

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары– 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 13: сохраняя традиции, создавая будущее», посвященная 60-летию Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина. - 2017. - Т.1, Ч.5. - Б.322-325

## **ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫНЫҢ АЙНЫМАЛЫ РЕЖИМДЕРІН ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕМЕСІН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ**

*Рысбек М.*

Көп жағдайда құрал-жабдықтардың өзгермелі жұмыс істеу тәртібінде жылу жүйесі параметрлерін есептеу міндеттері туындайтындығы белгілі. Мұндай мәселе аналитикалық тәуелділіктердің күрделі жүйесін жасап шығаратын, электр станциясының энергия құрылғыларында жүретін жылу-масса алмасу және термодинамикалық үдерістерді модельдеу жолымен шешіледі. Алынған аналитикалық тәуелділік жүйесі, бастапқы параметрлерді өңдеу мен модельдің максималды шынайы тәртібін оңтайландыру үшін ЭЕМ қолданылатын алгоритмнің негізі болып саналады.

Параметрлері шынайы уақытта болатын (өзгеретін) жылу электр орталықтарының (ЖЭО) жылу сызбасының моделін оңтайландыру мақсатында Stratum модельдеу ортасын пайдалануға болады [1].

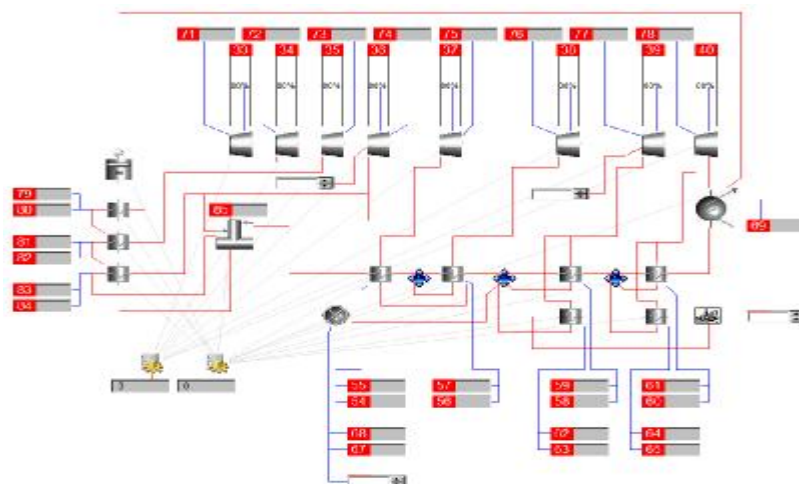
Объектілі-бағытталған және модельдеу тәсілдерін қолдану қолмен бағдарламалауды минимум деңгейге жеткізуге, жүйелерді жасап шығару жылдамдығын жоғарылатуға, оларды әрі қарай жеңіл модификациялауға, идеялар эволюциясын бақылауға және сипаттауға мүмкіндік береді.

Әрбір нысан, бүтін жүйенің бөлігі ретінде, жүйенің өзге нысандарымен байланысы арқылы өзара әрекеттеседі. Орнатылған байланыстар арқылы нысан бастапқы параметрлерге ие болады, шығу параметрлерін есептеу жүргізіледі және оларды өзге нысандарға жібереді. Нысандар құрылымы, байланыс құрылымы және нысандар құрамындағы аналитикалық тәуелділіктер бу турбиналы құрылғының шынайы жылу сызбасымен сәйкестендіріліп жасалған және оның элементтер арасындағы ағындық құрылымы мен олардың арасындағы өзара әрекеттесу сипатын айқындайды [2]. Модельдеу ортасының концепциясы бастапқыда тұрақты шама ретінде енгізілген параметрлерге қосымша аналитикалық тәуелділіктерді енгізу арқылы модельді жетілдіруге мүмкіндік береді, сонымен қатар, ертерек құрылған аналитикалық теңдеулер мен олардың арасындағы байланыстарды өзгертуді қажет етпейді. Осылайша, турбиналардың бөліктеріндегі өзгермелі жұмыс тәртібінен басқа, конденсаттық жолдың гидродинамикалық параметрлерін, бу генераторларының сипаттамасын, құрылғының ескіруін және т.б. ескеруге мүмкіндік береді.

