

8-ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫС

ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫНЫ АВТОМАТТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІН РЕТТЕУ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ.

Жұмыс мақсаты: Реттеудің тұйық автоматты жүйелерінің (АҚЖ) өтпелі процесінің графигін құру, реттеу процесі сапасының көрсеткіштерін, инженерлік әдістеме бойынша үздіксіз реттеуіштің оңтайлы баптауларын, цифрлық реттеуіштің оңтайлы баптауларын айқындау дағдыларын алу.

Тапсырма:

Теориялық бөлім:

- 1 Әр түрлі реттегіштері бар АСР құрылымдық схемаларының құрылысын зерттеу.
- 2 ОУ-да өтпелі процесті есептеу алгоритмдерін зерттеу.
- 3 реттеу процесінің сапа көрсеткіштерін және оларды алу әдістерін зерттеу.

Практикалық бөлім:

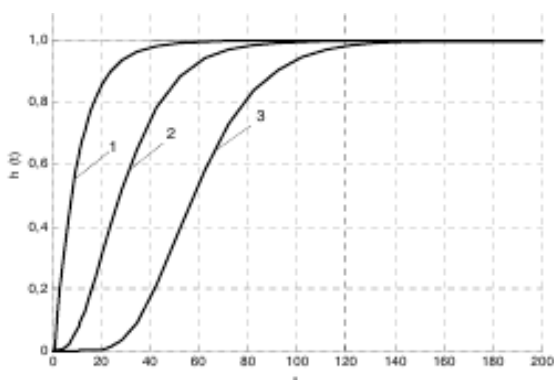
- 1 белгілі ou моделіне және реттегіш типіне сәйкес АСР құрылымдық диаграммасын сызыңыз.
- 2 MATLAB ортасында өтпелі кестені құрыңыз.
- 3 өтпелі процестің түрін және сапаның негізгі көрсеткіштерін анықтаңыз.
- 4 жүйенің тұрақтылығы туралы қорытынды беріңіз.
- 5 үздіксіз және сандық реттегіштің оңтайлы параметрлерін анықтаңыз.

1 ҚЫСҚАША ТЕОРИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 өтпелі сипаттамаларды пайдалана отырып, оқ сәйкестендіру

Зерттеу объектісін зерттеу кезінде, ең алдымен, кіріс және шығыс айнаымалысы таңдалады. Егер басқару объектісінің динамикалық сипаттамалары анықталса, онда басқару органының позициясы кіріс мәні ретінде қабылданады, ал шығыс мәні ретінде реттегіштің кірісіне кіретін өлшеу түрлендіргішінің сигналы қабылданады. Жабық реттеу жүйесін зерттеу кезінде кіріс әсері детекторды ауыстыру арқылы қолданылады, ал шығыс шамасының өзгеруін-өлшеу түрлендіргішінің сигналын белгілейді.

Эксперимент нәтижелерін өңдеу типтік элементтер байланыстарын қолдана отырып, өтпелі сипаттаманы жақындатумен аяқталатын бірқатар операцияларды қамтиды. Беру функциясын алдын ала таңдауды өтпелі функцияның бастапқы бөлімі бойынша жасауға болады (8.1-сурет).



8.1 - сурет-өзін-өзі теңестірумен ОБ-ның өтпелі функциялары: 1-кідіріссіз; 2-сыйымдылықты кідіріспен; 3-сыйымды және таза кешігумен

1 беру функциясы өтпелі функцияларды жақындатады (8.1-кесте), графиктердің көлбеуі бастапқы уақытта максималды, яғни объектілердің өтпелі функциялары кідіріссіз (8.1-суреттегі 1-қисық). Мұндай жетілдірілген функцияны қолдану өзін – өзі теңестіретін объектілер үшін екі параметрдің

ең аз санын анықтауды талап етеді. Алайда, көптеген өнеркәсіптік нысандардың өтпелі функциялары 2 және 3 қисықтары түрінде болады (8.1-сурет). Мұндай өтпелі функцияларды жуықтау үшін 2 және 3 беріліс функциялары қолданылады (8.1-кесте).

Объектілердің динамикалық параметрлерін эксперименттік өтпелі функция бойынша анықтау

№№	Сілтеме түрі	беріліс функциясының түрі және дифференциалдық теңдеуді шешу	динамикалық параметрлер	динамикалық параметрлерді анықтау
1	Инерциялық байланыс	$W(p) = \frac{k_{об}}{T_a p + 1},$ $h(t) = k_{об} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_a}} \right)$	$k_{об}, T_a$	
2	Инерциялық байланыс	$W(p) = \frac{k_{об}}{(T_{оп} p + 1)(\sigma_{оп} + 1)},$ $h(t) = k_{об} \left(1 - \frac{T_{оп}}{T_{оп} - \sigma_{оп}} e^{-\frac{t}{T_{оп}}} + \frac{\sigma_{оп}}{T_{оп} - \sigma_{оп}} e^{-\frac{t}{\sigma_{оп}}} \right)$	$k_{об}, T_{оп}, \sigma_{оп}$	
3	Инерциялық буын шартты кідіріспен 2 қатар	$W(p) = \frac{k_{об} e^{-\tau_y p}}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)},$ $T_1 \gg T_2,$ $h(t) = k_{об} \left(1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t - \tau_y}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t - \tau_y}{T_2}} \right)$	$k_{об}, T_1, T_2, \tau_y,$ $T_2 = 0,104 T_a,$ $\tau_y = \tau - T_2,$ $T_1 = T_k - T_2$	

Шағын сыйымдылықты кідірісі бар объектілер үшін ең көп таралған 2-ші функция, ол тек сыйымдылықты кідіріске тән объектілердің өтпелі функцияларын жақындатады (2-суреттегі 8.1 қисық).

