



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



Л. Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА
GUMILYOV EURASIAN
NATIONAL UNIVERSITY



Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2015»
атты X Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
X Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2015»

PROCEEDINGS
of the X International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2015»

УДК 001:37.0
ББК72+74.04
Ғ 96

Ғ96

«Ғылым және білім – 2015» атты студенттер мен жас ғалымдардың X Халық. ғыл. конф. = X Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2015» = The X International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2015». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie-2015/>, 2015. – 7419 стр. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-31-695-1

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001:37.0
ББК 72+74.04

ISBN 978-9965-31-695-1

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2015

Қорыта келе, мұнай және мұнай өнімдерін өндеудің технологиясы қарастырылып, ректификациялық колонна қондырғысының технологиялық процесінің сұлбасы тұрғызылды. Сонымен бірге технологиялық процестің автоматты реттеу жүйесі құрастырылып, жүйе Найквист критерийі бойынша орнықтылыққа зерттелді және қажетті барлық өлшеу және басқару құралдары таңдалып алынды. Ректификациялық колонна қондырғысының басқару және бақылау жүйелерінің бағдарламалық қамтамасыздандыруының төменгі және жоғарғы деңгейі жасалып зерттеулер жүргізілді.

Қолданылған әдебиет

1. Ю.И. Дытнерский Основные процессы и аппараты химической технологии – М.: Химия, 1991г.
2. А.Я. Серебрянский Управление установками каталитического крекинга – М.: Химия 1983г.
3. С.А. Фармазов Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация – М.: Химия, 1984г.
4. Охрана окружающей среды и методы контроля за соблюдением нормативов качества промышленных отходов химических и нефтехимических предприятий. Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции. Казань, 1993г.

УДК 681.51

БАСҚАРУ ОБЪЕКТІСІ РЕТІНДЕ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ГАЗОТУРБИНДІ ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ЖЕТЕ ЗЕРТТЕП ЖАСАУ

Сейтенов Даурен Сакенұлы

sds17@mail.ru

«Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының студенті

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекші –М.А.Бейсенби

Жаһандық мәселелердің бірі - келе жатқан энергетикалық кризистен шығу жолдарын іздеу мәселесі болып табылады. Осы мәселені шешудің әдістерін шартты түрде екі деңгейге бөлуге болады:

1. Жаңа дәстүрлі емес энергия көздерін жете зерттеп жасау.
2. Бүгінгі күні бар энергия көздерін жетілдіру.

Жылулық п.э.к. (жағармайды үнемдеу) және құрылғыларды қолдану коэффициентін жоғарлату арқылы елдің энергоқамсыздандыру жолдарын, электроэнергия өндіру көлемін ескере отырып, қарастырайық. П.Э.К. мен Қ.Қ.К. жоғарлату үшін бу турбиналарын газотурбинді қозғалтқыштарға алмастыру қажет. Дәл осындай тәсілмен ғана құрылғыларды қолдану деңгейін көбейту арқылы электрэнергия өндірісін жоғарлатуға болады. Осылай бола тұра, энергетикалық газотурбинді қондырғыларды қолдану жылу мен электроэнергия өндірісін кішкене аудандарда біріктіруге мүмкіндік береді. Кесте 1-де отынды жағу арқылы алынатын энергия жіктелімі көрсетілген:

Кесте 1

Энергия көздері	Энергетикалық шығыс		
	жылу энергиясы	электро-энергиясы	жоғалтулар
Типтік қазандық	70%	—	30%
Типтік ЖЭС бугазотурбинді қондырғымен	55%	30%	15%
Газотурбинді энергоқондырғы	40%	55%	5%

Берілген кесте газотурбинді қондырғылардың электро және жылу энергияларын комплексті өндіру кезіндегі артықшылығын көрсетеді.

Газотурбинді қозғалтқыштарды механикалық жетек ретінде қолдану экономикалық тиімді, себебі жағармай ретінде бұл энергоқондырғыларда бағасы қымбат дәстүрлі авиациялық керосин емес, ал бағасы бірнеше есе арзан табиғи газ қолданылады. Бірақ газтекес жағармайды қолдану табиғи газды отын жүйесінің қасиеттерін ескере отырып, ЭГТҚ автоматтандырылған басқару жүйесін жобалауды қажет етеді. Дәл осы басқару объектісі ретінде газотурбинді қозғалтқыштың принципіалды ерекшелігі.

