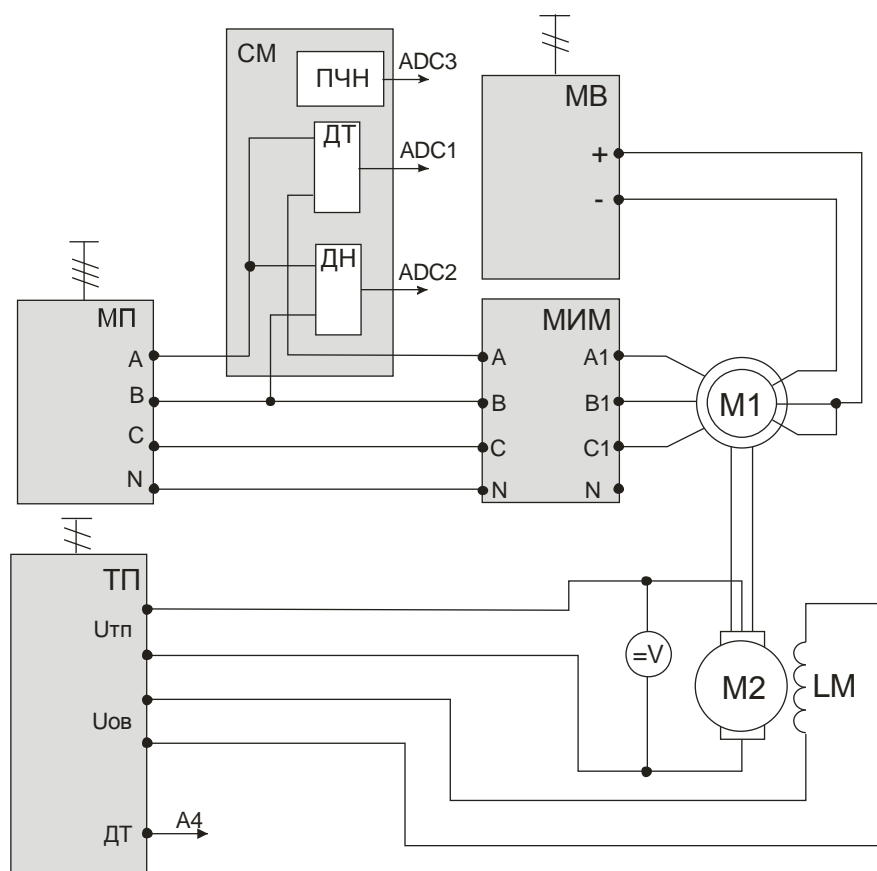
Жүктемелік машинаның міндетін тиристорлық түрлендіргішке қосылған тұрақты ток қозғалтқышы атқарады.

2) Зертханалық жұмысты орындамас бұрын модульдерді алғашқы қалпына келтіру керек:

- ТП модулінің «Сеть» ауыстырып қосқышын төменгі қалыпқа, SA2 ауыстырып қосқышын «Момент» қалыпқа, SA3-ті «Руч» қалыпқа, SA4 «НМ» қалыпқа, SA6 «Разрешение» төменгі қалыпқа қою керек;

- МВ модулінің «Сеть» ауыстырып қосқышын төменгі қалыпқа ауыстырып, SA1 ауыстырып қосқышын «Руч» қалыпқа ауыстырып, RP1-ді алынатын кернеудің минимуміне қою керек;

- жұмысты жеке компьютерде орындау үшін DeltaProfi бағдарламасын қосып және тиісті жұмысты таңдау керек.



6.1 сурет – Синхронды электр қозғалтқышын зерттеуге арналған сұлба

3) Қозғалтқыштың механикалық және электр механикалық сипаттамаларын түсіру.

Механикалық сипаттама қозғалтқыштың айналу жиілігінің қоздырушы ток тұрақты  $i = const$  болған кездегі қозғалтқыштың білігіндегі пайдалы моментке тәуелділігін  $\omega = f(M_B)$  көрсетеді, қозғалтқыштың электр

механикалық сипаттамасы айналу жиілігінің статор тогына тәуелділігін  $\omega=f(I_C)$  көрсетеді.

Тәжірибе келесі ретпен жүргізіледі:

- QF1, QF2 автоматты ажыратқыштарын қосып синхронды қозғалтқышқа кернеу беру керек;
- МВ модулінің «Сеть» кнопкасын қосу керек;
- МВ модулінің RP1 потенциометрімен қоздырушы ток беру керек – электр қозғалтқышы синхронды қозғалтқышқа тартылады;
- ТП модулінің «Сеть» кнопкасын қосу керек;
- ТП жұмысына рұқсат беріп (ауыстырып қосқыш SA6) және моментті беру бағытын (ТП модулінің SA5 ауыстырып қосқышы) таңдау керек;
- RP1 потенциометрімен жүктеме моментін беріп, қозғалтқыш режимінен бірнеше нүкте түсіру керек. Моменттің бағытын өзгертіп (ТП модуліндегі SA5 ауыстырып қосқышы), генератор режимінен бірнеше нүкте түсіру керек. Тәжірибе жүргізіп жатқан кезде ТТҚ якорь тогын бақылап отыру керек. Ол 1.5 А аспауы керек.

Тәжірибе мәліметтерін 6.1 кестеге жазу керек.

6.1 кесте

$n, \text{ айн/мин}$					
$I_p, \text{ A}$					
$U_\phi, \text{ B}$					
$I_C, \text{ A}$					
$P_C, \text{ Вт}$					
$\omega, \text{ 1/с}$					
$S, \text{ В}\cdot\text{A}$					
$\cos\varphi$					
$\Delta P_{\text{элст}}, \text{ Вт}$					
$\Delta P_{\text{элр}}, \text{ Вт}$					
$\Delta P_{\text{элск}}, \text{ Вт}$					
$P_B, \text{ Вт}$					
$M_B, \text{ Н}\cdot\text{м}$					
$\eta$					

Тәжірибені орындап болғаннан соң модульдердің барлық ауыстырып қосқыштарын алғашқы қалпына қою керек.

4) Есептеу формулалары.

Қозғалтқыштың айналу жиілігі 1/с

$$\omega = \frac{2\pi}{60}.$$

Желіден тұтынатын толық қуат ВА

$$S = 3U_{\phi} I_{\phi}.$$

Электр қозғалтқышының қуат коэффициенті

$$\cos \varphi = \frac{P_{ж}}{S},$$

мұнда  $P_{ж}$  – желіден тұтынатын активті қуат Вт.

Статор тізбегіндегі электрлік шығындар Вт

$$\Delta P_{элст} = 3I_{\phi}^2 r_c,$$

мұнда  $r_c$  – статор орамасы фазасының кедергісі, Ом (Б қосымшасы).

Ротор тізбегіндегі электрлік шығындар Вт

$$\Delta P_{элр} = I_p^2 r_p,$$

мұнда  $r_p$  – ротор тізбегінің активті кедергісі Ом.

Ротор тізбегінің кедергісі ротор фазасын және фаза кедергісін жалғау сұлбасына байланысты есептелінеді,  $r_p = 25$  Ом.

Қозғалтқыштың білігіндегі пайдалы қуат Вт

$$P_B = P_C - \Delta P_{элст} - \Delta P_{элр} - \Delta P_{мех.ск},$$

мұнда  $\Delta P_{мех.ск}$  – синхронды қозғалтқыштың механикалық шығыны, Вт

$$\Delta P_{мехск} = \Delta P_{мехак},$$

мұнда  $\Delta P_{мехак}$  – асинхронды қозғалтқыштың механикалық шығыны Вт (В қосымшасы), Вт.

$$M_B = \frac{P_B}{\omega}.$$

Электр қозғалтқышының қозғалтқыш режиміндегі пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{P_B}{P_C}.$$

Генератор режиміндегі пайдалы әсер коэффициенті

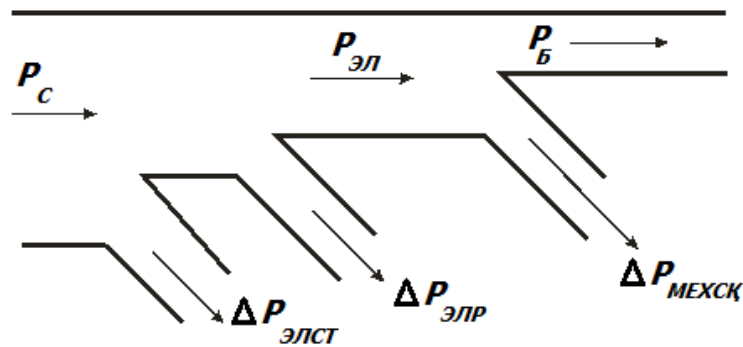
$$\eta = \frac{P_C}{P_B}.$$

Тәжірибе мәліметтері бойынша механикалық, электр механикалық сипаттамалардың, сондай-ақ  $\eta$ ,  $\cos \varphi = f(M_B)$  тәуелділіктерін тұрғызындар.

5) Энергетикалық диаграммаларды тұрғызу.

Зертханалық жұмыста қозғалтқыш, генератор режимдері үшін, сондай-ақ бос жүріс және идеальды бос жүріс режимдеріне диаграмма тұрғызу керек.

Қозғалтқыш режимі үшін тұрғызылған диаграммалар ретінде 6.2 суретте көрсетілген.



6.2 сурет – СМ қозғалтқыш режимі үшін тұрғызылған энергетикалық диаграмма

Нақты нүкте үшін есептеу нәтижесін 6.2 кестеге жазу керек.

6.2 кесте

$\omega$	$M_B$	$P_C$	$\Delta P_{\text{элст}}$	$\Delta P_{\text{элр}}$	$\Delta P_{\text{мех.сж}}$	$P_B$
$1/c$	$H \cdot m$	$Bm$	$Bm$	$Bm$	$Bm$	$Bm$

Бақылау сұрақтары:

- 1) Ротор тізбегіне берілетін қоздырушы кернеудің полярлығының мәні барма?
- 2) Қоректендіруші желінің кернеуінің төмендеуі синхронды қозғалтқыштың моментін қалай өзгертеді?
- 3) Синхронды қозғалтқышты жүргізудің қандай әдістері бар?
- 4) Қоздырушы тоқты өсірген кезде статор тогы қалай өзгереді?
- 5) Синхронды қозғалтқыштың  $U$  – тәріздес сипаттамасы деген не?
- 6) Синхронды қозғалтқыштың жұмыстық сипаттамалары деген не?
- 7) Синхронды қозғалтқыштың асинхронды қозғалтқышпен салыстырғанда қандай артықшылығы бар?
- 8) Синхронды қозғалтқыштың қандай кемшіліктері болады?

## А қосымшасы

### Электр машинасының құжаттық және есептік мәліметтері

А.1 кесте - Тұрақты ток машинасының құжаттық мәліметтері

Параметрлердің атауы	Мәндері
Типі	ПЛ-072
Қуаты $Bm$	180
Якорь орамасын қоректендіретін номинал кернеу $B$	220
Қоздырушы ораманы қоректендіретін номинал кернеу $B$	200
Номинал айналу жиілігі $айн / мин$	1500
Якорьдің номинал тогы $A$	1,3
ПӘК	0,63
Массасы кг	7,65
Якорь орамасының кедергісі $R_{я.20^{\circ}C}$ (есептік шамасы) $Ом$	17,5
Қоздырушы ораманың кедергісі $R_{кко.20^{\circ}C}$ (есептік шамасы) $Ом$	820
Механикалық шығындар, $P_{мехТТ}$ $Bm$	15

А.2 кесте - фазалық/ қысқаша тұйықталған роторлы асинхронды қозғалтқыштың құжаттық және есептік мәліметтері

Параметрлердің атауы	Мәндері
Типі	$AIS71BYU / AIP63B4Y3$
Қуаты $Bm$	370
Статор орамасын қоректендіретін номинал кернеу $B, \Delta Y$	380
Номинал айналу жиілігі $айн / мин$	1320/1370
Статор фазасының номинал тогы $A$	1,18/1,37
$\cos \varphi$	0,7
Номинал момент $H \cdot м$	1,4
Статордың активті кедергісі $r_{1,27^{\circ}C}$ $Ом$	19
Механикалық шығындар $P_{мехАД}$ , $Bm$	11
Бос жүріс моменті $M_o$ , $H \cdot м$	0,07
Номинал кернеу кезіндегі статор өзекшесіндегі шығындары $\Delta P_{CT1}$ , $Bm$	4,75

Ескерту! Табиғи, сондай-ақ жасанды механикалық шығындарды, төмендетілген кернеу кезінде түсірген дұрыс, сонан соң формула бойынша моментті қайта есептеу керек

$$U = 220V, M = M_m \cdot (380 \setminus 220)^2 \approx M_m \cdot 3.$$

А.3 кесте - Импульстік жылдамдық датчигінің құжаттық мәліметтері

Параметрлердің атауы	Мәндері
Типі	<i>TRD – S500VD</i>
Қоректендіру кернеуі <i>B</i>	5
Рұқсат етуші қабілеті <i>имп/ айн</i>	4,75



## Әдебиеттер тізімі

1. Мустафин. М.А. , Алмуратова Н.К. Электропривод. Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 050718 – Электроэнергетика.- Алматы: АИЭС, 2007.–59 с.
2. Мустафин М.А, Гали К.О., Алмуратова Н.К. Электр жетегі. 050718 – Электроэнергетика мамандығының барлық оқу түрінің студенттері үшін курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқау. – Алматы: АЭЖБИ, 2007.-21 б.
3. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода. - СПб.: Энергоатомиздат, 2000. - 496 с.
4. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. – М.: Энергоатомиздат, 2000. - 416 с.
5. Алексеев С.Б. Регулируемый электропривод. Методические указания к выполнению виртуальных лабораторных работ для студентов всех форм обучения специальности 050718 – Электроэнергетика. – Алматы: АИЭС, 2009. – 27 с.

Сагитов Пулат Исмаилович  
Гали Какимжан Оралович

## ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІ

5B071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне  
зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулықтар

Редактор Ж.Изтелеуова

Стандарттау бойынша маман Молдабекова Н.Қ.

\_\_\_.\_\_\_. басуға қол қойылды

Пішіні 60x84 1/16

Таралымы 150 дана.

№1 баспа қағаз

Көлемі 2,3 оқу.-бас. ә.

Тапсырыс \_\_\_\_. Бағасы 1150тг.

«Алматы энергетика және байланыс университеті»  
Коммерциялық емес акционерлік қоғамының  
көшірмелі – көбейткіш бюросы  
050013, Байтұрсынұлы көшесі, 126