3 беру функциясы (8.1-кесте) әдетте тек сыйымдылық пен таза кідіріске тән үлкен кідірісі бар объектілердің өтпелі функцияларын жақындату үшін қолданылады (8.1-суреттегі 3-қисық).

Объектінің динамикалық параметрлері оның эксперименталды түрде алынған өтпелі сипаты бойынша графикалық немесе графоаналитикалық әдістермен анықталады. Объектінің динамикалық параметрлерін анықтаған кезде алдымен объектінің өтпелі сипаттамасына тангенс объектінің түзу және өтпелі сипаттамаларының мүмкіндігінше көп нүктелері сәйкес келетіндей етіп жасалады, содан кейін алдыңғы функцияның динамикалық параметрлері анықталады.

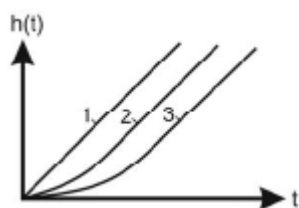
8.2-кестеде объектінің динамикалық параметрлерін өздігінен теңестірусіз анықтаудың ең көп таралған әдістері келтірілген және оларды пайдалану кезінде толық графикалық құрылымдар көрсетілген.

Кесте 8.2.

Объектінің динамикалық параметрлерін анықтау эксперименттік өтпелі функция бойынша Өзін-өзі теңестіру

№№	Сілтеме түрі	беріліс функциясының түрі және дифференциалдық теңдеуді шешу	динамикалық параметрлер	динамикалық параметрлерді анықтау
1	мінсіз ақпараттық байланыс	$W(p) = \frac{\varepsilon}{p} = \frac{1}{T_n p},$ $h(t) = \varepsilon t, \quad \varepsilon = \frac{1}{T_n}$	$T_n = \frac{1}{\varepsilon}$	
2.1	нақты интегративті байланыс	$W(p) = \frac{1}{T_n p(Tp + 1)},$ $h(t) = \frac{1}{T_n} \times \left(t - T \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) \right)$	$T_n = \frac{1}{\varepsilon}, T$	
2.2	кешігумен нақты Интергирлеуші буын	$W(p) = \frac{e^{-\tau p}}{T_n p}, \quad h(t) = \frac{t - \tau}{T_n}$	$T_n = \frac{1}{\varepsilon}, T$	
3	кідіріспен мінсіз ақпараттық байланыс	$W(p) = \frac{1}{T_n p(Tp + 1)} \times e^{-\tau p},$ $h(t) = \frac{1}{T_n} \times \left(t - T \left(1 - \frac{t - \tau}{T} \right) \right)$	$T_n = \frac{1}{\varepsilon}, T, \tau$	

Беру функциясын алдын ала таңдауды өтпелі функцияның бастапқы бөлімі бойынша жасауға болады (8.2-сурет).



Сурет 8.2. Өтпелі функциялар өздігінен тегістеусіз реттеу объектілерін: 1-кідіріссіз; 2-сыйымдылықты кідіріспен; 3-сыйымды және таза кешігумен

1-беру функциясы (8.2-кесте) графиктердің көлбеуі уақытың бастапқы сәгінде максималды болатын өтпелі функцияларды, яғни объектілердің өтпелі функцияларын кешіктірусіз жақындатады (8.2-суреттегі 1-кисық). Мұндай жетілдірілген функцияны қолдану параметрлердің ең аз санын анықтауды талап етеді-өздігінен теңестірусіз объектілер үшін.

Алайда, көптеген өнеркәсіптік объектілердің өтпелі функциялары, әдетте, 2 және 3 қисықтардың пайда болуына ие (8.2-сурет). Мұндай өтпелі функцияларды жуықтау үшін 2 және 3 беріліс функциялары қолданылады (8.2-кесте).

Ең көп таралған беріліс функциясы 2 болып табылады, олар тек сыйымдылықты кідіріске (2-суреттегі 8.2-қисық) тән объектілердің өтпелі функцияларын, сондай-ақ сыйымдылықты және таза кідіріске ие объектілердің өтпелі функцияларын жақындатады (3-суреттегі 8.2-қисық).

3 беру функциясы (8.2-кесте) әдетте объектілердің ауыспалы функцияларын жақындату үшін қолданылады, олар үшін тек сыйымдылықты кідіріс тән (8.2-суреттегі 2-қисық).

Объектінің динамикалық параметрлері оның эксперименталды түрде алынған өтпелі сипаты бойынша графикалық немесе графоаналитикалық әдістермен анықталады. Объектінің динамикалық параметрлерін анықтаған кезде алдымен объектінің өтпелі сипаттамасына тангенс объектінің түзу және өтпелі сипаттамаларының мүмкіндігінше көп нүктелері сәйкес келетіндей етіп жасалады, содан кейін алдыңғы функцияның динамикалық параметрлері анықталады.

1.2 импульстік процестерді пайдалана отырып реттеу объектілерін сәйкестендіру

Зерттеуді сәтті жүргізу үшін импульстік сипаттамаларды алып тастағанда импульстің ұзақтығын дұрыс таңдау маңызды болады. Импульс неғұрлым аз болса, эксперименттік уақыт сипаттамасы шынайы импульске жақын болады. Алайда, шағын мәндері импульс ұзақтығын нәтижелерін өңдеу ауырлай үшін шағын ауытқу демалыс айнымалы өз пер-воначальных мәндері. Сондықтан іс жүзінде импульстің ұзақтығын арттыра отырып, импульстік сипаттаманың белгілі бір бұрмалануына өтіңіз. Импульстік сипаттамаларды алып тастағанда, импульстің ұзақтығы көбінесе эксперимент барысында эмпирикалық жолмен анықталады.