Төменде ПТ-135/165-130/15 бу турбиналы құрылғының жылу сызбасының моделі берілген. Турбинаның ағыстық бөлімі бірнеше бөліктерге бөлінген, әрбірінің үрдістері сәйкес теңдеулердің жиыны ретінде сипатталатын жеке нысан ретінде қарастырылады. Осылай, бөліктің кіретін және шығатын параметрлеріне шығындар және сәйкесінше кіретін және шығатын бу параметрлері жатады, бөліктегі үрдістер Флюгель теңдеуімен, бөліктегі жылу айырмасының өзгерістерінен болатын ішкі салыстырмалы ПӘК-і тәуелділік теңдеуімен, буды регенерацияға бөліп алуды ескеретін материалдық теңгерім теңдеуімен сипатталады [3].

ПТ-135/165-130/15 бу турбиналы құрылғысы екі реттелетін бөліктерден тұратындығы белгілі. Олар ағыстық бөлікті АҚБ, ОҚБ және ТҚБ бөліктеріне бөлетіндіктен, оларды іріктеулердегі қысым параметрлері бойынша тәуелсіз бөліктер ретінде қарастыруға болады, ал турбина бөліктеріндегі сипаттаушы үрдістер және олардың іріктеулеріне, біртұтас теңдеулер жүйесіне қосылған регенеративті сызба үрдістерін сипаттайтын теңдеулер арасын байланыстырушы фактор іріктеулердегі қысым өзгерістері болғандықтан, бұл аналитикалық тәуелділіктерді құру үрдісінде барлық жүйені үш блокқа бөлуге мүмкіндік береді. Оның әрбіреуінде іріктеуге қосылған сәйкес жылытқыштар мен ағыстық бөліктің бір бөлігі кіреді. Әрбір блоктың ішінде теңдеулер жүйесін есептеу жүргізіледі, ал блоктар арасында тек параметрлер мәндері біртіндеп жіберіледі. Ескере кететін жайт, егер есептеудің бастапқы нүктесі ретінде турбинаның соңғы сатысынан шығатын бу ағынын алса, іріктеулерге қосылған, құрамына ТҚБ турбиналар мен жылытқыштар кіретін блоктарды есептеуді бірізді алгоритммен жүргізуге болады. Бұл жағдайда, есептеудің соңғы параметрі ретінде өткір будың турбина басына шығындалуы және оны берілген шамамен салыстырып, айырмашылығы рұқсат етілген есептеу қателігіне дейін төмендегенше бастапқы параметрді дұрыстау жүргізіледі [4].

Жүйенің ағымдық параметрлерін есептеу ЭЕМ көмегімен жүргізіледі, ал олардың негізінде біртіндеп жақындау принципі жатыр. Осы принципке байланысты, басынан бастап сызба параметрлеріне жүйенің барлық аналитикалық тәуелділіктеріне сенімді болатын мәндер беру қажет, әйтпесе, интеграциялану үрдісінде бастапқы параметрлер мәндеріне сәйкес келетін шынайы мәндерге қарағанда шектен тыс «бөліну» туындауы мүмкін. Мұндай «бөліну», ЭЕМ мүмкіндіктеріне шартталған, алынған мәндердің шектен шығуына әкеледі. Сонымен бірге, жүйе нысандары параметрлерін есептеу кезеңділігін нақты көрсету де маңызды. Себебі, кері жағдайда, мұнда да есептеу қателігі туындауы мүмкін. Жоғарыда аталған жүйелерді құрастыру принциптерін орындау арқылы есептелетін параметрлер мәндерінің бастапқы құбылуын азайтуға болады. Бірақ, модельдеу тәжірибесі көрсеткендей, басқа параметрлер «тепе-теңдік» жағдайына келгенше, кейбір параметрлердің мәндерін есептеу кезіндегі кідірістерді енгізген жөн. Аса маңызды әсері бар параметрлерге жылытқыштардың жылыту буының дренаждар ағынын жатқызуға болады, әсіресе, өндірістік тұтынушыдан конденсаттың оралуы.



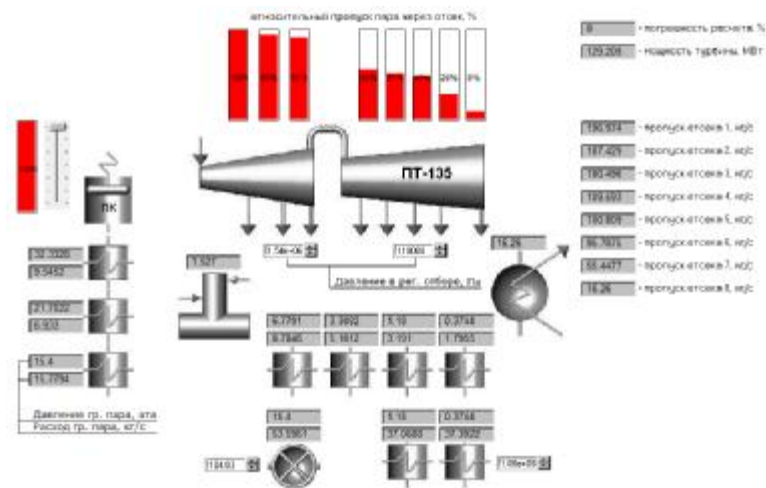
1 – сурет. ПТ-135/165-130/15 өндірісі кезіндегі жылу сызбасының моделі

