

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Электр машиналары және электр желісі
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Жамалова К.М., Ғ.ғ.к., доценті
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« » 20 ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: PID контролері арқылы қосымашы
резервуарларға сымалдық деңгеймен басқару
мересім жобалау

53071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша
Орындаған Балкыев Э. ЭАТҚз-14
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші Чобеев Ю.А., Ғ.ғ.к., профессор
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Чобеев Ю.А. « 18 » мамыр 20 18 ж.
(колы)

Пікір жазушы:

тех. ғал. канд., доценті Егзезова А.Т.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Егзезова А.Т. « 30 » 05 20 18 ж.
(колы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

Тасуақарова А.С. Ғ.ғ.к., аға оқытушы

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Тасуақарова А.С. « 25 » маус 20 18 ж.
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Жошпенко Э.М. аға оқытушы

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Жошпенко Э.М. « 25 » 05 20 18 ж.
(колы)

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

ЭЭЭТ

институты
мамандығы
кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Байқошев Ерман Сақенович

(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы PID контроллері арқылы қосыматын резервуарларда сұйықтық деңгейін басқару тиімсізін моделдеу

ректордың « 30 » 11.2017 м № 187 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 18 » сәуір 20 18 ж.

Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Мощн. қуат $P_n = 2500 \text{ Вт}$; $n_n = 2200 \text{ айн/мин}$;
 $n_{\text{max}} = 4000 \text{ айн/мин}$; $R'_e = 1,77 \text{ Ом}$; $L_g = 0,3 \text{ мГн}$;
 $\eta_{\text{ПД}} = 76 \%$.

Диплом жұмысындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны:

Дипломдық жұмыста тұрақты ток қозғалтқышының моделдеуіне арналған сәйкестендіруші, әді-әді реттеуші шұрылді қарастырылған. Электр желісінің электр механикалық тұрақты уақытты сәйкестендіру, оның мынасы сияқты шамалардан алу қарастырылған.

ДИПЛОМ ЖҰМЫСЫН ДАЙЫНДАУ
К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	Өзін-өзі реттеу мүшелерінің заманасуы түрлері	11.12.17	<i>[Signature]</i>
2	Өзін-өзі реттейтін басқару мүшесіне талпын келтіретін	25.12.17	<i>[Signature]</i>
3	Электр механикалық мүшелерді зерттеу	18.01.18	<i>[Signature]</i>
4	Ауданалық құрылымдар электр механикалық мүшелерді тұртыу	02.02.18	<i>[Signature]</i>
5	PID реттеуші бар мүшелер	07.03.18	<i>[Signature]</i>
6	Спектрлердің амплитудасы оларға сәйкестендіру мүшелері	15.03.18	<i>[Signature]</i>
7	Модем сигналдарын алу	24.04.18	<i>[Signature]</i>
8	Модемдік теңгерімді дәлдету	10.05.18	<i>[Signature]</i>
9	Өзін-өзі реттейтін қабілетті	15.05.18	<i>[Signature]</i>

Тапсырманың берілген уақыты « 11 » 12 2018 ж.

Кафедра меңгерушісі

(қолы)

Жаппарова К.М. Т.З.К.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі

(қолы)

Мойбаев Ж.А. Т.З.К.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент

(қолы)

Балжығов Е

(аты -жөні)

АНДАТПА

Осы дипломдық жұмыста тұрақты тоқтың қозғалтқыш жылдамдығына сәйкес реттелуге арналған сәйкестендіруді өздігінен реттелудің жан-жақты түрі қарастырылған. Арнайы бөлімде өздігінен реттелу жүйесіне талдау жүргізілген. Электр жетегінің электрмеханикалық тұрақты уақытын сәйкестендірудегі талдау және өзін-өзі реттеу жүйесінің құрылымдық кестесі қарастырылған.

Экономика бөлімде өзін-өзі реттеу жүйесінің басқару жетегін енгізу мен жасаудың тұтастығына негізделген, және өндіріске енгізгендегі экономикалық тиімділігі көрсетілген.

Еңбекті қорғау және өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде персоналдардың электр қауіпсіздіктері шаралары туралы қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломной работе рассмотрена разработка универсальной системы с идентификационной самонастройкой для управления скоростью двигателя постоянного тока. В специальной части проведен анализ самонастраивающихся систем, разработаны алгоритм идентификаций электромеханической постоянной времени электропривода и структурной схемы самонастраивающейся системы. Проведены экспериментальные исследования работы электромеханической системы робота.

В экономическом разделе обоснована целесообразность разработки и внедрения самонастраивающихся систем управляемые привода и показан экономический эффект от их внедрения в производство.

В разделе охраны труда и безопасности жизнедеятельности проведены мероприятия по электробезопасности обслуживающего персонала.

ANNOTATION

In this thesis development of a universal system with identification self-tuning for controlling the speed of a DC (direct current) motor is considered. In a special part, an analysis of self-tuning systems is performed, an algorithm for identifying the electromechanical time constant of the electric drive and the structural diagram of the self-adjusting system is developed. Experimental studies of the work of the electromechanical system of the robot are carried out.

In the economic section, the expediency of development and introduction of self-adjusting systems of controlled drives is justified and the economic effect from their introduction into production is fulfilled.

In the section on labor protection and life safety, measures were taken to ensure electrical safety of maintenance personnel.

Кіріспе

Заманауи автоматтандырылған өндіріс уақыт өткен сайын автоматтандырылған және роботтандырылған құрылғылардың, оның ішінде функционалдық сенімділік және тиімділік сияқты техникалық қасиеттерге жоғары талаптар қоюда. Өз кезегінде бұл көрсеткіштер көп жағдайда электржетекте қолданылатын орындау жүйесінің сапасымен анықталады. Өндірістік робот жетектерінің негізгі талаптарына мыналар жатады: жылдамдықты қосудағы тез әрекет және жоғары нақтылық, қозғалыстың бірқалыптылығы, жүктеменің инерция сәті қабілеттілігін қамтамасыз ету және қозғалыстың берілген көрсеткіш сапасының әрекеттілігін статикалық сәттегі өзгерісі.

Жетектердің әртүрлі типтері арасында, көбінесе өндірістік роботтарда бүгінгі күнде олардың реттегіштік қасиеті және тұйықталған жүйелердің қарапайымдылығымен байланысты тұрақты тоқ қозғалтқыш базасындағы электрлік жетектерде кең таралған. Тұрақты тоқ қозғалтқышының теориялық және практикалық автоматты басқару аймағында салыстырмалы түрдегі жоғары жетістігіне қарамастан көптеген мәселелер туындайды. Солардың бірі болып көптеген қозғалтқыштармен жұмыс істеуге қабілеті мен жылдамдықты басқарудың жан жақты және әмбебап жүйесін жасау табылады. Осылайша соңғы жұмыстарда көбінесе басқарудың адаптерлік өзі реттейтін жүйесіне (ӨРЖ) көбірек назар аударылуда.

Дәл осы ӨРЖ белсенді өзін өзі реттеуде (идентификациямен) толық түрде әмбебап және жүйенің өзгеріссіз параметрлерімен, қуаттылығымен, сондай-ақ берілген жүктемеге сай ерекшеленетін бірқатар қозғалтқыштарды басқаруға лайықты. Бұл тенденция өндірістік электроника саласымен, сондай-ақ компьютерлік техника саласында бір жағынан микропроцессорде жазылған бағдарлама түріндегі басқарушы блог ретінде, екінші жағынан электромеханикалық жүйенің модельдеуін жоғары жылдамдықпен және нақтылықпен шығаратын ашылған және үнемі жетілдіріп отыратын мүмкіндіктерімен қамтамасыз етілген. Жүйені басқарудағы әмбебап игерудегі негізгі себебі, динамикалық үдерісте көптеген автоматика жүйесіндегі электржетектер және өндірістік роботтар бірдей құрылымдық модельмен сипатталады және осындай электржетектерге біркелкі режим жұмысында берілген жылдамдыққа дейінгі екпін, берілген жылдамдықты реттейтін реверс немесе басқа жылдамдыққа ауысуы тән. Алайда өзі реттелетін жүйе идентификациясымен теориясы мен практикасы, тұрақты тоқ электржетегінде қолданылуы қазіргі уақытта толықтай жетіле қойған жоқ.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	6
1 ЖОБАЛАУ ЕСЕБІН ҚҰРУ	
1.1 Заманауи жүйелердің өзін-өзі реттеу жағдайында құрылымдық әдістерін және жүйелерінің ағымдағы жағдайын талдамалық шолу.....	10
1.2 Өзін-өзі реттейтін басқару жүйесін синтездеуге жалпы көзқарас	14
2 БАСҚАРУ ОБЪЕКТІСІ. ЭЛЕКТРМЕХАНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ЗЕРТТЕУДЕГІ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАР	
2.1 Қозғалтқыш моделін таңдауға жалпы көзқарас. Басқару объектісінің моделі.....	18
2.2 Міндеттер мен құралдарды модельдеу.....	22
3 АУЫСПАЛЫ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖӘНЕ АУЫСПАЛЫ КҮШЕЙТУ КОЭФФИЦИЕНТІНІҢ ЖҮЙЕЛЕРІН СИНТЕЗДЕУ МЕН ТАЛДАУ	
3.1 Ауыспалы құрылымдық жылдамдықты реттеудегі жүйелерді әзірлеу.....	27
3.2 Ауыспалы құрылымдық электромеханикалық жүйелерді зерттеу.....	36
3.3 Ауыспалы күшейткіш коэффициентімен ПИД реттегіші бар жүйе.	45
4 ӨЗІН ӨЗІ СӘЙКЕСТЕНДІРУДЕГІ ЭЛЕКТРЖЕТЕК ЖЫЛДАМДЫҒЫНЫҢ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ	
4.1 Жүйенің өзін-өзі реттеудегі объектті сәйкестендіру параметрлері.....	49
4.2 Спектрлік анықтауышпен сәйкестендіру жүйесі.....	50
4.3 Жылдамдық және ток датчиктерімен сәйкестендіру жүйесі.....	55
4.4 Өзін-өзі сәйкестендірудегі басқару жүйесі.	58
5 ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУ	
5.1 Электромеханикалық жүйе жұмысындағы қолданылатын тұрақты ток озғалтқыштары.....	69
5.2 Кәсіпорында электрондық құрылғыларды автоматтандыру жұмыстарының қорытындыларын сынақтан өткізу.....	70
6 ӨМІР СҰРУ ҚАУІПСІЗДІГІ	
6.1 Кәсіпорынның қоршаған ортаға әсерін бағалау.....	76
6.2 Кәсіпорынның персоналдың құрылғыларындағы технологиялық жабдықты пайдалану кезінде жұмыс жағдайын талдау.	79
6.2.1 Кәсіпорынның санитарлық-қорғау аймағы.	82
6.2.2 Жылжымалы цехта шу мен дірілден қорғау. Акустикалық есептеу.....	85
6.2.3 Нөлденуді есептеу. Электр қауіпсіздігіндегі сұрақтарды әзірлеу	88
7 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМІ	
7.1 Энергетиканы басқаруда ЭЕМ пайдалану.....	93

7.2 Технологиялық процестерді басқаруда есептеуіш техниканы пайдаланудың экономикалық тиімділігін бағалау.	95
7.3.Инвестициялардың қаржы-экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері.....	100
ҚОРЫТЫНДЫ.....	105
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	106

1. Жобалау есебін құру

1.1 Заманауи жүйелердің өзін-өзі реттеу жағдайында құрылымдық әдістерін және жүйелерінің ағымдағы жағдайын талдамалық шолу

Динамикалық объектілерді инвариантты және оңтайлы басқаруда, күрделі есептерді шешудің тұрақты бақылауындағы сызықты емес теорияларының заманауи әдістері. Қазіргі кезде электр қозғалтқышының жылдамдығын реттеу кезінде және қолдануда сызықтық емес элементтерді басқару жүйесінде артықшылықтар беріледі, басқару параметрлерінің контурының өзгеруіне мүмкіндік береді, сондай-ақ қозғалыс процесінде олардың құрылымы, сызықты жүйелерді реттеудегі ең жақсы мінездемелерді қамтамасыз етуін салыстыру, қозғалыс сапасының көрсеткіштері біз ойлаған жетістіктерге жету мүмкін еместігі статикалық және динамикалық түрде де мүмкін емес.

Сызықты емес автоматтандырылған басқару жүйелерін талдау мен синтездеуге байланысты жұмыс желілік жүйелерге қатысты жүйелердің маңызды артықшылықтарын атап көрсетеді, мысалы жабық жүйенің жоғары динамикалық және статикалық сипаттамаларының бейімделуін, өзін-өзі реттеуің қамтамасыз ету мүмкіндітері болып саналады.

Қазіргі уақытта сызықты емес басқару жүйелерін синтездеу теориясында бірнеше озық үрдістерді таңдауға болады, бұл айнымалы процестерге қатысты өтпелі процестерді қажетті сапалық көрсеткіштерімен, сондай-ақ айнымалы нысан сипаттамалары мен бақыланбайтын бұзылуларға қатысты инвариантты қамтамасыз ету мүмкіндігін береді.

Бірінші бағыт - айнымалы құрылымы бар жүйелерді синтездеу теориясы және де атап айтқанда, объектінің әртүрлі жағдайына қатысты сырғанау режимдерін ұйымдастыру арқылы басқару жүйелері.

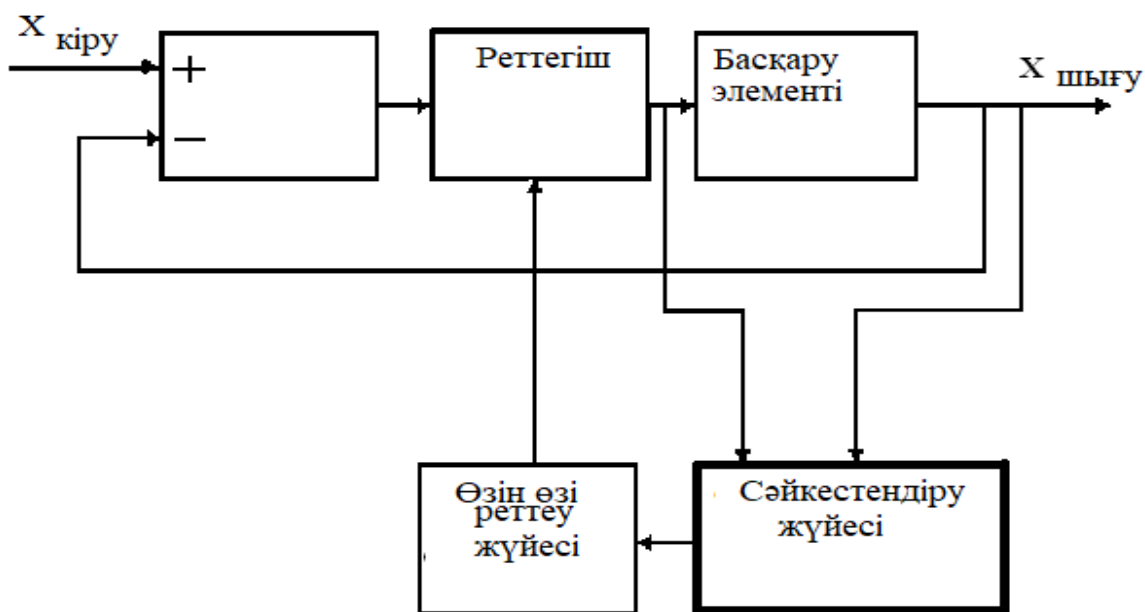
Екінші бағыт - бейімделу жүйелерін синтездеу теориясы. Осындай жүйелерді құрудың жалпы принципі сезімталдықты барынша азайтуды немесе идеалды жағдайда, шығыс шамаларының толық инвариантты тікелей бақылауға жатпайтын жүйеге әсер етуінде уақытша сыртқы әсерлерден өзгеруінің функциясы ретінде.

Үшінші бағыт – үлкен коэффициенттік күшейтілу қолданылғанда шығыс туындыларының жүйелерін синтездеу теориясына бағытталған.

Сызықты бақылау жүйелерін қолданбалы қосымшалар тұрғысы жағынан да, жүйелерді талдау мен синтездеуге арналған осындай жалпы теориялық көзқарастың жіктелуіне қатысты басқа да тәсілдері бар.

Осылайша, автоматты басқару жүйелерінде кездесетін сызықты емес түзеткіш құрылғылары үш топқа бөлінуі мүмкін: сызықты емес төртұштықтар, параллельді әрекет және сызықты емес бақылау заңдары, олар жүйенің өзгермейтін бөлігінің элементтерін пайдаланатын сызықты

емес түзеткіш құрылғылар. Өз кезегінде, әр топтың әрекет ету принципіне қарай бірнеше топқа бөлуге болады.



1.1.1 сурет - Идентификацияланған өзін-өзі реттейтін жүйенің жалпыланған сұлбасы

Квази стационарлы жағдайға сәйкес, қажетті өлшемдер, есептер, реттеушінің параметрлерін түзетуді жүзеге асырған кездегі уақыт интервалы $t_i < t \leq t_{i+1}$ бар және осында қайта құрудан туындаған өтпелі процестер аяқталған деп есептеледі. Бұл интервалда объектінің параметрлерінің өзгеруі ескерілмейді және басқару нысаны стационарлық болып саналады. Қазіргі замандағы микропроцессорлық басқару жүйесінің параметрлері аз мөлшерде өзгертін уақыт аралығында істейтін және жүйе ағымдағы өлшеу жұмысын қалыптастыру үшін жеткілікті уақыты бар және жылдамдығын есептеуде, түзетуге, бақылауға қол жеткізуге болады. Алайда, жоғары дәлдіктегі нұсқаулық сигналына қол жеткізу тұрақты сәйкестендіруді көздейді, ал кездейсоқтықты ескерсек сыртқы кіріс әсерлерінен және жүргізу параметрлерінде, нақты бақылауды сәйкестендірудің бастапқы жүктелуіне негізделген жетегінің квази-стационарлық параметр жағдайында шешу мүмкін емес. Қозғалтқышқа қатысты квази стационарлық жетек параметрлерін, шығыс айнымалыларын, олардың туындыларын, интегралдар мен квази стационарлық туындыларды ғана емес, сонымен қатар өздеріндегі параметрлерінің жетек интегралдарын қажет етеді. Жүйедегі электржетегі үшін жобалау режимін шығару талаптары статикалық болып табылады, өздігінен реттелмей және қажетті динамикалық көрсеткіштерді есепке ала отырып, жүйенің параметрлері үшін конфигурацияланған реттеушінің болуын, мысалы, бірінші түрдегі

өзін-өзі реттейтін жүйелерде немесе жалпы қозғалтқыштың шығу алгоритмінде алдын ала орнатылған режимге ауысады.

Көптеген жағдайларда статикалық режимді тұрақтандыру, үлкен ілмектер мен сызықтық реттегіштерде жеткілікті, мысалы ПИ контроллері, сондықтан да көптеген өнеркәсіптік роботтардың электр жетектері үшін статикалық режимде жұмыс істейтін жүйесін енгізу маңызды емес. Сондықтан, жүйенің әмбебаптығына жету үшін уақытша режимдерде сәйкестендіру операцияларын орындау қажет. Өзін-өзі сәйкестендіру жүйесі бар жүйелердің практикалық мүмкіндігін анықтауда маңызды мәселе басқару объектісін сәйкестендіру мәселесі болып табылады.

Егер бақылау объектісі сызықты байланыс болса, онда объектінің теңдеу тәртібінде кіріс сигналын білуге, сондай-ақ бастапқы шарттарға байланысты өтпелі реакцияның бірнеше өлшемін орындағаннан кейін бірден анықтауға болады. Кіріс және шығыс сигналдары бойынша сызықтық байланыс параметрлерін анықтау әдістерінен спектралды анықтауын атап өту керек. Идентификациялау әдісі спектрлік әдістер тобына жатады. Бағалауға жататын $x(t)$ функциясы келесідей:

$$x(t) = \sum_{i=0}^n c_i Z_i(t), \quad (1.1.1)$$

Мұнда коэффициенттері Лагердің спектірін құрайды және ара қатынасынан анықталады:

$$c_i = \int_0^t x(t) Z_i(t) dt = \int_0^t x(t) Z_i(t) \sqrt{m} \exp(-mt/2) dt \quad (1.1.2)$$

Z_i функциялары Лагердің полиномы Лаплас түрлендірулерінде келесі форманы қабылдайды:

$$Z_i(s) = \int_0^t Z_i(T-t) \exp(-ts) dt = \sqrt{m} \exp(-m\tau/2) \int_0^\infty Z_i(T-t) \exp(t(m/2-s)) dt \quad (1.1.3)$$

Айта кету керек, құрылымдық сұлба басқару c_i коэффициенттерін бақылау объектісінің шығуынан сигнал арқылы жүзеге асырылады. Сондай-ақ, басқару объектісі c_i коэффициенттерінде жақындатылған басқару нысанында функциясының коэффициенттерін қайта есептеу үшін формулалар беріледі. Айналымның функциясының сәйкестендіру нәтижелеріне байланысты қозғалу кезінде өзгеруі және басқарушы объектінің өзара беру функциясы болып табылатын реттеуші ұсынылады. Лагердің спектрін анықтаушы сүзгілерін операциялық күшейткіштер негізінде жүзеге асыруға болады.

Жоғарыда айтылғандай, осы тәсілдің кемшілігі өзін-өзі реттеусіз ағымдағы режим жүйесінде квази тұрақты-жекеленуі мен шығуға жүктелген жағдайлары болып табылады. Сондай-ақ, тұрақты тоқтағы электржетегін бақылау үшін құрылымдық сұлбалар түріндегі қолданбалар жоқтың қасы. Оның салдарынан тұрақты тоқтағы электржетек сызықсыз жүйе болып табылатынын ескере кетейік, ал бұл әдіс сызықтық жүйелер үшін ғана жарамды болып табылады, осы әдіспен сәйкестендіру дәлдігін бағалау шарттарын және өндірістік роботтарда пайдаланылатын жетектердің түрі үшін осы әдісті қолданудың жалпы мүмкіндігін анықтау үшін қажет екенін шын мәнінде атап өткен жөн.

ӨРЖ бойынша танымал зерттеулерге шолу жасай отырып, осы бағыттағы дамудың алғы шарттары сандық өнеркәсіптік жабдықтардың, ең алдымен микропроцессордың әлемдік және отандық өндірісінің үлкен жетістіктері екенін атап өту керек. Микропроцессорларды қозғалтқыштың басқару циклына қосу нақты уақыт режимінің күрделі функционалдық міндеттерін шешуге мүмкіндік береді, ал қазіргі заманғы микропроцессорлардың өнімділігі өнеркәсіптік роботтарда электр жетектерінің кең спектрінде осындай проблемаларды шешуге мүмкіндік береді.

1.2 Өзін-өзі реттейтін басқару жүйесін жалпы талдау

Сызықтық емес объектілермен бірге жылдам әрекет етуде, отын немесе энергияны тұтыну бойынша оңтайлы немесе квази-оптималды басқару жүйелерін синтездеу әдістері сызықты емес түзеткіш құралдарының көмегімен сызбалық бақылау заңдарыда міндетті түрде басшылық етеді.

Жоғарыда айтылғандай, басқару объектісінің сызықты емес екендігі, сондай-ақ жоғары динамикалық және статикалық сипаттамаларға қол жеткізген қасиеттердің сызықты емес алдында сызықсыз басқару жүйелерінің негізсіз артықшылығына байланысты өнеркәсіптік роботтың электр жетегін басқару жүйесінің негізінен сызықтық емес элементтерге негізделген және сызықты емес бақылау алгоритмдерін пайдалану керек.

Өзін-өзі реттейтін жүйені синтездеу процесінде екі түрлі мәселені шешу қажет. Осылайша, сызықты емес әдістер бойынша жетектің динамикалық және статикалық сипаттамаларының жоғары сапалы көрсеткіштерін қамтамасыз етуде және осы басқару жүйесінің әмбебаптығы мен бірігуін қамтамасыз етуі үшін алынған ақпаратты жылдамдық реттеуші бір уақытта түзету арқылы өтпелі процестің жетек параметрлерін анықтау алгоритмін әзірлеу қажет.

Осы жұмыс барысында электр жетегінің параметрлерін анықтау үшін оңтайлы алгоритмді табу бойынша зерттеулер жүргізілді. Әлбетте, сыртқы

қозғалтқыштармен байланысты қозғалыс кезінде құндылығының өзгеруі мүмкін болатын электр жетегінің параметрлері ғана анықталуы керек.

Электрмагниттік уақыттың тұрақтылығы, қозғалтқыштың берілу коэффициенті, анкерлік тізбектің электр кедергісі сияқты параметрлер электрлік жетегіндегі инерция сәтінен және статикалық сәттен тәуелсіз болады. Бұл параметрлерді пайдаланудың интерфейстік режимінде микропроцессордың жадысында оңай есептелініп, жазылып алынады және жүйенің негізгі сипаттарының бірі болып табылады, ол пайдаланушыны дискінің кинематикалық және динамикалық параметрлерінде жүйелік параметрлерді есептеуді талап етеді.

Осылайша, параметрді сәйкестендіру мәселесі электрмеханикалық уақыттың тұрақты мәнін және қозғалтқыш білігіне статикалық айналымды анықтауын азайтады. Сонымен қатар, дамыған жүйенің дәлдігін жақсарту үшін сәйкестендірілетін параметрлердің өтпелі процесте өзгеруі мүмкін деп есептеледі.

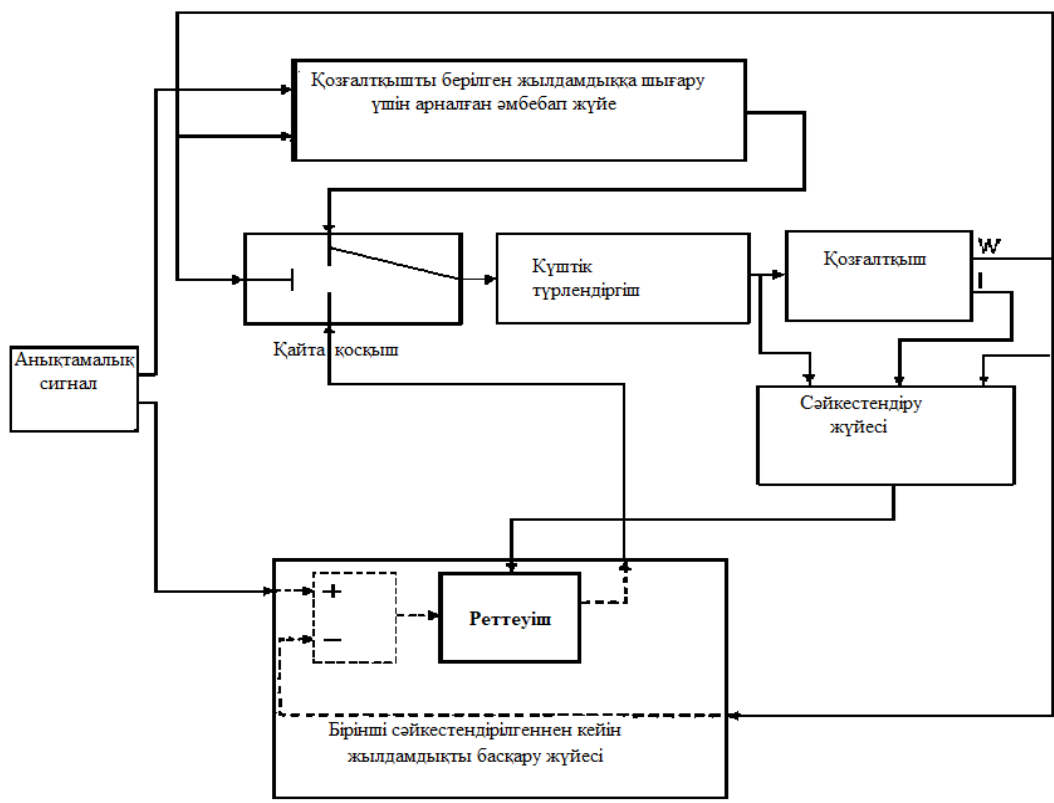
Зерттеулерде қозғалтқыштың бірінші және екінші ретті сызықтық байланысымен қозғалуын өтпелі реакцияның дәйекті бөліктерімен белгілі бақылау сигналымен, сілтемені жақындататын қозғалтқыштың параметрлерінің реттілігін анықтау арқылы жүргізілді. Тәжірибе көрсеткендей, егер $T_M > 50T_J$ болса, онда электр жетегінің апериодтық байланысы арқылы жақындауында нақты осы қозғалтқыштың өтпелі сипаттамасының бөлімдерінде осы сілтеменің уақытша тұрақты мәнін дәл анықтауға мүмкіндік береді. Дегенмен, қозғалысы кезінде T_M өзгеруі мүмкін және болжамды элементтердің тек бір бөлігін апериодтық байланыс арқылы аппроксимациялауға болатындығы туралы болжамда осы әдістің электрмеханикалық уақытын анықтау үшін қолдануға мүмкіндік бермейді. Қозғалтқышты екінші реттік тербелгіш байланысымен жақындату және осы сілтеменің параметрлерін өтпелі сипаттамалардың бөлімдері бойынша табу әр секцияның бастапқы шарттарында ескеру қажет болғандықтан, есептеудің көлемі мен олардың күрделілігі өте үлкен екенін көрсетті. Тіпті төрт сызықты емес теңдеулер жүйесін шешудің сандық әдістерін қолданғанда да, қазіргі заманғы микропроцессорлардағы осы тапсырманы уақытында шешу үшін талап етілетін компьютердің уақыты қолайсыз болады. Сонымен қатар, бұл мәселені шешу үшін жоғары дәлдік пен датчиктен ақпарат алудың кішігірім дискретті болуын талап етеді, бұл да осы сәйкестендіру әдісіне шектеулер енгізеді.

Танудың маңызды қиындықтары - өтпелі үдерісте қозғалтқыш білігіне статистикалық инерцияның айнымалы моменті дәл өлшенбейді, тек қол жетімді және жалпы қабылданған ағымдағы және жылдамдық датчигіне ие болып өлшеу мүмкін емес. Сонымен қатар, егер тек жылдамдық және ток датчигі болса, статикалық моментінің өзгеруі электрмеханикалық уақыттың тұрақты есептеуінің дәлдігіне әсер етеді. Зерттеулер нәтижесінде жылдамдық пен ток сенсорынан алынған мәліметтерді

пайдаланып, қазіргі заманғы аппараттық құралдарды қолдану арқылы практикада іске асыру үшін инерцияның айнымалы моментінің нақты мәндерін және өтпелі реакцияның кейбір шағын сегментіндегі статикалық сәттің мәнін есептеу қиынға соғады.

Нәтижесінде, жылдамдықты реттеуші түзетудің қажетті параметрлерін сәйкестендіретін параметрлер белгілі интегралдық функциялардан алынуы керек деген қорытынды шығаруға болады. Басқаша айтқанда, нақты мәндердің ретін емес, барлық өтпелі процесті сипаттайтын функцияның мәнін және сол арқылы анықталған параметрлердің белгілі бір орташалауын есептеу ұсынылады. Әлбетте, бұл жағдайда анықталған параметрлерден табылған интегралдық мәні мен нақты мәндермен бірдей мән арасында кейбір қателіктер байқалады. Бірақ жоғарыда көрсетілген қателік бағалануы мүмкін, сонымен қатар бұл қатенің қозғалтқыш уақытының тұрақты мәндері мен сыртқы әсерлердің мәндеріне тәуелділігін анықтау үшін зерттеу жүргізуге болады.

Осылайша, сызықты емес бақылау алгоритмдеріне қатысты өте маңызды қасиеттердің бірі сызықтық бақылау алгоритмімен салыстырғанда төмен сезімталдықты қамтамасыз ету мүмкіндігі болып табылады. Басқару нысанының параметрлерінің белгілі бір ауқымында жетектің динамикалық және статикалық сипаттары үшін өзгертілуіне алып келеді. Осы тұрғыдан алғанда тағы бір маңызды мәселе бар, басқару элементінің параметрлері қозғалыстың басталуына дейін ішінара белгісіз деп есептеледі, содан кейін белгілі бір жылдамдыққа қозғалтқышты жеделдету кейбір әмбебап алгоритм арқылы жүзеге асырылуы тиіс. Осылайша, өздігінен реттелетін басқару жүйесін құру міндетін сәйкестендіру функциясын табу үшін азаяды, оның мәні берілген қателігімен электржетек параметрлері туралы ақпарат береді. Басқару объектісінің параметрлерін өзгертуге сезімталдығы төмен сызықтық емес адаптивті басқару жүйесін әзірлеу, қозғалтқышты белгілі бір жылдамдықпен шығарудың әмбебап алгоритмін құру, қозғалыс басындағы параметрлердің белгісіздігін ескере отырып басқарылады.



1.2.1 сурет - Өзін-өзі реттейтін жүйені құрудың ұсынылатын принципі

Осылайша, өткізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша электр жетегінің өзін-өзі реттейтін басқару жүйесін синтездеудің жалпы әдіснамасын (тәсілін) тұжырымдау мүмкін болады. Осылайша, қозғалтқыштың параметрлеріне инвариантты жүйе бойынша берілген жылдамдықпен жеделдетілуге тиіс, бірақ жетектің бірінші динамикалық сәтіне дейін көрсетілген динамикалық сипаттамаларын қамтамасыз етеді. Өтпелі процесс барысында жүйенің шығыс айнымалы мәндерінің құны бірінші келіссөздері кезінде жылдамдығында реттеу орнатудағы параметр болып табылатын ажырамас сәйкестендіру мүмкіндігі үшін кіріс мәндері болуы тиіс. Бұл тәсілдің негізгі принципі қателіктің өтуін реттеуге есептелінген параметрдің бар дәлдігін, бірінші теңестіруден кейін күшіне енетін және өтпелі, режимдік аяқталатынында алдын ала белгіленген сапа көрсеткіштерін қамтамасыз етуде сызықты емес бейімді басқару жүйесі үшін рұқсат етілетін жылдамдық (статикалық) керек.

Бұл осындай алгоритмде мүмкін болатын кез-келген іске қосу кезінде, егер тек соңғы ауысымда зәкірдің кернеуі коммутациялары орындалғанда, қайтару немесе тоқтату кезінде жіберілуі мүмкін. ӨРЖ-ны ұсынудың ұсынылған құрылымы 1.2.1 суреттегі құрылымдық көрінісінен белгілі. Осылайша, сәйкестендіруді өздігінен реттейтін жүйелерді қарап шығудан бастап, тұрақты токты басқаруда қолданылатын ағымдағы сәйкестендіруді өздігінен реттейтін басқару жүйесін синтездеу мәселесі толығымен

дамымаған екенін ескеру керек. Бұл жағдай ДПТ бақылаусыз сыртқы әсерлері бар сызықты емес жүйе болып табылады және мұндай объектіні нақты уақыт ішінде қатесіз сәйкестендіру мүмкін емес. Демек, кез-келген сәйкестендіру әдісі қозғалтқыштың параметрлерін анықтау кезінде қате жібереді. Осылайша, негізгі мәселе - сәйкестендіру қателігі болғанда, ӨРЖ құрудың жалпы тәсілін жасау болып табылады.