Бұл әдіс кіріс және шығыс шамаларының өзгеру қисықтарымен шектелген аудандарды анықтауға негізделген. Алдымен кідіріс уақытын анықтаңыз τ . Ол үшін импульстің симметриялы әсерінен оның геометриялық осіне сәйкес келетін орташа ауытқу сызығын сызыңыз (8.3-сурет), содан кейін импульстік сипаттамада S1 және S2 (көлденең люкпен) тең аудандарды кесіп тастайтын тағы бір тік сызық сызыңыз.

Кешіктіру уақыты формула бойынша анықталады:

$$\tau = \tau' - t_{\text{ср}} \quad (8.1)$$

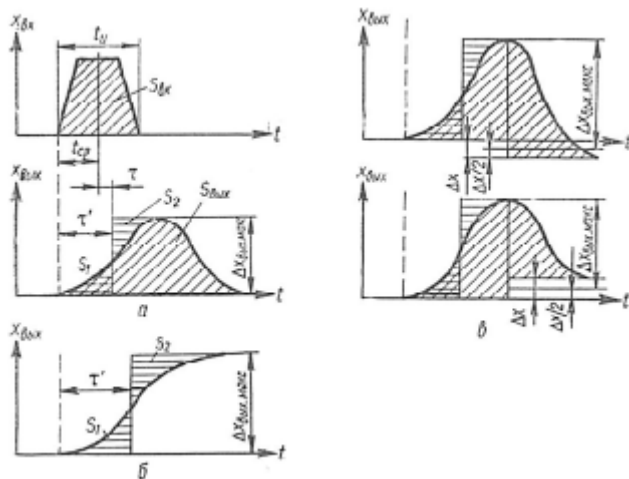
Өздігінен тегістейтін объект үшін қалған параметрлер формулаларға сәйкес табылады:

$$K_{\text{об}} = \frac{S_{\text{вых}}}{S_{\text{вх}}}, \quad T = \frac{S_{\text{вых}}}{\Delta y_{\text{вых. макс}}}, \quad (8.2)$$

мұндағы $S_{\text{вх}}$ -кіріс әсер ету қисығымен шектелген аудан; $S_{\text{вых}}$ -реттелетін шаманың өзгеру қисығымен шектелген аудан (8.3-суретте көлбеу көлеңкеленген).

Өздігінен тегістелмеген объект үшін-формула бойынша:

$$\varepsilon_{\text{об}} = \frac{\Delta y_{\text{вых. макс}}}{S_{\text{вх}}} \quad (8.3)$$



Сурет 8.3-импульстік функцияларды өңдеу: А-өздігінен тегістейтін объект; б-өздігінен тегістелмеген объект; в-алшақтық кезінде өздігінен тегістелетін объект реттелетін шаманың бастапқы және соңғы мәні арасында

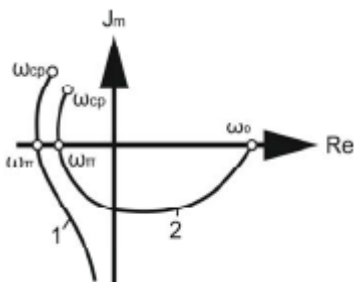
8.3, в суретте Dh_{vy} анықтау ерекшелігі көрсетілген. макс және S_{vux} өздігінен тегістейтін объектіде айырмашылық бар импульстік функция алынған жағдайда (Dh_{vy} мәндерінің $< 20\%$). макс) реттелетін шаманың бастапқы және соңғы мәні арасында.

T және мәнінің артуы, басқалары тең болған кезде, объектінің динамикалық параметрлерін анықтау қатесінің жоғарылауына әкеледі. Алайда, $t_i < \tau$ жағдайында қателік 10% аспайды.

1.3 жиілік сипаттарын пайдалана отырып реттеу объектілерін сәйкестендіру

Кіріс әсерінің жиілік диапазонын таңдағанда, ең алдымен, жиілік сипаттамаларының мақсаты ескеріледі. Реттегіштің динамикалық параметрлерін есептеу үшін Nyquist тұрақтылық критерийіне сәйкес 180° - қа жақын фазалық ығысулар кезіндегі жиіліктер ең үлкен мәнге ие. Сондықтан, автоматты басқару жүйелерін орнатқан кезде эксперимент 180° фазалық ығысу кезінде бір ω_l жиілікте немесе $90-230^\circ$ фазалық ығысу кезінде бірнеше түрлі жиілікте жүзеге асырылады.

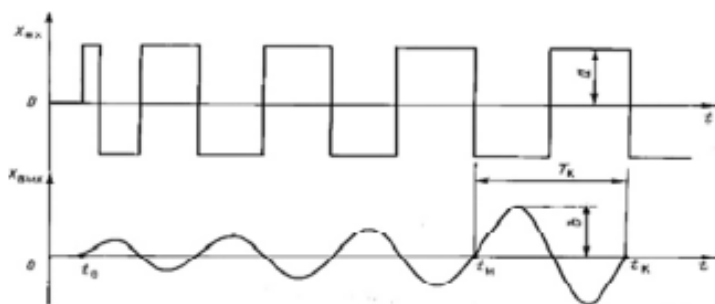
Ω_l жиілігі бар годограф нүктесі (8.4-сурет), сондай-ақ ω_{cp} кесу жиілігі мен ω_0 нөлдік жиілігі бар годограф нүктелері (өзін-өзі тегістейтін объектілер үшін) өнеркәсіптік реттеу объектісі годографының тән нүктелері болып табылады.



Сурет 8.4. Реттеу объектілерінің кешенді-жиілік сипаттамаларының графиктері: 1-өздігінен тегістеусіз; 2-өздігінен тегістеумен

Ω_0 жиілігі бар нүкте секіргіш кіріс әсерінен алынған объектінің өтпелі функциясының графигін алып тастау арқылы анықталады, бұл жағдайда ол шексіз тербеліс кезеңімен және нөлдік жиілікпен мерзімді әсер ретінде қарастырылады. Ω_l жиілігі бар нүкте шығу тербелістерімен антифазада болатын кіріс тербелістерін жасау арқылы алынады, яғни φ фазалық ығысу π рад немесе 180° болады.

Ол үшін реттелетін объектінің тұрақты жұмыс режиміне қол жеткізгеннен кейін (8.5-суреттегі t_0 уақыт сәті) реттеуші орган алдын-ала таңдалған өлшемге $hvx = a$ кез келген бағытта мүмкіндігінше тез жылжиды.



Сурет 8.5. Кіріс және шығыс шамасының ауытқуы өл жиілігімен годографтың нүктесін анықтаған кезде

Осы әсердің әсерінен реттелетін шаманың ауытқуы байқалғаннан кейін, реттеуші орган $2a$ мәніне қарама-қарсы бағытта тез қозғалады. реттеуші органның $2a$ мәніне одан әрі қозғалысы Шығыс айнымалы өзгерген кезде бастапқы тұрақты мәніне жеткен кезде жасалады.

Эксперимент Шығыс шамасының тұрақты тербелістерінің 6-7 кезеңін, яғни тұрақты амплитудасы мен тербеліс периоды бар тербелістерді алғанға дейін жалғасады. Алғашқы 3-4 кезең, әдетте, мерзімді тербелістердің тұрақты процесіне дейін зерттеу объектісін "шайқауға" жұмсалады. Эксперимент нәтижелерін өңдеу кезінде бұл кезеңдер ескерілмейді.

Эксперимент нәтижелерін өңдеу эксперимент жүргізілген кіріс және шығыс тербелістерінің жиіліктері үшін ω және $M(\omega)$ амплитудалық-фазалық сипаттамасының модулін анықтаудан басталады:

$$\omega_{\pi} = \frac{2\pi}{T_{\pi}} \quad (8.4)$$

$$M(\omega) = \frac{2b}{1,27 \cdot 2a} = 0,79 \frac{b}{a} \quad (8.5)$$

$$\frac{1}{T_1} = \varepsilon_{об} = M(\omega_{\pi})\omega_{\pi} \quad (8.6)$$

$$\tau_1 = \frac{\pi}{2\omega_{\pi}} \quad (8.7)$$

$$T = \frac{1}{\omega_{\pi}} \sqrt{\left[\frac{k_{об}}{M(\omega_{\pi})} \right]^2 - 1} \quad (8.8)$$

$$\tau = \frac{1}{\omega_{\pi}} [\pi - \arctg(\omega_{\pi} T)] \quad (8.9)$$

Нәтижесінде (3.6) және (3.7) формулаларды ескере отырып, реттеу объектісінің қажетті беру функциясы:

$$W(p) = \frac{1}{T_1 p} e^{-\tau_1 p} \quad (8.10)$$

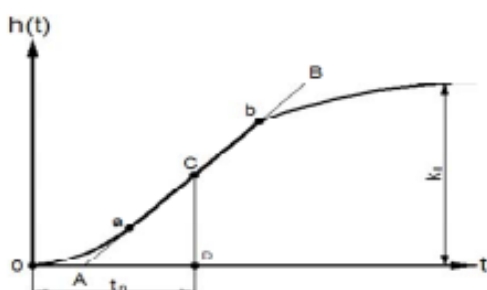
(3.8) және (3.9) формулаларын ескере отырып, өздігінен тегістейтін объектілер үшін:

$$W(p) = \frac{k_{00}}{Tp+1} e^{-\tau p} \quad (8.11)$$

1.4 әр түрлі құрылымды беру функцияларымен об динамикасын анықтау

Стандартты реттегіштердің динамикалық параметрлерінің параметрлерін есептеудің әртүрлі әдістеріне салыстырмалы талдау жүргізу кезінде көбінесе бастапқы құрылымды реттеу объектісінің беріліс функциясын басқа құрылымға түрлендіру қажет, оны кез-келген автор стандартты реттегіштердің динамикасын оңтайландыру үшін қолданады.

Егер бастапқы объектінің бір скачокқа эксперименталды түрде алынған реакциясы болса және n -ші ретті инерциялық сілтеменің беріліс функциясын t_0 бірдей уақыт тұрақтысымен жуықтау қажет болса, онда алдымен $h(t)$ өтпелі сипаттамасының ену нүктесін іздеңіз, оның пайда болу уақыты $TP = OD$ өтпелі графикте (8.1-сурет).



Сурет 8.1. Реттеушілік әсер ету арнасы бойынша объектінің өтпелі сипаттамасының графигі: АВ-эксперименттік қисыққа жанасқан; ab – АВ түзуіне ортақ учаске және өтпелі сипаттамасы $h(t)$; с-өтпелі сипаттаманың шартты иілу нүктесі, АВ; k_0 кесіндісінің жартысына тең-объектінің берілу коэффициенті

Содан кейін бұлттың интегралды уақыт тұрақтысы анықталады:

$$T_{yn} = \frac{\int_0^{\infty} [k_0 - h(t)] dt}{k_0} = \frac{S_1}{k_0} = nT_0 \quad (8.12)$$

мұндағы n -объектінің математикалық моделінің реті; T_0 -уақыт тұрақтысы.

Бұлттың сандық мәні $h(t)$ өтпелі сипаттамасының графигі мен оның белгіленген мәні арасында жасалған S_1 ауданын KO -ны объектінің ко-эффектіне бөлудің қвитанциясын білдіреді.