Атап кетерлік жайт, құрылған ЭГТҚ бақару жүйесінің эффективтілігін азайтатын біршама кемшіліктері бар деп зерттеушілер белгілейді. Осындай кемшіліктерге энергоқозғалтқыштың кейбір жұмыс режимдерінде автотолқындардың пайда болуын, авариялық жағдай туғызатын АБЖ орнықсыз жұмыс зонасына түсуін жатқызуға болады. Басқару жүйелерінің жетілмеуі газ текес отынмен жұмыс жасайтын ЭГТҚ, басқару объектісі ретінде және электрогенератордың механикалық жетегі ретінде, жеткілікті зерттелмегендігімен түсіндіріледі. Осыны ескере отырып, ЭГТҚ әр схемасының өзіндік отын жүйесінің автоматикасына сай конструкторлық орындалумен шартталған индивидуалды спецификасы бар. Сонымен, жүйенің функционалдау сапасын жоғарлату және оны жүзеге асыру уақытын қысқарту мақсатымен заманауи есептеуіш техникалардың көмегімен басқару объектісі ретінде ЭГТҚ математикалық моделін жете зерттеп жасау есебі актуальді болып табылады.

Орнықтылық анализі мен өтпелі процесстің сапасына негізделе басқару объектісі ретінде ЭГТҚ математикалық моделін жете зерттеп жасау - осы мақаланың *мақсаты* болып табылады.

Энергетикалық газотурбинді қозғалтқыш көп энергия аккумуляторлары бар динамикалық жүйе болып табылады. ЭГТҚ қозғалыс теңдеулерін қорытып шығару үшін бұл жүйе бағынатын барлық физикалық заңдарды ескеру мүмкін емес. Көптеген есептеулер басқару объектісі ретінде ЭГТҚ қасиеттерін анықтау бойынша қозғалтқыштағы анықтауыш энергия аккумуляторлары ретінде айналмалы массалар «компрессор турбиналары» мен «турбиналар + генератор турбинасы» болып табылады. Басқа энергия аккумуляторлары объектінің қасиетіне аз әсер етеді және үлкен қателіктер болмаса оларды ескермеуге болады.

Жану кезіндегі энергия түрлену салдарынан жылу бөлінуді уақыт бойынша кешігуі бар инерциясыз процесс ретінде қабылдауымызға болады. Басқару объектісі жұмысының орнықты базалық режимінде қозғалысын, объектінің жалпылама координаттан аз ауытқуы кезінде, сызықтық сипаттамада қарастыруымызға болады. Бұл жағдайларда газотурбинді қозғалтқыштың газ шығынын автоматтандырылған басқару жүйесінде сызықтық цифрлық реттегіштерді қолдануға болады. Төменде қозғалтқыштың әр түрлі базалық режимдері үшін тезәрекет етуі бойынша оптималды сызықты сандық реттегіштерді есептеу көрсетілген және қозғалтқыш параметрлері әр базалық режимде стационарлы болған жағдайда математикалық модельдеу әдісімен оптималды өтпелі процесстер анықталған.

Математикалық есептеулерді жеңілдету үшін ЭГТҚ жұмысының белгілі бір орныққан базалық режимінде оның параметрлері тұрақты болып қалады деп ұйғарайық. Бұдан басқа негізгі және форсажды камералардағы жылу бөлудің кешігу процессін ескермейміз. Сонда қозғалтқыш моделінің айналмалы роторлар массасын ғана ескерумен толық емес сызықтық теңдеулер жүйесін аламыз:

$$\begin{cases} n'_T = k_{TB}n_B + k_{TK}n_K + k_{TG}G_T; \\ n'_K = k_{KB}n_B + k_{KK}n_K + k_{KG}G_T; \\ T'_T = k_{TB}n_B + k_{TK}n_K + k_{TG}G_T, \end{cases} \quad (1)$$

мұнда $n_K = \Delta n_K / n_{K0}$ – компрессор роторының айналу жиілігінің салыстырмалы ауытқуы; $n_T = \Delta n_T / n_{T0}$ – турбина роторының айналу жиілігінің салыстырмалы ауытқуы; $T_T = \Delta T_T / T_{T0}$ – турбина вентиляторынан кейінгі газ температурасының салыстырмалы ауытқуы (турбинді блоктан кейінгі); $G_J = \Delta G_J / G_{J0}$ – негізгі жану камерасындағы жағармай шығынының