2 Басқару объектісі. Электрмеханикалық жүйелерді зерттеудегі математикалық құралдар

2.1 Қозғалтқыш моделін таңдауға жалпы көзқарас. Басқару объектісінің моделі

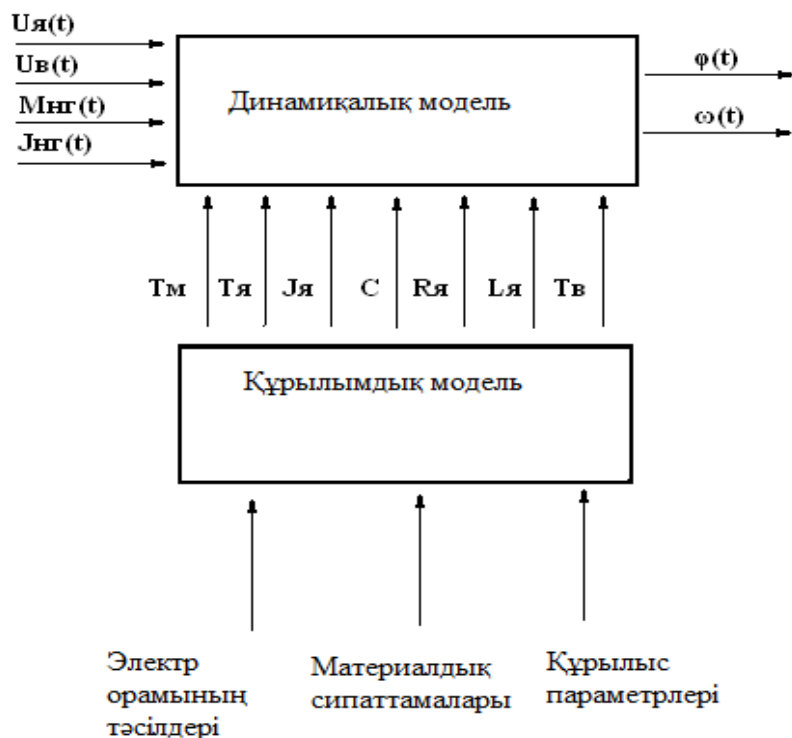
Өзін-өзі реттейтін басқару жүйесін алу үшін жұмыстың басты мақсаты барысында басқару объектісінің үлгісіне ерекше назар аудару керек. Бұл әмбебап жүйе болғандықтан, әртүрлі қозғалтқыштардың динамикасында дәл осындай модельмен сипатталу мүмкіндігін талдау маңызды.

Дегенмен, жобалау үдерісінде энергия да, ақпараттық процестер да көзге түспеуі керек. Ешқандай басқару сигналдары мен түзеткіш аспаптар жұмыс элементінің қажетті қозғалысын қамтамасыз ете алмайтыны анық, Алайда, егер ол жетектің қуат бөлігімен қамтамасыз етілмесе және керісінше, жетектің жетекші бөлігіне тиісті сигналдарды шығара алмаса жұмыс істейтін элементтің қуатпен мүмкін қозғалысы іске аспайды.

Электрмагниттік өзара әрекеттесудің сипаты бойынша атқарушы электр қозғалтқыштарының барлық конструкциялары келесі әдеттегі атаулармен екі үлкен топқа бөлінуі мүмкін: Лоренц типті қозғалтқыштар (ток күші бар ток өткізгіштері бар) және Максвелл типті қозғалтқыштар (күш ферромагниттік массаны орындайды және қозғайды). Лоренцтік түрі бойынша қозғалтқыштар тоқтағы электр қозғалтқыштары, синхронды қозғалтқыштар, Максвелл анық полюсті келмеу қозғалтқыштардың, толқын қозғалтқыштардың, реактивті қадамдар және редукторлы қозғалтқыштар үшін тұйықталған асинхронды электр қозғалтқыштары бар. Бұл әдіске қарамастан тірек кернеуін өзгерту арқылы жылдамдықты бақылауды жүзеге асыруын білдіреді, магниттік ағынын қозғау және өндіру әдісі үшін, қозғалтқыштың кез келген берілген түрінің жұмысын сипаттайтын тұрақты тоқтағы лоренциана моделінің түрінде құрылымы қаралатын болады.

Қозғалтқыштың сыртқы ортамен өзара әрекеттесудің әртүрлі формаларында, мысалы, динамика теңдеулері, жылу процестерінің теңдеулері, энергия процестерінің теңдеулері, теңдеулер жасаудың негізі құрылысының үлгісі болып табылады. Бұл модель әдетте қозғалтқыштың қуатын, динамикасын, массасы және басқа сипаттамаларын білдіретін осы конструкцияға негізделген орамдық қосылу әдісі, материалдық

сипаттамалары, конструкция параметрлері және басқа параметрлер сияқты қозғалтқыш дизайнының ерекшеліктері арасында байланыс орнатады. Мұндағы динамикалық модельді құрылыс үлгісінің кейбір аралық шығу сипаттамасы ретінде қарастырамыз. 2.1.1 сурет атқарушы мотордың динамикалық және құрылыс модельдерінің арасындағы байланысты көрсетеді.



2.1.1 сурет - Динамикалық және конструкциялық үлгілерді тәуелсіз қоздыру қозғалтқышының мысалын қолдану арқылы қосу

Дегенмен, динамикалық модельдің параметрлері қозғалтқыштың ерекшеліктеріне ғана емес, оның жұмыс режиміне қатысты корреляцияға да байланысты. Осылайша, электр жетегінің айнымалы динамикалық моделінің параметрлерін жасайтын бірнеше факторларды ажыратуға болады - бұл механикалық факторлар. Электр қозғалтқыштың моменттік токтарына сызықтық емес тәуелділікте тұратын электромагниттік процестермен анықталатын айнымалы мінезіне, сондай-ақ қозғалтқыш білігіне және статикалық сәтке, жүктеменің инерция сәтіне, айналу жиілігінің ЭҚК-не, магнит ағынының қозғауына ие. Жоғарыда айтылғандай, өзін-өзі реттейтін біртұтас басқару жүйесін жобалауда маңызды мәселе - бұл қозғалтқыш үлгісінің әмбебаптығы. Сипаттайтын айнымалылардың бұл моделінің әмбебап сұрағының сипатталуы төмендегідей деңгейімен шешіледі. Сыртқы әсерлермен (көрсетілген момент инерциясы мен статикалық момент) анықталатын электржетек параметрлері ауысуы ретінде қарастырылуы тиіс, ал қалған параметрлер электр жетектің

динамикалық теңдеуіне кіруі (индуктивті, зәкірлік тізбек, қозу ағынының, зәкірлік тізбектер қарсылығы, қозғалтқыштың берілу коэффициенті) тұрақты болады деп болжанады. Тұрақты тоқ қозғалтқышы келесі дифференциалдық теңдеулермен дәл сипатталады:

$$L_{\text{я}} \frac{dI_{\text{я}}}{dt} + I_{\text{я}} R_{\text{я}} + c \partial \Phi \omega = U_{\text{я}}; \quad (2.1.1)$$

$$J \frac{d\omega}{dt} - c \partial \Phi I_{\text{я}} = -M_{\text{с}}; \quad (2.1.2)$$

$$m \Phi = L \delta I_{\text{н}}; \quad (2.1.3)$$

$$L_{\text{в}} \frac{dI_{\text{н}}}{dt} + R_{\text{в}} I_{\text{н}} = U_{\text{в}}; \quad (2.1.4)$$

$$K_{\partial} = 1/c \partial \quad (2.1.5)$$

$$\frac{I_{\text{я}}^2 R_{\text{я}}}{A_{\text{я}}} = \theta_{\text{я}} + T_{\theta} \frac{d\theta}{dt}; \quad (2.1.6)$$

мұнда, $L_{\text{я}}$, $L_{\text{в}}$ - тізбекті және тізбекті зәкірлік индуктивтілігі; магнит ағынының шашырауын ескере отырып қозғалу;

$R_{\text{я}}$, $R_{\text{в}}$, - зәкірлік тізбектің белсенді кедергісі және өріс орамасының тізбегі;

$I_{\text{а}}$, $I_{\text{в}}$ - тізбектің зәкірлік тогы және қозғалу орама тізбегі;

$I_{\text{п}}$ қозғалу токының пайдалы компоненті;

$U_{\text{а}}$, $U_{\text{в}}$ - қозғалу тізбегі мен зәкірлік орамдарына қолданылатын кернеулер;

Φ - магниттік қозғалу ағыны;

$M_{\text{с}}$ - тиеу сәті;

J - жылжымалы бөліктердің инерция сәті;

$s_{\text{д}}$ - қозғалтқыштың конструкциялық константасы;

m - қозғау орамдарының бұрылыстарының саны;

$C_{\text{д}}$ - қозғалтқыштың беру коэффициенті;

$K_{\text{д}}$ - қозғалтқышты беру коэффициенті;

$\theta_{\text{я}}$ - зәкір температурасы;

$A_{\text{я}}$ - зәкірдің жылу беру коэффициенті;

T_{θ} - Зәкірдің тұрақты жылу беру уақыты. Сомасы $c \partial \Phi \omega$ өзінің кері мәнін көрсетеді - Э.Қ.К. қозғалтқышы, ал сомасы $c \partial \Phi I_{\text{я}}$ - қозғалтқыштың электрмагниттік моменті.

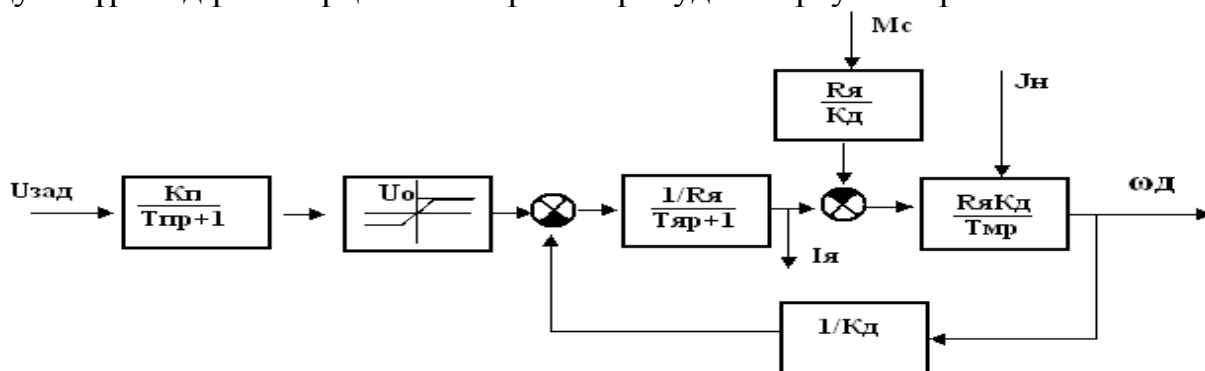
Жоғарыда аталған талдамаларда (2.1.1-2.1.6), сондай-ақ өзгеретін параметрлермен бірге қозғалтқыштардың құрамы инерция сәті мен сыртқы факторлармен анықталатын статикалық моментті, қозғалтқыштың өзінде пайда болатын электрмагниттік процестермен байланысты сызықтық емес екендігін көрсетеді. Қозғалтқыштың электрмагниттік параметрлеріне өзара байланыстыратын негізгі сызықты емес әрекеттер: ферромагниттік статор материалының магнитизациялау үрдісін қозғаушы ток, щеткалы түйін жинағындағы ұшқынмен және осы үрдістің айналу жылдамдығына тәуелділік, арматуралық реакция, айналу жылдамдығымен үйкеліс шығындарының ұлғаюы, шығыс ток шығындарының жоғарылауымен қозғалтқыштың компоненттерін жылытумен байланысты процестер, жылдамдықпен қуыс арматурасы бар қозғалтқыштардың басылған өткізгіштері. Осылайша, барлық сызықты емес есептерді ескеру үшін жеке қозғалтқыштың әрбіріне зерттеу жүргізіп, одан кейін басқару жүйесін жобалауға қозғалтқыш үлгісіне сәйкес параметрлік байланыстар жасау керек. Бұл зерттеуді көп қажет ететін және қозғалтқыш моделінің әмбебаптығын жоғалтуына байланысты бұл тәсіл қолайсыз.

Негізгі сұрақ – берілген тапсырма ішінен тұрақты ток қозғалтқышының моделін таңдау кезінде жоғары дәлдікті қамтамасыз ету. Осылайша, көбінесе өнеркәсіптік роботтарда кернеудің зәкірлік өзгеруімен басқарылатын кіші және орта қуатты жетектер қолданылады. Мәселенің бұл тұжырымына сүйене отыра, электрмагниттік сәтті қозғалтқыштың ағымына тікелей пропорционалды алсақ, ЭСК қарсы айналу жиілігіне тікелей пропорционалды және магнит өрісінің ағыны тұрақты болған жағдайда, мұндай қозғалтқыш үлгісі жеткілікті дәлдікпен электр қозғалтқышын дәл сипаттайды деген қорытынды жасауға болады:

M және ω бұрыштық жылдамдықтардағы шектеулерді ескере отырып, жоғарыда аталған кернеу мен ток шектеулердегі қатынастар (2.1.1) және (2.1.2) байланысты жылдамдық пен бұрыштық моменттің жанама шектеулері екенін атап өткен жөн. Қозғалтқыш моментінің тікелей шектеулеріне электр жетек бөліктерінің беріктік сипаттамалары, ең алдымен қозғалтқыш білігі жатады, бұл жүктеме мен циклдік жүктеме есебіне сәйкес келуі керек. Дегенмен, қозғалтқыш моментіне қарағанда, бұл шектеулер екі топқа бөлінеді. Бірінші топқа айналдыру кезінде пайда болатын тұрақты жүктемелерге қатысты шектеулер кіреді, бұл барлық ортадан шығатын жүктемелер. Екінші топқа барлық мүмкін резонанстық құбылыстар, сондай-ақ ресурспен байланысты шаршау құбылыстары, төтенше құбылыстары және мерзімді жүктемелерге қатысты шектеулер кіреді.

Жанама жылдамдықтың шектеулерінен стендтік әсерлерге қатысты шектеулер келтірілуі керек. Бұрыштық жылдамдық артқан кезде мойынтіректердегі, щеткалар блогында және қозғалтқыштың тиісті бөліктеріндегі желдеткіштің жоғалуы температураны көбейтеді. Сондай-ақ,

оқшаулау өткізгіш және құрылымдық материалдар өткелдер кезеңіне байланысты температуралардан басқа, магниттік материалдардың фазалық ауысуына байланысты температуралық шектеулер бар, бұл Кюри нүктесінен жоғары температурада ферромагнетиктердегі магниттелген күйді жоғалту болып табылады. Осы жерде негізгі динамикалық шектеулер және олармен байланысты параметрлер аяқталады. Өйткені келесі тарауларда талқыланған барлық синтезделген басқару жүйелерінде динамикалық параметрлер шектелген немесе зерттеулер қозғалтқышына қолданылатын кернеу сияқты шектеулермен жүзеге асырылады. Осылайша, қозғалтқыштың динамикалық процестерін сипаттайтын конструкциялық схема қозғалтқыштың динамикалық теңдеулерін, зәкір кернеуін өзгертуге, сондай-ақ операциямен байланысты динамикалық параметрлерді шектеуге және қозғалтқыштың дизайнын жасауға болады. 2.1.2-суретінде тұрақты ток қозғалтқышының жылдамдығын басқарудың құрылымдық схемасы және қуат түрлендіргіші арқылы анкерлік кернеуді өзгерту келтірілген.



2.1.2 сурет -Тұрақты ток қозғалтқыш пен қуат түрлендіргішінің динамикалық моделі

Түрлендіргіш моделі уақытша тұрақты T_n және K_n беру коэффициенті бар сериялы байланысқан апериодтық байланыспен және U_0 параметрімен «сезілмейтін бөлік» түрінің сипаттамасымен сызықты емес байланыс болып көрсетілген. Сыртқы әсерлері жүктің инерциясының статикалық сәті мен жүктеменің кернеу сәті ретінде көрсетілген, сонымен қатар белгілі бір шектерде оның әсері кез келген уақытта осы әсердің шамасына қарай өзгереді.

Электрмеханикалық уақыттағы тұрақты T_m бар байланыс

$$T_m = J R_{\text{я}} K_{\text{д}}^2 ; \quad (2.1.7)$$

үш кірісі бар, олардың бірі - J_H қозғалтқыштың инерция сәтін өзгертуді:

$$J = J_H + J_{\text{я}}$$

Зәкір тізбегі аперидтық звеномен электромагниттік уақыт тұрақтылығымен көрсетілген $Tя$:

$$Tя = \frac{Lя}{Rя}; \quad (2.1.8)$$

2.2 Модельдеу міндеттері және модельдеу құралдары

Осы бөлімде біз кешенді жүйелерді есептеу және олардың ауқымды зерттеулерін бағдарламалық қамтамасыз етуді және іске асыру тұрғысынан өзін-өзі реттейтін жүйені модельдеудің негізгі міндеттерін тұжырымдаймыз.

Параметрді сәйкестендіру, өзін-өзі реттеу, бейімдеу, сондай-ақ жоғарыда қарастырылған бақылау объектісінің сызықты емес қасиеттерін есепке ала отырып, осындай қасиеттермен сипатталатын сызықты емес автоматты басқару жүйесі нақты басқару жүйесінің құрылымдық схемасының күрделілігінің жоғары деңгейін ұсынады. Мұндай жүйелер математикалық үлгілердің екі түрін пайдалана отырып зерттелуі мүмкін. Аналитикалық модельдерде жүйенің мінез-құлқы белгілі бір функционалдық қатынастар немесе логикалық шарттар түрінде жазылады.

Аса толық зерттеуді жүйе параметрлерінің айқын тәуелділігін және оны зерттеуде бастапқы шарттарын байланыстырған жағдайда ғана жүргізуге болады. Алайда, салыстырмалы түрде ол тек қарапайым жүйелерді орындау үшін пайдаланады. Осылайша, басқару жүйесін әзірлеуді ескере отырып, жүктеменің инерция сәті мен статикалық сәті, сәйкестендіру жүйесі өтпелі және алынған ақпарат бойынша реттеу тұтқаға, кіріс бақылау сигналы және шығыс айнымалы ретінде бақылаусыз сыртқы әсерден мағыналы аналитикалық тәуелділігіне жатқызылмауы мүмкін емес деп қорытынды жасауға болады. Осындай жүйені аналитикалық әдіспен зерттеу үшін жүйенің мінез-құлқын және оның құрамдас бөліктері арасындағы өзара әрекеттестікті көрсетуге мүмкіндік беретін нақты құбылыстардың көрінісін жеңілдету керек. Бұл жүйенің кейбір қасиеттерін зерттеуге мүмкіндік береді, мысалы, нақты өтпелі процестің нақты мәнге жақындауын. Дегенмен, қарастырылып отырған жүйенің күрделілігіне байланысты аналитикалық модель нақты процестердің өрескел жақындастырылуына алып келеді және бұл әдісті электржетекті жобалаудағы негізгі әдіс ретінде пайдалану қозғалыс жүйесінің көбею дәлдігін жоғалтуға әкелуі мүмкін.

Негізінде жүйеге толық зерттеу жүргізуге, заңдылықты анықтауға және пішінді таңдауға, элементтердің өзара байланысына, сондай-ақ олардың параметрлері мен жеткілікті дәлдікті қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін әдіс-имитациялық модельдеу. Имитациялық модельде жүйенің компоненттердің мінез-құлқы нақты жүйеде жағдайға тап болатын алгоритмдер жиынтығымен сипатталады. Модельдік алгоритмдер

жүйедегі нақты құбылыстарды көрсету және белгілі бір нақты жағдай үшін шығарылатын шамалардың ықтимал мінез-құлқы туралы ақпаратты алу үшін жүйенің бастапқы күйі туралы және параметрлердің нақты мәндері туралы ақпаратты қамтитын бастапқы деректерге негізделген. Имитациялық модельдеу мен аналитикалық функционалдық тәуелділіктерді шешудің маңызды айырмашылықтарының бірі жүйенің кіріс және шығысымен байланысты болып табылуы, бұл имитациялық модельдеуде нәтиже алдын-ала есептелмейді немесе болжанбайды.

Зерттеудің әдісі ретінде сәйкестендірілген және өзін-өзі реттейтін сызықты емес жүйені зерттеу үшін, жүйе элементтерінің дифференциалдық теңдеулерінің дәйекті сандық шешімі арқылы имитациялық модельдеуге артықшылық болу керек.

Қазіргі уақытта автоматтандырылған басқару жүйелерінің стандартты элементтеріне негізделген сызықтық және сызықты емес жүйелерді модельдеу және есептеу үрдісі өте жақсы дамыған. Мұндай жүйелерді модельдеуге мүмкіндік беретін бағдарламалық құралдардан MATLAB бағдарламалық жасақтама пакетіне назар аудару керек. Модельдеу міндеттеріне нақты уақыт режиміндегі кез-келген звено параметрлерін өзгертуге мүмкіндік беретін, яғни кез-келген ауыспалы және статикалық режимдегі жүріп жатқан алгоритмді әзірлеуін жатқызса болады. Бұл электр қозғалтқышының параметрлерін айқындау, алынған ақпаратты өңдеу және реттеушінің параметрлері мен құрылымын түзету кезінде бір мезгілде анықтау идеясымен байланысты.

Қолжетімді модельдеу құралдарын талдау және жеке (түпнұсқа) бағдарламаларын әзірлеуді тұрақты ток электржетек моделіне қолданылатын имитациялық модельдеуді жүзеге асыратын дифференциалдық теңдеулерді шешу әдістерінің сипаттамасымен және бағдарламаларын құру принциптерінен бастау керек.

Есептеу процестерін сандық әдістер арқылы ұйымдастыру екі түрлі факторларға байланысты. Біріншіден, дифференциалдық және интегралдық курстарынан тек қана бірінші ретті теңдеулер типтерінің шағын сандары квадраттардағы интеграцияны, яғни жай операцияның интегралдау мәліметтерін ғана қабылдайтыны белгілі. Қарапайым функцияларда шешім алу соғұрлым сирек болып бара жатыр. Екіншіден, дифференциалдық теңдеулерді шешудің сандық әдістерінде әрбір жеке звеноның (теңдеудің) шығыс айнымалысын кезең-кезеңмен есептеу жүргізіледі. Бұл жағдай имитациялық модельдеуді жүзеге асыру үшін ең негізгісі болып табылады, себебі бұл жүйенің теңдеуін бірінші кезектегі деңгейге келтіреді, әр кадамда келесі кіріс айнымалы мәнінің алдыңғы звеноның шығу айнымалысын есептеуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, тек интегралдау кадаммен шектелетін звеноның параметрлерін, кез келген уақытта сыртқы назар аударатын әсерлерді өзгерту қолжетімді болады. Айта кету керек, автоматтандырылған басқару жүйелерін есептеудегі осы тәсілдің негізгі

кемшілігі есептеу қателіктері болып табылады. Әрі қарай дифференциалдық теңдеулерді шешудің негізгі сандық әдістерін қарастырамыз

Бірінші ретті дифференциалдық теңдеуді сандық шешу міндеті төменде келтірілген: $f(x_0)=y_0$ бастапқы шартында $[a, b]$ кесіндісінде h (әдетте $a=x_0$) кейбір қадамдарында $y' = f(x, y)$ теңдеулерін қанағаттандыратын $y=f(x)$ функциясының мәндер кестесін құру керек.

Біріктірудің сандық әдістерінің ең қарапайым түрі - бұл Эйлер әдісі, есептеу функциясын бірінші дәрежелі көпмүшемен ауыстыру негізінде яғни сызықтық экстраполяциямен қалыптасқан

$$\left. \begin{aligned} \Delta y_k &= y'_k \cdot h = f(x_k, y_k) \cdot h \\ y_{k+1} &= y_k + \Delta y_k \end{aligned} \right\}; \quad (2.2.1)$$

Эйлер әдісінің жеткілікті қарапайымдылығымен ерекшелене тұра, төмен дәлдікке ие және қатені жүйелі түрде жинақтауға мүмкіндік беретінін атап өткен жөн.

Әдетте Эйлер талғамалы әдісі сол көлемдегі есептеудің практикалық жұмысында қарапайым Эйлер әдісінде h^2 орнына h қатесін береді:

$$y_{k+1} = y_{k-1} + 2 \cdot h \cdot y_k; \quad (2.2.2)$$

Бұл формула тек $k \geq 1$ үшін қолданылады, ал y_1 мәнінде оны алу мүмкін емес. Әдетте, талғамалы Эйлер әдісімен шешімге кіру үшін қарапайым Эйлер әдісін пайдалана отырып, қадамдар арқылы y_1 мәнін табыңыз.

Адамс әдісі Эйлер әдісі сияқты сол экстраполяцияға негізделген, бірақ онда жоғары деңгейдегі интерполяциялық көпмүше негізделген.

Адамс формуласы көмекші функцияны пайдаланады

$$\begin{aligned} \Phi(x) &= y'(x) \cdot h = f(x, y) \cdot h \\ \Delta y_k &= \Phi_k + 1/2 \Delta \Phi_{k-1} + 5/12 \Delta^2 \Phi_{k-2} + 3/8 \Delta^3 \Phi_{k-3} + 251/720 \Delta^4 \Phi_{k-4} + 95/288 \Delta^5 \Phi_{k-5} \end{aligned} \quad (2.2.3)$$

Осылайша барлық айырмашылықтар бір-біріне тәуелсіз формулаларға енгізілгендіктен, қарапайым Адамс формулалары жоғары айырмашылықтары бар формуласынан мүшелерді алып тастау арқылы (2.2.3) алынады

Барлық кіріс айырмашылықтар белгілі болса ғана формуланы пайдалануға болады. Осылайша, Адамс формуласын пайдаланып есептеулерді бастау үшін, алдымен кестенің бастапқы нүктелеріндегі функционалдық мәндерін басқа әдіспен табу керек және осы әдіс дәлдігі Адамс әдісінің дәлдігін кем болмауы керек.

Рунге-Кутта әдісі Адамсәдісі ретінде алдыңғы ақпаратты пайдаланбайды. Функцияның x_{k+1} нүктесіндегі мәнін есептеу үшін, оның x_k нүктесіндегі мәні ғана қолданылады. Бұл әдіс, кіріс деректерінің төмен ақпарат мазмұнына байланысты есептеудің үлкен мөлшерін талап етеді. Функцияның келесі мәнін алу үшін дифференциалдық теңдеудің оң жақ бөлігінің мәнін бірнеше рет есептеу керек.

Әртүрлі тәртіптегі Рунге-Куттың бірнеше әдістері бар. Ең көп тараған төртінші тәртіптегі әдіс болып табылады. Рунге-Кут әдісін қолдана отырып, $y_{k+1} = y(x_{k+1})$ функцияның мәнін алу үшін есептеулердің мына тізбектері орындалады:

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= h \cdot f(x_k, y_k) \\ K_2 &= h \cdot f(x_k + h/2, y_k + K_1/2) \\ K_3 &= h \cdot f(x_k + h/2, y_k + K_2/2) \\ K_4 &= h \cdot f(x_k + h, y_k + K_3) \\ \Delta y_k &= \frac{1}{6} (K_1 + 2K_2 + 3K_3 + K_4) \\ y_{k+1} &= y_k + \Delta y_k \end{aligned} \right\}; \quad (2.2.4)$$

Сандық әдістер бойынша дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешудегі маңызды мәселе есептеулердің дұрыстығын ағымдағы бақылау болып табылады.

Теориялық әдістерді қолдану пайдаланудан шығарылғандықтан практикалық бақылау әртүрлі қадамдармен алынған сандық интеграция нәтижелерін салыстыру үшін негізделген. Дәлдікті дәлелдеу, кем дегенде екі есе мөлшерде есептеуді ұлғайтуды қажет етеді, ал кейбір жағдайларда бұл ұлғайту әлдеқайда көп болуы мүмкін.

MATLAB бағдарламалық пакеті барлық жоғарыда аталған әдістерді біріктіреді және белгілі стандартты бағдарламалардан электржетектің модельдеу процестерінде қолайлы.

Динамикалық жүйелерді құрастыру, есептеу және зерттеудің негізгі есептеу негізі MATLAB-SIMULINK пакетіне қолданылады. Бұл графикалық блоктық диаграммаларды құруға, динамикалық жүйелерді модельдеуге, жүйелердің жұмысқа қабілеттілігін зерттеуге және жобаларды жақсартуға мүмкіндік береді.

Мәселен, бағдарламалық қамтамасыз ету жүйесінде автоматты түрде модифицирует түрлі параметрлері бар, қажетті нәтижелер жинақтау түрінде массивтер. Бұл функция сим («модель атауы», параметрлер) болып табылады, оның ішінде циклде жоғарыда аталған мүмкіндіктері бар. Бұл процедура параметрлік (уақытша емес) тәуелділіктерді құру үшін пайдаланылды. Мәселен, сигнал беру сигналына тәуелсіз, бірінші шарттың сәттен бастап, жүйенің құрылымын өзгерту және ауыстыру мәселесін шешуге және коммутацияны одан әрі блоктауға болады. Қозғалтқышты

жеделдету кезінде өтпелі кезеңді модельдеу үшін кері байланыспен қамтылған бір «қосқыш» элементін қолданамыз. 2.2.1-сурет коммутациялық блоктың қалаған жұмыс диаграммасын көрсетеді.

Рунге-Куттын әдісі Адамс әдісі ретінде алдыңғы ақпаратты пайдаланбайды. Функцияның мәнін нүктеде есептеу үшін, оның нүктесінде ғана оның мәні қолданылады. Бұл әдіс, кіріс деректерінің төмен ақпарат мазмұнына байланысты, есептеудің үлкен мөлшерін талап етеді. Функцияның келесі мәнін алу үшін дифференциалдық теңдеудің оң жақ бөлігінің мәнін бірнеше рет есептеу керек.

Рунге-Куттын түрлі тапсырыстары бар. Ең көп тараған әдіс - төртінші ретті. Рунге-Кут әдісін қолданып функцияның мәнін алу үшін есептеулердің бірізділігі орындалады:

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= h \cdot f(x_k, y_k) \\ K_2 &= h \cdot f(x_k + h/2, y_k + K_1/2) \\ K_3 &= h \cdot f(x_k + h/2, y_k + K_2/2) \\ K_4 &= h \cdot f(x_k + h, y_k + K_3) \\ \Delta y_k &= \frac{1}{6}(K_1 + 2K_2 + 3K_3 + K_4) \\ y_{k+1} &= y_k + \Delta y_k \end{aligned} \right\}; \quad (2.2.4)$$

Сандық әдістер бойынша дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешудегі маңызды мәселе есептеулердің дұрыстығына ағымдағы бақылау болып табылады.

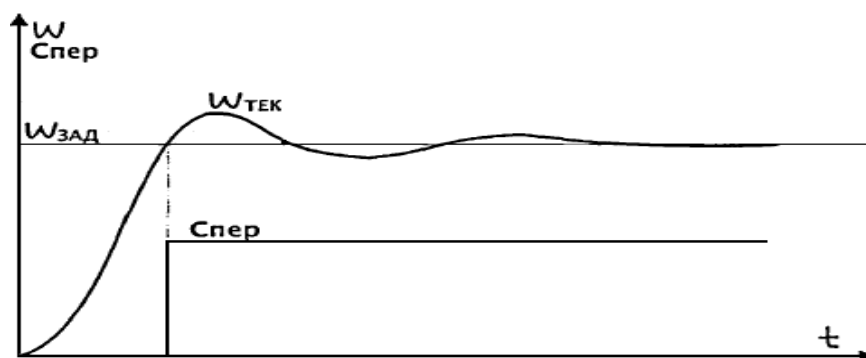
Теориялық әдістерді қолданудан шығарылғандықтан практикалық бақылау әртүрлі қадамдармен алынған сандық интеграция нәтижелерін салыстыру үшін негізделген. Дәлдікті дәлелдеу, кем дегенде екі есе мөлшерде есептеуді ұлғайтуды қажет етеді, ал кейбір жағдайларда бұл ұлғайту әлдеқайда көп болуы мүмкін.

MATLAB бағдарламалық пакеті барлық жоғарыда аталған әдістерді біріктіреді және белгілі стандартты бағдарламалардан дискке процестерді модельдеуге қолайлы.

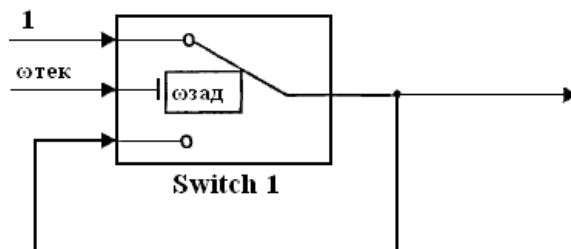
Негізгі есептеу базасын құрастыруға, динамикалық жүйені есептеу және зерттеудің негізі MATLAB-SIMULINK пакетіне қосымша ұсынылады. Бұл графикалық блок диаграммаларын құруға, динамикалық жүйелерді модельдеуге, жүйелердің жұмысқа қабілеттілігін зерттеуге және жобаларды жақсартуға мүмкіндік береді.

Осылайша, бағдарламалық жүйеде массив түрінде жиналған қажетті қорытындылар, автоматты түрде әр түрлі параметрлердегі модельді қайта қосуға мүмкіндік береді. Бұл функция *sim* («модель атауы», параметрлер) болып табылады, оның циклында жоғарыда аталған мүмкіндіктері бар. Бұл процедура параметрлік (уақытша емес) тәуелділіктерді құру үшін

пайдаланылған. Мәселен, сигнал беруге тәуелсіз, бірінші шарттың сәтінен бастап жүйенің құрылымын өзгерту және ауыстыру мәселесін шешуге коммутацияны одан әрі блокауға болады. Осылайша, беру коэффициентінің ауыстыру мәселелерін шешу мен бірінші келісу уақытындағы жүйе құрылымының өзгеруі болашақтағы ауыстыруға шектеу қоюдағы келіспеу сигналына байланысты емес, сондықтан біз келесідей жасаймыз: қозғалтқыш екінінде ауыспалы процесті модельдеуде кері байланыспен қамтылған бір «switch» элементін қолданамыз. 2.2.1-суретінде ауыстыру блогының қалаған жұмыс кестесі көрсетілген.



Спер - блок шығысының ауыстыру сигналы.
2.2.1 сурет - Ауыстыру блогының жұмыс кестесі



2.2.2 сурет - Блокты ауыстыру құрылымы

Қорытындылай келе, қозғалтқыш моделінің құрылысында соңғы болып механикалық параметрлерде (M_c және J_n) бақыланбайтын өзгерістерге байланысты сызықтық емес сызықсыз жүйелер, сондай-ақ қуат түрлендіргіштің сызықсыздығына байланысты басқару әсерінің шамасын шектеу болып табылады. Модельдеу құралдарынан MATLAB бағдарламалық пакеті ерекшеленеді. Алайда, артықшылықтармен қатар осы бағдарламаның кемшіліктері көрсетіледі, атап айтқанда күрделілік, ал кейде күрделі звеноның нақты уақыттағы модельдерін өзгерту, теңдеулерді шешуді (оның ішінде дифференциалды) параметрлерін модельдеудің нақты

бір кезеңінде мүмкін болмауы, бір қадам көлеміндегі интегралды табудағы мағынаның қайталанбауы.

3 Ауыспалы құрылымдық және ауыспалы күшейту коэффициентінің жүйелерін синтездеу мен талдау

3.1 Ауыспалы құрылымдық жылдамдықты реттеудегі жүйелерді әзірлеу

Сызықты емес жүйелер басқарудың жақсы сапасына қол жеткізуге көп мүмкіндіктерге ие. Олар белгілі бір тұрғыдан оңтайлы басқаруды қамтамасыз ете алады, мысалы, жоғары жылдамдықты және аз қуатты тұтыну кезінде.

Оңтайлы өлшемдер негізінде құрылатын жүйелер шешілетін мәселеге байланысты әр түрлі болуы мүмкін. Автоматты басқару практикасында өлшемнің оңтайлылығында дәлдік, ауыспалы уақыт процесі, ауыспалы процестің сапасы, процесті реттеу сапасы, үнемділік, өнімділік, басқару жүйесінің күрделілігі мен басқа да технико-экономикалық көрсеткіштер кездеседі. Оптималдық жүйені құрастырудағы негізгі мәселе болып өлшемнің экстремалды мәнін табу болып табылады.

Өнеркәсіптік жетектерде жылдамдықты басқару өте маңызды, ол жетектің жоғары жылдамдығын қамтамасыз етеді. Содан кейін, электржетектің максималды динамикасын қамтамасыз ететін сызықсыз жүйе синтезделеді. Осы кезеңде сыртқы әсерлерді есепке алмай, екінші реттегі сызықты звеносындағы тұрақты ток қозғалтқышын ұсынамыз-тербелмелі. Тұрақты уақыт қозғалтқышынан T_a және T_m тербелмелі звено параметрлеріне көшу: T_g - тұрақты уақыт және ξ - демпфирлеу коэффициентін формула бойынша жасайық:

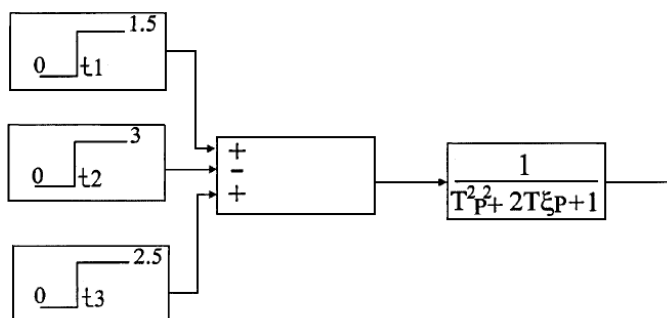
$$T_d = \sqrt{T_a T_m}, \quad (3.1.1)$$

$$\xi = \frac{T_m}{2\sqrt{T_a \cdot T_m}}; \quad (3.1.2)$$

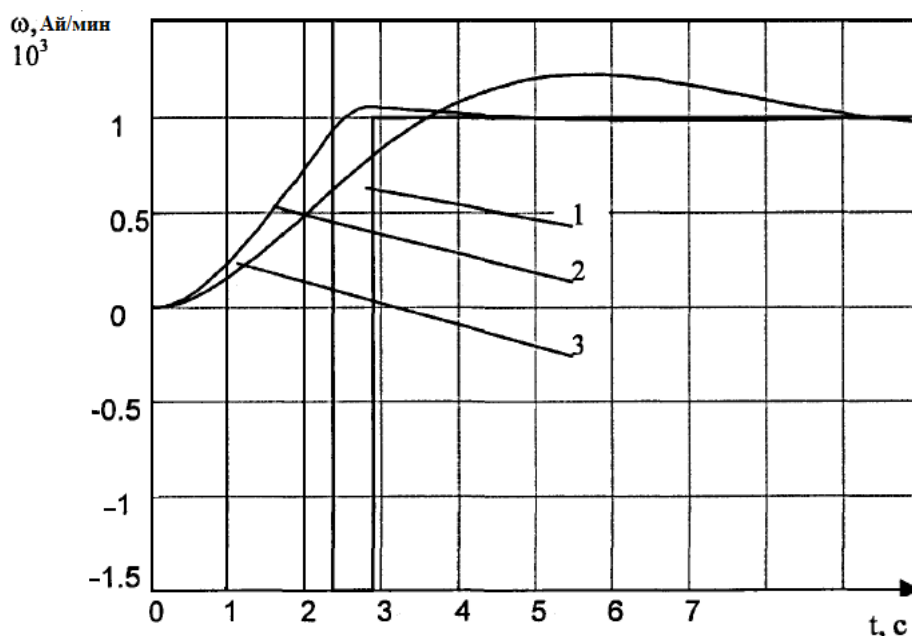
Жоғарыда айтылғандай, дамыған жүйелердің іс жүзінде іске асырылуы үшін бастапқы сатыда қуат түрлендіргіштің сезімтадығы төмен жолақты анықтау керек. Осылайша, бұл жағдайда қозғалтқышқа берілетін сигнал деңгейлерінде шектеледі деп болжайық $\pm 1,5U_{\text{қозғ.нөм}}$

Тез орындау критерийі үшін, ең үлкен сомадан 5% аспайды деген шартпен бірінші келісімнің уақыты қабылдануы тиіс. Сонда, егер басқару сигналы шектелген мәндерді қабылдаса, бақылау сигналының шектік мәндері болса, максималды мүмкін әсерді алуға болатыны бәрімізге мәлім, ал оптималдық ауысу сәттері кейбір функционалдық тәуелділіктер

нысанның басқару парматрлерінде орналасқан. 3.1.1.б. суретінде оптималды ауысу сәтіндегі тербелмелі звеноның ауыспалы процессінің бөлігі көрсетілген, бұл жүйе 3.1.1.а. суретінде көрсетілген.



Сурет 3.1.1, а - Тербелмелі звеноның оңтайлы тез әрекет етуді басқарудың құрылымдық схемасы көрсетілген



Сурет 3.1.1, б - Тербелмелі звеноның ауыспалы процесі

3.1.1, б - суретінде тербелмелі звеноның ауыспалы процесі тиісінше келтіріледі: 3 – бірлікке тең басқару сигналы, 2 - көп сатылы басқару сигналында (1 – құрылымы 3.1.1, а суретінде көрсетілген көп сатылы басқару сигналы).

Мысал ретінде, звеноның тербелмелі келесі параметрлерді алынды: $T_D=1,63c$, $\xi=0,43$, (3.1.1), (3.1.2) сәйкес $T_M=1,4c$, $T_{\Sigma}=1,9c$ беру коэффициенті бірлікке тең. Берілген басқарудың ауыспалы процесінде сигналды шектеулер үшін, келесі ауыстыру сәттері тән: $t_1=0c$, $t_2=2,38c$, $t_3=2,9c$ 5% асқан кезде, бірінші келісімнің 2,55с ең төменгі уақытына сәйкес келетін

болады. Бұл уақыт сәттері кез келген звено тербелісінен 5% қайта реттелуде бірінші келісімнің аз уақыт шартынан табылуы мүмкін.

Бұл мысал, сапа өлшемінің бір тапсырмасына аз уақыттың бастапқы келісім өлшемімен сапа функционал экстремумы мүмкіндікті аз уақытқа да, басқа шама экстремумына да, сәйкестендірілмейтінін көрсету мақсатымен берілген. Осылайша, өздігінен реттелетін бақылау жүйесін құрудың жоғарыда аталған қағидатын ескере отырып, бақылау объектісінің параметрлерін өзгертуден өтпелі процестің сапасының төмен сезімталдығын қамтамасыз ету үшін өлшемді қарастыру қажет. Осы сатыда өлшемнің мынадай сандық сипаттамалары енгізілу керек. Электржетектің белгілі бір параметрлеріне сәйкес келетін жүйе электромеханикалық уақыттың тұрақты өзгеруін 30% -дық мәнде бір бағытта да, оның шын мәніненде екінші бағытта да өзгеруімен бақылау сапасының көрсетілген динамикалық параметрлерін талап етеді. Яғни, өтпелі процесс кезінде электромеханикалық уақыт тұрақтысы $\pm 30\%$ дәлдікпен анықталады деп есептейміз.

Жоғарыда келтірілген оңтайлы жылдамдық жүйесіне, бастапқы ауысудың мүмкіндігінше аз уақытпен 2,5% -ға қайта реттеуді қамтамасыз ету уақыттарын таңдаймыз немесе есептейміз. Басқару жүйесінен күткен нәтиже электромеханикалық уақыт тұрақтысы $\pm 30\%$ шегінде өзгертілсе, шамадан тыс $+ 0 \div 5\%$ аралығында болуы күтіледі. Оптималды жүйенің тез әрекет етуі 3.1.1, а суретінде көрсетілген, әлбетте мұндайға қол жеткізу мүмкін емес. Өткізу уақыттарын таңдау бойынша есептерді бермей, бұл жүйеде, тіпті $T_m \pm 15\%$ белгісіздікпен, тіпті 0% -дан (шығыс шамасының артуының айқын қарқынымен аperiodтық өтпелі кезеңі) 21,5% -на дейін өзгереді деп айтуға болады. Осылайша, барынша мүмкін тез қозғалыс жылдамдығынан бас тарту керек.

Берілу коэффициенттің әсерін дәлдікке әсер етуі статикалық САУ мысалында (K_o , K_f - бақылаулар және бұзылу әсерлеріне байланысты ОУ-берілу коэффициенттері, K_p – ажыраған тізбекті беру коэффициенті, f – ауытқу әсері) оңай көрінеді. Содан кейін жүйеде тұрақты қате тең болады.

$$\begin{aligned} \Delta x &= x_{ex} - x_{быx} = x_{ex} - \frac{K_o K_p}{1 + K_o K_p} x_{ex} + \frac{K_f}{1 + K_o K_p} f = \left(1 - \frac{K_o K_p}{1 + K_o K_p} \right) x_{ex} + \frac{K_f}{1 + K_o K_p} f = \\ &= \frac{K_o K_p}{1 + K_o K_p} x_{ex} + \frac{K_f}{1 + K_o K_p} f \end{aligned}$$

Осылайша, K_p көбейгенде, жүйедегі тұрақты қателік азаяды. Астатикалық САУ автоматтандырылған басқару жүйесі үшін K_p -нің ұлғаюы жүйенің тұрақты күйінде f жауаптың шамасының азаюына алып келеді.

Қате азайюдан басқа, K_p мәнін ұлғайту арқылы бақыланатын айнымалы инварианцияның тағы бір маңызды сипатына қол жеткізуге болады.

Бұл карама-қайшылықтарды шешудің белгілі әдісі - қажетті динамикалық түзету сілтемелері бар ауыспалы күшейту коэффициенті жүйесінде қолдану. Басқару объектісінің параметрлерін өзгертуге арналған өтпелі және тұрақты күйдегі процестердің төмен сезімталдығын қамтамасыз етуде жоғары динамикалық және статистикалық сипаттамаларға бірінші келісімді орындау кезінде сызықтық реттегіштер арасында ауысу арқылы қол жеткізіледі.

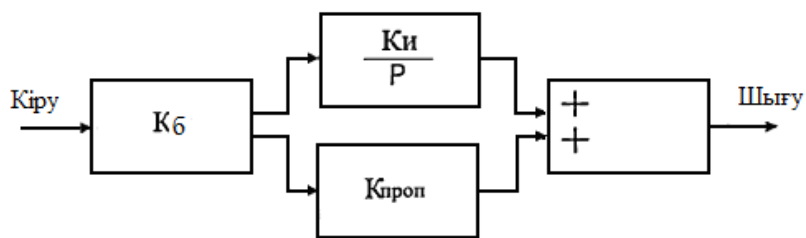
Сызықтық реттегіш арқылы тұрақты ток басқару үшін жылдамдықты басқару жүйесін құру кезінде ПИ реттеуіші немесе ПИД түріндегі реттегіштер ерекшеленеді. Реттеуіштер арасындағы таңдау тұрақты уақыт арасындағы арақатынас электромагниттік уақыт тұрақтылығын ескермеуге мүмкіндік бермейді, егер тек біреуі ғана болса, бастапқы уақыт тұрақтысы анықталуы мүмкін, ол жағдайлардың басым көпшілігі, осы T_m ПИ реттегіші пайдаланылатыны анық болса, тұрақты қозғалтқыш уақыт арасындағы қатынасы болып табылады және ПИД реттегіші пайдаланылады. Бұл реттегіштер жүйеде модульдік сипаттамаларға қол жеткізу тұрғысынан оңтайлы болып табылады. Сол мақалада төменде көрсетілгендей, сызықтық емес жүйелер ПИД реттегіші негізінде айнымалы параметрлермен де, сондай-ақ айнымалы параметрлері бар ПИД реттегіші негізінде де құрылады. Сызықты емес жүйені реттеушінің екі түрімен зерттеудің себебі, бір жағынан, микропроцессорда ПИД реттегішін іске асыру кезінде есептеу шығындарын жоғарылату болып табылады, бұл өтпелі процесс кезінде өте маңызды. Екінші жағынан, тербелісті басқару объектісі болған жағдайда ПИ реттегішіне негізделген өзгермелі-құрылымдық жүйе арқылы жоғары динамикалық және статикалық сипаттамаларды алуға болады. ПИ-типті реттегішті қолданып, тікелей токтың электр жетегінің жылдамдығын реттеудің жабық жүйесін қарастырайық.

$$W_p = \frac{\beta_p (\tau_p p + 1)}{p} \text{ ПИ реттегішін біріктіру және пропорционалды}$$

байланыстың трансформатордағы реттеу факторларымен сериялы қосылым түрінде елестетіп көрейік, онда шығу сигналдары жинақталады.

ПИ реттегіші мен басқа бір ұсыныс параметрлері арасындағы байланыс параллельді тасымалдау функцияларын түрлендіру ережелерінен оңай табылуы мүмкін. Басқару жүйесі микропроцессордың көмегімен емес, сонымен қатар логикалық элементтер, операциялық күшейткіштер және т.б. арқылы, сондай-ақ уақыт тұрақтылығымен жылдамдық сенсоры ретінде тахогенераторды қолдану арқылы және конвертердің жеткілікті дәрежеде жоғары ажыратылымдық деңгейімен байланыстыруды жеңілдетумен

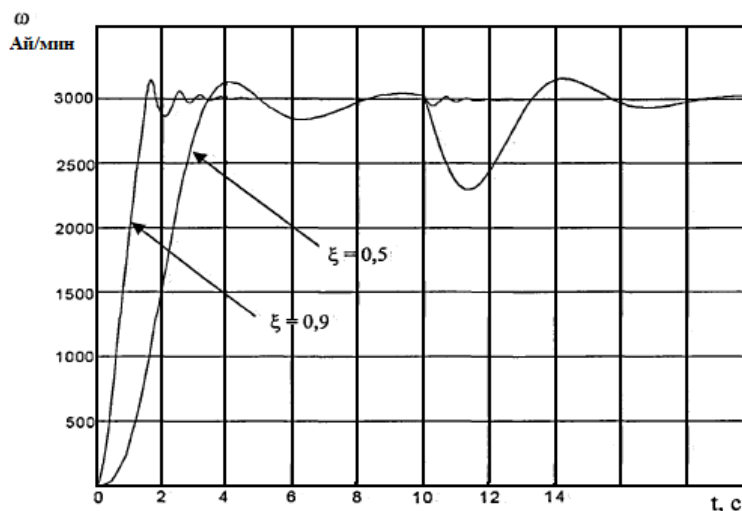
байланыстыратындығын атап өткен жөн. Құрылымдық схемасы 3.1.2-суретте көрсетілген ПИ-типті реттегішімен тербелгіш байланыспен ұсынылған қозғалтқыштың айналу жылдамдығын басқару жүйесінің жұмысын қарастырайық.



Сурет 3.1.2 - ПИ - реттеушінің құрылымдық диаграммасы

ПИ реттеушінің параметрлері: K_u - күшейту коэффициенті, K_i - интегралдық бөліктің коэффициенті, $K_{интегр}$ дискінің көрсетілген динамикалық параметрлеріне жету үшін эксперименттік түрде анықталған пропорционалды бөлік коэффициенті. Бұл сатыда, бірінші шарттың ең төменгі уақыты 5% -дан асып кетсе, белгіленген параметрлер ретінде қарастырамыз.

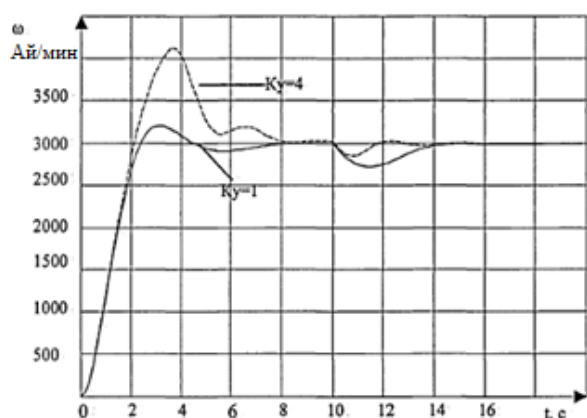
Сатылы күйдегі қозғалтқыш білігінің статикалық айналымындағы қадамның өсуі, жүйенің реакциясы мен қадамды басқару әрекеті бар өтпелі сипаттамалары 3.1.3-суретте көрсетілген. Статикалық сәтте секіріс мәні статикалық тоқтың тиісті мәнінде алынады, ол номиналды электр тогының 20% -на тең



3.1.3 сурет - Өтпелі үдерістер және жүйенің ПИ-типті реттегішінің сыртқы әсерлері

Бұл эксперимент тапсырмасында бірінші келісімнің ең төменгі уақытынан 5% -дан аспайтын артық көлемді алу болды. Басқару сигналының шектелуіне байланысты шығыс шамасының тербелістері белгіленген мәннен 5% шегінде байқалады және тербелістердің екінші жартысының амплитудасы іс жүзінде бірдей болады.

Коэффициенттің күшею көлемі түзу тізбекте мына қасиеттерге ие: күшею коэффициенті жоғарылаған кезде динамикалық көрсеткіштер нашарлауы байқалады, қайта реттеу өседі, бірақ статикада керісінше сыртқы әрекетте жүйе реакциясы жақсарады. Бұл процесті талдауға қозғалтқыштың жылдамдығын басқару үшін тұйық жүйені $Td = 1\text{с}$, $\xi = 0,9$, ПИ-типті реттегішімен тербелгіш звеносын қарастырайық. Түрлендіргіштің коэффициенттері бойынша тұрақты күйде сыртқы бұзылуларға жүйенің өтпелі сипаттамасы және реакциясы 3.1.4-суретте көрсетілген.



Сурет 3.1.4 - Әр түрлі факторлардың факторларында ПИ реттегіші бар жүйенің өтпелі процестері

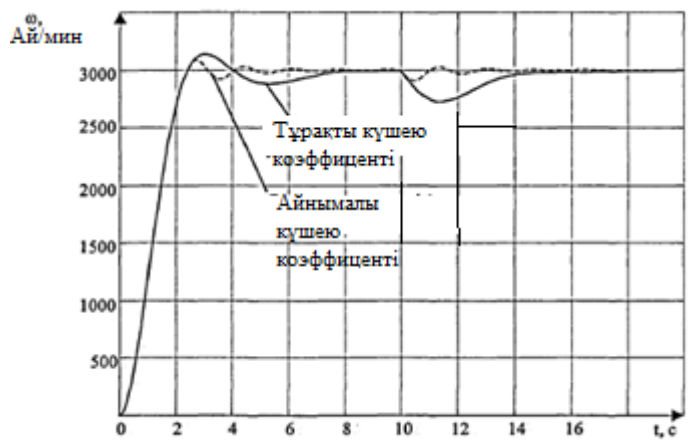
Ұсынылған ауыспалы сипаттамалары ұлғайған кезде күшейту коэффициентінің ПИ–реттеуішімен салыстырғанда шама коэффициентінің жағдайы жүйеде пайда болмайтыны көрініп тұр, ал жүйеде 5% - дан жоғары қайта реттеу байқалмайды, ал кездесіп қалуы сызықсыздық салдарынан өшу асимптотасы ауыспалы түрлендіргіштің түзу емес кейбір қисық процесін білдіреді.

Осылайша, реттегішті беру коэффициенті астатикалық бұзылу жүйесіндегі реттегіш коэффициентінен сыртқы әрекетке шығуы мүмкіндігінше төмен болуын қамтамасыз ету үшін жеткілікті мөлшерде болуы керек, сонымен бірге бірінші сәйкестендіру уақыты мен шамадан тыс уақыт модульдік оңтайландырылған жүйенің сипаттамасынан әлдеқайда нашар болмауы керек.

Аса дұрыс сипаттамаларды қамтамасыз ететін қозғалтқышты беру коэффициентін жеделдету және тұрақты коэффициентті бірнеше есе ұлғайту үшін ең тиімдісі болып табылады. Жұмыстың мақсаттарына сәйкес, жүйені әмбебап етіп жасау және электр реттегіштің параметрлерін электржетегі параметрлеріне тәуелділігін қамтамасыз ету үшін бірінші келісімнің сәтінде коэффициенттерді өзгерту қажет. Айта кету керек, динамикалық көрсеткіштегі кішкене ұтыс бірінші келісімді орындау кезінде

емес, біраз уақыт бұрын алынуы мүмкін, бірақ бұл жолы электржетегі параметрлері бойынша эмпирлік формулалар арқылы есептелуі керек.

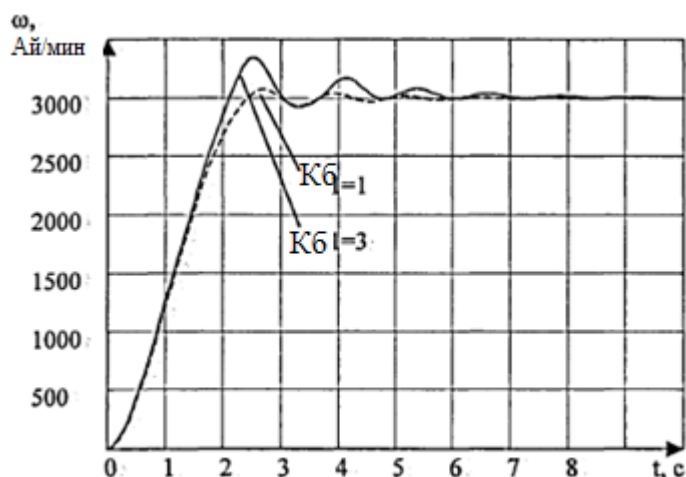
Суретте. 3.1.5. ПИ реттеушісі бар жүйенің өтпелі процесін модельдеу бойынша эксперимент нәтижелері келтірілген, бірінші сәйкестік сәтте (жылдамдықты басқару жүйесі ДПТ жылдамдығымен, ООС және ПИ реттеушісі бар тұйық коэффициенті бар жылдамдықты басқару жүйесі, - 3.1.9 суреттегі схемаға сәйкес келеді).



3.1.6 сурет - Айнымалы коэффициенті бар жүйенің өтпелі процестері күшею және тұрақты

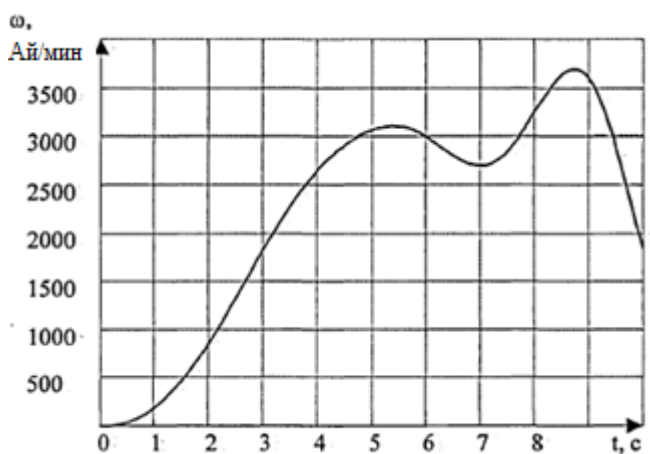
Бұл суреттен көріп отырғанымыздай, бірінші келісімнің уақытында пайда табуды өзгерту арқылы басқарудың динамикалық сапасын да, статистикалық көрсеткіштерді де жақсартуға болады. Айта кету керек, ПИ реттегішінің параметрлері осы жағдайда жүйенің 5% артық мөлшерін алуға мүмкіндік береді.

Өтпелі процестің уақыты пайданы жоғарылату арқылы азайтылған кезде, алғашқы сәйкестік уақыты төмендейді және қайта реттеу артады. Бұл мәселені қарау қажеттілігі кейбір жағдайларда (5% -дан төмен болғанда) шектік мәндерге жетпейтін бақылау сигналының талдауынан туындайды, сондықтан динамикалық өнімділікті жақсарту үшін әлеуетті мүмкіндіктер бар. Айта кету керек, жылдамдық тұрғысынан бақылау заңы 3.1.1-суретте келтірілген, бірақ динамикалық және статикалық сипаттамалардың төмен сезгіштігінің электр жетегінің параметрлерін анықтау қателігіне байланысты динамикалық сапа көрсеткіштерін оңтайландыру туралы айтылады. Бастапқы кірісті ұлғайта отырып, жүйенің өтпелі сипаттамалары 3.1.7. суретінде көрсетілген.



Сурет 3.1.7 - Бастапқы әртүрлі әртүрлі өтпелі кезеңдер

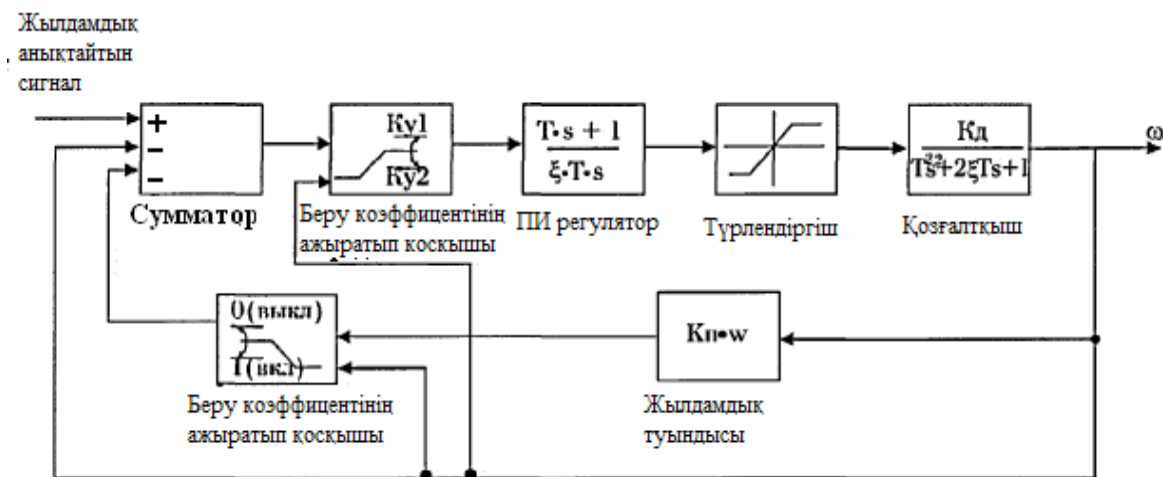
Реттеушінің құрылымы мен параметрлерін түзетуді қажет ететін келесі жағдай, егер белгілі бір ауқымда қозғалтқыш жетегінің параметрлері өзгерсе, реттегішті асып түсіру орнатылған кезде және бастапқы табыстың алғашқы сәйкестігі уақыты ауысу мүмкіндігі бар жүйе үшін қолайсыз болады. Атап айтқанда, бұл тұрақсыздықты жоғалту пайда болған кезде, тіпті жоғалтқан кезде де шағын демпферлік коэффициенті бар тербелмелі байланыс үшін жағдай. 3.1.8-суретте алғашқы сәйкестік сәтте кірістің 10 есе ұлғаюы нәтижесінде тербелісті басқару объектісі ($\xi = 0.5$, $T_d = 1$ с) бар бастапқы коэффициенттің 5% пайда алу.



Сурет 3.1.8 - Айнымалы күші бар және ауытқып тұрған объекті бар жүйенің өтпелі процесі (реттеушіні бастапқы пайда факторы бойынша түзету)

Қозғалтқыштың параметрлерін статика және динамика сапа процестерінің көрсеткіштерін инвариантты қамтамасыз ету мақсатында, ПИ реттеушінің параметрлерін табу үшін қозғалтқыш параметрлерін олардың біржақты қарым-қатынас орнатуға, сондай-ақ басқару жүйесіндегі

құрылымдық өзгерістер бірінші бекіту кезінде жүзеге асырылуы тиіс. Білуге тиіс тәжірибелер сериясын шығарғандығы, тергеу айнымалысының құрылымы мен айнымалы пайда ретінде пайдаланылануы қозғалтқыш жылдамдығын бақылау жүйесі нәтижесінде. Жүйенің блок-схемасы 3.1.9-суретте келтірілген.



3.1.9 сурет - Айнымалы және айнымалы құрылымы бар жүйенің құрылымдық схемасы

Жүйе келесі түрде жұмыс істейді: берілген жылдамдыққа шығу үшін жылдамдықты кері байланыспен жабық басқару циклі пайдаланылады, онда

ПИ реттегіші тікелей байланыста (трансфер функциясы $K_v \cdot \frac{T_D \cdot p + 1}{T_D \cdot \xi \cdot p}$ онда T_D

- қозғалтқышты сипаттайтын тербелмелі байланысының уақытша тұрақтылығы, ξ - демпферлік коэффициент немесе көрсетілген формада 3.2

суретте - $K_U = \frac{1}{T_D \cdot \xi}$, $K_{прон} = \frac{1}{\xi}$), эксперименталды түрде таңдап алынған

параметрлермен және белгілі қозғалтқыштың деректерімен түзеткіштің параметрлерін жақсы байланыстырады. Қозғалыс жылдамдығын жеделдетуден кейін реттеу үшін жылдамдық пен жеделдету сияқты кері байланыспен тұйық цикл қолданылады. Алғашқы құрылымда ПИ реттеуіші арқылы тікелей байланыс схемасында жылдамдыққа қол жеткізгеннен кейін сыртқы қозғалтқыш әсерге астатизм арқылы қол жеткізіледі, жылдамдықты басқарудың жоғары сапасына ПИ реттеушісінің $K_{U2} = 20 \div 30 \cdot K_{U1}$ үлкен пайдасын қосу арқылы қол жеткізіледі. Сонымен қатар, осы жағдайда жеделдету үшін ООС үлкен таратқыш коэффициентінің енгізілуіне байланысты жүйенің ауытқуларын басатын демпфер түрі болып табылады. Айта кету керек, бірінші теңдеуден кейін жүйелік теңдеудің тәртібі ПИД реттеуіші бар жүйеге сәйкес келеді. Төменде ПИД реттеуішінің айнымалы жүйедегі жетістіктер жүйесін пайдалану ұсынылады. Жоғарыда аталған

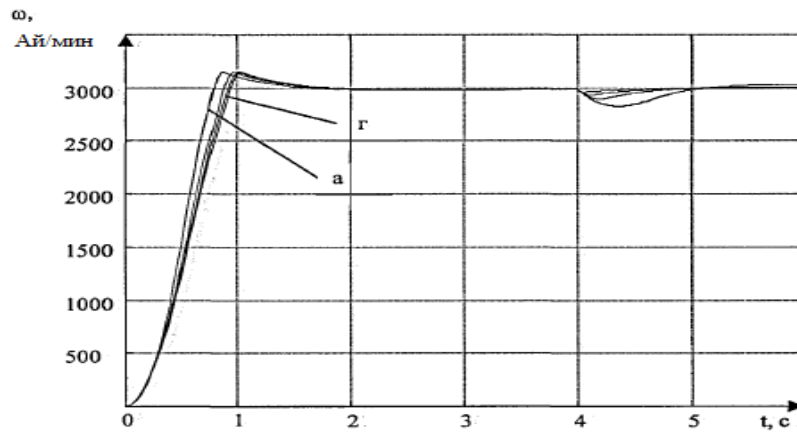
жүйенің негізгі артықшылығы, ПИД реттеуіші бар жүйемен салыстырғанда, өтпелі процесте есептеу операциялары үшін компьютер уақытының аз болуы. Бұл жағдай, жүйенің өтпелі режимінде сәйкестендіру процесі жүретін өзін-өзі реттейтін жүйенің негізі болып табылатындығына байланысты.

3.2 Ауыспалы құрылымымен электромеханикалық жүйені зерттеу

Жоғарыда айтылғандай, қозғалтқышты басқарудың осы әдісінің практикалық қолданылуын анықтау өте маңызды мәселе түрлендіргіштің сызықты емес сипатын қозғалтқыш сипаттамаларына әсер етуі. Қуатты күшейткіштің қаныққан аймағының координаттарын орнату үшін, қозғалысты жаңғыртудың сапалы процесін жүргізу керек.

Конвертердің «қанықтылық» сипаты өзгерген кезде, бірінші сәйкестендіру және асып түсіру уақыты өзгереді немесе дәлірек айтқанда, егер түрлендіргіштің өшіру кернеуі ұлғаятын болса, онда алғашқы сәйкестіктің неғұрлым қысқа уақытын 5% жоғары алуға немесе алғашқы сәйкестендірудің белгілі бір уақытында кішігірім асып түсіруге болады немесе керісінше кернеуді. Зерттеулер басқару объектісі үшін өткізіледі, демпфирлік коэффициенті $\xi = 0.6$ және уақытша тұрақты $T_{д=} 0,5$ с. Зерттеулер симметриялық түрлендіргіштің әртүрлі ажыратқыштық кернеуінде, сондай-ақ тұрақты күйде статикалық токтың ағысы түрінде 20% тең статикалық ток түрінде бастапқы әсер коэффициентін K_{y1} ($K_{yдо}$ п.с) өзгерту арқылы жүйеде номиналдыдан 5% жету болып табылады.

Өтпелі реакцияның тәуелділігі және жүйенің түрлендіргіштің сезімталдық аймағының өзгеруіне сыртқы бұзылыс әсері 3.2.1-суретте көрсетілген. Сипаттамалардың отбасы алынатын түрлендіргіштің ажыратқыш кернеуінің параметріне сәйкес пайда болады: а) 2,5-қозғ б) 1,8-қозғ в) 1,5-қозғ) 1,3-қозғ. Әдетте автоматты бақылау жүйелерін жобалау кезінде 5% қателік ретінде де, статикалық қате де рұқсат етілген динамикалық қате ретінде қабылданады. Сипаттамалар бойынша, белгіленген талаптарға сәйкес $U_{omc} > 1,5$ -қозғ. сәйкес келетін қанықтыру түрлендіргішінің қолайлы екендігі туралы қорытынды жасауға болады.

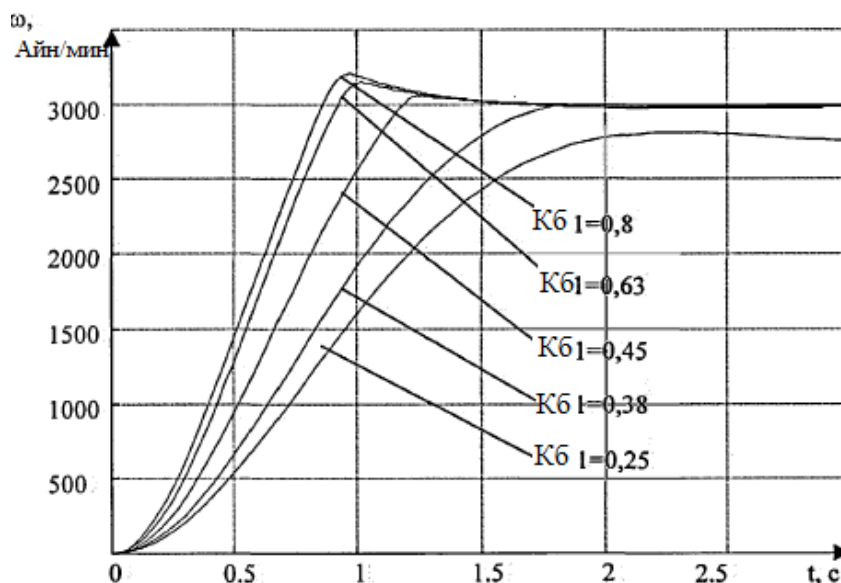


3.2.1 сурет - Конвертердің өлі жолын өзгерткен кезде жүйенің сипаттамасы

Жоғарыда көрсетілгендей, өтпелі уақыт K_{y1} күшейту коэффициентін өзгерту арқылы реттеуге болады. Жүйенің өтпелі сипаттамалары ПИ реттегіші мен айнымалы құрылымы бар K_{y1} ауысқан кезде жүйенің өтпелі сипаттамалары 3.2.2-суретте көрсетілген. Басқару объектісінің параметрлері алдыңғы мысалдағыдай, яғни $\xi = 0,6$ және $Td = 0,5c$.

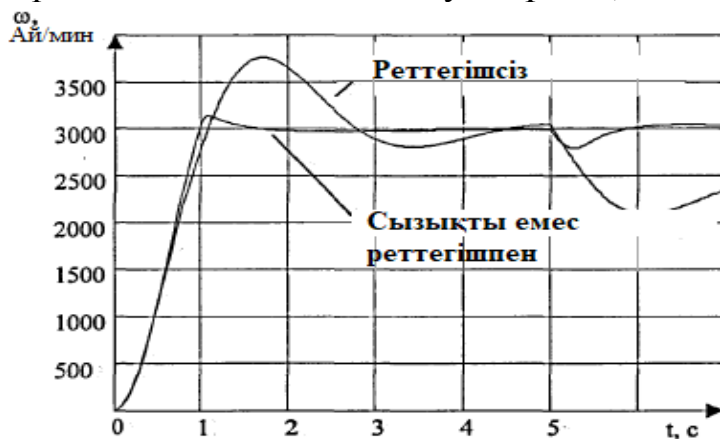
Ұсынылған диаграммада K_{y1} коэффициенті $0,8 \div 0,25$, шеңберінде ғана өзгереді, от 0% до 5%. Диапазонына кіретін жерлерде $0,63 \div 0,38$, шеңбердегі орналасуда қайта реттеу байқалады, Егер K_{y1} коэффициенті шамадан артық 5% жоғарыласа, асады, ал егер K_{y1} коэффициенті жоғарыда көрсетілген диапазоннан аз болса, «тартылу» әсері болады.

K_{y1} коэффициентінің сандық мәндеріндегі тірек сигналы бірліктің есептелуінен есептеледі және кері байланыс сигналындағы жылдамдық мотордың және түрлендіргіштің беру коэффициентіне бөлінеді. Біз уақытша тұрақты және демпферлік коэффициент қозғалтқышының параметрлері бойынша сыртқы наразылық әсеріне жүйенің өтпелі сипаттамаларының параметрлерін және параметрлерін өзгертуді анықтауға болатын зерттеуді жүргіземіз.



3.2.2 сурет - Бастапқы табыстың өзгеруімен өтпелі сипаттамалар

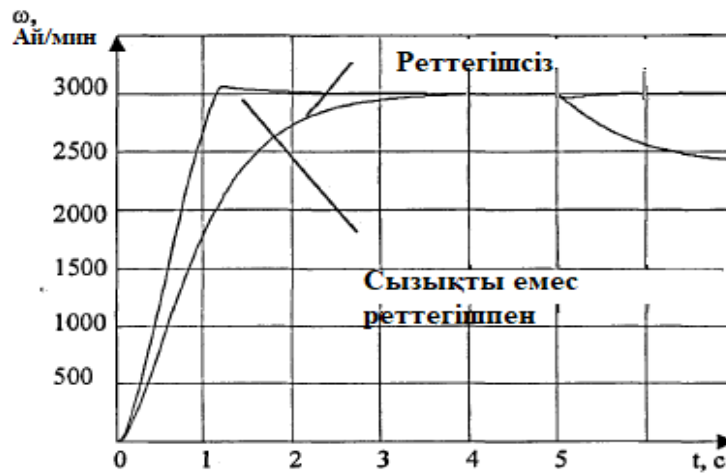
ДПТ, өзгерісін сипаттайтын дірілдеу байланысының демпферлік коэффициенті 3.2.3-суретте өтпелі сипаттамалар көрсетілген. Конвертердің сызықсыздығы (дәлірек айтқанда, тандалған сызықтық емес $\pm U_{отс} = \pm 1,5 U_{ном.двиг}$) бойынша қозғалтқышты сипаттайтын осцилляторлық байланыстың демпфинг факторына байланысты $K\beta_1$ коэффициентін өзгерту қажет. Төменгі демпфирлік коэффициент кезінде статикадағы 5% тосқауыл үшін жылдамдық шығысы байқалады. Бұл құбылыс қозғалыс кернеуінің ауқымын ұлғайту арқылы толығымен жойылуы мүмкін,



а) Демпфирлеу коэффициенті $\xi = 0,4$



б) Демпфирлеу коэффициенті $\zeta = 0,6$



в) Демпфирлеу коэффициент $\zeta = 1$

3.2.3 сурет - Сызықты емес жүйенің өтпелі сипаттамалары және демпферлік коэффициенттің өзгеруімен статикалық реакция

Көрсетілгендей, демпфинг факторының өзгеруімен қажетті динамикалық сапа көрсеткіштерін алу үшін K_{y1} коэффициентін өзгерту қажет. K_{y1} коэффициентінің мәнін анықтау үшін бірқатар эксперименттер жүргізілді, бұл жүйенің қалаған динамикасына қол жеткізуге болатын түрлі демпферлік коэффициенттерлерге арналған. K_{y1} коэффициентінің демпферлік коэффициентке тәуелділігі 1-кестеде келтірілген. Аралық мәндерді интерполяция арқылы алуға болады.

3.2.1 кесте - K_{y1} демпферлік коэффициентіне тәуелділігі

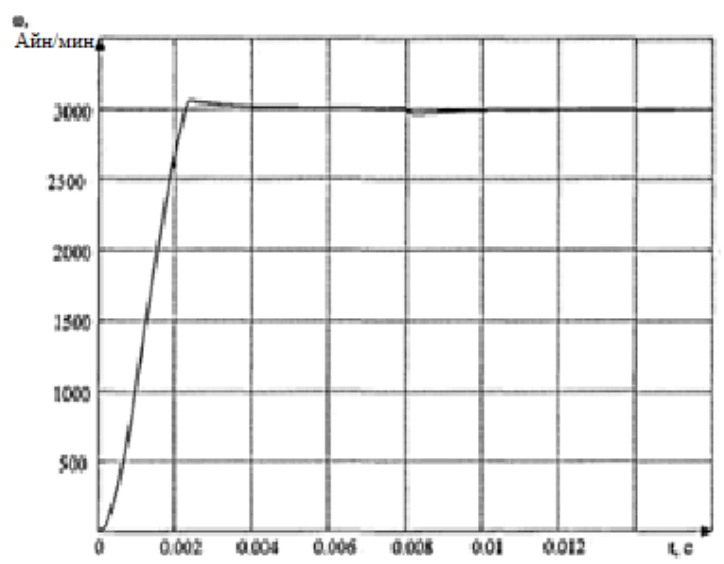
ξ	K_{y1}	ζ	K_{y1}
0,3	0,21	0,8	1,2
0,4	0,32	0,9	1,3
0,5	0,45	1,5	2,2

0,6	0,63	2	3
0,7	0,89	3	4,3

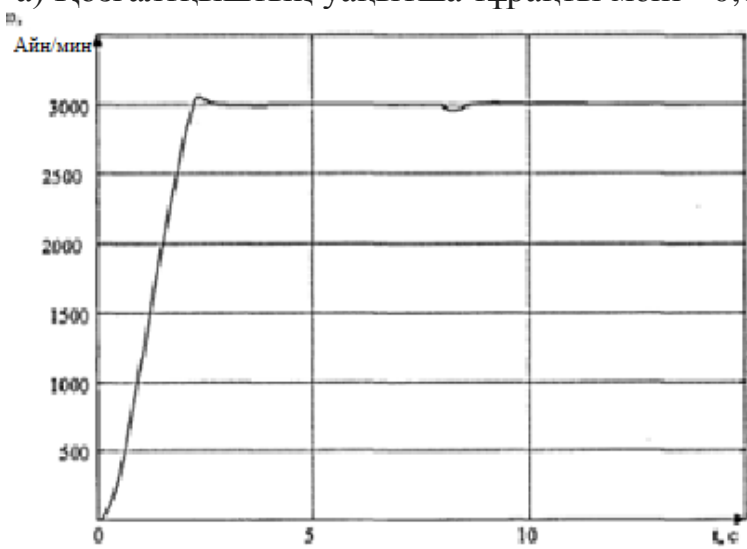
Үлкен демпфирлік коэффициенттері үшін мәндер кестесін құрастыру үшін қолданылған тағы бір критерий атап өткен жөн, бұл кварцтің өсуімен 5% жетпейді, сондықтан KuI -нің өсуі бақылау сигналының пішіні іс жүзінде сәйкес келеді.

Сондай-ақ, өтпелі реакцияның өзгеру дәрежесін және қозғалтқыш уақытының тұрақты өзгеруінен тиісті сапа көрсеткіштерін анықтау үшін зерттеулер жүргізілді. Эксперименттер демпферлік коэффициенті $\xi = 0.65$ үшін орындалды.

Қозғалтқыштың уақытша тұрақты өзгеруі кезінде өтпелі сипаттамалар 3.2.4 суретте келтірілген.



а) Қозғалтқыштың уақытша тұрақты мәні - 0,01

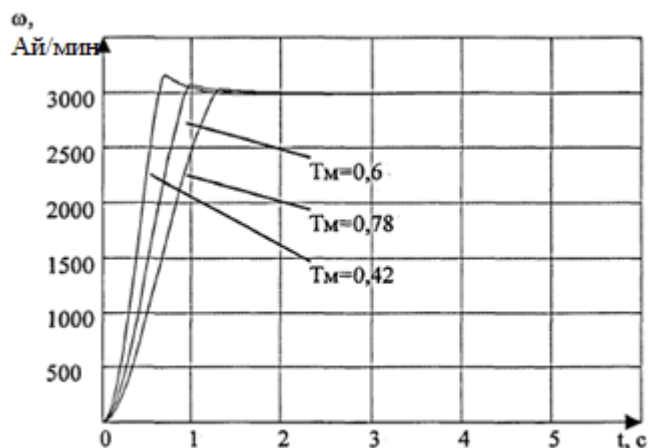


б) Қозғалтқыштың уақытының тұрақты мәні - 10 сек

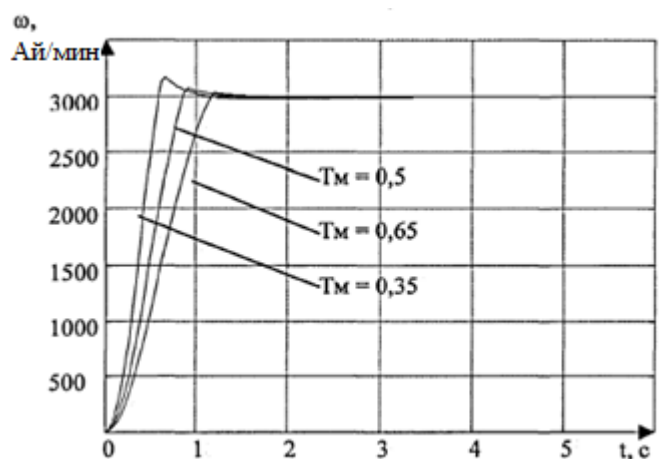
3.2.4 сурет - Қозғалтқыштың уақытының тұрақты өзгерген кезде өтпелі сипаттамалары

Ұсынылған графиктерден көріп отырғанымыздай, таңдалған басқару алгоритмімен статикалық және динамикалық сапа көрсеткіштері қозғалтқыш уақытының тұрақты өзгеруіне іс жүзінде инвариантты болып табылады.

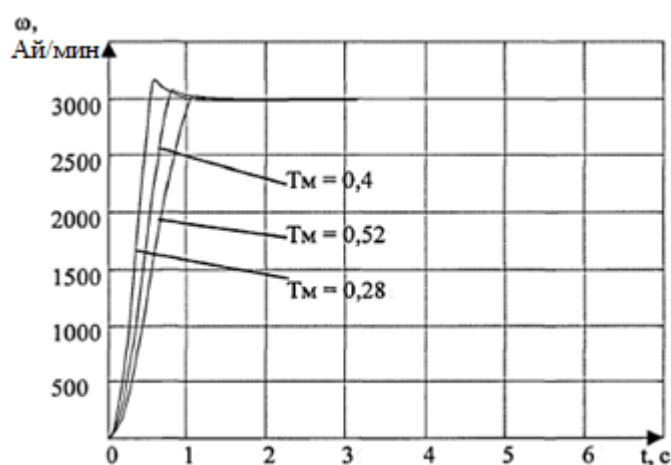
Сызықты емес жүйені зерттеудегі келесі мәселе - динамикалық параметрлердің сезімталдықтың өзгеруіне немесе дәлірек айтқанда, электромеханикалық уақыт тұрақтылығындағы белгісіздікке ие болады. Эксперимент келесі жолмен жүзеге асырылды: Та және Тм берілген параметрлер үшін K_{y1} коэффициенті жүйеде артық жүктемесі 2,5% болғандықтан таңдалған жүйе үшін ТМ мәні 30 километрге дейін және 30% -ға аз уақытты құрастыру және есептеу асып түседі. Жоғарыда айтылғандай, жүйеден күтілетін нәтиже 0% ÷ 5% диапазонында Тм өзгеруімен бастапқы мәнің ± 30% диапазонында жоғарылатуды қамтамасыз етуі керек, онда асып түсіру 2,5% құрайды. Жүйенің сипаттамалары 3.2.5-суретте келтірілген.



а) $T_m = 0,6$ с, $T_a = 0,3$ с.



б) $T_M = 0,5$ с, $T_a = 0,3$ с



в) $T_M = 0,4$ с, $T_a = 0,3$ с

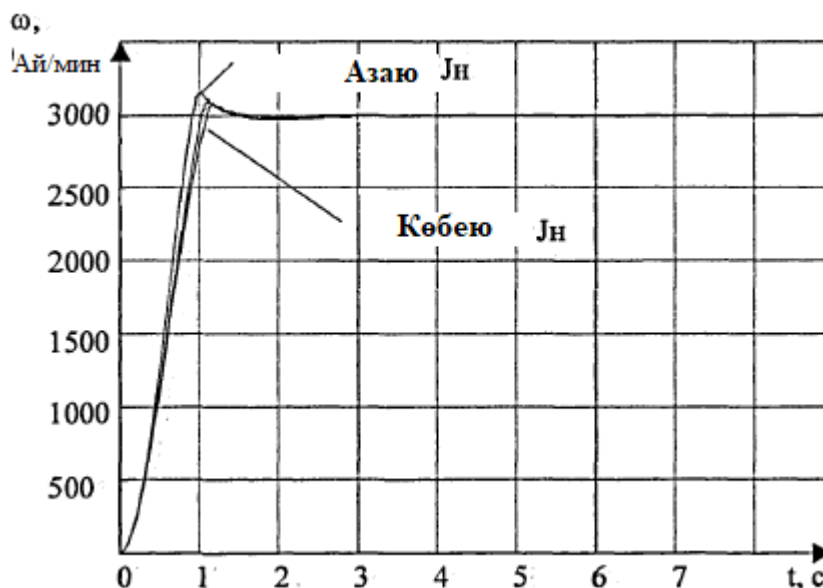
3.2.5 сурет - Электрмеханикалық уақытша тұрақты емес $\pm 30\%$ белгісіз жүйенің өтпелі сипаттамалары

Өтпелі сипаттамалардың талдауы төменгі демпферлік фактормен төменгі жағында (-30%) T_M анықтау кезінде қате 5% -дан астамға үлкен екенін көрсетеді. Осылайша, соңғы жағдайда, егер $\xi = 0.48$ болса, онда ығысу $5,4\%$ құрайды.

Демпфирлеу коэффициенті ұлғайған кезде, асып түсіру белгілі бір ауқымда болады және ξ мәніне қарамастан барлық дерлік жағдайларда жоғарыда көрсетілген ауқымда болады, себебі T_M теңдеу мәніне қатысты артады.

Басқару объектісінің параметрлеріндегі өзгерістердің жүйенің шығу шамасының сезімталдығымен байланысты мәселелерді қарастыру кезінде қозғалыс кезінде қозғалтқыш білігіне өзгерген инерция сәтінде робототехника үшін тән құбылыс туралы тоқталу керек. Бастапқы параметрлері $T_g = 0.5$ с, $\xi = 0.6$ болатын бақылау объектісінде жүргізілген эксперимент инерция сәтінде 0-ден 9-ға дейін сызықты артуды

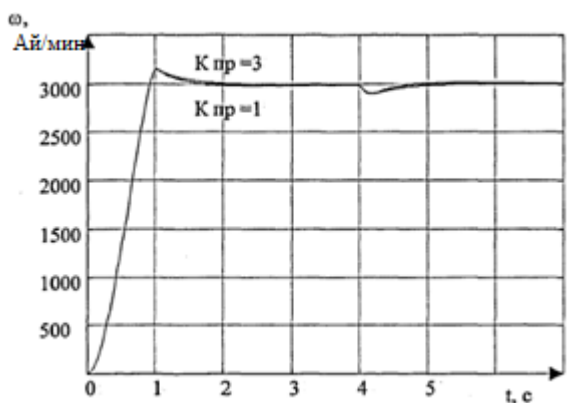
2,8 есе төмендегі экспериментте инерция сәтінде бастапқы және бірдей төмендеуді қамтиды . 3.2.6-суретте келтірілген өтпелі сипаттамалар инерцияның өзгеретін кезіндегі жүйенің жұмысын көрсетеді,



3.2.6 сурет - Инерцияның өзгеретін кезі бар жүйенің жұмысы

Эксперименттен шығатын өзгеріс инерция сәттен инерция сәттен бастап 1,5% -дан аз болғандықтан инерция сәті кезіндегі жүйеге қатысты. Жылдамдықты өзгерту статикалық күйде пайда болмайды.

Жүйенің өтпелі жауап туынды кері байланыс контуры бойынша пайданың әсерін зерттеу жасады. Осылайша, тірек сигнал бір тең, және кері байланыс сигнал алға ілмектер күшейту бойынша бөлінген, біз қозғалтқыш параметрлерін кең ауқымды іс жүзінде Инвариантты өтпелі сипаттамалары бөлімін қараңыз деп ойлап, ауқымы 0,2 ÷ 5 оның мәні табу кезінде. $0,6 = \xi$ тербелмелі сілтеме параметрлерін, $tг = 0,5S$ жабдықталған қозғалтқыш үшін туынды Кері байланыс пайда өзгерген кезде сурет 3.2.7 жүйесінің өтпелі жауап көрсетеді.



3.2.8 сурет - Туындыға арналған кері байланыс факторларын әртүрлі өтпелі сипаттамалар

Сыртқы әсерлерге жүйенің орнықтылығы бойынша зерттеулер жүргізу кезінде, егер бұл мерзімді сыртқы әсерлерге назар аудару қажет болса, бұл коэффициенттің мәндер ауқымының төмен болуын анықтаған жөн

Әрі қарай, күш күшейткіштің (түрлендіргіш) инерция жүйесінің жұмысына әсер ету туралы мәселені қарастырыңыз. Себебі бірінші келісім кезінде жүйеде басқару кернеуінің коммутациясы бар болса, онда конверттің инерциясы динамикалық сапа көрсеткіштеріне қатты әсер етеді. Электр қозғалтқышын жобалау кезінде түрлендіргіш әрдайым қозғалтқыш үшін таңдалады, осылайша конвертердің инерциясына кейбір шектеулер қоюға болады және қосымша зерттеулерді жүргізуге болмайды. Конвертердің инерциясының инерция әсерін динамикалық сипаттамаларына талдау қажет: біріншіден, әсер ету дәрежесі, екіншіден, қозғалтқыштың және конвертердің уақытша тұрақтыларының қатынасы тиіс болатын диапазон, ал үшіншіден, түрлендіргіштің инерциясын өтеу жолын анықтаңыз, кез келген себеп берілген ауқымнан шыққан.

Конвертерді уақытша тұрақты T_n уақытша апериодтық байланыс ретінде көрсете отырып, бірқатар эксперименттер жүргізіледі. Инерциясыз түрлендіргішке теңелген жүйе үшін $T_n = 0.1T_d$ кезінде және 0.5 демпфирлік коэффициенті 10% тең екендігі анықталады. Осындай көтерілудің жоғарылауы қанағаттанарлықсыз, сондықтан уақыттың тұрақты мәндеріне қатынасы үшін реттеушіні түзету қажет. Зерттеулер көрсеткендей, $T_n = 0.01T_d$ немесе одан кем, реттеушіні түзету талап етілмейді жүйенің сипаттамасы инерциалды емес түрлендіргішпен бірдей.

Конвертердің инерциясының әсерін түзету, K_{y1} күшейту коэффициентін өзгерту арқылы мүмкін болады, ол соңында бірінші сәйкестендіру уақытының біршама ұлғаюына және айқындылықтың төмендеуіне әкеледі. Сондықтан $T_n = 0.1T_q$ үшін K_{y1} -нің демпферлік коэффициентіне тәуелділігі келесі түрде болады (3.2.2-кесте).

3.2.2 кесте - K_{y1} инерциалдық түрлендіргіштің демпферлік коэффициентіне тәуелділігі.

ξ	K_{y1}	ξ	K_{y1}
0,4	0,24	0,9	0,93
0,5	0,34	1,1	1,6
0,7	0,59	1,5	2,2

Осы мәндерден, түрлендіргіштің инерциясына байланысты пайданың түзетуі, демпферлік фактордың көбеюімен немесе дәлірек айтқанда апериодты басқару объектісі үшін, 3.2.1 және 3.2.2-кестелердегі мәндер бірдей болған кезде ғана тербелгіш басқару объектісі ($\xi < 1$) үшін қажет.

Зерттеулер көрсеткендей, реттеушінің параметрлерін басқа жылдамдыққа ауыстыру үшін екі жолмен жасауға болады. Біріншісі - $Ku1$ коэффициентін таңдау. Осы әдісті оң жағы осы жүйенің үздік динамикасын қамтамасыз ету болып табылады, мысалы қозғалтқышты нөлден номиналды жылдамдыққа дейін жеделдету сияқты. Теріс жағы $Ku1$ коэффициенті демпферлік коэффициентке және өтпелі процестің жылдамдығына байланысты. Осылайша, жүйенің әмбебаптығы жоғалады, яғни, кірістің мәндері белгілі бір қозғалтқыштың алгоритмі негізінде анықталуы керек.

Бір жылдамдықтан екіншісіне өтудің екінші жолы динамикадағы кейбір жоғалтуды білдіреді, бірақ жүйенің әмбебаптығы жоғалмайды. Анықтамалық сигналды бір жылдамдықтан екіншісіне ауыспалы түрде емес, бір деңгейден екіншісіне түзетулер арқылы өзгерту ұсынылады. Содан кейін тікелей қозғалыс сигналының көлбеу бұрышы қозғалтқыш параметрлері мен жылдамдықтардың арасындағы айырмашылықты қарапайым және бір-бірімен байланыстырады. $\pm \omega n.m.$ диапазонына сәйкес келетін тірек сигналы формуламен анықталатын есептеуден әсерді анықтайтын тікелей өзгерістің бұрышын анықтаңыз:

$$tg(\alpha) = \frac{0,41(\omega_i - \omega_{i-1})}{T_d} \quad (3.2.1)$$

мұнда: ω_i , $-\omega_{i-1}$ өтпелі жылдамдықтарға сәйкес келетін тірек сигналдары арасындағы айырмашылық; T_d - мотор уақытының тұрақты мәні.

0.41 коэффициенті эмпирикалық түрде анықталады және күшейткіштің кернеуіне байланысты, бұл жағдайда $\pm U_{omc} = 1.5U_n$.

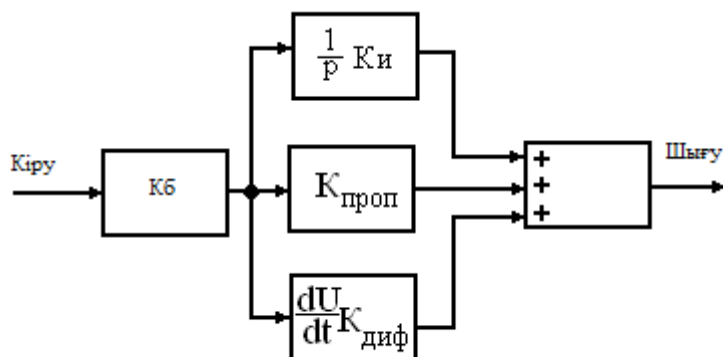
Айнымалы параметрлері мен жүйенің өзгермейтін бөліктері арасындағы өзгерістердің бүкіл ауқымы арасында нақты өзара байланыс болған кезде ғана басқару жүйесін (айнымалы бөлігін) кез-келген электр қозғалтқышымен жұмыс істей алатын бөлек құрылғы ретінде ұсынуға болады (өзгермейтін бөлік).

Егер мұндай тәуелділіктер бар болса, тапсырыс берушіге сындарлы түрде орындалатын басқару жүйесімен қамтамасыз ету мәселесін көтеруге болады және мәлімделген сипаттамалардың басқару жүйесіне қосымша түзетулер жасалмай қамтамасыз етілуін қамтамасыз етеді. Әйтпесе, басқару жүйесі мен электржетегі бір тұтас ретінде қарастырылғанда, ол толық электр жетегі болуы мүмкін. Жоғарыда айтылған материалдардан көрініп тұрғандай, бір және екіншісі де артықшылықтары мен кемшіліктері бар, бірақ әмбебап басқару жүйесі өнеркәсіптік роботтар мен автоматтандырылған жабдықтарға арналған электр жетектерін дамытудағы сапалы қадам болып табылады.

3.3 ПИД реттегіші бар жүйе және айнымалы кіріс

ПИД реттегіші қозғалтқыштың жылдамдығын басқару жүйесінде пайдаланатын, егер соңғысы тербелгіштегі байланыс ($\xi \leq 1$) болса, бірқатар негізгі артықшылықтарды береді, оның бастысы динамикалық өнімділік болып табылады, ал кемшіліктері ретінде, осындай жүйені енгізу кезінде компьютер уақытының артуын атап өтуге болатын микропроцессор. Сызықтық ПИ реттеуіші және автоматтандырылған басқару жүйелеріндегі ПИД реттеуішін пайдалану қазіргі уақытта теориялық және практикалық тұрғыдан жақсы түсіндіріледі, сондықтан осы жұмыста бұл зерттеулер орындалмайды. Осы сатыдағы міндет ПИ реттеуіші мен ПИД реттеуішінде және осы жүйелердің салыстырмалы талдауымен айнымалы кіріспен басқарылатын әмбебап басқару жүйелерін құру болып табылады.

ПИД реттеуішінде айнымалысы пайда болған жүйені синтездеу кезеңі ПИ реттеуіші бар қаралған жүйенің синтезіне ұқсас екені анық. Зерттеу нәтижесі бойынша ПИД реттеуіші жұмыс істеуі үшін жүйенің құрылымын бірінші сәйкестендіру кезінде өзгерту қажет емес, сонымен қатар ауыспалы факторы анықталады. Эксперименталды түрде, ПИД реттеуіш параметрлері мен қозғалтқыш параметрлерін өзгертуге инвариантты байланыс орнатылады. 3.3.1-суретте пропорционалды, интегралдық және дифференциалды компоненттерден келетін сигналдардың сомасын білдіретін ПИД реттеуішінің блок-схемасы көрсетіледі.

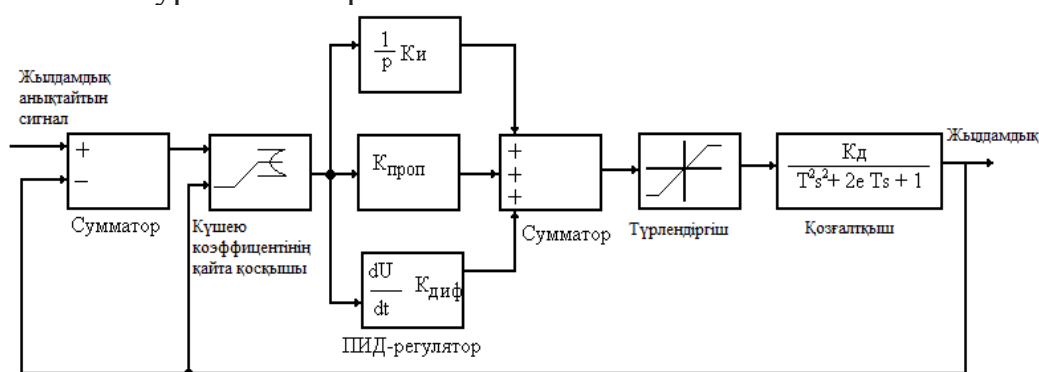


3.3.1 сурет - ПИД реттеуішінің құрылымдық сұлбасы

ПИД реттеуішінің параметрлері: $K_{проп}$ - пропорционалды бөліктің коэффициенті, $K_{и}$ - интегралдық бөліктің коэффициенті, $K_{диф}$ - дифференциалды бөліктің коэффициенті эксперименттік таңдалады және қозғалтқыш параметрлерімен инвариантты байланысымен байланысты:

$$\left. \begin{aligned} K_{II} &= \frac{2}{\xi}, \\ K_{II} &= \frac{1}{T_D \cdot \xi}, \\ K_{ДИФ} &= T_D. \end{aligned} \right\} \quad (3.3.1)$$

Ку коэффициенті ПИД контроллерінің күшейтуі бұрынғы жүйеде болғандай, ол біртекті түрде демпфирлік байланысты және жүйенің динамикалық параметрлерін өзгертуге қызмет етеді. Айнымалы ПИД басқару коэффициентімен жылдамдықты басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы 3.3.2-суретте келтірілген.



3.3.2

сурет - Ауыспалы ПИД реттегіш коэффициенттері бар жүйе

Осылайша, тікелей күшейткіш K_u коэффициентнің тізбегінің реті - ($K_{y2} = 20 \div 30 K_{y1}$) бірінші келісімді сәтте күшейе түседі. Динамикалық инвариантты сапа көрсеткіштерін қозғалтқыш параметрлерінің өзгеруіне, бірінші сәйкестік уақытының берілген жүйесіне ең аз уақыт ішінде 5% -ға асып кетуін қамтамасыз ету үшін K_{y1} (K_u до п.с) коэффициенті демпферлік коэффициентке байланысты болады. 3.3.1-кестеде демпферлік коэффициентпен біріншілік жүйеде келтірілген кірістің сәйкестігін келтірілген.

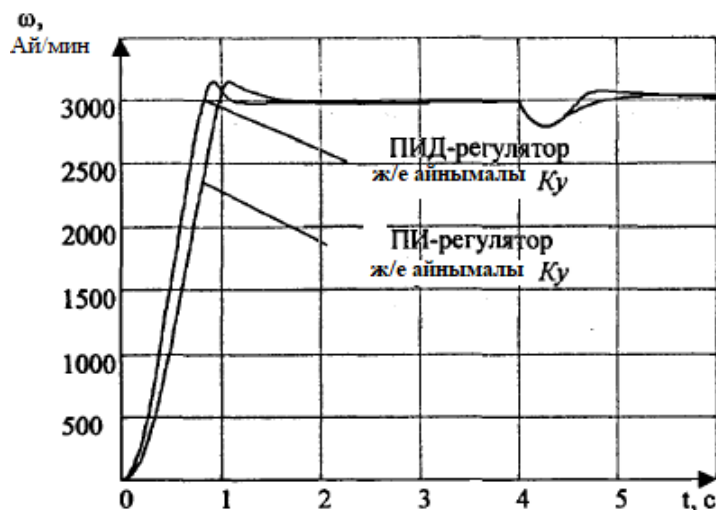
3.3.1 кесте - K_{y1} -нің ПИД реттегіш жүйесінде демпфирлік K_{y1} коэффициентіне тәуелділігі

ξ	K_{y1}	ξ	K_{y1}
0,3	0,21	0,8	1,65
0,4	0,34	0,9	1,7
0,5	0,55	1,5	1,8
0,6	0,85	2	1,85
0,7	1,35	3	2,85

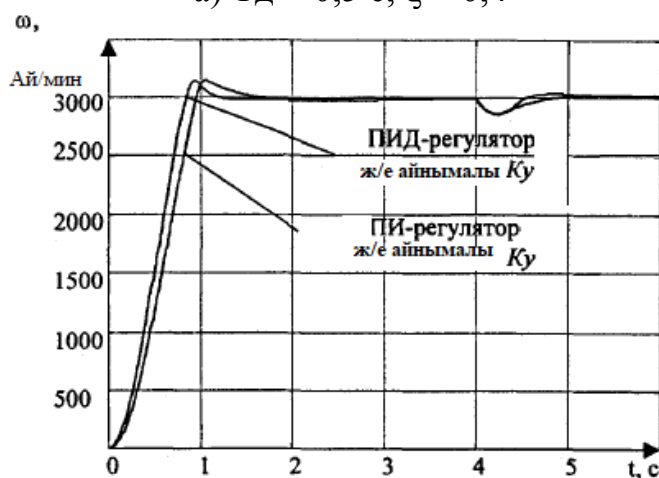
Үлкен демпферлік коэффициенті бар ПИ реттегіш жүйесінде болғандай, KuI -дің ұлғаюымен 5% -ға жетпейтін кішігірім көлем байқалады, сондықтан KuI жоғарылауын басқару сигналының нысаны 3.1.1-ге суретке сәйкес келген моментін бірінші сигналды басқару мәнінің шегіне тең болады.

Параметр қозғалтқыштарының ауысу диапазоны барлық практикалық көрсеткіштерде динамикалық инвариантты практикаға ие, олардың параметрлері қозғалтқыштың параметрлері бойынша бір мәнді байланыспен қосылған, ПИД реттегіш беріліс коэффициентінің ауыспалы жылдамдығын реттеу жүйесі. Әр түрлі демпферлік факторлармен және қозғалтқыштың уақытша тұрақты мәндерімен өтпелі сипаттамалар ПИ реттеушісі 3.2.3, 3.2.4 суреттеріндегі жүйеде қарастырылған сипаттамаларды қайталайды, сондықтан осы жүйенің сипаттамаларын қарастыра берудің ешқандай маңызы жоқ.

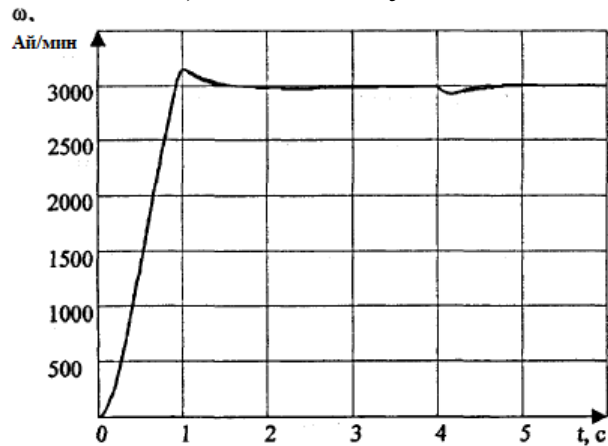
(3.3.3-суретте) олардың динамикалық сипаттамаларын салыстыруға түсіеіктірек тоқтала кеткен дұрыс.



а) $T_d = 0,5$ с, $\xi = 0,4$



б) $T_d = 0,5 \text{ с}, \xi = 0,5$



в) $T_d = 0,5 \text{ с}, \xi = 0,7$

3.3.3 сурет - Беріліс коэффициентінің ауыспалы жүйедегі динамикалық сипаттамаларын салыстыру

Басқару объектісінің төменгі демпфирлік коэффициентімен ұсынылған графиктерден көріп отырғанымыздай, ауыспалы ПИД реттегіш коэффициенті бар жүйенің қолданылуы ПИ реттегіш және ауыспалы құрылымы бар жүйеге қарағанда динамикалық қасиеттерде тиімдірек болады. Сыртқы бұзылыстар жүйелердің жылдамдығының максималды критерийі бойынша талдауын көрсеткендей, ұсынылған жүйелер іс жүзінде бірдей статикалық қасиеттерге ие.

4 Өзін-өзі сәйкестендірудегі электржетек жылдамдығының басқару жүйесі

4.1 Жүйенің өзін-өзі реттеудегі объекті сәйкестендіру параметрлері

Автоматты басқару жүйелері жобалау кезінде құрылымның және тізбектің элементтерін есептеуді, көрсетілген сапа параметрлерін қамтамасыз етуді және негізгі тізбектерді түзету сұлбаларын енгізудің ыңғайлылығын қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда басқару жүйесін есептеуде басқару объектісінің динамикалық сипаттамаларының белгілі болғандығын ескере отырып жүзеге асырылады. Бұл жағдайда, мысалы, қандай да бір объектіні автоматты түрде анықтауға болады, мысалы, оның параметрлерін белгілі құрылыммен анықтау үшін, реттегішті есептеу үдерісін және тиісінше жүйеде көрсетілген сапа көрсеткіштерін орнатуды автоматты түрде орындалуы мүмкін. Осылайша, бақылау объектісінің параметрлерін алдын-ала белгілеуді талап етпейтін, сондықтан да математикалық

сипаттамаға ұқсас барлық объектілерде қолданылатын өзін-өзі реттейтін жүйені алу мүмкіндігін сәйкестендіру алгоритмінің сапасына байланысты.

Сәйкестендіру әдістері келесі топтарға бөлінеді: аналитикалық және өтемақылы; статикалық және статистикалық емес; іздеуші және іздемейтін.

Аналитикалық әдістерде объектілерді сәйкестендіру уақытша үдерістерді, кіріс және шығыс сигналдарының жиіліктік және статистикалық сипаттамаларын талдау негізінде жүргізіледі. Нысанның параметрлерін бағалау объектінің құрылымымен шығыс сигналының сипаттамаларын және кіріс сигналының сипаттамаларын байланыстыратын қатынастармен анықталады.

Өтемақы әдістерін пайдаланған кезде белгілі бір жолмен байланысты объект моделін қолдануға болады. Нысан мен модельдің сериялық және параллель қосылымын ажырата білу. Екі жағдайда да сәйкестендіру жүйесінде сапа шарасы енгізіледі, ол объектінің өзіндік нысанының сәйкестік дәрежесін сипаттайды. Есептегіш құрылғыда сапа өлшемін және үлгі параметрлерінің тиісті түзетулерін бақылайды. Осылайша, компенсациялық әдістерді жабық әдістерге жатқызады.

Идентификацияның статистикалық әдістерін сәйкестендіру үшін пайдаланылатын сигналдардың статистикалық сипаттамаларын (бөлу функциялары, корреляциялық функциялар, спектральды тығыздықтар, сәттер және т.б.) пайдалануына негізделген. Бұл жағдайда сапа көрсеткіші анықталған параметрлердің алдыңғы мәндерін орташалауға болатын белгілі бір статистикалық сипаттама ретінде тұжырымдалады. Кездейсоқ кедергі болған кезде статистикалық тәсіл қажет. Бұл әдісдің жетіспеушілігінде жоғары статистикалық сипаттамаларды білу қажет.

Статистикалық емес (детерминированные) кіріс және шығыс сигналдарының параметрлерін байланыстыратын параметрлер, идентификациялық функционалдық тәуелділіктерді анықтауға негізделген. Бұл әдістердің негізгі кемшілігі – кедергіні ұстау төмендігінде.

Идентификациялаудың іздеу әдістерінде оңтайлы күйге қозғалысты ұйымдастыру үшін арнайы сынақ параметрлік ауытқуы пайдаланылады, бұл олардың жұмысының негізгі кемшілігі болып табылады. Бұл әдістер негізінен сынақ эффектілерін қолдану немесе енгізу мүмкін болмаған кезде қолданылмайды.

Іздеуден тыс әдістер арнайы іздеу сигналдарын қолдануды талап етпейді. Сәйкестендіру мақсаттары үшін әдетте объектінің кіріс сигналдары пайдаланылады. Бұл объект пен модельдің кірісінде пайдалы сигналға қосылатын кедергіні сәйкестендіру үшін пайдалы сигналдар болып табылады.

Белгілі бір топты сәйкестендіру әдісін қолдану нақты жағдайда, оның артықшылықтарына және іске асырудың қарапайымдылығына байланысты. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты инерция моментін және қозғалтқыш білігіне статикалық сәтті өзгерту мүмкіндігі бар электржетекке қатысты ағымдағы

сәйкестендірумен әмбебап өзін-өзі реттеу жүйесін әзірлеу болып табылады. Осылайша, сәйкестендірілетін параметрлердің немесе белгілі бір функциялардың бастапқы жуықтауын анықтау қажет болатын сәйкестендіру әдістері назардан тыс қалады. Идентификациялаудың осы тұжырымдамасында аналитикалық әдістер, сондай-ақ детерминистикалық әдістер қолайлы.

4.2 Спектрлік анықтауышпен сәйкестендіру жүйесі

Идентификациялау әдісі жүйенің ортогоналды полиномдары түрінде енгізу және шығару кезінде сигналдардың ұсынылуының қайда қолданылатыны белгілі. Бұл әдіс жүйенің кіріс сигналын сәйкестендірудің әрбір аралықта және жүйенің шығу сигналдарынан тұрады.

Апериодтық және нашар тербеліс процестеріне Лагердің полиномы аппроксимациясы қолданылады. Жақын аралықты қатары тез жүретін болып табылады. Осылайша, екінші кезектегі объектілері жақындағанда, енгізудегі «ақ шуы» бар орта еселену қателігі бірнеше пайыздан аспайды. Салмағы $exp(at)$ көмегімен алынған Лагер полиномаларын пайдалану $Zi(s)$ мынадай операторларға әкеледі:

$$Zi(s) = \frac{\sqrt{2\alpha}(p - \alpha)^i}{(p - \alpha)^{i-1}} \quad (4.2.1)$$

(4.2.1) және (1.1.3) өрнектері арасында ешқандай айырмашылық жоқ. Мөлшерлеу факторларының әртүрлі таңдауында (α, m) айырмашылық бар. Кез келген жағдайда осы коэффициенттердің мәні жуықталған сигналдың болжалды жиілік спектріне сәйкес келуі тиіс Лагердің спектрлік жиіліктерінің өткізу жолағын анықтауда жатыр.

Спектрдің коэффициенттерін анықтау процесінің әдісі (құрылымдық сұлба) арқылы жасалуы мүмкін. Бұдан басқа, шығыс сигналының Ci спектрі коэффициенттерін анықтағаннан кейін, нысан түрінде берілген сәйкестендірілген нысанды беру функциясының коэффициенттеріне көшу

$$W_o = \frac{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots a_1 s + a_0}{b_n s^n + b_{n-1} s^{n-1} + \dots b_1 s + b_0}, \text{ ол жеткілікті қарапайым}$$

тәуелділіктер арқылы жүзеге асырылады. Осылайша, $n = 3$ үшін Ci спектрінің коэффициенттерінен көшіру функциясының коэффициенттеріне өтуі келесі формулаларға сәйкес жүзеге асырылады:

$$\left. \begin{aligned} a_3 &= c_0 + c_1 + c_2 + c_3 \\ a_2 &= 3c_0 + 2c_1 + c_2 \\ a_1 &= 3c_0 + c_1 \\ a_0 &= c_0 \end{aligned} \right\} \quad (4.2.2)$$

Трансфер функциясының бөлгіш коэффициенттері үшін осындай өтпелі кезең орын алады. Сызықты емес объект үшін оңтайлы операторлар Z_i (лар) синтездеу әдісі мен сәйкестендірудің қажетті дәлдігі жоқ.

Спектральды әдістер тобына жатқызуға болатын сәйкестендірудің басқа әдісін қарастырған жөн, бұл - авторегрессиялық құқық модельдері. Авторегрессиялық қатарды құрастырудың математикалық принципі - әр терминнің алдыңғы кезеңдердерінде бұрынғы мүшелерінің әрбір мүшесі тізбектесіп біртұтас болуын (функциясын) білдіреді. Сондықтан белгілі бір уақыт қатарын бағалауға болады, оның мүшелері белгілі бір мәннен $\tilde{z}_t = z_t - \mu$ ауытқып, тұрақты аралықпен өлшенеді, мысалы:

$$\text{Онда: } \tilde{z}_t = \phi \tilde{z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + a_t \quad (4.2.3)$$

мұнда, ϕ автопрогрессиялық операторы.

Қолданбалы идентификацияда берілетін функциясының динамикалық байланысын анықтауда, Y шығысы мен X кіріс сызықтық сүзгі жүйесінің көмегімен анықтайды.

$$Y_t = v_0 X_t + v_1 X_{t-1} + v_2 X_{t-2} + \dots = v(p) X_t \quad (4.2.4)$$

онда $v(p)$ - бұл сүзгі беру функциясы.

Біз T_m сәйкестендіру кодын анықтау үшін эксперименттер жүргіземіз, оның мәні қозғалтқышты сәйкестендіру функциясымен екіге тең кіріс және шығыс сигналдарымен сәйкестендіру болып табылады. Сонда біз үшін қызықтыратын T_m , а болып табылады, сәйкестендіру функциясының S коэффициенті. Сәйкестендіру қателігі бойынша зерттеулер әртүрлі сыртқы әсерлері бойынша T_m сәйкестендірілуін және олардың жоқтығын және сәйкестендіру объектісінің әртүрлі демпфирлік факторлары үшін эксперименттер жүргізілді. Зерттеу барысында өтпелі сипаттамалардың немесе өтпелі сипаттаманың барлық бөліктерінде сәйкестендіруді орындауды шешу керек.

Әр түрлі сыртқы әсерлерге және демпфинг факторларына арналған T_m анықтаудағы қателіктер түріндегі эксперименттердің нәтижелері 4-кестеде келтірілген. T_m сәйкестендіру қателігі келесідей есептелген:

$$\varepsilon = \frac{|T_{M_{ИСТ}} - T_{M_{ИДЕНТ}}|}{T_{M_{ИСТ}}} \cdot 100\% \quad (4.2.5)$$

онда, $T_{мист}$ және $T_{мидент}$ тиісінше электромеханикалық уақыттың тұрақты және нақты мәндерін құрайды. Инерцияның өзгеретін сәтімен эксперименттерде T_m -дің шынайы мәні сәйкестендіру алаңында орташа мән ретінде қабылданғанын атап өткен жөн.

Кесте 4.2.1.

эксперимент №	Сыртқы әсердің сипаттамасы	Өтпелі процесте объектіні идентификациялаудағы қателер	Өтпелі үдерістің бөліктері бойынша объектіні анықтау кезіндегі қателіктер 1/5 тп.с бастап 2/5 тп.с./дейін / 4/5t п.с бастап . тп.с. дейін
1. Нысан –Дірілдеу қондырғысы $\xi=0,5$			
1.1.	$M_c=0$ $J_H=const$	1% кем	1% кем 1% кем
1.2.	$M_c=0,1M_{ном}$ $J_H=const$	10,2%	13,6% 7,3%
1.3.	$M_c=0,1M_{ном}$ а моментінің ауысуы 3/5 тп.с. $J_H=const$	45,5%	1% кем 9,4%
1.4.	$M_c=0,1 \sin(10T_{дв}^{-1} \cdot t)$ $J_H=const$	100% көп	84% 23%
1.5.	$M_c=0,1M_{ном}$ $J_H=J_0+J_0 \cdot t/T_{дв} \cdot 5$	54,3%	5% 29,5%
1.6.	$M_c=0,1M_{ном}$ $J_H= J_0-J_0 \cdot t/T_{дв} \cdot 3,5$	69,8%	59,5% 64,3%
1.7.	$M_c=0,1 \sin(10T_{дв}^{-1} \cdot t)$ $J_H= J_0-J_0 \cdot t/T_{дв} \cdot 3,5$	94%	76% 73,4%
2. Нысан –Дірілдеу қондырғысы $\xi=0,99$			
2.1.	$M_c=0$ $J_H=const$	1% аз	1% аз 1% аз
2.2.	$M_c=0,1M_{ном}$ $J_H=const$	1% аз	1% аз 1% аз
2.3.	$M_c=0,1M_{ном}$ а моментінің ауысуы 3/5 тп.с. $J_H=const$	16,2%	1% аз 1% аз

Кестенің жалғасы

2.4.	$M_c=0,1 \sin(10T_d^{-1} \cdot t)$ $J_H=const$	31,2%	71% 100% көп
2.5.	$M_c=0$ $J_H= J_0+J_0 \cdot t/T_d \cdot 8$	11,8%	9,2% 24%
2.6.	$M_c=0,1 M_{ном}$ $J_H= J_0-J_0 \cdot t/T_d \cdot 5$	10%	5,6% 20,3%
2.7.	$M_c=0,1 \sin(10T_d^{-1} \cdot t)$ $J_H= J_0-J_0 \cdot t/T_d \cdot 5$	42%	100% көп 100% көп

Тәжірибелерден келесі тұжырымдар жасалуы керек:

1. Сыртқы әсерлер болмаған жағдайда, T_m анықтауында қате іс жүзінде болмайды (сәйкестендіру нәтижелерінен T_m есептеудің дұрыстығын дәлелдейтін).

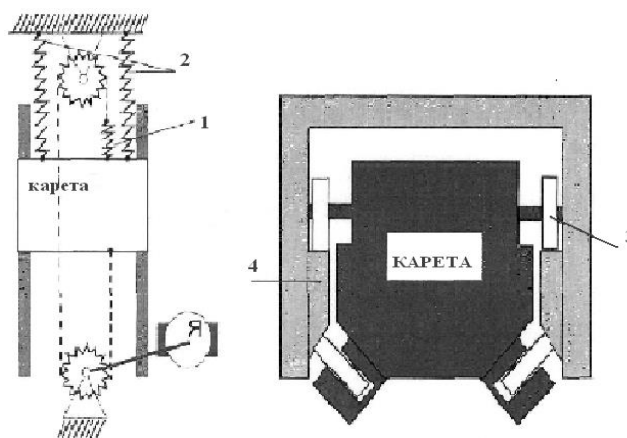
2. T_m идентификациясының анықтау қателігінде, демпинг коэффициенті азаяды, T_m көбейеді.

3. Статикалық сәтте номиналды мәнің 10% -нан аспайтын, T_m сәйкестендіру қателігі жылдамдықты басқару жүйесінің жұмыс істеуіне рұқсат етілген шегінде болады.

4. T_m сәйкестендірудегі ең үлкен қателік M_c және J_H айнымалыларымен байқалады.

5. 2.4 және 2.7 эксперименттерін қоспағанда. Ең жақсы нәтижелер өтпелі сипаттамалардың бөлімдерін анықтау арқылы алынады.

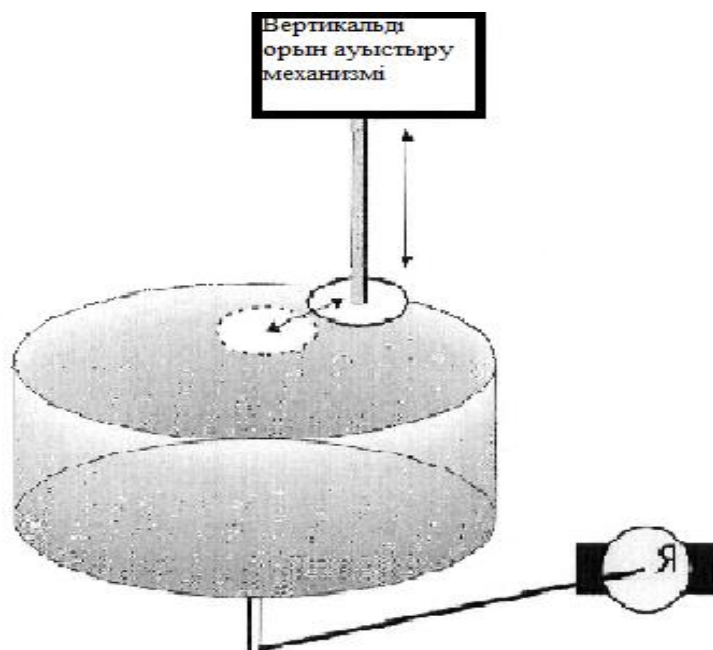
Әртүрлі эксперименттерде T_m сәйкестендіру нәтижесі шынайы кем және жоғары мәнді идентификациялық әртүрлі қорытындыларда қолданылды. Есептеулерде уақытты өзгерткен статикалық момент нақты роботтық жүйелердің жұмысын талдаудан туындайды. Мысалға, 4.2.1-суретте «Лада-150» жартылай өткізгіштік химиялық өңдеуге арналған көліктік роботының желісінің тік қозғалысының механизмінің эскизі көрсетілген.



4.2.1 сурет - Роботтың «Лада-150» (1-серпімді серіппелі, 2 теңгерімдік серіппелер, 3-шарикті мойынтіректер, 4-бағыттаушы) желісіндегі тік қозғалысы механизмі

4.2.1 суретте келтірілген тетікті талдау көрсеткендей, қозғалтқыш білігіне айнаымалы статикалық момент тізбектің берілу кернеуі мен теңестіру механизмінде кернеу үшін қажетті икемді байланысы мен мойынтіректер мен бағыттағыштар арасындағы алшақтыққа байланысты болады.

Басқа мысал - ХМП ІЦМ 3.105.065 жартылай өткізгіш пластиналардың роботты жылтырату кешені. Бұл кешеннің механизмінің эскизі 4.2.2-суретте көрсетілген.



4.2.2 сурет - Жартылай өткізгіш пластинінің жылтырату механизмі

Бұл кешеннің механикасын талдау пластинаның көтерілген кезде және пластинаның шеткіден барабанның ортасына қарай жылжуы кезінде қозғалтқыш білігінің статикалық сәті өзгереді. Бұл қозғалыс көшу үдерісінде мүмкін.

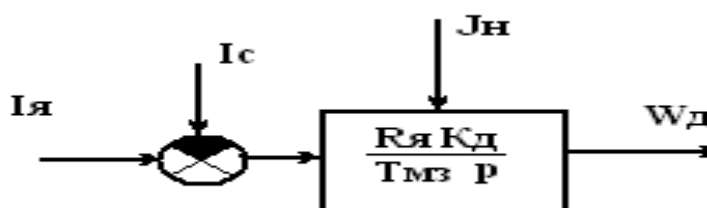
Фурье қатарына статикалық моментінде сигнал кеңейтілген деп осындай өзгерістерді модельдеуді болжауға болады, арналған нақты уақытта статикалық тетіктерін өзгерту, еркін нысаны мен мөлшерінен бастап қолданылады. Әлбетте, статикалық сәтте өзгерудің салыстырмалы жоғары жиілігі, сондықтан $M_c = 0, I M_{ном}$ моделі қарастырылады жеткілікті түрде күрделі жағдайда, қанша мән және бұрыштық жиілігі $\omega^{-1} = 10Tд$ кезіндегі ең күрделі сәйкестендіруі белгілі.

Соңында тұрақты статикалық сәтте және инерцияның өзгермейтін кезі болғанда, бұл әдісті өзін-өзі реттейтін жүйеде толығымен қолдануға болады. Дегенмен, әмбебап өзін-өзі реттеу жүйесін құру міндеті бізді электр жетегінің барлық негізгі нұсқаларын қарастыруға мәжбүр етеді, сондықтан

спектральды анализаторлар әдісі әмбебап сәйкестендіру алгоритмі ретінде жарамсыз.

4.3 Жылдамдық және ток датчиктерімен сәйкестендіру жүйесі

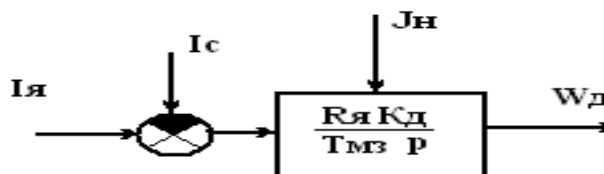
Идентификация қатесін азайту үшін сапалы қадам - бұл жылдамдық датчигінен сигнал ретінде де, ағымдағы датчик сигналын да бастапқы ақпарат ретінде пайдалану болып табылады. Осылайша, осы сигналды цифрландыру үшін ағымдағы сенсор мен жүйелердің жеткілікті жылдамдық пен жеткілікті шешуші қуаты қанағаттандырылған кезде сәйкестендіруге есептеу шығындары айтарлықтай азаяды. T_m -ны анықтауға қажетті жүйенің құрылымдық сұлбасы 4.3.1-суретте келтірілген.



4.3.2 сурет - Ағымдағы және жылдамдық датчигінің қатысуымен T_m –ді анықтау үшін құрылымдық диаграмма.

4.3 Жылдамдық және ток датчиктерімен сәйкестендіру жүйесі

Идентификация қатесін азайту үшін сапалы қадам - бұл жылдамдық сенсорынан сигнал ретінде де, ағымдағы сенсор сигналын да бастапқы ақпарат ретінде пайдалану. Осылайша, осы сигналды цифрландыру үшін ағымдағы сенсор мен жүйелердің жеткілікті жылдамдық пен жеткілікті шешуші қуаты қанағаттандырылған кезде сәйкестендіруге есептеу шығындары айтарлықтай азаяды. T_m -ны анықтауға қажетті жүйенің құрылымдық схемасы 4.3.1-суретте келтірілген.



4.3.2 сурет - Ағымдағы және жылдамдық сенсорларының қатысуымен T_m анықтау үшін құрылымдық диаграмма

4.3.2 суретте көрсетілген құрылымды ескере отырып, сондай-ақ негізгі динамикалық тәуелділіктерді ескере отырып (4.5) келесі теңдеуге келеді.

$$\frac{Rя \cdot K\delta}{T_m(t)} \int (Iя(t) - I_c(t)) dt = \omega(t) \text{ для } M > M_c; \quad (4.3.2)$$

T_m өзгеруі теңдеудегі басқа айнымалыларға қарағанда баяу, сондықтан өтпелі процесс уақытты тең уақыт аралығына бөлінген деп есептейміз, олардың әрқайсысында T_m тұрақты деп санауға болады. Содан кейін өтпелі сипаттаманың ерікті уақыт аралығында бізде:

$$T_{m_i} \cdot \omega(t_i) = Rя \cdot K\delta \cdot \int_{t_{н.д.}}^{t_i} (Iя(t) - I_c(t)) dt; \quad (4.3.3)$$

немесе

$$T_{m_i} = \frac{Rя \cdot K\delta \cdot \int_{t_{н.д.}}^{t_i} (Iя(t) - I_c(t)) dt}{\omega(t_i)}; \quad (4.3.4)$$

мұнда, т.д. - қозғалыстың басталған сәті.

Бірінші болжам T_m анықталмағандықтан қабылданады, бірақ СНС-ге қолданылатын басқару сигналының сәті мен қозғалыс басталу сәті арасындағы интервалда нөлге тең деп қабылданады.

(4.3.4) Формула бойынша белгілі немесе тиісті M_c егер T_m өте дәл есептелуі мүмкін, бірақ бұл компонент кетуіне сыртқы әсерлерден мәні болып табылады. қозғалыс басына дейін уақытты басқару сигналында уақытты ақпаратты пайдалана отырып, (бұл қазіргі заманғы кешенді схемаларында қол жеткізуге болады), сондай-ақ тест мүмкіндігі, және статикалық режимде I_c өлшеу (қозғалтқыш кері болғанда осы параметрге қол жетімді тұрақты орнатылған режим тарапынан түрлі жылдамдықпен көшу). Тек алғашқы мүмкіндік бар делік. Құрамдас жүктеме жіктелуін қарастырайық.

$$M_c = M_0 + M'(\omega) + M''(J_n, c); \quad (4.3.5)$$

Мұнда, M_0 - жүктеменің бастапқы уақытында орнатылуы;

$M'(\omega)$ - қозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығына байланысты компонент;

$M''(J_n, c)$ - компонент, дискідегі серпімді шектеулерге байланысты (с серпімді байланыстардың қатаңдығы, а m_H - қозғалтқыш білігіне серпімді байланысы арқылы байланысқан жүктеме массасы).

Мұндай кеңею шартты және математикалық қателерді бағалау үшін қажет. Осылайша M_0 $t_{ОДм}$ арқылы бағалануы мүмкін. Басқа екі компонент

алдын-ала есептелмей немесе арнайы датчиктің болуы мүмкін деп бағаланбайды. Бірақ жылдамдық артып бара жатқаны анық, оның ұлғаюы және өсуі немесе азаюы мүмкін.

(4.3.4) формулада (Мысалы, қате сигналына пропорционал азайту) $I_c(t=0)$ (яғни M_0) және математикалық түрде өзгертін $I_c(t)$, көптеген жағдайда, ауыстыру бойынша сәйкестендіру қателігі $I_c = 0$ ішінде (4.3.4). Бұл M_c тұжырымды негіздеу үшін. Бағалауы туралы ақылға қонымды баға берілді. Дегенмен, практикалық және теориялық нәтижелер арасындағы үлкен айырмашылық $I_c=0$ теориялық тұрғыдан үлкен айырмашылыққа байланысты бағалауында $I_c(t=0)$ бағасын сапалы тексеру қиынға соғады.

Сондықтан, $I_c(t=0)$ бағалауы модельде пайдаланылмайды Төменде ұсынылған сәйкестендіру әдісі осы талаптарды қанағаттандырады, бірақ қате болса, сәйкестендіруді азайтуға болады. Осылайша, T_m анықтаған кезде, біз $I_c = 0$ деп есептейміз, бұл екінші болжам болып табылады және негізгі сәйкестендіру қатесін білдіреді. Әрі қарай теңдеудің екі жағын теңдестіреміз (4.3.3):

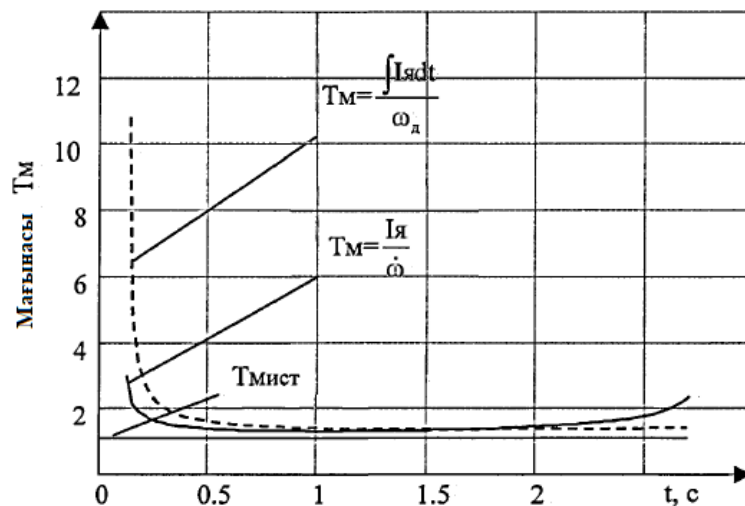
$$T_{m_i} \cdot \dot{\omega}(t_i) = R_{\alpha} \cdot K_{\partial} \cdot (I_{\alpha}(t) - I_c(t))dt \quad (4.3.6)$$

немесе

$$T_{m_i} = \frac{R_{\alpha} \cdot K_{\partial} \cdot (I_{\alpha}(t_i) - I_c(t_i))dt}{\dot{\omega}(t_i)} \quad (4.3.7)$$

(4.3.4) формулаларынан T_m есептеу нәтижелерін талдау және $I_c = 0$ үшін (4.3.7) қозғалыс басталғаннан кейін бірден ажыратудың (4.3.4) формуласы бойынша (4.3.7) формула бойынша нақты мән берілетіндігін көрсетеді. Екінші жағынан, өтпелі процестің соңында $\omega(t_i)$ нөлге ұмтылады және өтпелі процестің «екінші» бөлігінде аз қателік формуласы бойынша T_m есептеуін береді (4.3.7).

Қозғалыс тогынан интегралды қозғалтқыштың қозғалтқыш жылдамдығынан бөлу және қозғалтқыштың ағымын жылдамдық туындысымен бөлу, қозғалтқыш білігіне тұрақты статикалық болған кезде, өтпелі процесс кезінде 4.3.7-суретте келтірілген.



4.3.3 сурет - Статикалық сәт бар болғанда T_m есептелген мәндері
 $M_c = 0,1 M_{ном}$

T_m мәндері тек қана қозғалыстың басталғаннан кейін ғана алынуы мүмкін, бірақ бақылау әрекеті қолданылғаннан кейін ғана алынуы мүмкін. 4.3.3 сурет. қозғалыстың басталу сәті 0,19 с, ал бірінші сәйкестік уақыты 2,65 сек.

Формула бойынша есептеу (4.3.4) арасындағы оңтайлы коммутация уақытын табу үшін зерттеулер жүргізілді және формула (4.3.7). Зерттеулер сәйкестендіру үрдісінің оңтайлы схемасы келесідей: T_m шамасы өтпелі процестің басталу уақытынан бері жеткенше қабылданады

$$1,5(T_{я} + T_n) \text{ и } \frac{\int I_{я} dt}{\omega_{д}} \text{ аралығындағы } 1,5(T_{я} + T_n) \text{ аралықта және бірінші}$$

сәйкестендіру уақытында.

Белгілі сәйкестендіру әдістерінде болғандай, T_m мәні туралы ағымдағы (жедел) ақпараттар реттеушіні нақты уақытта түзету үшін бастапқы нүкте ретінде пайдаланыла алмайды. Мұның себебі қозғалыс басталғаннан кейін бастапқы уақытында сәйкестендірудің үлкен қателігі. Демек, реттеуішті реттеу туралы ақпарат бүкіл өтпелі процестің кейбір орташа мәндерінен ізделуге тиіс, тиісінше, өтпелі процестегі реттеушінің шығысы электр қозғалтқышынан ажыратылуы керек.

Ұсынылған әдіс бойынша есептеулердің көлемі азаяды, бірақ аппараттық бөлік ток датчиктің және АЦП пайдаланудың арқасында артады. Қазіргі заманғы электронды компоненттер практикалық бөлімде көрсетілетін жеткілікті дәлдікпен осындай жүйені енгізуге мүмкіндік береді.

Осылайша, T_m анықтау үшін жоғарыда сипатталған әдісті қолдану ұсынылады. Бақылау сапасына оның әсерін анықтау қателігі төменде

берілген жылдамдықты қозғалтқыштың шығыс жүйесін және статикалық режимдегі жылдамдықты басқару жүйесін қарастырумен бірге орындалады.

4.5 Өзін-өзі идентификациялы тануды басқару жүйесі

Өзін-өзі реттейтін жүйені синтездеуге ұсынылған тәсілді жүйенің болуы мынада: алғашқы сәйкестендіру уақытынан кейін жылдамдықты басқару жүйесі, жетегінің параметрлерінің белгілі бір қателігі ε , өтпелі режимде жұмыс істейтін ε қателігі бар параметрді идентификациялау жүйесі және әмбебап қозғалтқышты шығару жүйесі көрсетілген жылдамдық.

Бұл кезеңде қозғалтқышты жеделдету жүйесінің жан-жақтығы берілген жылдамдыққа жүйенің динамикасындағы кейбір жоғалтуды білдіреді. Бұл жүйенің синтезі контроллердің шығуынан қозғалтқышқа кіретін басқару сигналын талдаудан басталуы керек, оның соңғы параметрлері.

Осылайша, төменгі демпфирлік факторларда $\xi = 0.4 \div 0.5$ және ПИД-контроллері оңтайлы күйде ауыспалы күші бар жүйеде өтпелі процестегі басқару сигналының орташа мәні $1.25 U_{ном}$ ($U_{ном}$ - номиналды жылдамдыққа сәйкес келетін сигнал) түрлендіргіштің өшіру кернеуі $1,5 U_{ном}$ болғанда.

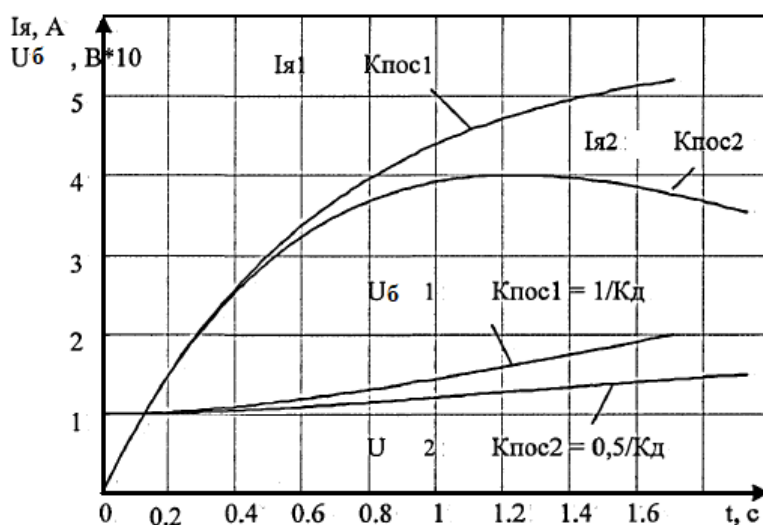
Осылайша, қолайлы қателікпен, кішкене демпфирлік факторлар үшін, қозғалтқыштың номиналды жылдамдығына жылдамдық кезінде басқару кернеуінің орташа мәні U арасындағы ортаға және түрлендіргіштің ажырату кернеуіне жатады деп болжауға болады. Әлбетте, көптеген жетектер үшін, ең жақсы уақыт үлкен көлемді ұлғайтудың орнына, бірінші келісімнің уақытын ұлғайту болады. Сондықтан қозғалтқышты берілген жылдамдыққа жылдамдататын жүйенің бірінші талабы динамика болады.

Кішкентай коэффициенттер үшін оңтайлы демпфингке жақындады (мұнда оңтайлы үшін айнымалы кіріс пен құрылыммен дамыған сызықтық емес жүйелердің динамикасы). Қозғалтқыштың номиналды жылдамдығына жылдамдығы кезінде басқару сигналының орташа мәні шамамен $(U_{ном} + U_{омс}) / 2$ тең болуы керек.

Жабу шағын демпфир коэффициенттері үшін оңтайлы іс (мұнда айнымалы пайда мен құрылымы сызықтық жүйелер үшін әзірленген оңтайлы динамикасын түсіндім). алдын ала белгіленген жылдамдығын қозғалтқыш жеделдету дейін алгоритм жүктелген номиналды мөлшерлемесі үшін пандус бақылау сигналға орташа мәні $(U_n + U_{омс})$ шамамен тең болуы тиіс / $2 S_{leduyuschee}$ талап, (өтпелі соңына немесе олардың ауыстыру) экстремум болмауы қамтамасыз ету болып табылады өтпелі ағымдағы сипаттамалары және бақылау сигнал туындаған жылдамдығын туынды. ω және I_y нысандарын сәйкестендіру қателерді азайту үшін қажет.

Ақыр соңында, қозғалтқышты берілген жылдамдыққа шығару алгоритмінің негізгі талаптары осы жүйенің қозғалтқыш параметрлеріне толық тәуелсіздігі болып табылады. әмбебаптық.

Қозғалтқышты көрсетілген жылдамдыққа жылдамдататын алгоритмді таңдау үшін жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, ең қарапайым және қанағаттандыратын жоғарыда көрсетілген талаптар жылдамдықты өтпелі режимде оң нәтиже беру (ПОС) пайдалану болып табылады. Бұл жағдайда ω және I_a өтпелі процестерде экстремумның болмауы туралы талаптың дерлік толық қанағаттануы $1/K_d$ кері байланысында пайда болады. Әлбетте, бұл жағдайда оң нәтиже қозғалтқыштың анти-ЭҚК ретінде өтеледі, ал өтпелі сипаттамалары ω және I_a аперидка жақын болады. Алайда, осындай күшейту коэффициенті үшін $U_{omc}=2U_{ном}$ түрлендіргіштің кернеуі қажет, ал жылдамдықты басқару жүйесі $U_{omc}=1.5U_{ном}$ үшін әзірленген. $U_{omc}=2U_n$ нұсқасы жоғары жылдамдықты реттеу жүйесінде өте тиімді және, анық, электр қуатын көп тұтынудан және қозғалтқыш тозуынан басқа, барлық көрсеткіштер үшін жақсы. Келесі зерттеулерде ПОС $1/K_d$ -дегі жақсарту нұсқасына әсер етіледі және $U_{omc} = 1.5U_n$ сәйкес келетін $0.5 / K_d$ жетістігімен негізгі нұсқасы болады. 4.5.1-суретте $1/K_d$ және $0.5/K_d$ ПОС -де пайда болған бірінші сәйкестік сәтіне дейін қозғалтқыштың ток өтпелі сипаттамалары көрсетілген.



4.5.1 сурет - $U_{упр}$ сәйкес ПОС күшейткіш коэффициентіне күшеюінің әртүрлі басқа пайда үшін зәкір токтарының өтпелі сипаттамаларына сәйкес

4.5.1 суреттен, $K_{пос}=1/K_d$ кезінде (ПОС артуы) экстремум ағымның өтпелі реакциясында пайда болмайды, ал $K_{пос}=0,5/K_d$ кезінде экстремум шамамен $2Tя$ сәтке сәйкес келеді. Әртүрлі коэффициенттерді зерттеу $(T_c + T_p)/T_m R_{dc}=0.5K_d$ үшін T_m сәйкестендіру коэффициенті 1,5 $(T_c + T_p)$ уақытша нүктесіне дейін болуы керек екенін көрсетеді, бұл ара қатынасы уақытша интервалға сәйкес келеді. T_m есептеу кезінде ең аз қателік.

Біз СНС барлық элементтерімен бірге ұсынылған әдісті анықтау кезінде қатені талдаймыз. Басқару объектісі ретінде біз $\xi = 0,5$ бар тербелгіш байланыс қолданамыз. Тм мәні үшін біз бүкіл өтпелі процесс бойынша параметрдің арифметикалық орташа мәнін аламыз (модельде, балл саны 100). Идентификациялау қатесін анықтау бойынша зерттеулер 4.5.1 кестеде келтірілген.

Таблица 4.5.1

№ эксперимент	Сыртқы әсердің сипаттамасы	Өтпелі процесте объектіні идентификациялаудағы қателер
1. Нысан– дірілдеу қондырғысы с $\xi=0,5$		
1.1.	$M_c=0$ $J_H=const$	2,7%
1.2.	$M_c=0,1 M_{ном}$ $J_H=const$	29,3%
1.3.	$M_c=0,1 M_{ном}$ ауысады а момент 3/5 тп.с. $J_H=const$	4,7%
1.4.	$M_c=0,1 \sin(10T_{дв}^{-1} \cdot t)$ $J_H=const$	28%
1.5.	$M_c=0,1 M_{ном}$ $J_H=J_0+J_0 \cdot t/T_{д} \cdot 5$	21%
1.6.	$M_c=0,1 M_{ном}$ $J_H= J_0-J_0 \cdot t/T_{д} \cdot 3,5$	31%
1.7.	$M_c=0,1 \sin(10T_{д}^{-1} \cdot t)$ $J_H= J_0-J_0 \cdot t/T_{д} \cdot 3,5$	37%

4 және 5-кестелерде келтірілген сәйкестендіру қателіктерінің салыстырмалы талдауы, қарастырылып отырған әдіс бойынша қате аз екенін көрсетеді. Жалғыз ерекшеліктер 1,2-тармақ болып табылады, бірақ қарамастан, бұл $\varepsilon = 29,3\%$ қате бірінші келісімнен кейін жылдамдықты басқару жүйесі үшін қолайлы, бұл $T_m \pm 30\%$ белгісіздікке мүмкіндік береді.

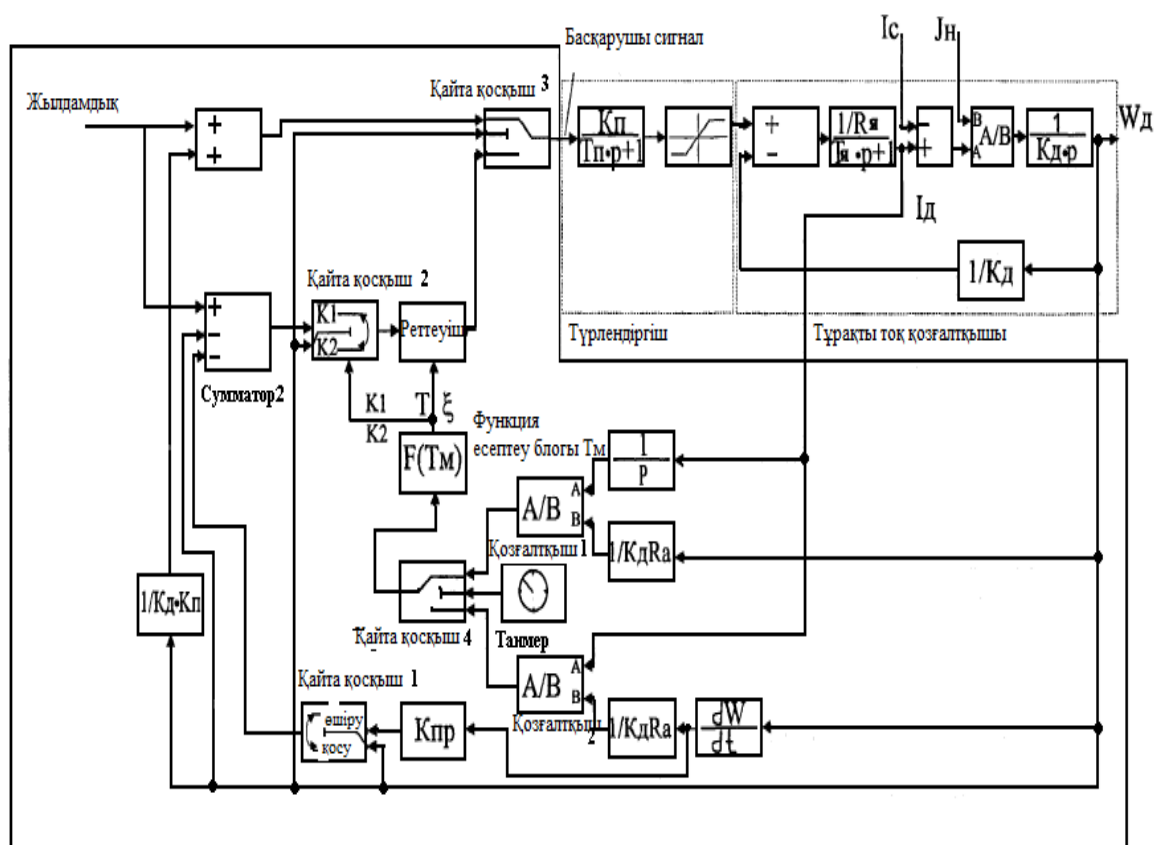
Бұл өтпелі айналасында T_m есептеу нәтижелерін орташа арифметикалық есептеу тұрады қате бағалау, анықтау әдісі шамамен және басқа да осы әдістің салыстырмалы бағалау үшін пайдаланылатын екенін атап өткен жөн. Мұның себебі анықталған мән T_a белгілі T_d арқылы, тг, £ есептелген өтпелі параметрлерін әзірленген өзін-өзі реттеу жүйесі алғаш келісімнің уақытта қозғалтқыштың қосылған ПИ немесе ПИД реттеуші, деректер кірісіне беріледі .

Егер жоғарыда айтылғандардан шыарылатын сәйкестендіру қателігінен кішігірім асып кетуді ескерсек. 1.6. және 1.7-тармақ, түпкілікті шешім бүкіл өзін-өзі реттейтін жүйенің жұмысын зерттегеннен кейін

жасалуы тиіс. Қалай болғанда да, бақылау объектісінің демпферлік коэффициентінің ұлғаюымен, атап айтқанда, $\xi = 0.55$ тең болған кезде, сәйкестендіру қателігі жылдамдықты басқару жүйесіне рұқсат етілген шектеуге дейін төмендейді, бұл ξ мөлшерінің артуы T_m шамасында рұқсат етілген спредтің ұлғаюын білдіреді.

Содан кейін өзін-өзі реттейтін жүйенің құрылымдық диаграммасының синтезі. Жоғарыда аталып өткендей, бірінші айнымалы жүйеден кейін жылдамдықты басқару жүйесі ретінде ПИ реттеушісі немесе ПИД реттеушісі бар жүйені пайдалану ұсынылады, бірақ ПИД контроллері 3.1.9, 3.3.2. Жүйеде уақытша режимде T_m -дің уақытша режимде сәйкестендіру блогынан ағымдағы құны ПИ немесе ПИД контроллеріне беріледі, оның шығу қозғалтқышқа бірінші шартқа дейін қосылмайды.

Осылайша, жүйе анықталған параметрдің «интегралды» функциясын қолданады деп айтуға болады. Бірінші келісімнен кейін реттегіш бір мезгілде күшейту коэффициентінің бір реті бойынша қозғалтқышқа қосылады. 4.5.2-график. өзін-өзі реттейтін басқару жүйесінің блок-схемасы келтірілген.



4.5.2 сурет - Өзін-өзі реттейтін электромеханикалық тікелей ток жүйесі

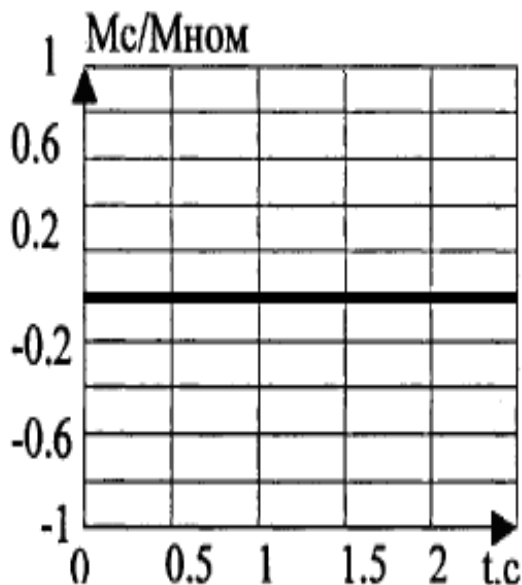
Жүйенің жұмыс істеу принципі жоғарыда келтірілген, сондай-ақ құрылымдық диаграммадан туындайды. Схемаға қосымша мыналарды атап өту қажет:

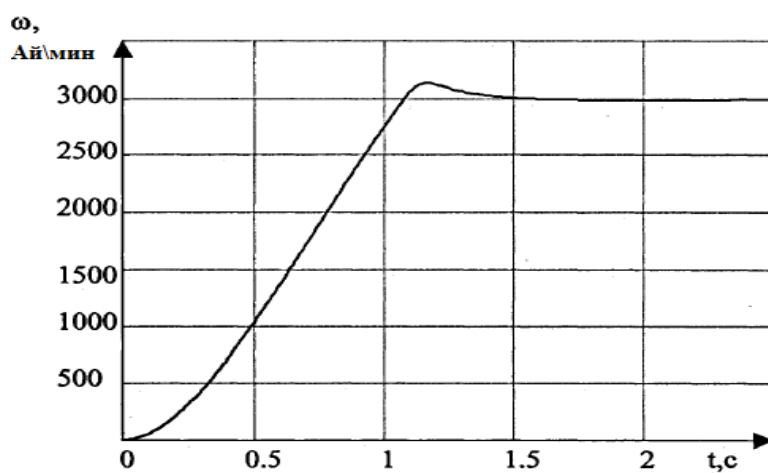
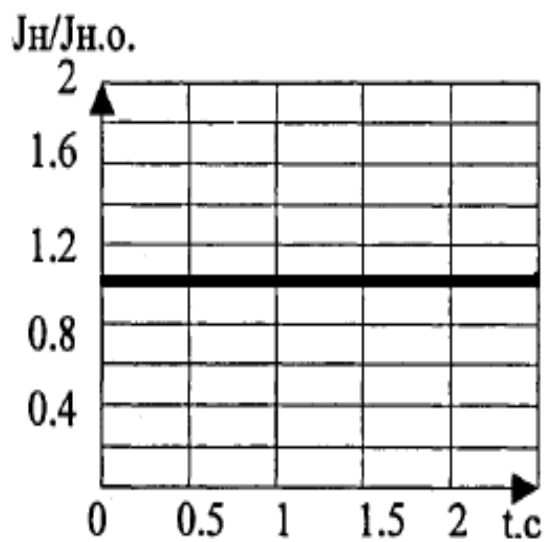
1. 1, 2, 3 қосқыштары бірінші келісімді орындау кезінде синхронды түрде жұмыс істейді. 4 ауыстырып қосқышы уақытша сигналдың басталу уақытынан 1,5 ($T + T$) асатын уақытқа таймердегі сигнал арқылы іске қосылады,

2. PID-типті контроллерді кері байланыста пайдаланған кезде, жеделдетудің мағынасы жоқ (1-коэффициент және жүйенің жоғалуы K_p жоғалтуымен пропорциялық байланыс).

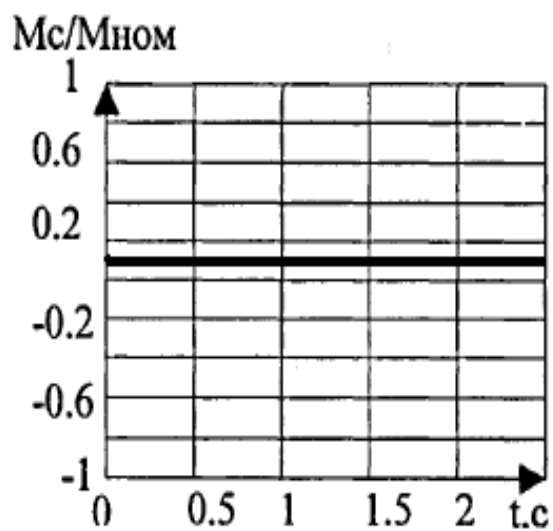
Нөлдік қозғалтқыш жеделдетуге алдын ала белгіленген ауытқу, арматура ағымдағы ағымдағы бағам интеграл қатынасы ретінде есептеледі және көбейтіледі кейінгі реттеу T_m , статикалық ток (бұрау моменті) анықтау үшін өлшенеді - бұл $\omega \leq a$, тұрақты мемлекет 3. пропорционалдық коэффициенті. 4. пайда жоғарыда аталған ретінде ол $0,01T_d$ түрлендіргіші артық уақыт тұрақты екен, егер K_{U1} және K_{U2} контроллері, түзетулер енгізу арқылы, контроллер түріне байланысты кестелерде 1 және 3-алынған, сондай-ақ болуы тиіс факторлары.

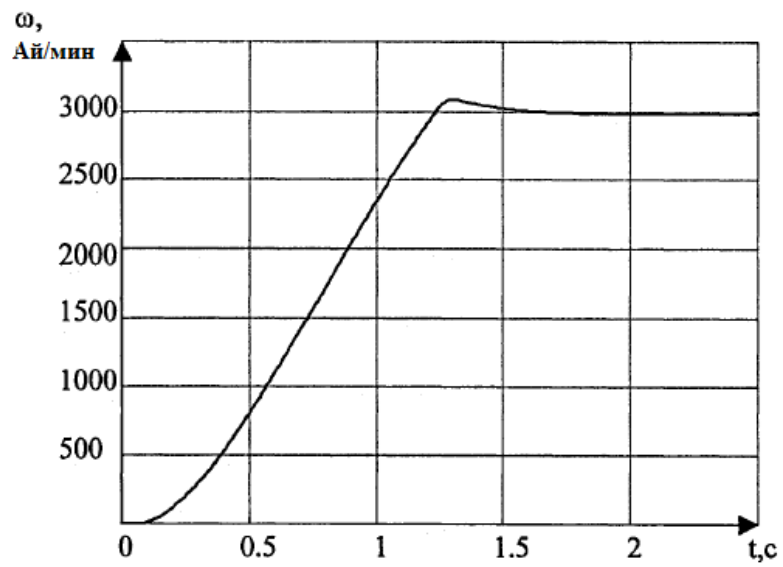
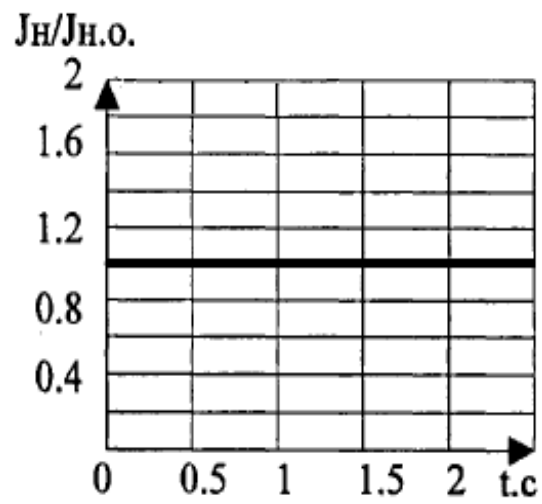
4.5.3 суретте Ұсынылған жүйені зерттеудің нәтижелерін ПИД -типті контроллермен және уақытша режимде M_s және J_n вариацияларының әр түрлі нұсқалары бар. Айта кету керек, сәйкестендіру жүйесіндегі T_m мәні (тіпті бастапқы жақындату түрінде де) көрсетілмеген.



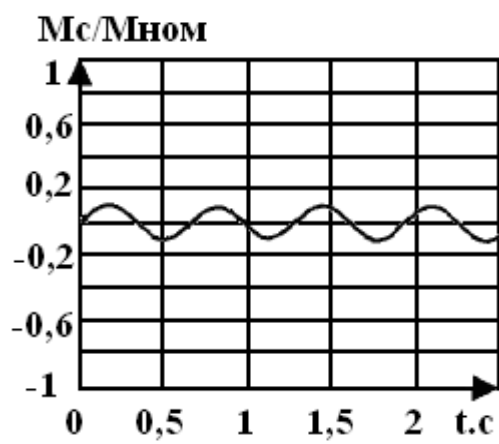


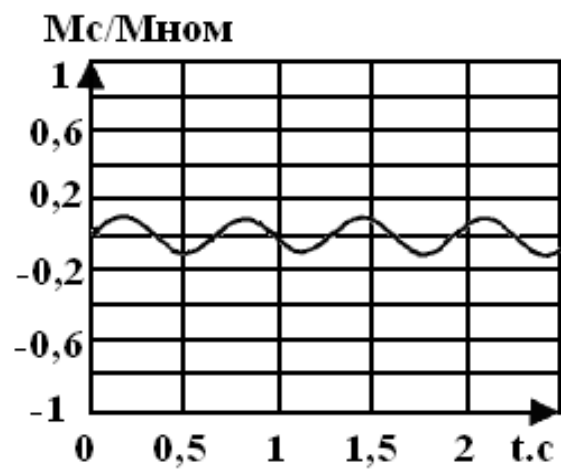
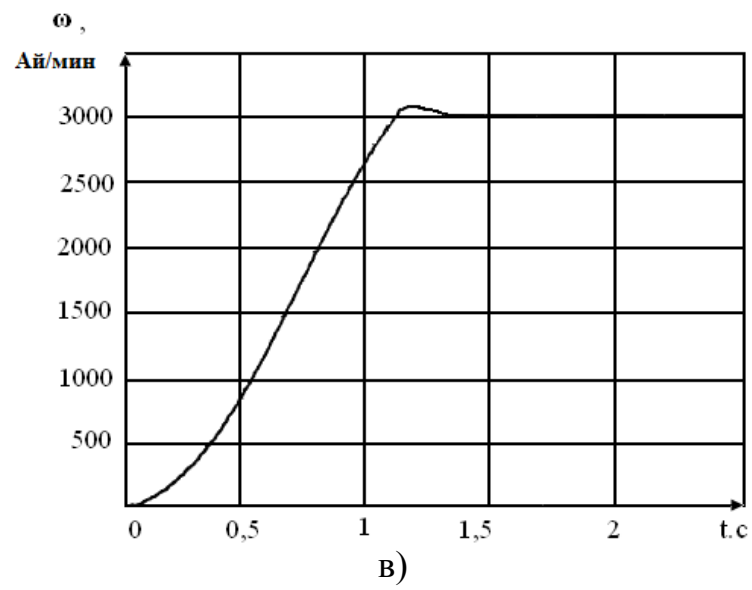
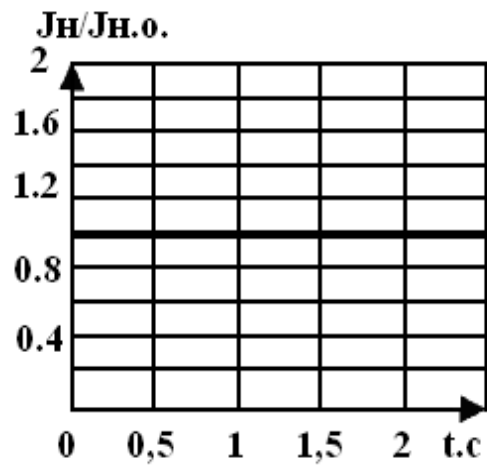
a)

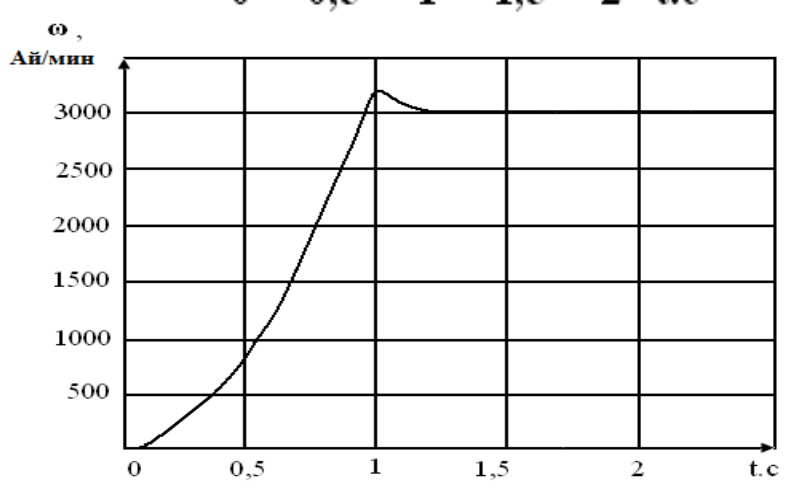
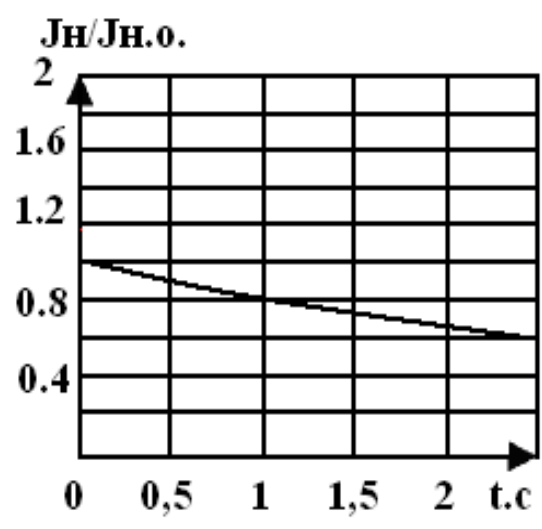




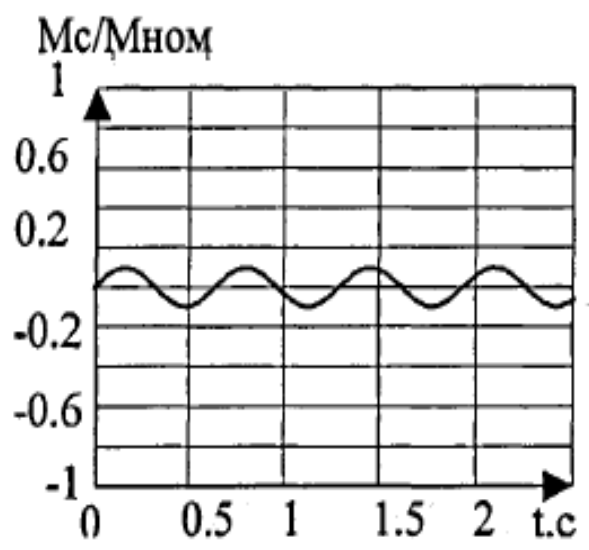
б)

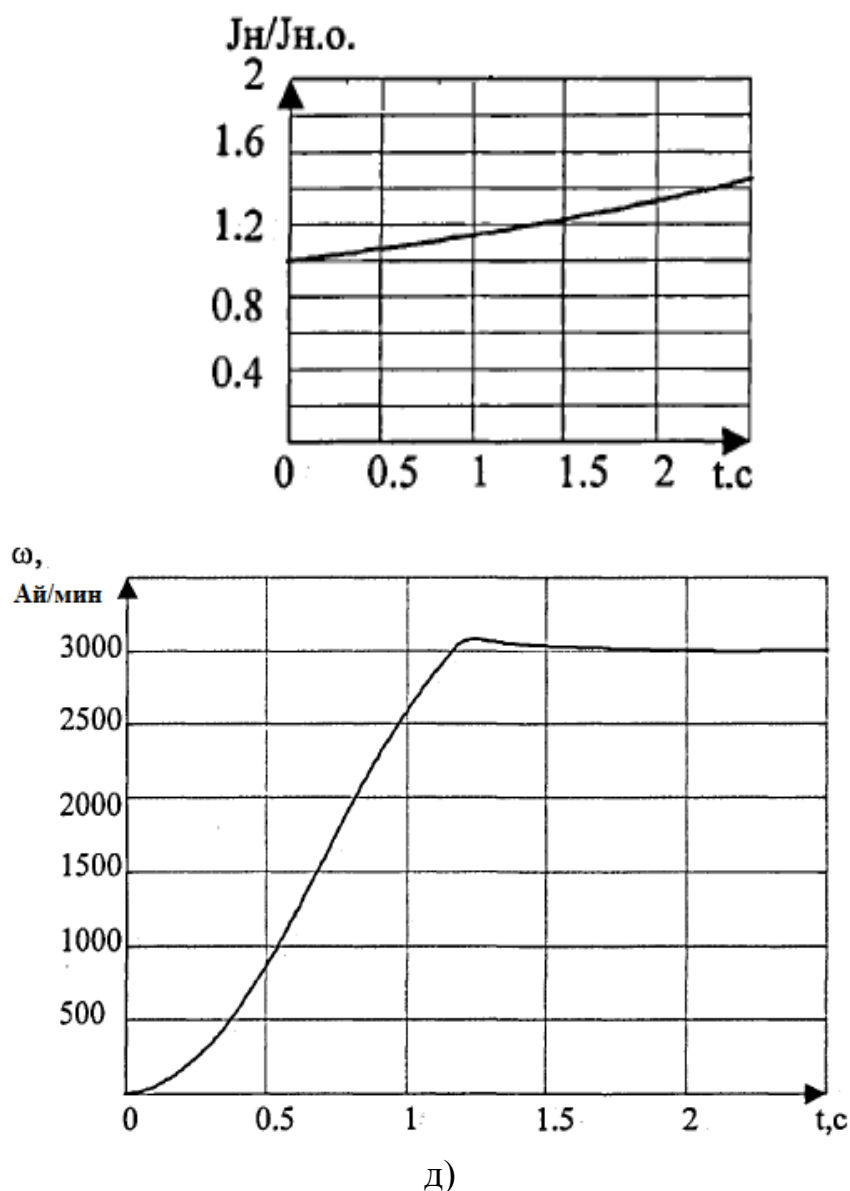






г)





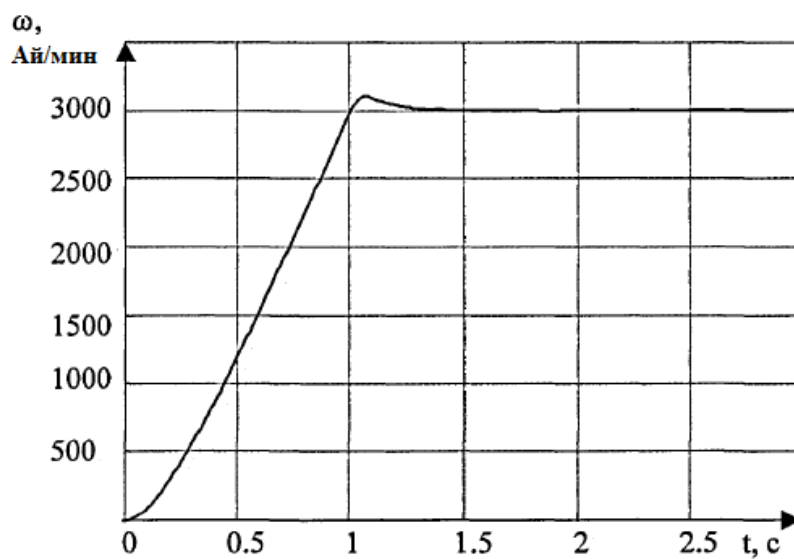
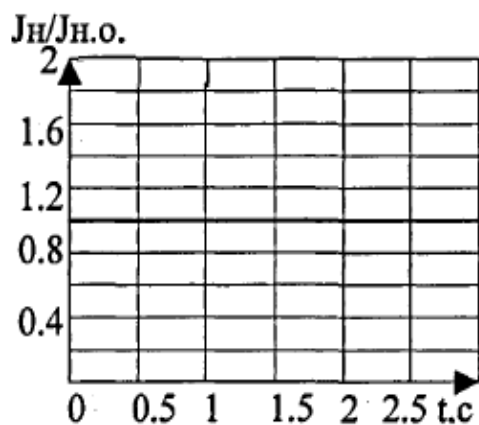
4.5.3 сурет - Өзін-өзі реттейтін жүйенің (контроллері бар) ауыспалы процестері әртүрлі сыртқы әсерлерге байланысты

Сурет 4.5.3 көрсетілген өтпелі сипаттамалары электр жетегі с $Tя = 0,4 \text{сек}$, $Tм = 0,6 \text{с.}$ Сонымен қатар, осы инерция айнымалы сәт модельдеуге рет санын көбейту немесе азайту, ол бастапқы уақытта $Tм$ J_0 инерция сәтке сәйкес келеді.

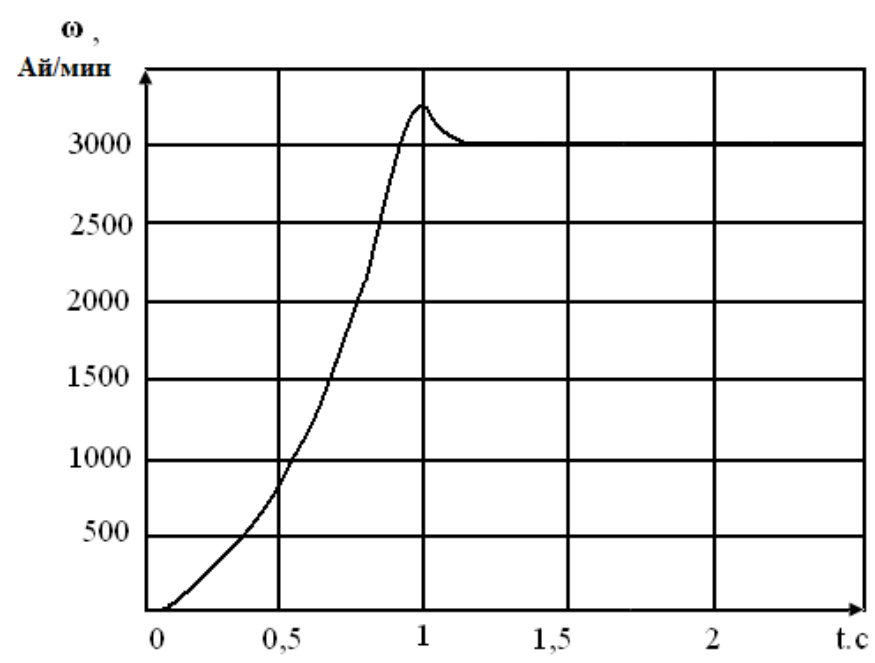
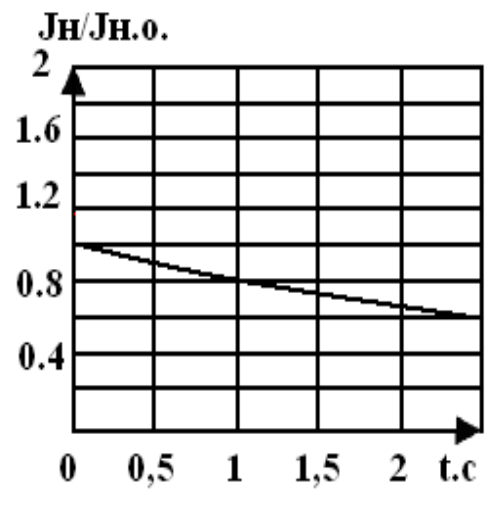
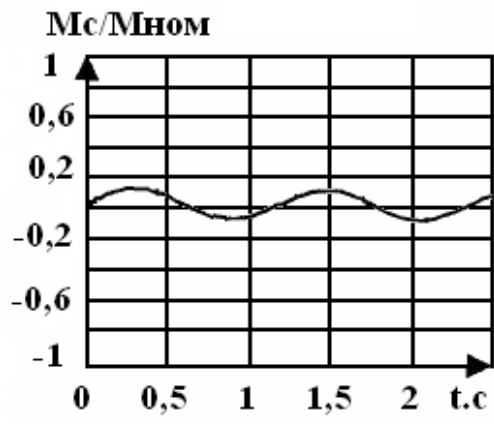
Өзін-өзі реттеу жүйесін өтпелі сипаттамаларын талдау, әр түрлі сыртқы әсерлерге сәйкес тендік онда жоғары қате сәйкестендіру см білдіреді 5,4%, оның тендік 4.5.3.g сурет қоспағанда, 5% -дан аспайды деп көрсетеді. Рр 1.7. Кесте 4.5.1. Алайда, артық тендік практикалық мағынада маңызды емес.

Өздігінен реттейтін жүйені және қозғалтқыш параметрлері алдын-ала анықталған ауыспалы күшпен сызықты емес жүйені бірінші сәйкестендіру уақытын талдау алғашқы сәйкестік уақытының өсуі $0 \div 10\%$ екенін көрсетеді.

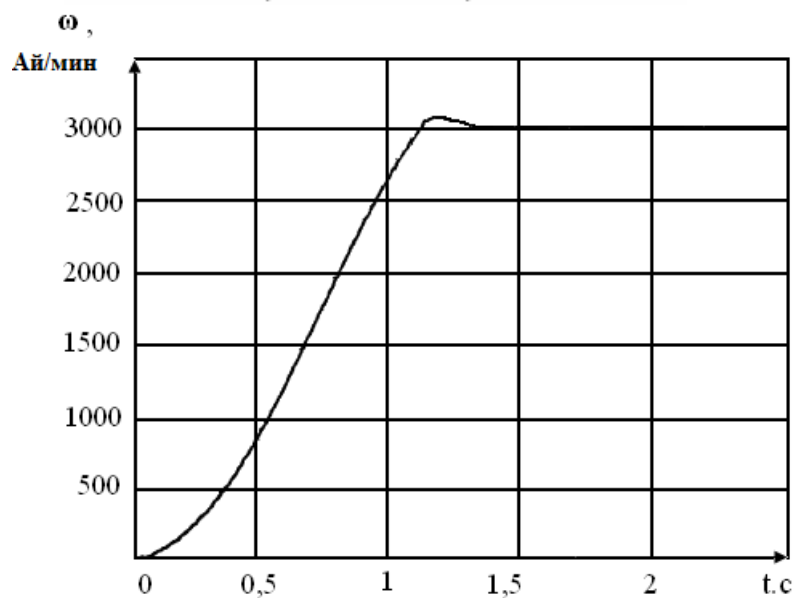
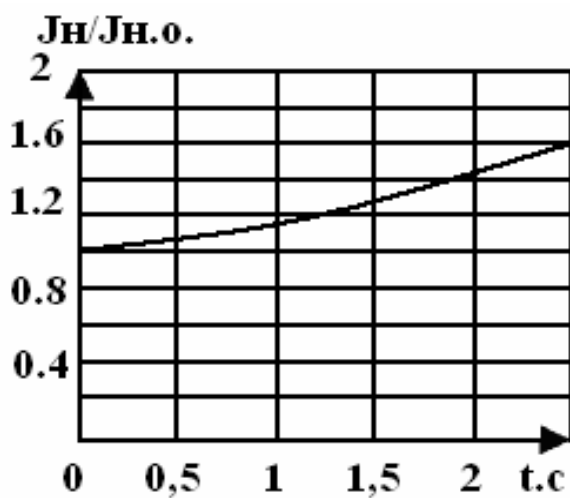
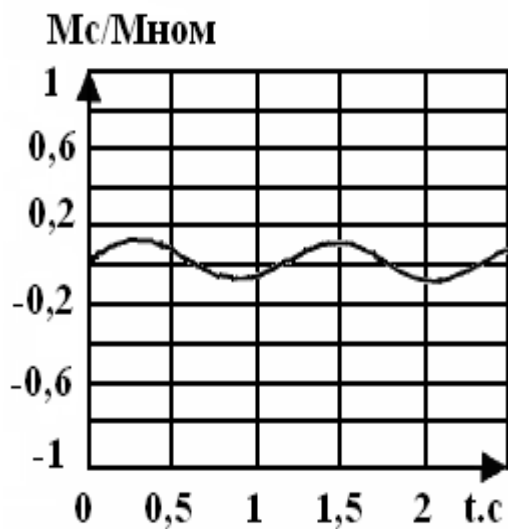
Басқару объектісінің демпфирлеу коэффициентінің ұлғаюымен, үлкен мәндер азаяды және 5% мәні аспайды. $T_c = 0,25$ сек, $T_m = 0,6$ с параметрімен электр жетегі бар өзін-өзі реттейтін жүйенің жұмысы 4.5.4-суреттегі өтпелі процестерді көрсетеді. Бұл мысалда ПИ типті контроллер қолданылады.



a)



б)



г)

4.5.4 сурет - Өзін-өзі реттейтін жүйенің (ПИ-реттеушісі бар) ауыспалы процестері әртүрлі сыртқы әсерлерге байланысты

Сонымен, 4.5.3, 4.5.4-суретте келтірілген графиктерден, сондай-ақ ұсынылған өзін-өзі реттейтін басқару жүйесін талдаудан қорытынды жасауға болады:

1. Ұсынылған жүйе үшін қозғалтқыш білігіне келтірілген инерция сәтін орнату қажет емес, егер оның өтпелі режимдегі ауқымда болса өзгеруі төменде көрсетілген.