Берілген ағынның параметрлерін есептеу кідірісі бастапқы интеграциялану циклдерінде күрделі теңдеулер жүйесін құрамында қарапайым ішкі жүйелер болатын бірнеше бөліктерге мүмкіндік береді, ал ішкі жүйелердегі параметрлер мәндері тепе-теңдік жағдайына жеткенде қайта оралатын конденсат ағынының параметрлерін және онымен байланысты өзге де параметрлерді анықтауға болады.

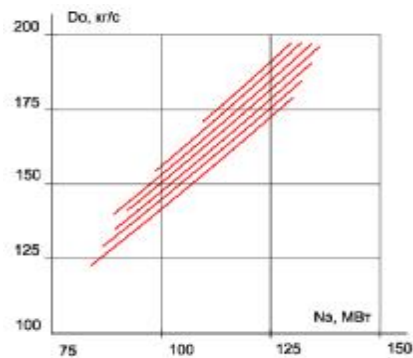
Модельді «іске қосқаннан» кейін, жасалған жүйе «пайдаланушы» түрге ие болады, ал ЭЕМ, енгізілген алгоритмдер мен олардың арасындағы байланыстар негізінде, параметрлердің үздіксіз есептеуін оның күштілігімен шектелу жиілігімен жүргізеді.

Осылайша, жасап шығарылған компьютерлік модельдеу айнымалырежимдегі жылу сызбасы параметрлерінің өзгеруіне қосымша есептеулер жүргізбей-ақ көрнекі талдау жасауға мүмкіндік береді. Бұл компьютерлік модельдеудің басқару элементтерінің көмегі және компьютерлік модельдеудің графикалық және сандық элементтерінің көрсетілуі арқылы шынайыландырылады. Біріншісі, таңдалған шамаға қалаған өзгерістер енгізуге мүмкіндік берсе, екіншісі, қызығушылық тудырған параметрдің өзгерісін көрсетеді.

Осылайша, мысалы, турбинаға шығындалған өткір бу мен өндірістік қажеттіліктерге қолданылған буды іріктеудің әртүрлі шамасында оның электр қуаты арасындағы тәуелділікке талдау жасауға болады және нәтижелерді ыңғайлы график түрінде беруге болады (Сурет 3). Сонымен қатар, бу турбиналы құрылғының өзге параметрлерінің сандық шамаларын көрсете отырып, ағымдық тәртіптің рұқсат етілуін дайындаушы зауыт арқылы бекітілген шекті рұқсат етілген параметрлерін салыстыру арқылы бақылай аламыз. Сондықтан, өндіріске жіберілген бу шығынының бекітілген шамаларынан алынған көптеген изосызықтар координатада белгілі шекарасы бар алаңды құрайды (D0, Nэ) [4].



2 – сурет. ЖЭО жұмыс істеу тәртібіндегі жылу сызбасының моделі



3 – сурет. Өндірістік іріктеудегі бу шығынының әртүрлі шамаларында турбиналы генераторлар клеммаларындағы электр қуаты мен турбинаға кететін бу шығыны арасындағы тәуелділік диаграммасы

### Әдебиеттер тізімі

1. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов/ Под ред. В.Я. Гиршфельда. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987.-328 с.
2. Качан А.Д. Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций: учебное пособие для спец. «Тепловые электр. станции». – Мн.: Выш. школа, 1978. – 288 с., ил.
3. Боровков В.М., Казаров С.А., Кутахов А.Г., Романов С.Н. Автоматизированное проектирование тепловых схем и расчет переменных режимов ПТУ ТЭС и АЭС// Теплоэнергетика.-1993.-№3.-С.5-9
4. [Falah Alobaid](#), [Nicolas Mertens](#) , [Ralf Starkloff](#) , [Thomas Lanz](#) , [Christian Heinze](#) , [Bernd Epple](#) Progress in dynamic simulation of thermal power plants//Progress in Energy and Combustion Science, Volume 59, March 2017, Pages 79-162.