салыстырмалы ауытқуы; $n_{K0}, n_{T0}, T_{T0}, G_{Ж0}$ - қозғалтқыш жұмысының орныққан базалық режиміндегі сәйкес параметрлер мәндері; k – әсер ету коэффициенттері, олар ЭГТҚ жұмысының орныққан режиміне салынған қоздырулар мәндері көлемінде реттелетін мәннің өзгеруін физикалық сипаттайды. Әр түрлі жұмыс режимдерінде және әр түрлі сыртқы жағдайларда қозалтқыштың әсер ету коэффициенті жеткілікті өзгереді, сондықтан әр режим үшін осы коэффициенттердің өз мәндерін анықтау керек.

(7.1) теңдеулерінде реттелетін үш параметр (үш шығыс айнымалылар): турбина роторының айналу жиілігі n_T , компрессор роторының айналу жиілігі n_K және турбинді блоктан кейінгі газ температурасы T_T . Басқарушы параметр (басқарушы әсер) болып негізгі жану камерасындағы жағармай шығыны G_T табылады.

Турбинді блоктан кейінгі газ температурасы термопарамен өлшенеді, динамикасын келесі теңдеумен сипаттауға болады:

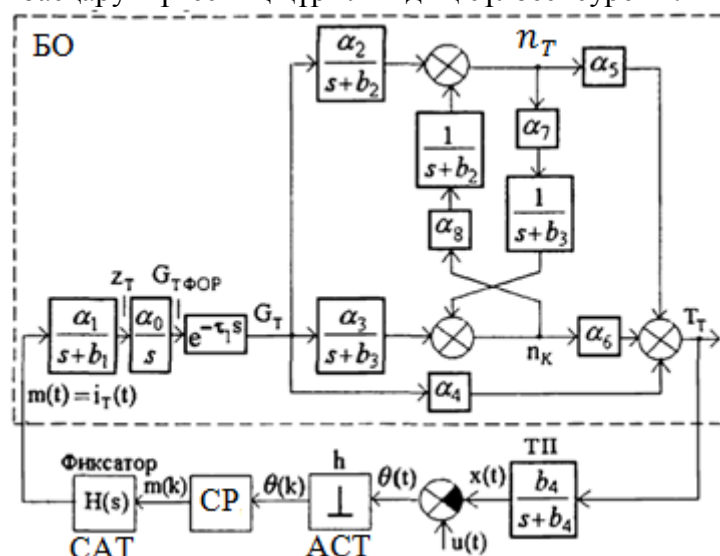
$$T_{ТП} x' + x = T_T, (2)$$

мұндағы $T_{ТП}$ – термопараның уақыт тұрақтысы.

Белгілеулер енгізейік

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= \frac{1}{T_{ИТ}}; \alpha_1 = \frac{k_{ZT} k_{ПН}}{T_{ЗТ}}; \alpha_2 = k_{BG}; \alpha_3 = k_{KG}; \\ \alpha_4 &= k_{TG}; \alpha_5 = k_{TB}; \alpha_6 = k_{TK}; \alpha_7 = k_{KB}; \alpha_8 = k_{BK}; \\ b_1 &= \frac{1}{T_{ЗТ}}; b_2 = -k_{BB}; b_3 = -k_{KK}; b_4 = \frac{1}{T_{ТП}}. \end{aligned} \quad (3)$$

(1) – (2) және (3) белгілеулерін ескере отырып құрылған сандық реттегіші СР, басқару объектісі БО және термопарасы ТП бар ЭГТҚ сызықтық моделі түріндегі автоматтандырылған басқару жүйесінің құрылымдық сұлбесі сурет 1.1 көрсетілген [1].