2. Инерция сәтінде берілген ауысу ауқымдары мен ауыспалы режимде M_c ауыспалы $\pm 0,1 M_{ном}$, J_n $M_{ном}$ өзгерген кезде, $J_n \pm 0,3 J_0$ диапазонында кездейсоқ өзгереді (мұнда J_0 - өтпелі процестің басталу кезіндегі инерция сәті) өзін-өзі реттеу жүйесі жеделдетуге сәйкес келетін өтпелі процестің бірінші сәйкестігін анықтайды; немесе басқа жылдамдықпен жылдамдықпен жүру) $K_{ПОС} = 0,5 / K_d$ ПОС кезінде, 5% -дан 5-ке дейін төмендейді (сыртқы кедергі болған жағдайда, сыртқы кедергіден төмендеуі кезінде, , 7%). Айта кететін жайт, сыртқы айналымның тез арада жүріп жатқан процестердің ішінен, сыртқы қарқынды өзгеру жылдамдығымен салыстыруға болады, J_n және M_c өзгерген өзгерістер ауқымы өнеркәсіптік роботтардың жетілдірілуіне кедергі келтіреді.

3. Салыстырып тастағаннан кейін сигнализация сәйкестендіруді жоғарылатады және, сәйкесінше, кейінгі өту процестерінің сапасын жақсартады. Мысалы, ауысымдық процестен кейінгі келесі анықтамалармен анықталады: бірнеше сандық өлшеулерді өлшеу аспаптары

бар M_c , $\frac{\int I_{я} dt}{\omega_d} K \partial R_{я}$ ретінде есептеледі. Бастапқы қолданба үшін қажетті

келесі көшу процесінің операциясы.

4. Статистикалық режимде ПИД - реттегіш немесе ПИ реттегіш жүйе жұмыс жасайды, бұл ретте M_c және J_n (ең бастысы, 2-тармақта сипатталған коэффициентінің өзгеру коэффициенті).

5. Ұсынылған самонастрированная жүйе өзінің әмбебаптығы (қозғалтқыш параметріне қозғалтқыштың инвазиясы) арқылы жылдамдығын немесе жылдамдығын айырбастаудың жылдамдығын жүйенің айырмашылығын арттыруға байланысты, 2-бөлімде қарастырылған.

Сессияның қорытындысы бойынша СНС ұсынған жалпыға ортақ ұсыныс оң нәтиже көрсетті, с.с. СНС әзірлеген объектілерді басқарудың объективті өзгерістері мен параметрлерін ескере отырып, әртүрлі көрсетілетін құжаттарды қанағаттандырады.

6 Өміртіршілік қауіпсіздігі

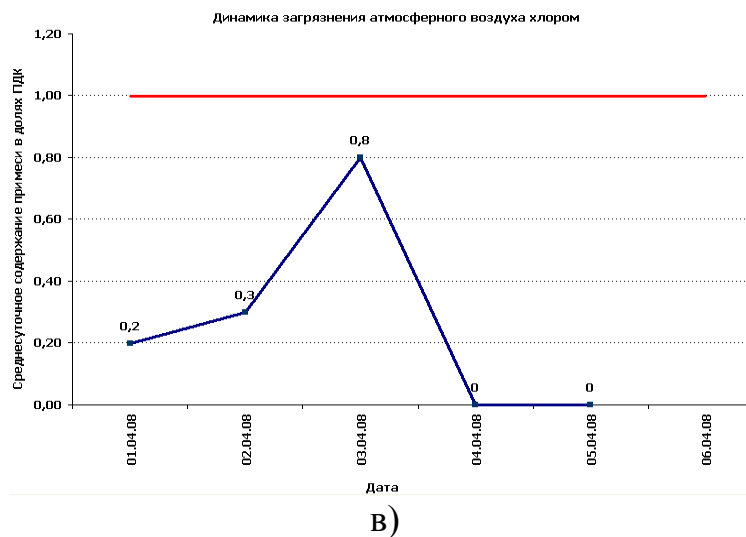
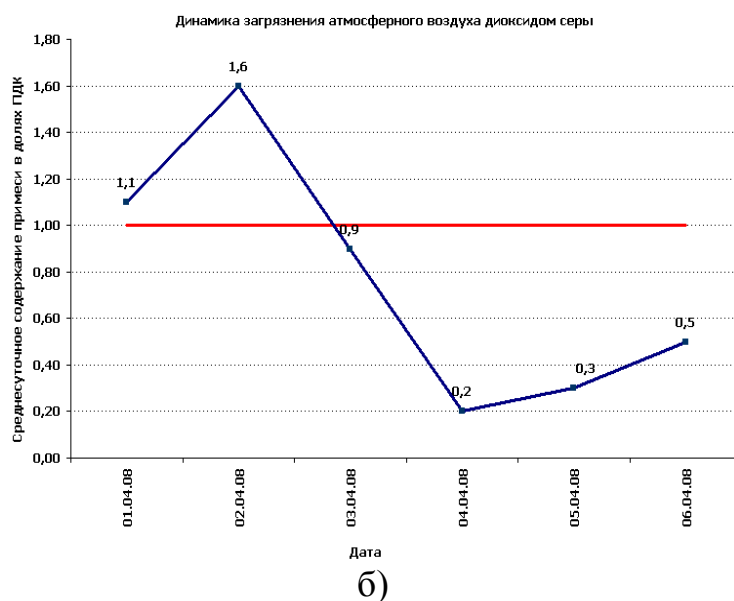
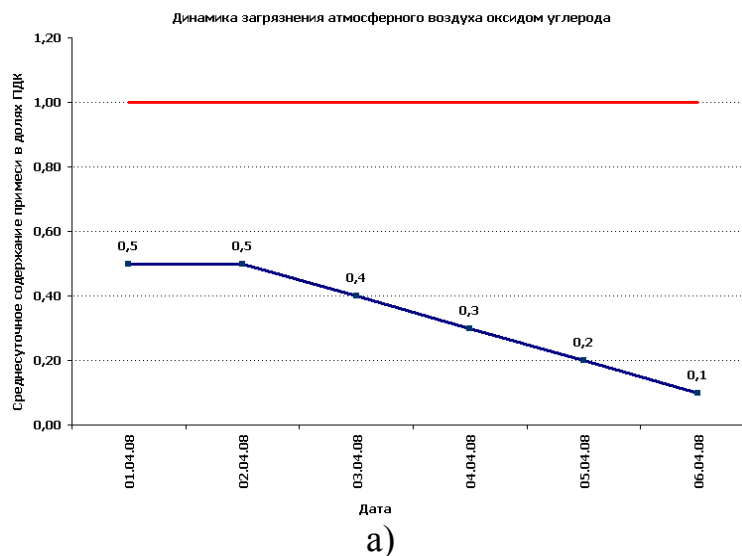
6.1. Кәсіпорынның қоршаған ортаға әсерін бағалау

Бұл дипломдық жобада біз илемдік орнақ жетегіне қатысты сәйкестендіруді өздігінен реттейтін электромеханикалық тұрақты ток тізбегін қарастырамыз. Осы тақырыпты қарастыру қазіргі заманғы есептеу құрылғылары мен технологиялардың барлық салаларында қарқынды дамуымен адамның қолмен жұмыс күшін ауыстырудан басталады. Өнеркәсіпте осындай құралдар мен технологияларды пайдалану еңбек өнімділігін бірнеше есе арттырады, салыстырмалы түрде адамға қауіпсіздік пен еңбекті жеңілдетуді, өндірістік техникалық процестердің қашықтан басқаруын автоматтандырылуына байланысты.

Дипломдық жобада қарастырылған бұл электромеханикалық жүйе барлық жетектерде жүйенің басқару бөлігін біріктіруде және жетілдіруде қолдануға болады. Бұл жүйе көптеген өнеркәсіптік кәсіпорындарда және «ҚазЦинк» АҚ кәсіпорнында тікелей желілік цехта қолданылуын табады, жұмыс барысында біз тапсырыс берушінің ерекшеліктері мен талаптарын ескере отырып өзіміздің жүйемізді енгіземіз.

«Қазцинк» АҚ кәсіпорындары Шығыс-Қазақстан облысындағы Өскемен қаласында орналасқан. Өскемен - Алтай тауларының бөктерінде Үлбі және Ертіс өзенінің жағысындағы, Қазақстан Республикасының солтүстік-шығысында 54,4 гектар аумақты қамтып орналасқан ірі өнеркәсіптік қала. Қала ерекшеліктері болып оның физико-географиялық жағдайлары, яғни ластаушы заттардың шашырауына мүмкіндік бермейтін орналасуы, сондай-ақ қаланың өнеркәсіп өндірісінің шоғырлануы (түсті металлургия, жылу энергиясын, ядролық отын) болып табылады. Ауданның экономикалық әлеуетіне Өскеменнің бөлігіне барлық өндірістің 55% кіреді. Қоғамның үйлестіру және қоршаған ортаны өзара іс-қимыл және экологиялық таза тіршілік етуді құруда - Қазақстанның Даму стратегиясының 2030 жылға дейінгі мемлекеттік экологиялық саясатының негізгі мақсаты анықталған. Қала атмосферасына кәсіпорындар шығаратын химиялық ластаушы заттардың кең спектрі әсер етеді (күкірт диоксиді, азот диоксиді, қорғасын, мырыш, хлор, кадмий, фторлы сутек, фенол формальдегид, мышьяк, бериллий, бенз (а) пирен, және басқалар.).

Қалада атмосфералық ауаның ластануын қадағалау 5 стационарлық бекетте жүргізіледі. Атмосфералық ауада 12 компонент бақыланады: шаң, күкірт диоксиді, азот диоксиді, фенол, формальдегид, көміртек тотығы, хлор, бейорганикалық мышьяк қосылыстары, ауыр металдар. Өскемен қаласындағы атмосфералық химия зерттеулерінен алынған деректер бойынша сутегі фторидінің жоғары мөлшерін (2-ші класстағы қауіпті заттар) - 6,2-ге дейін (2004 жылы) көрсетті. Кейбір концентрациялар кестесі 6.1-суретінде көрсетілген.



6.1 сурет - Қала атмосферасында кейбір зиянды заттар концентрациясының кестесі

Кәсіпорындардың есебінен ауада қорғасын және мышьяк шығарындыларын азайту жөніндегі іс-шаралар (бірінші және екінші кластағы қауіпті қосылыстар) өткізілген, УК МК «Казцинк» АҚ қызмет саласындағы жер асты суларының, Солтүстік өнеркәсіптік түйінінің жер асты суларының ішінара ластануы оқшаулығы басым жұмысты құрайды, 2004 жылы пайдалануға берілген күкірт диоксиді шығарындыларына арналған қондырғының тұрақты жұмысы қаланың атмосферасына күкірт диоксидінің шығарылуын 40% -ға төмендетуге мүмкіндік береді. Күкірттің қос тотығының шығарылуын басқа 50% -ға азайтатын қорғасын мен мыс өндіруді автоклав технологиясымен өндіру жоспарланып отыр Сондай-ақ, кәсіпорында ағымдағы қорғасын өндірісінің қалдығы қайта өндіріледі және сақталған қоқыс үйінділерін толығымен қайта өңдеу жоспарлануда. Осы кәсіпорында технологиялық циклдердегі айналым жүйесін сумен жабдықтау бағдарламасын енгізу жүзеге асырылған. Нәтижесінде, өнеркәсіптік суларды 1990 жылдың басынан бастап Үлбі өзеніне ағызу жылына 18 млн. текше метрден 2 млн. текше метрге дейін қысқартылды. «Өнеркәсіптік кәсіпорындарының СН 245-71 санитарлық нормаларын жобалау» талаптарына сәйкес, қоршаған ортаға зиянды немесе жағымсыз иіс бөле отырып жұмыс жасайтын кәсіпорындарды санитарлы - қорғаныш аймақтарымен бөлу керектігі қарастырылған. Санитарлық - қорғаныш аудандарының өлшем шекаралары кәсіпорынның қуатына қарай, процестің шарттарына, сипаты мен сомасына, қоршаған ортаға бөлінетін зиянды заттарға және жағымсыз иіске қарай белгіленеді.

6.2 Өндірістік персоналдың технологиялық жабдықты пайдалану кезінде жұмыс жағдайын талдау

Кәсіпорын құрылымында мынадай технологиялық өндірістер бар: жылжымалы, механикалық, электрмен жабдықтау, ұсталық, дәнекерлеу, жылу өңдеу, жинау және т.б. Машиналарды және жабдықтарды дайындау кезінде дәнекерлеу жұмыстары, металдарды механикалық өңдеу, металл емес материалдарды өңдеу, бояу және лак-бояу операциялары және т.б. кеңінен қолданылады, бұл атмосфераға зиянды заттар шығуына әкеледі.

Қазіргі заманға сай жылжымалы цехтар - әр түрлі механикалық, электрлік және жүк көтергіш және көліктік жабдықпен жабдықталған күрделі өндірістік кешендер болып табылады, сондықтан олардың сақталуын өнеркәсіптік санитария ережелеріне және қауіпсіздік нормаларына қатаң сай болуды талап етеді. Айналдыру өндірісі басқа металлургиялық өндірістерден технологиялық операциялардың жоғары жылдамдығымен, жүк ағындарының қарқындылығымен және әртүрлі жерлерде метеорологиялық жағдайлардың әртүрлілігімен ерекшеленеді.

Технологиялық үрдістің үздіксіздігі жылуды, тасымалдауды және материалдарды сақтау сияқты әртүрлі операцияларды бір мезгілде

орындауды талап етеді. Бұл операциялардың орындалуы қатаң түрде өндірістік жоспардың орындалу кестесі бойынша да, қауіпсіздік шартымен де реттеледі.

Өндірістің жоғары қарқындылығы жылжымалы цехтардың қызметкерлерінің жоғарыөңбек қарқындылығын анықтайды. Жұмыс ауысымы кезінде илектеу білдегінің операторлары, құрылғыларды кесу операторлары, сондай-ақ кран машинисты бірнеше өндірістік операциялардың жұмысы жайлы ақпарат ала тұра, бірнеше мың біртүрлі қимылдар жасайды. Бұл басқару механизміндегі қателікке және қауіпті жағдайлар туындауға сәйкес миды қатты шаршатады.

Шу және діріл жұмыс жағдайларын нашарлатады, адам ағзасына зиянды әсер етеді. Шу мен діріл ұзаққа созылған жағдайда денеде жағымсыз құбылыстар пайда болады: көру сезімінің төмендеуі, есту қабілетінің төмендеуі, қан қысымының жоғарылауына назар аударылады. Мықты, шу мен діріл әсерінің ұзаққа созылуы жүрек-тамыр және жүйке жүйелерінде функционалдық өзгерістеріне әкелуі мүмкін. Шу мен дірілдің негізгі көздері болып технологиялық процессте туындайтын шу мен діріл болып табылады: олардың шығу көздері болып қайтымды-ілгерілемелі қозғалыстағы механизмдер, ұшқалақ, айналмалы массалар, бөлшектердің соқтығысуы, электромагниттік шығудың шуы, желдету цехының жабдықтары болып табылады. Цехтағы технологиялық жабдықты қашықтан басқаруды енгізу шу мен дірілден толығымен қорғану мәселесін шешеді.

ТБ ережесіне сәйкес жұмыс істеп тұрған электр қондырғыларында киім үлгісі мен оның дизайны бойынша да ережелер берілген.

Электр қондырғыларындағы кез-келген жұмысқа бұйрықта немесе тапсырыста көрсетілген жұмыс орындарын және міндеттер көлемін кеңейтуге, сондай-ақ рұқсат етілмеген жұмысты орындауға тыйым салынады. Басқа жабдықты қамту аймағында жұмыс киім шығаратын адаммен немесе осы салада жұмыс істейтін адаммен келісілуі керек. 1000 В жоғары кернеуліктегі электр қондырғыларында күрделі жөндеу техникалық карталарында және профилактикалық қызмет көрсетулерде жүзеге асырылуы тиіс.

1000 В дейін желілердегі ток соғудан қорғанудың негізгі шарты нөлденуге тең. Нөлдену деген кездейсоқ кернеуде болып қалатын металдық тоқ өткізбейтін бөліктерді жерлендірілген көпретті нөлдік жетекпен әдейі қосу болып табылады. Нөлдену төрт сымдық желілерде 1000 В дейінгі кернеулікпен жерлендірілген бейтараптамамен қолданылады. Нөлденудің мақсаты - корпуста бір (немесе екі) фаза тұйықталған кезде желіден электр қондырғысын тез ажырату. Төтенше жағдай кезіндегі адамды нөлдену корпусына жанасу қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Қызмет көрсетуші персоналға кернеудің электрлік қондырғыдан жоғалып кеткенен кейін, ол ескертусіз жіберілуі мүмкін екендігін есте сақтаған жөн, Қараңғыда жұмыс орындарында, кірмелер мен кірер жерлер жарықтандырылған болуы керек. Жарық біркелкі болуы керек. Жарықсыз жерлерде жұмыс істеуге тыйым салынады. Электр жабдығын көруге электр қондырғыларының бір жұмысшы 1000 В дейін рұқсаты тобы III , ал IV топтағы 1000 В-нан жоғары электр қондырғыларында болуы мүмкін. Тексеру барысында ғимараттарда 1000 В жоғары электр қондырғыларында ағымдық бөліктерге жақындауға кедергі келтіретін қоршаулармен немесе кедергілермен жабдықталмаған палаткаларға кіруге тыйым салынады. Апат болған жағдайда, зардап шеккен адамға электрлік токтың соғуын болдырмау үшін, кернеу алдын ала рұқсатсыз дереу жойылуы керек.

Кәсіпорында жұмыс персоналын арнайы киіммен қамтамасыз етеді. Ол жұмысшыларды қоршаған ортаның жағымсыз әсерінен және өндіріс қауіптілігінің қолайсыз әсерінен қорғау үшін, дененің қалыпты жұмысына кедергі келтірмей қызмет етеді. Бірқатар салаларда санитарлық-гигиеналық талаптарға сай келетін санитарлық киімдер қолданылады. Бұл жағдайда жалпы қорғау үшін ақ халат болады. Кәсіпорын адамның терісіне және денені ластанудан қорғайтын жеке қорғаныс құралдарымен қамтамасыз етілген. Қызметкерлерге операторлықтан тыс құрылғыларды тексеру үшін қара халат немесе қара костюм (шалбар және куртка) дулыға және «жапырақ» тәріздес респиратор беріледі. Аяқты ластанудан қорғау үшін негізгі арнайы аяқ киім - жасанды былғарыдан жасалған бөтенке пайдаланады.

Жұмыс режиміне және жұмыс орнын ұйымдастыруға үлкен көңіл бөлінеді. Қызметкерлердің оңтайлы жұмыс режимі мен демалысын регламенттелген үзілістер қатаң сақтауды көздейді, ал негізгі үзіліс - түскі үзіліс. Бұдан басқа, әрбір 10 минуттан екі немесе үш регламенттелген үзіліс қосымша енгізілуі мүмкін: екі үзіліс - 8 сағаттық жұмыс күні. 4 сағаттық жұмыс аяқталғаннан кейін түскі үзіліспен 8 сағаттық жұмыс ауысымымен жұмысқа кіріскеннен кейін 3 сағаттан кейін және жұмыс бітуіне 2 сағат қалғанда қосымша регламенттелген үзілістер енгізілуі керек. Химиялық өңдеудің жұмыс түйіндерімен тікелей жұмыс жасайтын еңбек режимдері мен операторлардың демалу уақыты орындалатын жұмыстардың сипатына байланысты болуы керек: деректерді енгізу кезінде. Аптасына жұмыс сағаттарының саны 40-тан аспауы керек.

Жұмыс орны деген белгілі бір қызметкердің немесе қызметкерлер тобының еңбек ету аймағы. Жұмыс орнын ұйымдастыру өнімділікті арттырады және жұмысшылардың шаршауын азайтады, қауіпсіз және тиімді процесті қамтамасыз ету үшін бірқатар шараларды жүзеге асыруға және еңбек құралдары мен объектілерін тиімді пайдаланудың негізі болып табылады. Жұмыс орнын ұтымды ұйымдастырылуы үшін оператор және бақылаудың дұрыс орналасуы, құралдардың, материалдардың және т.б.,

жұмысты қалыпты таңдау, оңтайлы жоспарлау, механикаландыру және автоматтандыру қадағалануы керек. Оңтайлы орналасу уақыты мен энергия жұмысын үнемдеу, икемді жұмыс көзделген өндірістік кеңістікті дұрыс пайдалану қызметкерлердің еңбек қауіпсіз жағдайларын қамтамасыз етеді.

Жұмыс түйіндері орналасқан ғимараттар өндірістік кәсіпорындардың құрылысты жобалаудың өрт қауіпсіздігі стандарттарына сәйкес тәуекел санаты бойынша 3-ші топқа, ал өрт сөндіру категориясында СНиП 2-М2-72. сәйкес «В» тобына жатады.

Ішкі өрт сөндірудегі су құбыры сыртқы су құбырынан азықтанады. Ішкі өрт сөндіру крандары корпустарда бір-бірінен 60м қашықтықта, әр баспалдақ алаңында еденнен жоғары 1,35 м орнатылады. Әрбір өрт краны 16мм диаметрлі стволмен жабдықталған.

6.2.1 Кәсіпорынның санитарлық қорғау аймағы

«СН 245-71 өнеркәсіптік кәсіпорындарын жобалауға арналған санитариялық нормалар» талаптарына сәйкес зиянды және жағымсыз иістердің қоршаған ортаға шығу көздері болып табылатын кәсіпорындарды санитарлық қорғау аймақтарында тұрғын үйлерді бөлуге болады. Санитарлық-қорғаныш аймағының тұрғын үй құрылысын дамыту шекарасына кәсіпорынның сыйымдылығына, технологиялық процесті жүзеге асыру шарттарына, қоршаған ортаға шығарылатын зиянды және жағымсыз иістердің сипаты мен мөлшеріне байланысты белгіленеді.

Өндірістік ластанудың көзі болып табылатын кәсіпорындарды қуаттылығына байланысты, өндірістік кәсіпорындардың санитарлық классификациясына сәйкес технологиялық процесті жүзеге асыратын шарттары кәсіпорынның келесі санитарлық-қорғау аймақтарының мөлшерін белгілейді: I класс – 1000 м (КОП >106); II класс – 500 м (КОП=104÷106); III класс – 300 м (КОП =103÷104); IV класс – 100 м (КОП<103).

Мұнда: КОП - кәсіпорынның қауіптілік коэффициенті, келесі формула бойынша анықталады:

$$КОП = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ПДК_i} \right)^{K_i}, \quad (6.2.1)$$

Мұнда K_i - заттардың қауіптілік класына байланысты коэффициенті (КОВ).

6.1. Кестесі

КОВ	I	II	III	IV
K_i	1,6	1,3	1,0	0,9

Өз кезегінде, КОВ заттың барынша рұқсат етілген шоғырлануына байланысты (қатынас 2-кестеде келтірілген)

6.2. Кестесі

ПДК	I	II	III	IV
КОВ	менее 0,1	0,1÷1,0	1,1÷10	более 10

КОП шаңын есептеу мысалы:

$$КОП = \left(\frac{1037,863}{0,5} \right)^{1,3} = 20526$$

6.3 Кестесінде кәсіпорынның зиянды шығарындыларын келтірейік

КОП = 25566,671

Кәсіпорынға келетін болсақ КОПқұны 104-тен 105-ке дейін аралықта болғандықтан, біз СЗЗ-ның алдын-ала 500 метрлік шамасын қабылдаймыз. Атмосфералық ластануды есептеу нәтижелеріне және кәсіпорынның орналасқан жері бойынша орташа жылдық желдің формуласына сәйкес, есептеу есебінен есептелген СЗЗ өлшемдері әртүрлі жел бағыттары бойынша бөлек көрсетілуі керек

$$l = L_0 \times \frac{P}{P_0}, \quad (6.2.2)$$

мұнда l (м) – СЗЗ есеп мөлшері;

L_0 (м) – зиянды заттардың шоғырлануы (басқа көздерден фондық шоғырлануды ескере отырып, ПДК-дан асып кететін) болған жағдайда, осы бағытта жер учаскесінің есептік мөлшері;

P (%) – қарастырылып жатқан румба желінің бағыты бойынша орташа жылдық қайталануы;

P_0 (%) – бір румба жел бағытының қайталануы.

СЗЗ есептеу мысалы:

$$l = 500 \times \frac{14}{12,5} = 500 \times 1,12 = 560, \text{ м}$$

Санитарлық қорғау аймағы кәсіпорынның резервтік аймағы ретінде қаралмайды және өнеркәсіптік алаңды кеңейту үшін пайдаланылады. Алайда, санитарлық-қорғау аймағының аумағында негізгі өндіріске қарағанда, өрт сөндіру станциясын, гараждарды, қоймаларды, офистік ғимараттарды, ғылыми-зерттеу зертханаларын, тасымалдауды және тағы

басқа да төменгі сыныптардағы зиян өндірісінің орындарын орналастыруға рұқсат етіледі,. Санитарлық-қорғаныш аймағының аумағындағы өнеркәсіптік ауаның ластануының қоршаған ортаға әсерін барынша азайту мақсатында оны абаттандыру және көгалдандыру қажет. Газға төзімді ағаштар мен бұталар арқылы көгалдандыру жүргізіледі. Тұрғын массиві жағынан ағаш-бұталарының жалпақтығы 50м-ден кем емес, ал аймақтың жалпақтығы 100м болса – 20 м болуы тиіс.

Кәсіпорынның санитарлық-қорғаныш аймағы қажет болған жағдайда және тиісті технико-экономикалық және гигиеналық негізде, бірақ 3 еседен артық емес мөлшерде ұлғайтылуы мүмкін. Кәсіпорынның шеберлік жоспарына объектілердің орналасуы желдің бағытын, ұзақтығын және күшін ескере отырып жасалады, сондықтан өрт кезінде көршілес аймақтарға өрттің жіберілмеуі салдарынан. Бұдан басқа, ғимараттардың желдің бағыты бойынша дұрыс бағдарлануымен зиянды өнеркәсіптік шығарындылар мен шудан қорғау үшін қолайлы жағдайлар жасалады.

Желдің бағыты бойынша әртүрлі мезгілдерде метеорологиялық станцияда жел раушандар тәріздес, Шығыс Қазақстан облысының жел раушаны мен СЗЗ есептеуі 6.4-кестеде келтірілген.

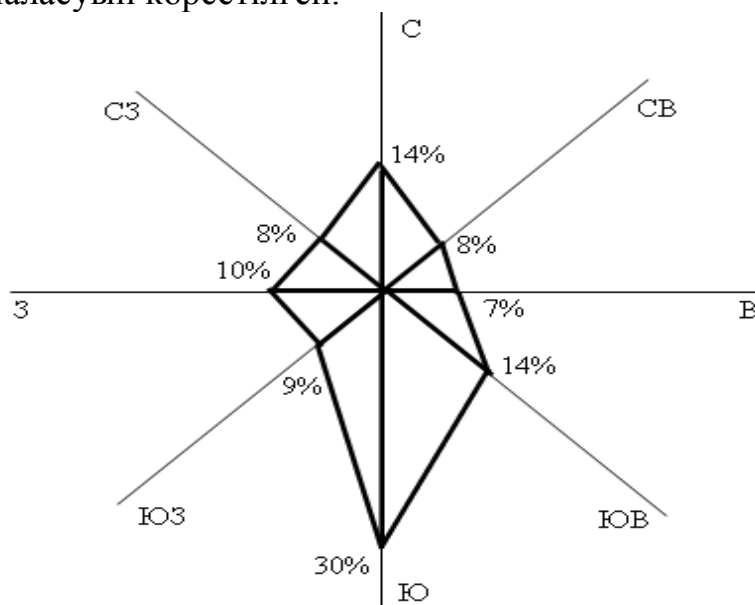
СЗЗ есептеуі 6.3 кесте

Сипаттамалары	Желдің бағыты							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Бағыттың қайталануы, Р %	14	8	7	14	30	9	10	8
Айналу раушанына сәйкес желдің қайталануы Р0 %	12,5							
Р/Р0	1,12	0,64	0,56	1,12	2,4	0,72	0,8	0,64
L0, м	500							
Көлемі СЗЗ, м	560	320	280	560	1200	360	400	320

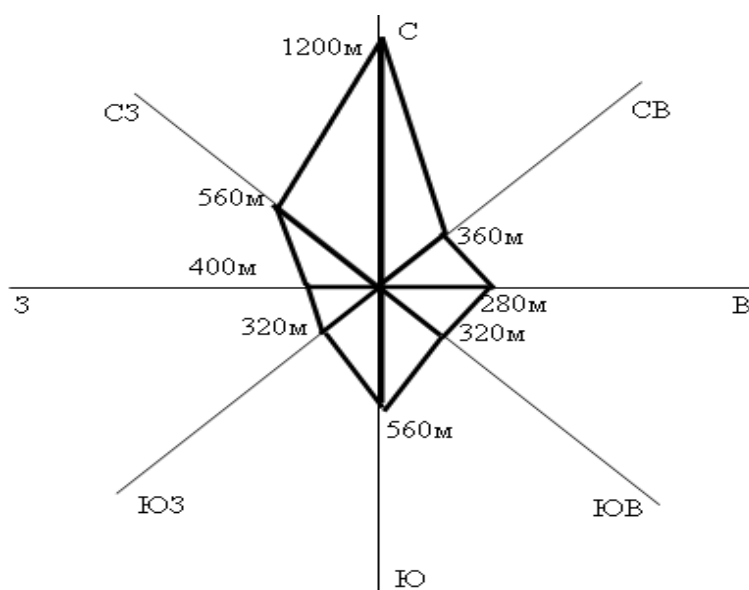
Кесте 6.4 Кәсіпорынның қауіп-қатер коэффициентін есептеу.

Атауы	Шығарынды саны		КОВ	Кі	КОП
	кг/сағ	тонн/жыл			
Шаң	240,246	1037,863	II	1,3	20526,78
Ацетон	0,0027	0,012	II	1,3	0,012
Бензол	0,0876	0,378	III	1	0,252
Акролеин	0,0116	0,05	I	1,6	2,264
Азот окисі	0,3	1,296	II	1,3	2,721
Азот диоксиді	1,644	7,102	I	1,6	1188,882
Көміртек тотығы	2203,578	9519,45	III	1	1903,89
Двуокись серісі	0,04	0,173	II	1,3	0,251
Көмірқышқыл газы	2000	8640	III	1	1728
Фенол	0,025	0,011	I	1,6	1,164
Формальдигид	0,0069	0,029	I	1,6	0,74
Хлор	0,0532	0,229	I	1,6	3,764
Этил спирті	0,0025	0,011	III	1	0,002
Күкіртті газ	0,25	1,08	II	1,3	2,721
Окалиндер	0	0,259	I	1,6	19,86
Аммиак	0,06	2,542	II	1,3	27,95
Күкіртті сутек	0,03	0,129	I	1,6	85,5
Сүрек тозаңы	0,03	0,129	II	1,3	0,171
Органикалық еріткіштер	0,2	0,864	III	1	0,172
Толуол	0,09	0,389	II	1,3	0,569
Ксилолол	0,03	0,129	II	1,3	0,565
Синтетикалық тазалау құралдары	0,02	0,086	I	1,6	3,4
Қышқылдар	0,03	0,129	I	1,6	59,833
Сілтілер	0,012	0,052	II	1,3	0,052
Қорғасын	0,0004	0,002	I	1,6	0,076
Альдегидтер	0,036	0,155	I	1,6	6,459
Бензин	0,072	0,311	III	1	0,622

6.2 суретінде Өскемен және Шығыс Қазақстан облыстарындағы жел раушанының орналасуын көрсетілген.



6.2 сурет - Өскемен қаласындағы жел раушаны.



6.3 сурет - «ҚазЦинк» АҚ санитарлық қорғау аймағының көлемі.
«Өмір қауіпсіздігі» бөлімінің қорытындысы

Дипломдық жоба барысында еңбек қауіпсіздігі және біздің кәсіпорын еңбегі бөлімі бойынша келесідей нәтижелер алынды. Кәсіпорын барлық қажетті нормалар мен ережелерге сай салынды. Тұрғын үй құрылысының шекарасына санитарлық қорғау аймағы оның жіктелуіне сәйкес келеді және қауіпсіз қашықтықта орналасады. Сондай-ақ, кәсіпорын белгіленген норма ережелесіне және заң актілерімен атмосфераға шығарындыларды бақылайды, зиянды заттардың ПДК-сін жүргізеді. Сонымен қатар, ол фильтрлік қондырғылар арқылы атмосфераға шығарындыларды азайтады,

ескі жабдықты жаңа жабдықпен ауыстыру және күрделі жөндеуге арналған жабдықты уақтылы жіберу жұмыстарын жүргізеді.

Біз иірімді білдекті зерттеу барысында дыбыс қысымының деңгейі рұқсат етілгеннен жоғары екендігі анықталды. Осыған байланысты шуды төмендету бойынша келесі шаралар жүргізілді.

- конструкциялық өзгерістермен (зәкірдің шабылған жігін дайындау, ротор) көздердегі шуды төмендету (L_p төмендеуі). Трансформаторларда қаптамалардың тығыз орамасын пайдалану, демпферлік материалдарды пайдалану;

- жұмыс орындарына қатысты шу шығарындыларының бағытын өзгерту;

- дыбыс шығаратын кедергілерді орнату жолымен шуды азайту;

- қозғаушы күштерді азайту арқылы қоздыру көзіне әсер ету арқылы дірілді төмендету;

- резонанстарға жақын жиіліктегі диссипативті күштерді ұлғайту арқылы тербелмелі демпфердің механикалық импедансқа ұлғаюы;

- діріл оқшаулауын қолдану;

Ток берілетін бөлшектерге қызметкерлердің кездейсоқ жанасу электр операциялары үшін біз келесі іс-шараларды өткіздік. Қызметкерлердің жұмыс істеуіне арнайы киім бердік, жұмыс органдарындағы жылжымалы білдектерді бөгеу сеткаларымен қошадық, ескерту белгілерін ілдік, нөлдену шаралын өткіздік. Есептеу барысында біз сақтандырғыштарды НПН2-60 түрімен бірге $I_{нпв}=10$ А. ерігіш қорғағышын таңдадық Мыс өткізгіштермен бірге пайдаланылатын кабель фазалы өткізгіштер ретінде, бейтарап болат шиналары жасалған және фазалық $S_{ф}=1,5$ мм², -20×4мм. болат көлденең қимасының кабель өткізгіш қимасы 50 см қашықтықта қаланады Біз таңдаған өткізгіш 0,15 сек әсер ету уақытымен ГОСТу 12.1.038-82 ССБТ сәйкес келеді. Есептеу кезінде алынатын ток мәндері мен кернеу мәндері рұқсат етілген мәндерден аспайды.

7 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

7.1 энергетиканы басқаруда ЭЕМ қолдану

Өңдеуді жеделдету және ақпараттық ағын жүйесін жетілдіруде жеке кәсіпорындар шеңберінде де, энергетикада да кәсіпорындарды басқаруда жалпы ЭЕМ пайдалану жолымен жүрді. Басқарудың ақпараттық және басқару тапсырмаларын шешу үшін ЭЕМ-ді қолданудың шетелдік жүйелері Management Information system (Ақпараттың басқару жүйелері) деген атауды алды. Бұл атау жүйенің мәнін көрсетеді. Бізде ЭЕМ-ді қоладанатын басқару жүйесі «автоматтандырылған басқару жүйесі» атауын алды.

Автоматтандырылған басқару жүйесі (АБЖ) нысанның тиімді функционалдауын қамтамасыз ететін, басқару функцияларын іске асыру

үшін қажетті ақпаратты жинау және өңдеуде автоматтандыру және есептеуіш техниканы пайдалана отырып жүзеге асыратын - «машина - адам» жүйесі.