N бірдей уақыт тұрақтысы T_0 бар модель үшін өтпелі сипаттама графигінен ену нүктесінің пайда болу уақытының сандық мәні тек модель тәртібінің сандық мәніне байланысты болады:

$$\frac{t_n}{T_0} = n - 1 \quad (8.13)$$

Осыдан (8.12) және (8.13) ескере отырып, объектінің t_0 тұрақты уақытының сандық мәні анықталады:

$$T_0 = T_{yn} - t_n = \frac{S_1}{k_0} - t_n \quad (8.14)$$

Содан кейін (8.13) (8.14) ескере отырып, n реттеу объектісі моделінің тәртібін анықтайды:

$$n = \frac{k_0 S_1}{S_1 - k_0 t_n} = \frac{t_n}{T_0} + 1 \quad (8.15)$$

Кейде объектіні жобалау сатысында реттеу объектілерінің эксперименттік динамикалық сипаттамаларының орнына есептеу әдістері қолданылады. Мысалы, егер бастапқы K , T , t_0 бу жылытқышының сипаттамалық параметрлері болса, онда алдымен объектінің берілу функциясының тұрақты коэффициенттері екінші ретті инерциялық байланыс түрінде анықталады:

$$W_{об}(p) = \frac{k_0}{1 + a_1 p + a_2 p^2} \quad (8.16)$$

$$T_{yч} = a_1 = t_0 + TK = nT_0 \quad (8.17)$$

$$a_2 = \frac{a_1^2}{2} - KT^2 = \frac{n(n-1)T_0^2}{2} \quad (8.18)$$

Нысанның математикалық моделінің ретін қайдан табуға болады:

$$n = \frac{1}{1 - 2 \frac{a_2}{a_1^2}} \quad (8.19)$$

Тендіктен (8.17) реттеу объектісінің беру функциясы моделінің тәртібін анықтай отырып, объектінің беру функциясының t_0 уақыт тұрақтысын табамыз:

$$T_0 = \frac{a_1}{n} = \frac{t_0 + TK}{n} \quad (8.20)$$

Егер реттеу объектісінің динамикасына жақындау кідіріспен бірінші ретті инерциялық байланыстың берілу функциясымен берілген болса:

$$W(p) = \frac{k_0 e^{-\tau p}}{T_d p + 1} \quad (8.21)$$

мұндағы коб-берілу коэффициенті, онда берілу функциясы бар объектінің (8.21) моделінің кідіріс уақыты мен үдеуінің сандық мәндері келесі формулалармен анықталады:

$$\tau = \alpha T_0 \quad (8.22)$$

$$T_d = \beta T_0 \quad (8.23)$$

$$\alpha = (n-1) - \frac{(n-2)!}{(n-1)^{n-2}} \left(e^{n-1} - \sum_{v=1}^{n-1} \frac{(n-1)^v}{v!} \right) \quad (8.24)$$

$$\beta = (n-1) - \frac{(n-2)! e^{n-1}}{(n-1)^{n-2}} \quad (8.25)$$

Автоматты реттеу жүйелерінің (АТЖ) өтпелі процестерін модельдеу кезінде объектінің моделі кідіріспен екінші ретті инерциялық буын түрінде кеңінен қолданылады:

$$W_{об}(p) = \frac{k_0 e^{-\tau p}}{(T_1 p + 1)(\sigma p + 1)} \quad (8.26)$$

мұндағы k_0 – объектінің берілу коэффициенті; e – математикалық тұрақты (Эйлер саны); τ_0 – реттеуші әсер арнасы бойынша шартты кідіріс уақыты; P – Лаплас операторы; T_1 , σ -сәйкесінше объектінің берілу функциясының үлкен және кіші уақыт тұрақтысы.

Бұл жағдайда шартты кідірістің мәні формула бойынша анықталады:

$$\tau_y = \tau - 0,104T_a = \tau - \sigma, \quad (8.27)$$

мұндағы τ -толық кешіктіру.

Егер объектінің беру функциясын (8.26) t_0 тұрақты уақыттан бастап n -ретті инерциялық буынға ауыстыру қажет болса, онда шартты кідірістің салыстырмалы мәні:

$$\frac{\tau_y}{T_0} = \frac{\tau}{T_0} - \frac{0,104T_a}{T_0}. \quad (8.27)$$

Қайдан (8.22) және (8.2) аламыз:

$$\frac{\tau_y}{T_0} = \alpha - 0,104\beta. \quad (8.28)$$

Объектінің берілу функциясының σ (8.26) аз уақыт константасы формула бойынша есептеледі:

$$\sigma = 0,104T_a. \quad (8.29)$$

онда оның салыстырмалы мәні (8.23) :

$$\frac{\sigma}{T_0} = 0,104 \frac{T_a}{T_0} = 0,104\beta. \quad (8.30)$$

Беріліс функциясы деноминаторының тұрақты уақыт қосындысын (8.26) $T_k = T_1 + \sigma$, ал T_k / T_0 қатынасы γ арқылы анықталады, біз аламыз:

$$\gamma = \frac{T_k}{T_0} = \frac{T_1 + \sigma}{T_0} = \frac{(n-2)!}{(n-1)^{n-2}} \sum_{v=1}^{n-1} \frac{(n-1)^v}{v!}. \quad (8.31)$$

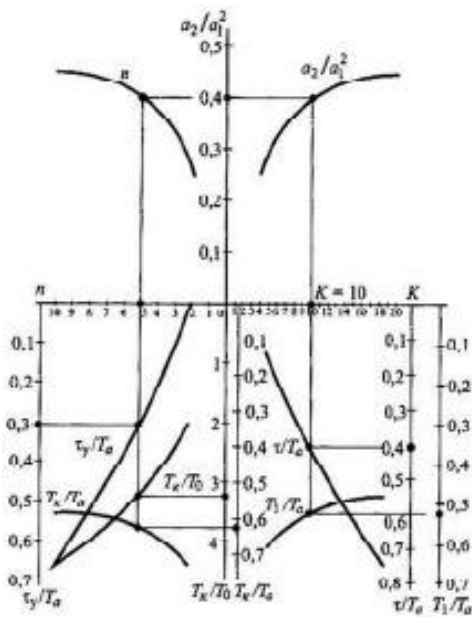
Өйткені объектінің берілу функциясының үлкен уақыт тұрақтысы (8.26):

$$T_1 = T_k - \sigma, \quad (8.32)$$

онда (8.30) және (8.31) ескере отырып, оның салыстырмалы мәні келесі формада болады:

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{T_k}{T_0} - \frac{\sigma}{T_0} = \gamma - 0,104\beta. \quad (8.33)$$

Алынған арақатынастар негізінде жобалау сатысында да, эксперименттік өтпелі сипаттамалар негізінде де талап етілетін түрде реттеу объектілерінің беру функциялары параметрлерінің сандық мәндерін экспресс-әдіспен анықтауға мүмкіндік беретін эмбебап номограмма алынды (8.2-сурет).



8.2-сурет-сандық мәндерді анықтауға арналған эмбебап номограмма реттеу объектісінің беру функцияларының салыстырмалы параметрлері

Номограмманы қолдану мысалын қарастырыңыз. Егер жүктеменің 70%-ы үшін пп-1600/250 қазандығының бу қыздырғышының бесінші сатысы үшін тән жүп-метрлердің сандық мәндері: $K = 10$; $T = 12,7$ с; $t_0 = 3,08$ с тең болса, ал бу қыздырғыштың ха-рактерлік параметрлерінің сандық мәндерін беру функциялары түрінде алу талап етіледі:

$$W_{об}(p) = \frac{k_0}{(T_0 p + 1)^n}, \quad (8.34)$$

немесе

$$W_{об}(p) = \frac{k_0 e^{-\tau_y p}}{T_2 p + 1}. \quad (8.35)$$

содан кейін басында номограмма бойынша қатынас табады, содан кейін объектінің сән тәртібін анықтайды ($n = 5$). Осыдан кейін (8.17) және (8.18) формулалары бойынша реттеу объектісінің беріліс функциясының (8.16) A_1 және a_2 тұрақты коэффициенттері есептеледі:

$$a_1 = T_0 + TK = 130,08, \quad (8.36)$$

$$a_2 = \frac{a_1^2}{2} - TK^2 = 64,4 \cdot 10^2 \text{ с}^2. \quad (8.37)$$

Содан кейін теңдіктен (8.34) t_0 беру функциясының (8.16) уақыт тұрақтысының сандық мәні анықталады:

$$T_0 = \frac{a_1}{n} = 26,02 \text{ с}. \quad (8.38)$$

Алынған $N = 5$ және $k = 10$ мәндеріне келесі салыстырмалы көрсеткіштер сәйкес келеді:

$$\frac{T_k}{T_0} = 3,219. \quad (8.39)$$

$$\frac{T_k}{T_n} = 0,629 \quad (8.40)$$

$$\frac{T_y}{T_0} = 0,306 \quad (8.41)$$

$$\frac{\tau}{T_n} = 0,41 \quad (8.42)$$

$$\frac{T_1}{T_0} = 0,525 \quad (8.43)$$

Табылған T_0 (8.38) мәнін ескере отырып, T_k уақытының тұрақты уақытын теңдіктен (8.39) анықтайды:

$$T_k = 3,219T_0 = 83,8 \text{ с} \quad (8.44)$$

Содан кейін теңдіктерден (8.40) және алдымен беріліс функциясының үдету уақытын табыңыз (8.35):

$$T_n = \frac{T_k}{0,629} = 133,2 \text{ с} \quad (8.45)$$

Содан кейін берілу функциясының σ аз уақыт константасын анықтаңыз (8.26):

$$\sigma = 0,104T_n = 13,8 \text{ с} \quad (8.46)$$

және (8.43) ескере отырып-үлкен тұрақты уақыт T_1 беру функциясы (8.36):

$$T_1 = 0,525T_n = 69,9 \text{ с} \quad (8.47)$$

сондай – ақ (8.41) - шартты кідіріс:

$$\tau_y = 0,306T_n = 12,5 \text{ с} \quad (8.48)$$

Нәтижесінде объектінің қажетті беру функциясы (8.26) келесі түрде болады:

$$W_{\text{бер}}(p) = \frac{k_0 e^{-12,5 p}}{(69,9 p + 1)(13,8 p + 1)} \quad (8.49)$$

Берілген функцияның коэффициенттерін жуықтаудың дәлдігін бағалау үшін (8.36) номограмма негізінде (8.42) біз кідірісті анықтаймыз τ :

$$\tau = 0,41T_n = 54,6 \text{ с} \quad (8.50)$$

МО ЦКТИ дәстүрлі әдісімен анықталған берілген бу қыздырғыш үшін τ сандық мәні 55 с, ал үдеу уақыты $T_a = 135$ с болғандықтан, номограмма бойынша τ анықтаудың салыстырмалы қателігі 0,7%, ал үдеу уақыты сәйкесінше 1,3% құрайды.

Осы номограмманы пайдалана отырып, бір жүктеменің мәні бойынша қазандықтың кез келген жүктемесіне арналған бу қыздырғыштың динамикасын анықтау үшін бу қыздырғыштың характеристикалық параметрлерінің салыстырмалы мәндері мынадай формулалар бойынша анықталады:

$$\frac{K}{K_n} = \frac{(1+C) \frac{D_n}{D_i}}{C + \left(\frac{D_n}{D_i}\right)^{0,8}}, \quad (8.51)$$

$$\frac{T}{T_n} = \frac{C + \left(\frac{D_n}{D_i}\right)^{0,8}}{1+C}, \quad (8.52)$$

$$\frac{t_{0,i}}{t_{0,n}} = \frac{D_n V_n}{D_i V_i}. \quad (8.53)$$

мұндағы " n " – қазандықтың номиналды жүктемесіне сәйкес келеді; " i " – есептік жүктемеге сәйкес келеді; V_n, V_i - тиісінше d_n және D_i жүктемелері кезіндегі будың үлестік көлемі.

Бұл жағдайда c көмекші коэффициенті формула бойынша есептеледі:

$$C = \frac{0,2 d_{\text{ин}} \alpha_{2n} \ln \frac{d_i}{d_{\text{ин}}}}{\lambda_m}, \quad (8.54)$$

мұндағы α_{2n} – номиналды жүктеме кезінде қабырғадан буға жылу беру коэффициенті, ккал/(м²*сағ*°с); λ_m – металдың жылу өткізгіштік коэффициенті, ккал/(м²*сағ*°с); $d_{\text{ин}}, d_i$ -со-жауапты түрде бу қыздырғыш түтігінің ішкі және сыртқы диаметрі, м.

2 ЖҰМЫСТЫ ОРЫНДАУ ТӘРТІБІ

Зерттелетін ОС құрылымын, қасиеттері мен параметрлерін сипаттаймыз.

Олар бойынша FCK-ге наразылық әсерінің секірмелі түрде өзгеруі кезінде АҚЖ реттеу сапасын бағалау қажет, %.

2.1 1 Басқару нысаны-беру функциясымен сипатталатын камера:

$$W(s) = \frac{25}{60s+1} e^{-15s} \frac{1}{100s+1}. \quad (2.1)$$

Ылғалдылықты автоматты түрде реттеу үшін $K_R = 30\%$, $t_i = 20$ мин параметрлері бар PI реттегіші таңдалды.

2.2 басқару объектісі 2 – дәл функциямен сипатталатын буландыру қондырғысы:

$$W(s) = \frac{0,68}{120s+1} e^{-30s}. \quad (2.2)$$

Концентрацияны автоматты түрде реттеу үшін $K_R = 40\%$ параметрі бар P контроллері таңдалады. $S_{\text{зад}}$ концентрациясының берілген мәні = 45%.

2.3 басқару нысаны 3-сүтті аралық сақтауға арналған резервуар беру функциясымен сипатталады:

$$W(s) = \frac{1}{80s} e^{-10s}. \quad (2.3)$$

Деңгейді автоматты түрде реттеу үшін PID контроллері $K_R = 60\%$, $t_i = 15$ мин, $t_d = 4$ мин. $n_{зад}$ деңгейінің берілген мәні $= 3,5$ м.

2.4 басқару объектісі - дәл функциямен сипатталатын 4 Қос дәнекерлеу камерасы:

$$W(s) = \frac{1}{50s} e^{-12s} \frac{20}{80s + 1} \quad (2.4)$$

Температураны автоматты түрде реттеу үшін параметрі бар Пи-реттегіш таңдалды $k_p = 200\%$, $T_i = 5$ мин. берілген температура мәні $\theta_{зад} = 93^\circ\text{C}$.

2.5 реттегіштер баптауларының оңтайлы параметрлерін шамамен есептеу үшін жеңілдетілген инженерлік әдістеме ұсынылады (2.1-кесте).

Ол тікелей реттеуші органның кірісіне түсетін сатылы бұзылуды пысықтау жағдайы үшін жарамды. Бұл есептеулер үшін бастапқы ақпарат: басқару объектісінің динамикалық параметрлері k_0 , T_0 , τ_0 (немесе t_0^* , τ_0 астатикалық объект үшін); реттегіш түрі; өтпелі процесс түрі.

2.6 тұрақтандырушы АҚЖ реттеу сапасын анықтау үшін 2.1-суретте көрсетілген құрылымдық схеманы пайдалану қажет (басқару объектісі мен реттегіш түрін ескере отырып).

2.7 сандық реттегіштің сапасы аналогтың сапасына жақындайды деп саналады, егер кванттау кезеңі ұзақтықтан аспаса .

Сандық реттегіш қайталанатын алгоритмдерді қолдана отырып, U_k -ны басқарудың әр қадамында басқару әсерін қалыптастырады:

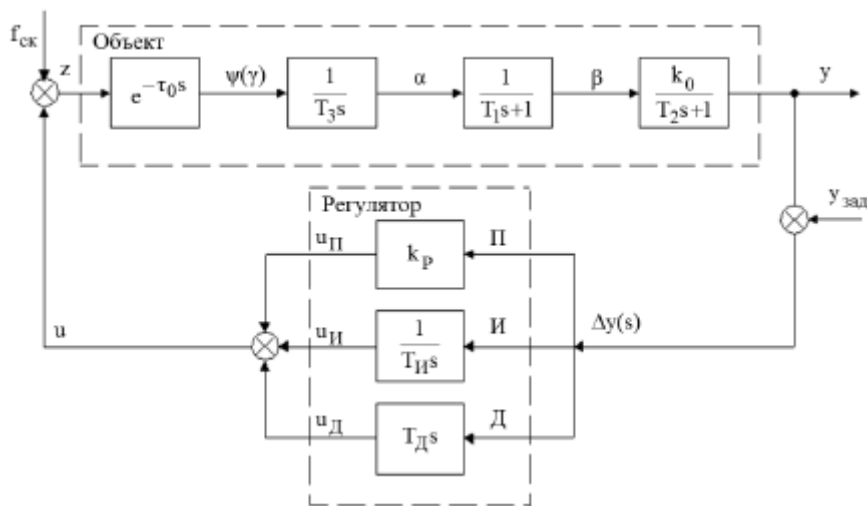
$$U_k = U_{k-1} + q_0 \Delta y_k + q_1 \Delta y_{k-1} + q_2 \Delta y_{k-2} \quad (2.5)$$

мұндағы U_k – 1-алдыңғы реттеу қадамындағы басқару әсері; – реттелетін айнымалының алдын-ала және алдыңғы қадамдағы белгіленген мәннен ауытқуы, сондай-ақ 2 қадам Артқа; - сандық реттеуіштің параметрлері.

Кесте 2.1.

Реттегіштердің оңтайлы параметрлерін анықтау жеңілдетілген инженерлік әдістеме бойынша

Регуля- тор	Настройки	Типовой процесс регулирования					
		апериодический		20-процентное перерегулирование		$\int_0^{\infty} \Delta y^2 dt$	
		статический ОУ	астатический ОУ	статический ОУ	астатический ОУ	статический ОУ	астатический ОУ
И-	k_p	$4,5 k_0 T_0$	–	$1,7 k_0 T_0$	–	$1,7 k_0 T_0$	–
П-	k_p	$\frac{0,3}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	$\frac{0,4}{k_0^* \tau_0}$	$\frac{0,7}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	$\frac{0,7}{k_0^* \tau_0}$	$\frac{0,9}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	–
ПИ-	k_p	$\frac{0,6}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	$\frac{0,4}{k_0^* \tau_0}$	$\frac{0,7}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	$\frac{0,7}{k_0^* \tau_0}$	$\frac{1}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	$\frac{1}{k_0^* \tau_0}$
	T_i	$0,6 \tau_0$	$6 \tau_0$	$0,7 \tau_0$	$3 \tau_0$	τ_0	$4 \tau_0$
ПИД-	k_p	$\frac{0,95}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	$\frac{0,6}{k_0^* \tau_0}$	$\frac{1,2}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	$\frac{1,1}{k_0^* \tau_0}$	$\frac{1,4}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	$\frac{1,4}{k_0^* \tau_0}$
	T_i	$2,4 \tau_0$	$5 \tau_0$	$2 \tau_0$	$2 \tau_0$	$1,3 \tau_0$	$1,6 \tau_0$
	T_d	$0,4 \tau_0$	$0,2 \tau_0$	$0,4 \tau_0$	$0,4 \tau_0$	$0,5 \tau_0$	$0,5 \tau_0$



2.1-сурет-АҚЖ құрылымдық схемасы

2.8 жеңілдетілген инженерлік әдіс бойынша үздіксіз реттеуіштің оңтайлы параметрлерін анықтай отырып, сандық реттеуіштің оңтайлы параметрлері келесі өрнектерден анықталады:

$$q_0 = k_p \cdot \left(1 + \frac{\Delta T}{2T_I} + \frac{T_D}{\Delta T} \right); \quad (2.6)$$

$$q_1 = -k_p \cdot \left(1 - \frac{\Delta T}{2T_I} + \frac{2T_D}{\Delta T} \right); \quad (2.7)$$

$$q_2 = k_p \cdot \frac{T_D}{\Delta T_0}. \quad (2.8)$$

2.9 беру функциясы бар динамикалық ои параметрлерін білу және сандық PID реттегіштерін орнату келесідей анықталуы мүмкін:

$$q_0 = \frac{3}{k_0} \cdot \left(1 + 0,22 \cdot \frac{T_0}{\tau_0} \right), \quad q_1 = -\frac{6}{k_0} \cdot \left(1 + 0,1 \cdot \frac{T_0}{\tau_0} \right), \quad q_2 = \frac{3}{k_0}. \quad (2.9)$$

3 ЕСЕПТЕ МЫНАЛАР БОЛУЫ КЕРЕК

3.1 Жұмыс мақсаты.

3.2 тапсырманың толық мәтіні.

3.3 басқару объектісі және эксперименттік зерттеулердің нәтижелері.

3.4 түйық АҚЖ құрылымдық сұлбалары (берілген; Таңдалған реттеуішті ескере отырып алынған).

3.5 нәтижелерді басып шығара отырып MATLAB-та есептеу техникасы құралдарын қолдана отырып, өтпелі процесті зерттеу үшін АСР математикалық модельдері (берілген; Таңдалған реттеуді ескере отырып алынған).

3.6 сапа көрсеткіштерімен өтпелі процестің графиктері.

3.7 инженерлік режим бойынша үздіксіз реттегіштің оңтайлы параметрлерін, үздіксіз реттегіш параметрлерін, ОУ динамикалық параметрлерін қолдана отырып, сандық реттеуіштің оңтайлы параметрлерін анықтау.

3.8 алынған нәтижеге сәйкес жұмыс бойынша қорытындылар.

4 БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

4.1 PID реттегішінің беріліс функциясы қалай қалыптасады? Өрнекті жазу.

4.2 ПИД-реттеуіштің басқару әсері неге байланысты? Өрнекті жазу.

4.3 жеңілдетілген инженерлік әдістеме бойынша үздіксіз реттеуіштердің оңтайлы баптаулары қалай анықталады?

4.4 өтпелі процестің сапа көрсеткіштері қалай анықталады?

4.5 сандық реттегіштің басқару әсері неге байланысты? Қайталану алгоритмдері түрінде өрнекті жазу.

4.6 сандық реттеушілердің оңтайлы параметрлерін анықтауға қандай параметрлер әсер етеді?