Сурет 1.1

Схема негізінде (1.1 сур. қар.) бастапқы нөлдік шарттарда Лаплас бойынша түрлендірілген келесі теңдеулерді жазайық:

$$n_T(s) = \frac{\alpha_2}{s+b_2} G_T(s) + \frac{\alpha_8}{s+b_2} n_K(s); \quad (4)$$

$$n_K(s) = \frac{\alpha_3}{s+b_3} G_T(s) + \frac{\alpha_7}{s+b_3} n_T(s); \quad (5)$$

$$T_T(s) = \alpha_4 G_T(s) + \alpha_5 n_T(s) + \alpha_6 n_K(s). \quad (6)$$

(5) теңдеуден $n_K(s)$ (4) теңдеуге қойып, түрлендірген соң келесіні аламыз:

$$n_T(s) = \frac{\alpha_2 s + \alpha_2 b_3 + \alpha_3 \alpha_8}{s^2 + (b_2 + b_3)s + b_2 b_3 - \alpha_7 \alpha_8} G_T(s) \quad (7)$$

(4) теңдеуден $n_T(s)$ (5) теңдеуге қойып, түрлендірген соң келесіні аламыз:

$$n_K(s) = \frac{\alpha_3 s + \alpha_3 b_2 + \alpha_2 \alpha_7}{s^2 + (b_2 + b_3)s + b_2 b_3 - \alpha_7 \alpha_8} G_T(s) \quad (8)$$

(7) мен (8) теңдеулердің оң бөліктерін (6) теңдеуге қойып келесіні аламыз:

$$T_T(s) = [\alpha_4 + \frac{\alpha_2 \alpha_5 s + \alpha_5 (\alpha_2 b_3 + \alpha_3 \alpha_8)}{s^2 + (b_2 + b_3)s + b_2 b_3 - \alpha_7 \alpha_8} + \frac{\alpha_3 \alpha_6 s + \alpha_6 (\alpha_3 b_2 + \alpha_2 \alpha_7)}{s^2 + (b_2 + b_3)s + b_2 b_3 - \alpha_7 \alpha_8}] G_T(s) \quad (9)$$

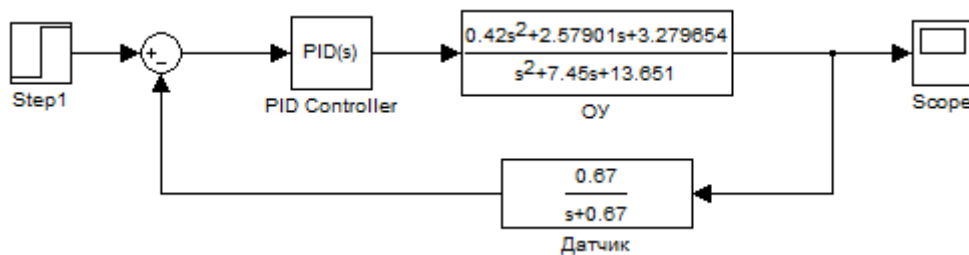
Енді басқару объектісінің жалпы беріліс функциясын жазуымызға болады:

$$G(s) = \frac{T_T(s)}{G_T(s)} = \alpha_4 \frac{s^2 + qs + r}{s^2 + bs + a}, \quad (10)$$

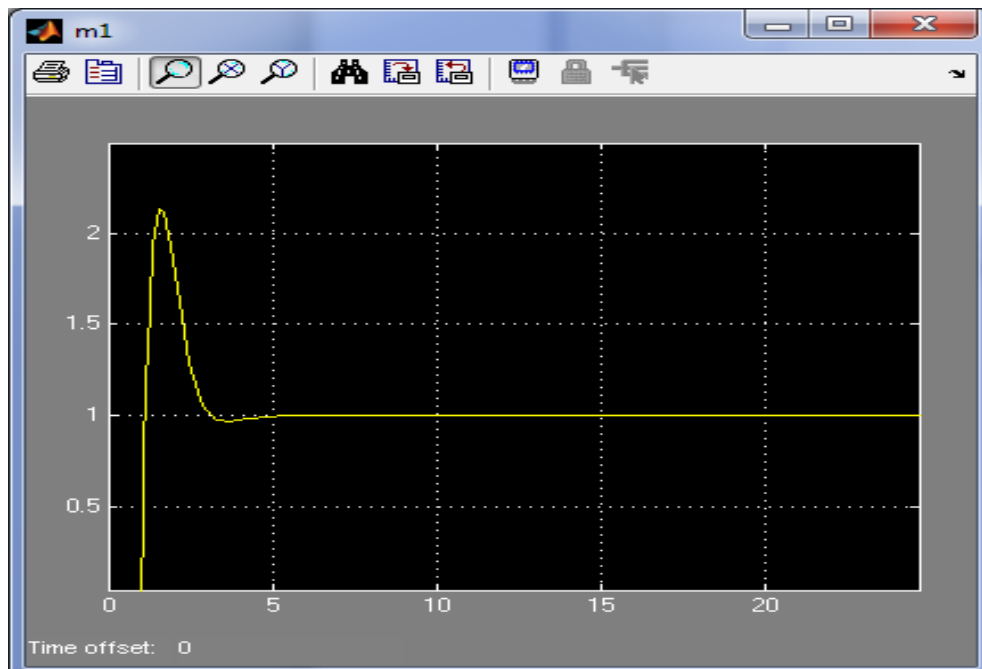
мұндағы: $b = b_2 + b_3$; $a = b_2 b_3 - \alpha_7 \alpha_8$; $q = b_2 + b_3 + \frac{\alpha_2 \alpha_5 + \alpha_3 \alpha_6}{\alpha_4}$;