Өндірісті басқаруда ЭЕМ-ді кеңінен енгізу - басқару жүйесінде өңделуі тиіс ақпарат көлемінің ұлғаюы салдарынан, басқару тапсырмаларының күрделілігінің артуында объективті қажеттілік болып табылады. Басқару жүйесінің электр жүйелері, ірі электр станциялары, электр желілік кәсіпорындар мен басқа салалар есептеуіш техникасын пайдаланбаудың мәнісі жоқ.

АБЖ құру – ЭЕМ мәселелерін шешу ғана емес, кәсіпорынды басқару жүйесін жетілдіруде түбегейлі жаңа көзқарас енгізу болып табылады. ЭЕМ қолдану барысында басқару жүйесінде адам рөлінің түбегейлі өзгерісі байқалады. Егер инженерлік-техникалық қызметкер ақпаратты қолмен өңдеу барысында негізгі уақытын отчет құруға, есептеулерді жүргізуге кетірсе, онда АБЖ шарты бойынша бұны ЭЕМ өзіне алады, ал қызметкердің мойнында шешімді қабылдау, өңдеу және бақылау ғана қалады. Бұл кәсіпорынның басқару жүйесінде адамның функциясы мен рөлін түбегейлі өзгертеді.

Бірінші орында халықтың мүддесі болатын АБЖ адам-машина жүйесі екенін есте сақтау қажет. Ақпаратты жинап және өңдейтін, бағдарламаны жазатын және өңдейтін тиімді алгоритмді жақсы үлгі құруға болады, бірақ егер құруда адами фактор, яғни басқару жүйесінде жұмыс жасайтын адам мүдделері ескерілмесе, онда жүйенің жақсы жөнделуін күту қиын. Адам мен ЭЕМ өзара әрекеттесуінде артықшылық адамға берілуі тиіс. Қиындықтар пайда болса, ЭЕМ қиындатату есебінен шешілуі тиіс. БЖ ерекшелігі мен күрделілігіне байланысты құру процесі көп жағдайда ресми түрде ресімделмеген және көбінесе сол мәселелер бойынша әдебиетте түрлі көзқарастар бар. Әртүрлі энергетикалық жүйелерде және кәсіпорындарда ЭЕМ орындайтын бір тапсырмалар іс жүзінде әртүрлі алгоритмдерге ие және әртүрлі математикалық аппараттарды қолданады.

Энергия көптеген ерекшеліктерге ие, атап айтқанда, жедел оперативті-диспетчерлік басқарудың болуымен және түрлі функцияларды орындайтын, бірақ бірыңғай технологиялық процесті біріктіретін көптеген кәсіпорындардың болуымен. Бұл энергетика секторындағы автоматтандырылған басқару жүйелерінің күрделі құрылымына әкелді. Энергетикадағы автоматтандырылған басқару жүйелері автоматтандырылған құрылымдық-экономикалық басқару жүйесін (АҚЖ) және автоматтандырылған диспетчерлік басқару жүйесін (АДБЖ), автоматтандырылған жүйенің басқару технологиялық үрдісін (АЖБТ) қамтиды. АБЖ қуат жүйесінің (АЖБТ) осы үш бөлімі барлық электр станцияларында және салалық автоматтандырылған басқару жүйелерінде (ОАСУ «Энергия») қолжетімді. АҚЖ, АДБЖ, АЖБТ дамуының жағдайы

энергетикалық жүйелер үшін де, энергетикалық жүйелердің жеке кәсіпорындары үшін де әр түрлі.

90-шы жылдарда электр энергетикасы келесі негізгі бағыттар бойынша компьютерлік технологияны пайдалануды кеңейту жұмыстары жалғасты: өнеркәсіптік автоматтандырылған басқару жүйесін (АБЖ) (ОАСУ «Энергия») дамыту және жетілдіру; автоматтандырылған басқару жүйелерін (АБЖ) әзірлеу, іске қосу және дамыту және энергетикалық жүйелердің интеграцияланған басқару жүйелерін құру (ИАБЖ); есептеу орталықтарын техникалық қайта жарақтандыру; деректерді телеөңдеу жүйелерін пайдалануды кеңейту, бағдарламалық қамтамасыз етуді жетілдіру және ақпараттық қолдау. Энергетикалық жүйелерді басқарудың автоматтандырылған жүйесін жасаудан басқа, осы кезеңде ЖЭС, ЖЭО, ЖЭС және нысандар сияқты қосалқы станциялар, энергетикалық қондырғылар және т.б. сияқты жеке энергетикалық жүйелерді басқаруды автоматтандыру кеңінен дамыды. Басқару есептеу орталықтарының (БЕО) техникалық жаңғыртуы, дербес компьютердің жүйесі негізінде көпмашиналы оперативті-ақпараттық-басқару кешендерін қалыптастыру үнемі жүреді.

Энергетикалық жүйелерде және жеке кәсіпорындарда өндірістің және экономикалық қызметтің тиімділігін арттыру мақсатында электр станцияларында компьютерлік технологияны енгізу және автоматтандырылған басқару жүйелерін құру жүзеге асырылады. Бұл ақпарат ағыны мен құжаттарды басқару жүйесін жетілдіру, құжат айналымының бөлігін машина тасымалдаушылары туралы ақпаратты сақтаумен ауыстыру және басқару аппараты өңдеген ақпарат көлемін жалпы азайту арқылы қол жеткізіледі. Басқару жүйесінің сенімді және уақтылы ақпаратпен толық қамтамасыз етілуі; басқару аппаратының құрылымдық бөлімшелері арасында басқару функцияларын бөлуді жетілдірілуі; басқару мәселелерін шешу үшін оңтайлы шешімдер алуды көздейтін экономикалық және математикалық әдістерді енгізу және т.б.

ЭЕМ енгізу басқару жүйесіндегі адамның функцияларын өзгертеді. ЭЕМ басқару жүйесіне енгізгенге дейін басқарушы аппараттар мен бөлімшелердің жетекшілері негізінен бұзылған ақпаратты өңдеуге қатысты болса, компьютерлерді пайдалану жеке адамға шығармашылықпен айналысуға мүмкіндік береді. Адамдардың қатысуы жеке міндеттер мен жалпы басқару жүйесінің мақсаттары мен критерийлерін белгілеу және түзету сияқты мәселелерді шешеді; егер бірнеше шешімдер болуы мүмкін болса, мәселенің шешімін таңдау; басқару шешімдерін қабылдау; жетіспейтін ақпаратты компьютерге енгізу және т.б.

7.2 Технологиялық процестерді басқаруда компьютерлерді пайдаланудың экономикалық тиімділігін бағалау

Дипломдық жобаның экономикалық бөлігінде электромеханикалық электр қозғалтқыш жүйесін сәйкестендіруді өздігінен орнатудың экономикалық тиімділігін қарастырамыз. Сандық модельде өзін-өзі реттеу жүйесінде оң нәтижелерін алғаннан кейін алынған жүйені нақты робототехникалық қондырғыларға енгізу үшін тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар жүргізілді. Жүйені енгізу үшін қажетті жабдықтардың тізімі 7.1-кестеде келтірілген.

7.1 кесте

	Жабдық атауы	Саны шт.	ҚҚС бірге бағасы	Бағасы тенге	Жиыны тенге
	Қозғалтқыш жетегі. 2ПН112L моделі	1	48 600 руб.	243 000	243 000
	Микропроцессор. P80C552EFA моделі	3	585,79 руб.	2 928,95	8 768,85
	Тоқ құрылғысы. ДТХ-50 моделі	2	1 329 руб.	6 645	13 290
	Құрылғы кернеуі. ДНХ-03-D моделі	2	3 540 руб.	17 700	35 400
	Белсенді қуат құрылғысы ДИН-1Ф моделі	2	4 366 руб.	21 830	43 660
	Сумматор. СМ-01 моделі	3	31 580 руб.	157 900	473 700
	Цифрлы-аналогты автомат Fluke 73 U(600 В) погр. 0.3% моделі	1	235 \$USA.	282 00	28 200
	Кернеуді тіркеу жүйесі VR 101S моделі	1	901 \$USA.	108 120	108 120

Барлығы: 954 156.85 тенге

Теңгенің рублі мен АҚШ долларына қатысты бағамы 28.04.08 ж. Бір рубльге 5 теңге, 1 доллар үшін 121 теңге

Кәсіпорында үш ауысымдық жұмыс, цехте бір ауысымда 4 адам жұмыс істейді, жалақысы 60 000 теңгені құрайды. Айына жалпы сомасы 720 000 теңге, ал 8 640 000 теңгені құрайтын 12 адамға еңбекақы төленеді.

Егер сатып алу мен жабдықтың шығындарын және жұмыс күшінің жалақысын салыстырсақ, олардың арасындағы айырмашылық аз, ал жүйені енгізу тиімдірек болады.

Энергия жабдығын ауыстыру және жаңарту кезеңіне өтмділік кезеңін анықтау үшін есептеулер жүргіземіз

Мықты жақтары	Әлсіз жақтары
<ul style="list-style-type: none"> - жүйені құру, ϵ-ге дейін инвариантты, - біріктірілген жүйені құру - Ксист = ∞-пен жүйе құру. 	Алдын ала шығатын шешімді анықтау мүмкін еместігі

Қолданыстағы энергетикалық кәсіпорындарда жабдықты ауыстыру (жаңа жабдықтарды енгізу) технико-экономикалық негіздемесінің әдістемелік ерекшеліктері төменде келтірілген.

Қолданыстағы энергетикалық кәсіпорындарда жабдықты ауыстыру (жаңа жабдықтарды енгізу) техникалық-экономикалық негіздемесінің әдістемелік ерекшеліктері төменде келтірілген.

- Баламалы нұсқа ретінде, ескірген жабдықты модернизациялау қарастырылған.

- Экономикалық әсерді есептеудің негізі ретінде ағымдағы (ескірген) жабдықтардың көрсеткіштері қабылданады.

- Жаңа жабдыққа күрделі салымдарды есептеу кезінде ауыстырылатын агрегаттың орнына ауыстырылған бірліктің амортизацияланбаған құнын (оның қалдық құнынан алып тастаған кездегі) ескеру қажет.

Мысал. ЖЭС қазандықтарын қайта құрудың негіздемесі.

Қайта құрудың мақсаты отынның тиімділігін арттыру болып табылады. Қайта құру екі жолмен жүзеге асырылуы мүмкін: ескірген бу генераторын модернизациялау немесе ауыстыру.

Есептеулер үшін қарапайым және дисконтталған өтелу кезеңдеріндегі әдістерді қолданамыз.

Қарапайым өтелу кезеңі әдісі. Есептеу үшін [7.1] формуласы:

$$T_{ок_i}^1 = \frac{K}{\mathcal{E}}, \quad (7.1)$$

мұнда K - i -ші нұсқаға күрделі салым;

\mathcal{E} - i -ші нұсқаның жылдық табысы немесе үнемділігі.

Бағалау кезеңі алдын-ала (нормативтік) салыстырылады.

Модернизациялау нұсқасы үшін:

$$T_{ок(M)} = \frac{K_M}{\mathcal{E}_M} \quad (7.2)$$

егер

$$\mathcal{E}_M = S_T (b_c - b_m) Q_r \cdot h_y - \frac{\alpha_p}{100} \cdot K_M, \quad (7.3)$$

мұнда b_c және b_m - ескірген және жаңартылған қондырғыларға сәйкес келетін жанармай шығыстары;

Ки- модернизациялауға капитал салымы

Жоғарыда келтірілген формулалармен 7.2 төмендегіні аламыз:

7.2- Кесте

Көрсеткіш	Модернизация
Күшті қолдану (h_u), сағ/жыл	7000
Жанармай шығысы (b), кг у.т./т жұп	105 и 98
Электрқуат бағасы (ST), кВт/ч	8
Ремонтқа шығын (α_p), %	10,7
Капиталсалымы (K), мың.тенге	954 156,85
Дисконт мөлшерлемесі(q), %	10



$$T_{ок(M)} = \frac{954156,85}{289905,217} = 2,2$$

$$\mathcal{E}_M = 8 \cdot (105 - 98) \cdot 7000 - \frac{10,7}{100} \cdot 954156,85 = 289905,217$$

Сәйкесінше, өтімділік уақыты модернизациялаудың өтімділік уақытының варианты (2 жыл)

Дисконттауды өтеу кезеңінің әдісі. Есептеу үшін [7.4] формуласы:

$$T_{ок}^{II} = \frac{-\ln(1 - \frac{K}{\mathcal{E}} \cdot q)}{\ln(1 + q)}, \quad (7.4)$$

Мұнда q – дисконт мөлшерлемесі

$$T_{ок}^{II} = \frac{-\ln(1 - \frac{954156,85}{289905,217} \cdot 0,1)}{\ln(1 + 0,1)} = 3,2$$

Есептеулерден қарапайым өтемақы кезеңінің әдісіне сәйкес 2.2 жыл, дисконтталған өтелу мерзімі = 3.2 жыл нұсқасына сәйкес, ол жүйені өндіріске енгізу үшін біздің есептеу үшін қолайлы болып табылады.

Кәсіпорындарды автоматты басқарудың экономикалық тиімділігі кезінде есептеуіш техниканы енгізу арқылы алынған өндірістік нәтиже түсіндіріледі. Экономикалық тиімділікті есептеу оны шығындарымен алынған әсерді салыстыруды болжайды. Басқаруға автоматтандыруды енгізу тиімділікті арттырудың нақты аспектілеріне ие.

Атап айтқанда, есептеуіш техника өндірісті басқару жүйесіне енгізіледі, бірақ басқару жүйесін пайдалану өндірістік құнды төмендетудегі басқарудың автоматтандыру тиімділігін толық сипаттамайды. Экономикалық тиімділік басқару объектісіндегі өзгерістерде, басқару жүйесі мен басқару объектісін ұйымдастыруды жетілдіру және арттыруда, ұтымсыз шығындар мен еңбек шығындарын азайту кезінде көрініс табады. Басқаруды автоматтандырудың экономикалық тиімділігін бағалау мен жүйені енгізуден алынған жинақтар өндірісті ұйымдастыруды жетілдіру, еңбек ұйымын ұйымдастырудың жаңа түрлерін енгізу, телемеханика және т.б жаңа технологияларды енгізу сияқты энергетикалық кәсіпорындарда өндірілген басқа да іс-әрекеттердің нәтижелерімен тығыз байланысты. Бұл қайта санауға әкелуі мүмкін. Сондықтан басқарудың автоматтандырылуынан экономикалық тиімділікті есептеу кезінде кәсіпорын жұмысының оң нәтижелері есептеуіш техниканы өндіруге және өндірісті ұйымдастыруды жақсартуға, жаңа технологияларды енгізуге байланысты басқа да шаралармен қаншалықты байланысты екенін нақты анықтау керек.

Өндірісті басқаруға ЭЕМ енгізу өте капиталсыйымды болып табылады, сондықтан кезекті қамтамасыз ету және автоматтандырудың ең қолайлы сайттары және бағыттарын таңдау, ескірген ЭЕМ ауыстыруды қамтамасыз ету мәселе көтеріледі. Егер электр беру құралы мен байланыс каналдары АБЖ техникалық құралдарының құнының 50-75% құраса, нысанды автоматизациялаудың-кезекті сұрағы және ішкі жүйесі маңызды болып табылады. Сонымен қатар, электр жүйелерін басқаруды

автоматтандыруға қажетті еңбектің үлкен көлеміне байланысты әр энергиялық жүйе бойынша басымдық тәртібін белгілеу қажет.

Жалпы, автоматтандырылған басқару жүйесін (АБЖ) құрудың нәтижесі 4 құрамдас бөлікке бөлінуі мүмкін:

- 1) басқару жүйесіне әсер ету (тікелей әсер);
- 2) бақыланатын жүйеге әсері (жанама әсер);
- 3) өндірістің және басқарудың техникалық мәдениетін жетілдіру;
- 4) энергияға (сыртқы әсерге) технологиялық қатысы бар салаларда (кәсіпорындарда) әсер ету.

Басқару жүйесіне әсер ету (автоматтандырылған басқару жүйесін (АБЖ) құрудан тікелей әсер ету) басқарудың жоғары деңгейіне өтуге байланысты. Ол мыналардан тұрады:

- 1) ақпараттық жүйе орталықтандыруы, автоматтандыру және иерархия қағидаттарына сәйкес қайта жаңартылып, басқару құрылымы жетілдірілуде;
- 2) ұсынылған шешімнен күтілетін нәтижелерді модельге бағалауға болады;
- 3) кәсіпорынның оңтайлы мөлшерінің технологиялық және экономикалық жағдайларға, басқару жағдайында барынша мүмкін мөлшерге дейінгі алшақтық жойылады;
- 4) қол есепшотында жұмыс істейтін персонал саны қысқартылды;
- 5) басқару тиімділігі артады.

Басқару жүйесіндегі ақшалай есеппен есептелуі мүмкін әсердің бір бөлігі басқарушы қызметкерлер санының қысқаруы болып табылады

Батыс еуропалық фирмалардың зерттеулеріне сәйкес, ақпараттық жүйені қайта құрылымдау және компьютерлік басқару жүйесін енгізуге арналған басқару құрылымын жетілдіру кәсіпорындарды ЭЕМ пайдаланбай-ақ әкімшілік қызметкерлер санының көбеюінсіз 15-20% -ға ұлғайтуға мүмкіндік береді. Яғни, ақпарат ағынын жақсарту, басқару жүйесіндегі қайталануды және шамадан тыс байланыстарды болдырмаудың тікелей әсері ЭЕМ орнатылуынан әлдеқайда көп, бірақ оны ақшалай түрде бағалау мүмкін емес.

Басқарылатын жүйенің әсері жақсартылған басқару құралдары мен әдістерін нәтижесі болып табылады, ол объектінің басқаруды жетілдіруде көрсетілгендерден тұрады:

- 1) отын, материалдар мен қосалқы бөлшектердің қоймалар қорының төмендеуіндегі шешімдер уақыттылығы мен жарамдылығын арттыру арқылы айналым капиталын құнының азайту, ай сайынғы қарызын азайту және т.б.

- 2) апаттарды азайту, өсудегі техникалық қызмет көрсету кезеңдерін, жүктеме болжау әдістерін жетілдіру, күші жойылған абоненттері жүктеменің өсуі туралы уақтылы ақпаратпен қамтамасыз ету бойынша негізгі құралдардың пайдалануын арттыру және т.б.,

3) жөндеу үшін дыбыс қосымшалар және топографиялық қолданудағы желілік модельдеу нәтижесінде желіні жөндеу бойынша үнемдеу және т.б.

4) құрылыста, атап айтқанда желіні жоспарлау арқылы үнемдеуге арналған шығындар;

5) электр және жылу энергиясын құнын төмендету, отын шығыны және жылу электр станцияларының жөндеуде оңтайландыру арқылы желідегі шығындар, оңтайландыруға жүктеме бөлу, жылдық, тоқсандық және айлық өндірістік жоспарларын және энергиясын босатуға оңтайландыру;

6) оңтайландыру нәтижесінде капитал салымдарының азаюы, электр жүйесінің оңтайлы нұсқасын таңдау, қуаттар мен желілерді пайдалануға жоспарлау;

7) энергия жабдықтау сапасы мен сенімділігін арттыру

Өндірістің және басқарудың техникалық мәдениетін арттыру жұмыстарды нақты ұйымдастыруда, кәсіпорынның және энергетикалық жүйенің қызметкерлерінің біліктілік деңгейін көтеру арқылы көрініс табады. Ұйымдастырушылық әсері бар, жұмыста айқындық пен тиімділікті арттыратын маңызды әлеуметтік салдары бар, бірақ ақшалай түрде бағалануы мүмкін емес.

Энергетикалық жүйелерге АБЖ енгізудің сыртқы әсері байланысты:

1) электр және жылу энергиясының жеткіліксіз мөлшерін төмендету арқылы тұтынушыларға келтірілген зиянды төмендету. Бұған жөндеу жұмыстарының сапасын жақсарту және жөндеудегі энергетикалық жабдықтарының тоқтау уақытын қысқарту арқылы қол жеткізіледі;

2) жиілікте және кернеуге жеткізілетін қуат сапасын жақсарту арқылы технологиялық қажеттіліктер үшін энергия тұтынушыларға өндіріс құнының төмендеуі. Тұтынушыларға зиянның бірінші компоненті өте жоғары, сондықтан қара металлургия зауытында 1 кВт / с жетіспеушілігі 280-400 рубль / кВт / сағ көлемінде зиян келтіреді; мұнай өңдеу 800-1500 рубль / кВт • сағ; жасанды талшық зауыты - 650- 1200 рубль / кВт • сағ; және т.б. Энергетикалық жүйе іс жүзінде шығындарға ұшырамайды, бұл тұтынушылардың айыппұлын есептемегенде, оның экономикалық қызметіне әсер етпейді. ЭЕМді басқару жүйесіне енгізу есебінен сыртқы әсердің артуына әкеліп соқтырады, бірақ энергия жүйесінің экономикалық көрсеткіштеріне әсер етпейді.

7.3 Инвестицияның қаржы-экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері

Нарықтық қатынастар жағдайында инвестициялардың қаржы-экономикалық тиімділігі үшін негізгі көрсеткіштер мен критерийлер ретінде

пайдаланылады:

- қарапайым көрсеткіштер

қарапайым кіріс нормасы - инвестиция кірісінің қарапайым мөлшерлемесі; ең төменгі немесе қайтару деңгейі орташа айырысу құнын салыстыру (қарыз бойынша пайыздық мөлшерлеме, облигациялар, бағалы қағаздар, салымдар) жобаның әрі қарай талдау орындылығын қорытындылауына әкеледі;

күрделі салымдардың қарапайым өтелу кезеңі; ол таза табыс сомасының инвестицияларын қамтиды, оның барысында уақыт аралығындағы нысанда «өзіне» жұмыс жасайды, яғни алынған таза пайда сомасы бастапқыда салынған капиталдың қайтарылуы ретінде есептеледі;

банктік заемдарды барынша қайтару және олар бойынша пайыздарды қайтару мерзімі; (Қарыз капиталының болуымен анықталады) тауарларды сатудан түскен табыстар есебінен кезінде толығымен кері банктік несиелердің мерзімін анықтайды.

- интегралдық көрсеткіштер:

таза дисконтталған кіріс; осы көрсеткішті есептеу төлемдердің таза ағындарын дисконттау арқылы жасалады (таза кіріс); объектінің құрылысына инвестицияң құн-тиімділігінің өлшем жағдайы $E_d > 0$ болса, онда инвестициялар бойынша қайтарудың дисконттау орташа нормасы (немесе капиталдың орташа құны) сомасынан асып кетеді;

ішкі пайда нормасы; дисконттау ставкасының шамасы бойынша айқындалады, онда таза ағымдағы құн нөлге тең болады; жобаланатын объектінің құрылысына инвестиция тиімділігі жеңілдік стандартына орташа құнын қайтару туралы артық ішкі мөлшерлемесінің шарты болып табылады: $E_{Вн} > E_{ср}$;

дисконтталған шығындардың өтелу мерзімі; ол объектіні пайдалану процесінде таза табыс кезінде толық өтеледі, дисконтталған тіркеме кезеңін сипаттайды; объектінің құрылысына инвестициялардың экономикалық тиімділігі критерийі $Tок < Tр$.

Инвестициялық жобалар үшін бізге оның тиімділігін анықтау үшін қолма-қол ақша ағынының әсерін анықтауға инвестициялық жобаларды, инвестордың тұрғысынан ең қолайлысы бірқатар таңдау, капиталдың ең тиімді құнын таңдау, сондай-ақ, басқа да проблемаларды шешуге мүмкіндік беретін бағалау критерийлерінің жүйесі қабылданған.

Критерийлері жүйесі келесі мүмкіндіктермен сипатталады:

- Инвестициялар және ақша қаражаттарының қозғалысы уақытында инвестициялық жобаны және оларды жүзеге асыру орны ретінде салыстырмалы болуы тиіс. Ең төменгі бағалау кезеңі - бір жыл.

- Жүйе бағалаудың бірнеше әдістерін қамтиды. Әр жоба бағалау әдістерінің жиынтығы бойынша бағалануы тиіс.

- Ақша көрсеткіштерінің салыстырмалығы:

а) инфляциямен;

- б) әртүрлі инвесторлар болған кезде;
- в) инвестициялық жоба бойынша ақша қаражаттарының қозғалысын жүзеге асыру барысында инвестициялық және құрылған уақыттағы айырма;
- г) әр түрлі уақыт аралығында инвестициялық жобаны іске асыру: Инвестициялық ақша қаражаттарының қозғалысы тәжірибесінде таза құйылу түрінде, немесе таза ағыны түрінде болуы мүмкін.

Таза құйылуы- табыстың түрлі шығысының түрлі кірістерден артық болуы, белгісі бар «-»

Таза ағыны - шығындардың әр түрлісі табыстардың әр түрінен артық болуы, белгісі «+».

Өнімділік есептері әдетте инвестициялық жобаның нөлдік немесе бірінші жылына негізделеді. Инвестициялардың және ақша ағындарының мәні жылдық мәндер ретінде қарастырылады.

Бағалау жүйесі екі топқа бөлінеді:

1 дисконтталған бағалау немесе уақытша бағалау. Оларға мыналар жатады: 1) ТАҚ (NPV) - таза ағымдағы құны (таза ағымдағы құны, таза ағымдағы құны, таза ағымдағы құны);

2) ИКИ (PI) - инвестициялардың кірістілігінің индексі;

3) ИКН (IRR) - ішкі кірістілік нормасы (кірістің ішкі нормасы, қайтарымдылық коэффициенті);

4) ҚМК(MIRR) - қайтарылған мөлшерлеме коэффициенті

5) ДӨМ (DPP) - дисконтталған өтелу мерзімі;

2 Қарапайым бағалау:

6) ИӨМ (PP) - инвестициялардың өтелу мерзімі;

7) ИТК (ARR) - инвестициялық тиімділік коэффициенті.

Бағалаудың барлық әдістерін қолдану қажеттілігі түрлі әдістер бойынша бағалаулар қайшы сипатқа ие болуы мүмкін. Инвестицияларды түрлі әдістермен бағалауды салыстыра отырып, талдаушы белгілі бір жобаның қолайлылығы туралы қорытынды жасайды. ТАҚ «таза ағымдағы құны» Бұл әдіс дисконтталған ақша ағындарын инвестициялармен салыстыру үшін негізделген. Бұл жағдайда ТАҚ (NPV) екі нұсқасында пайдалануға болады:

$$ТАҚ = n \sum_{t=1} FV_t / (1+rt)^n - I_c, \quad (3.17)$$

мұнда FV_t – болашақ бағасы (бағамы) ақша немесе қайтару сомасы;

rt - банктік пайыз мөлшерлемесі өсу қарқыны мөлшерлемесі

n – жыл саны;

I_c - инвестициялар.

$FV_t = PV_t (1+rt)^n$, мұнда:

PV_t - бүгінгі (ағымдағы) ақша құны (бағамы)

$$ЧПС = n \sum_{t=1} FV_t / (1+rt)^n - n \sum_{t=1} I_{ct} / (1+rt)^n \quad (3.18)$$

Демек компания қосымша нарықтық құнын алады,:

$ТАҚ(NPV) > 0$ және оның максималды көлемінде, тиісінше кәсіпорын қосымша нарықтық баға алады

$ТАҚ(NPV) = 0$, төленетін салық есебімен қарастырылған жоба бойынша аналитик қосымша зерттеулер жүргізуге тиісті

$ТАҚ(NPV) < 0$, рыноктық баға азайғандықтан жоба қайтарылады

ІКН (IRR) "Ішкі кіріс нормасы"

Ішкі кіріс нормасы капиталдың көрсеткішіне тең немесе $ТАҚ = 0$.

Капиталдың бағасын анықтау үшін:

1) $ТАҚ = 0$ теңестіру үшін бірнеше аналитикалық есептер шешіледі мұнымен r_t / өзгерту арқылы;

2) мына формуламен шешіледі:

$$ІКН (IRR) = r_1 * ([ТАҚ_{1+} + (r_2 - r_1)] / [ТАҚ_{1+}] + [ТАҚ_{2-}]), \quad (3.19)$$

мұнда $ТАҚ_{1+}$ - $ТАҚ$ капитал есебінде (пайыздық мөлшерлеме) r_1

$ТАҚ_{2-}$ - $ТАҚ$ капитал есебінде (пайыздық мөлшерлеме) r_2

r_1 - капитал бағасы (пайыздық мөлшерлеме) $ТАҚ$ минималды

0 асқанда

r_2 - капитал бағасы (пайыздық мөлшерлеме) $ТАҚ$ минималды 0-ден кіші болғанда

ІКН бағасы (IRR) келесі сипаттамаларға ие:

1) ақша ағымының түріне сәйкес емес;

2) тәуелділіктің сызықтық емес түрі;

3) - азаятын функцияны көрсетеді;

4) қосылғыштық сипаты жоқ;

5) ең жоғары пайда күтуге болжам жасауға мүмкіндік береді (кірістілік нормасы)

ІӨМ (PP) " инвестициялардың өтелу мерзімі

Бұл қарапайым әдіс кмына формуламен есептеледі:

$$ІӨМ = I_c / CF \quad (3.20)$$

мұнда I_c – инвестициялар

CF – ақша ағымы

ІӨМ(PP) әдістің кемшіліктері:

1) соңғы жылдары ақша түсімдерінің әсерін ескермейді;

2) жинақталған ақшалай қаражаттардың ағындарын және оларды жылдар бойынша бөлуді ажырата алмайды;

3) қосындылық қасиеті жоқ.

Осы әдістің артықшылығы:

1) есептеу үшін қарапайым;

2) кәсіпорынның өтімділігін есептеуге ықпал етеді, яғни, инвестицияларды қайтаруда;

3) инвестициялық жобаның тәуекел дәрежесін көрсетеді, өтемділік мерзімі аз болса, тәуекел төменірек және керісінше.

Табыстылық индексі (PI)

Кірістілік индексі - жиынтық дисконтталған кірістің жиынтық дисконтталған шығындарға қатынасы. Егер инвестициялар біржолғы инвестициялармен жүзеге асырылса, онда бұл көрсеткіш [3.21] формула бойынша есептеледі:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} \div K_0 \quad (3.21)$$

Инвестиция уақыт ішінде бөлінген белгілі бір ағын болса, кірістілік индексі келесі формула бойынша есептеледі:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} \div \frac{K_i}{(1+r)^i} \quad (3.22)$$

Айқын, егер:

$PI > 1$, болса, жобаны қабылдау керек;

$PI < 1$, болса, жобаны қабылдамау керек;

$PI = 1$, жоба тиімді де, тиімсіз де емес.

Ағымдағы таза дисконтталған құнынан айырмашылығы, кірістілік индексі салыстырмалы көрсеткіш болып табылады. Осыған орай, бір NPV мәніне ие немесе ең жоғарғы жалпы NPV мәнімен инвестициялық портфельді аяқтаған кезде бірқатар жобаларды таңдаған кезде өте ыңғайлы.

Дипломдық жобаның барысында өндірістік циклдегі автоматтандырылған басқару жүйесін енгізу үшін біз техникалық сипаттамаларды ғана емес, экономикалық аспектілерді де ескердік. Жүйені іске асыру үшін жасаған жұмысымыздан келесі қорытындыларды шығара аламыз:

Техникалық жобалау кезеңінде ең оңтайлы әрі арзан, олардың техникалық және бағдарламалық қамтамасыз ету сипаттамаларында басқа ұқсастықтардан кем түспейтін жабдықтар таңдалды. Бұл жобаның басында нақты техникалық және экономикалық талаптарды өндіру үшін мақсаты ретінде салыстыру, дипломдық жобаның арнайы бөлігінде біз бастапқыда жүйенің жинақ, оңтайландыру және тиімді жұмыс істеуіне сүйендік. Электр, отын және шикізат құны жинақ циклінің операциясында сенімділік пен үздіксіздік кезінде сынықты орнату сияқты сипаттамаларды экономикадағы жақсартуларды алу үшін қарастырдық. Мұның бәрі арнайы бөлімде қарастырылған.

Экономикалық тұрғыдан алғанда, кәсіпорын үшін жабдықты сатып алу және енгізу персоналдың үлкен қызметкерлерін ұстауға қарағанда әлдеқайда арзанырақ. Жабдық мердігерлерінің сайтында орнатылған және қосымша шығындарды талап етпейді.

Осыған байланысты, жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, автоматтандырылған басқару жүйесін енгізу барлық қажетті деректер мен параметрлерге негізделген.

Қорытынды

Дипломдық жобалау барысында келесі негізгі нәтижелер алынды:

1. Адаптивті және өздігінен реттелетін жетектерді басқару жүйелерінің ағымдағы жай-күйін тексеру өзін-өзі сәйкестендіру принципіне негізделген әмбебап жүйелерді әзірлеудің орындылығын растады.

2. Электрмеханикалық жүйелерді нақты уақыт режимінде жүзеге асыруға мүмкіндік беретін бағдарламалық қамтамасыз ету әзірленді: зәкірдің кез келген параметрлерінің өзгеруі, теңдеулерді шешу, итеративті есептеу операцияларын орындау.

3. Электромеханикалық тұрақты уақытты анықтаудың алгоритмі әзірленді.

4. Өзін-өзі реттейтін жүйені құрастыру әдісі басқарушы объектінің сызықсыздығына байланысты сәйкестендіру қателігі байқалған жағдайда өңделді.

5. Ауыспалы күшею коэффициентімен қозғалтқыш параметрлерін өзгертуге өтпелі процесс сапасының параметрлерінің төмен сезімталдығын қамтамасыз ететін жүйенің құрылымдық схемасы зерттелді және әзірленді

6. Өзін-өзі реттеу ерекшелігі бар СНС құрылымдық диаграммасы әзірленді және зерттелді.

7. ӨРЖ өндірістік робототехникалық құрылымына енгізілді және алынған қорытындылар заңдылығы экспериментті түрде зақымдалды

Әдебиеттер тізімі

1. Чиликин М.Г., «Общий курс электропривода» М., Энергия, 1985 г
2. Вешеневский С.Н. «Характеристики двигателей в электроприводе» М., «Энергия» 1986 г.
3. Бесекерский В.А., Изранцев В.В. Системы автоматического управления.-М.: Наука, 1987. -320 с
4. Бойчук Л.М. Метод структурного синтеза нелинейных систем автоматического управления - М.: Энергия, 1971. - 112 с.
5. Вешеневский С.П. Характеристики двигателей в электроприводе - М.: Энергия, 1977.-432 с.
6. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab — СПб.: Наука, 2000. - 352 с.
7. Аналитические самонастраивающиеся системы автоматического управления под. ред. В.В. Солодовников. – М.: Энергоиздат, 1965 - 356 с.
8. Адаптивные системы автоматического управления. В.Б. Яковлев. - Д.: ЛГУ, 1984-204 с.
9. Аншин С.С., Бабич А.В., Баранов А.Г. Проектирование и разработка промышленных роботов - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с.
10. А.В. Бошарин «Управление электроприводами». Л.: Энергоиздат 1982 г.
11. Зимин Е.Н., Яковлев В.Н. «Автоматическое управление электроприводами». М. Высшая школа 1979 г.
12. Б.А. Князевский «Охрана труда в электроустановках». М.: Энергия 1977 г
13. Князевский Б.А., Долин П.А., Марусова Т.П. «Охрана труда» М., Высшая школа, 1982 г.
14. П.А. Долин «Основы техники безопасности в электроустановках». М.: Энергоатомиздат 1984 г.
15. Байзакова А.А., Санатова Т.С. Охрана труда. Методические указания к выполнению расчётно-графических работ (для студентов всех форм обучения всех специальностей). – Алматы: АИЭС, 2005.-17с.
16. Самсонов В.С., Вяткин М.А. Экономика предприятий энергетического комплекса – М.: Высшая школа 2003. – 231с, 255с.
17. Жакупов А.А., Нефедов К.В. Экономика отрасли Алматы: АИЭС, 2006.
18. Сайт: <http://www.einfo.ru/>.
19. Сайт: <http://www.niem.electrob.ru/>.