$$r = b_2 b_3 - \alpha_7 \alpha_8 + \frac{\alpha_5}{\alpha_4} (\alpha_2 b_3 + \alpha_3 \alpha_8) + \frac{\alpha_6}{\alpha_4} (\alpha_3 b_2 + \alpha_2 \alpha_7).$$

MATLAB интерактивті жүйесінде ЭГТҚ сандық ПИД-реттегішпен басқару жүйесінің құрылымдық сұлбесін (сур 1.2) құрамыз [4]:



Сурет 1.2



Сурет 1.3

Қорыта келгенде, дәстүрлі ПИД-реттегішті қолданған кездегі ЭГТҚ автоматтандырылған басқару жүйесінің жете зерттеп жасалған математикалық моделі орнықтылықтың критерийлеріне толық жауап береді [3]. Газотурбинді қозғалтқышқа кіріс әсері жағармай шығыны болған кезде, оның жұмысының базалық режимдерінде жағармай

шығынын оптималды басқарылуы зерттелді. Қозғалтқыштың сызықтық моделін қорытылып шығарылған беріліс функциясымен (10) сипаттауға болады [5,7].

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. - К.: «Радиоаматор», 2008. - 972 с.
2. Аранович Б.И., Лячек Ю.Т., Олейников В.А., Файнштейн А.А.. Автоматическое управление газотурбинными установками. – Л.: «Недра», 1974. – 248 с
3. Барбашин Е.А. Введение в теорию устойчивости – М.: Наука, 1967. 225 с.
4. Гостев В.И., Баранов С.С., Чаузов А.Н. Синтез регулятора для системы управления ГТД с приводным топливным насосом. – Харьков.: «ХАИ», 2005. – 107-111 с.
5. Бейсенби М.А. Методы повышения потенциала робастной устойчивости систем управления. – Астана, 2011. – 352 с.
6. Siljak D.D. Parameter space methods for robust control design: a guided tour\ IEEE Tr. On Autom. Control. – 1989. - 34. №7-P.674-688.
7. Бейсенби М.А., Кульниязова К.С. Исследование робастной устойчивости линейных систем управления. Вестник ЕНУ имени Л.Н. Гумилева: Научный журнал Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Астана, 2010 - №2 (75) – с. 113-119.
8. Постон Г., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – М.: Мир, 1980.
9. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. Т.1. – М.:Мир, 1981.
10. Малкин И.Г. Теория устойчивости движения – М.: Наука, 1966., 540 с.

УДК 681 5 9 7558

ИССЛЕДОВАНИЕ РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИЙ А.М. ЛЯПУНОВА

Скакова Айна Жанузаковна

skakovaaina@yahoo.com

Докторант 1-курса специальности 6D070200 – «Автоматизация и управления»
факультета информационных технологий ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Научный руководитель – д.т.н, профессор Бейсенби М.А.

Предлагается подход к исследованию робастной устойчивости динамических систем управления с одним входом и одним выходом [1, 2]. Исследование робастной устойчивости систем управления базируется на построении функций А.М. Ляпунова. В работе излагается метод построения функций А.М. Ляпунова на основе геометрической интерпретации теорем Ляпунова об асимптотической устойчивости [3, 4, 5].

Пусть замкнутая стационарная система управления описывается уравнением состояния

$$\frac{dx}{dt} = Ax + bu, x \in R^n, u \in R^1 \quad (1)$$

где

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & -a_{n-2} & \dots & a_1 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}, \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}.$$

Закон управления задается в виде скалярной функции: