

parameters describing the change in the flame and the temperature of the exhaust gas in the chamber, or the amount of air flow in the secondary factor.

Keywords: coal dust, combustion process, diagnostics, controller, control, neural networks.

References

1. Yesmakhanova, L. Upravlenie processom szhiganiya pylevidnogo uglya s ispol'zovaniem peredovyh tekhnologij [Management of the process combustion of pulverized coal using advanced technologies]. – Taraz: Taraz University, 2019 – 100 p. [in Russian].
2. Askarova, A.S.,Bolegenova, S.A., Maksimov, V.Yu. Trekhmernoe modelirovanie processov obrazovaniya vrednyh veshchestv pri szhiganii niskosortnyh uglej v kamerah sgoraniya [Three-Dimensional modeling of the formation of harmful substances in the combustion of low-grade coals in combustion chambers]. –Izvestiya NAS RK, - 2010. - no. 6. - PP. 15-18.[in Russian].
3. Askarova, A.S.,Bolegenova, S.A., Maksimov, V.Yu., Bekmukhamet, A. Vliyanie razmerov raschetnoj setki na rezul'taty komp'yuternogo modelirovaniya processov teplomassoperenosa v kamerah sgoraniya [Influence of the size of the computational grid on the results of computer modeling of heat and mass transfer processes in combustion chambers] /Materialy 18-oy Vserossijskoj nauchnoj konferencii molodyh uchenyh (VNKSF-18,)[Materials of the 18th all-Russian scientific conference of young scientists (VNKSF-18,)]. - Krasnoyarsk: Publishing house Russia, 2012- PP. 701-702.[in Russian].
4. Novikov, O.N.,Artamonov,D.G.,Shkarovsky, A.L., Kochergin, M.A.,Okatiev, A.N. Energoekologicheskaya optimizaciya szhiganiya topliva v kotlah i pechah regulirovaniem sootnosheniya toplivo-vozduh [Energy-Ecological optimization of fuel combustion in boilers and furnaces by regulating the fuel-air ratio] / - Moscow: Industrial power engineering, 2000. –288 p. [in Russian].

FTAMP 50.47.02

**Л.Н. Есмаханова¹ (orcid-0000-0002-3308-9676),
Б.С. Нұржанов² (orcid-0000-0002-4378-9721)**

¹PhD дә-р, ²магистр

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

e-mail: laura060780@mail.ru, beka_nurzhan@mail.ru

КӨМІРДІ ЖАҒУ ПРОЦЕСІНЕ ИЕРАРХИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ ДИАГНОСТИКАЛАУ АЛГОРИТМДЕРІН ҚОЛДАНУ

Аннотация. Зерттеу мақсаты – жануды кешенді реттеуді басқарудың модельдік бақылау схемасын жасау. Мақалада жалынның оптикалық сәулелену сипаттамалары әлдеқайда көп болатын жалынды диагностикалаудың оптикалық әдістері қарастырылады. Негізгі назар қайталама ауаны жеткізуге бағытталған. Белгісіз себептермен қазандықтағы көмір толығымен жанбайды. Толық емес жану қазандықтың тиімділігін төмендетеді-жану коэффициентін нашарлатады және айтарлықтай шығындарға алып келеді. Ғылыми жаңалық-басқару алгоритмдерінде жасанды нейрондық желілерді қолдану, бұл көмір шаңын жағу процесі болып

табылатын күрделі процестерді тиімді модельдеуге мүмкіндік береді. Matlab бағдарламалық ортасында әртүрлі амплитудасы бар бөлу шығысымен деректерді жинау нәтижелері көрсетілген. Қарастырылған схема жану процесінің көп кірістік және көп шығыстық сипатын ескереді. Қосымша ақпаратты қолдана отырып, жалынның беткі ауданы мен контурдың ұзындығына арналған дескриптор векторларына негізделген оптикалық сигналдар жүйені бақылау қасиеттерін дәлелдеді. Жылдам оптикалық сигналдарды қолдану нәтижесінде объектіні реттеу жылдамдығы артады және жану процесінің шығыс сигналдарын тұрақтандыруға қол жеткізіледі.

Тірек сөздер: көмір ұнтағы, жағу процесі, диагностика, контроллер, басқару, нейрондық желі.

Кіріспе. Заманауи жылу электр стансаларында камералық пештерде қатты отынды жағу кезінде отынды алдын-ала майдалайды да, ұнтақ түрінде ауамен бірге пеш камерасына жүктейді. Камераның ішінде ұнтақ көмір газ ағындарының ағымында жанады. Қатты отынды ұнтақ көмірді даярлау жүйесінде ылғалды отынның ірікесектерін құрғақ ұнтақ көмірге түрлендіру үшін дайындық процесіне ұшыратады. Ұнтақ көмірді даярлау жүйесінде дайындық процесі кесектердің өлшемі ондаған немесе жүздеген микрометр болатындай бөлшектерге бөлуден тұрады.

Кесек отынды көмір ұнтақына айналдыру арқылы реакция бетінің бірнеше есе артуына қол жеткізіледі. Егер диаметрі 15 мм болатын көмірдің бір бөлігі 50 мкм мөлшердегі бөлшектерге ұсақталса, онда алынған бөлшектердің жалпы беті бастапқы бөлшектің бетінен 300 есе үлкен болады. Жану жағдайлары реакция бетінің ұлғаюымен едәуір жақсарады, өйткені отын жануы гетерогенді процесс болып табылады (отын мен тотықтырғыш әртүрлі агрегаттық күйде болады - сәйкесінше қатты және газ тәрізді), отын бөлшектерінің бетінде пайда болады [1].

Ұнтақ қатты отынды жағудың негізгі артықшылықтары болып келесілер табылады:

- аз реакциялы антрациттерді қосқанда, сондай-ақ жоғары ылғалдылықты және жоғары күлді көмірлер мен көмірді байыту қалатын қалдықтармен бірге кез-келген жоғары ПӘК бар отынды жағу мүмкіндігі;

- отынды жағу шарттары бойынша шектелмеген қазандықтың бірлік қуаты;

- отынды жағу процесінің толығымен механикаландырылуы, реттеу жеңілдігі, отынды жағу процесін толығымен автоматтандыру процесі;

- пеште жылжымалы бөлшектердің болмауы – агрегаттың эксплуатациялық сенімділігін арттырады.

Отынды ұнтақ күйде жағудың кемшіліктеріне келесілер жатады:

- күрделілігі, үлкендігі мен ұнтақ көмірді даярлау жабдығының жоғары құндылығы;

- ұнтақ көмірді даярлауға жұмсалатын электр энергиясының шығыны едәуір, мысалы, антрацит үшін $25...30 \text{ кВт} \cdot \text{сағ/т}$ [2];

- қатты отынды факелді жағу кезінде пеште жылу алмасудың төмен тығыздықтары ($0,1...0,3 \text{ МВт/м}^3$), бұл пеш көлемі бірлігінде аз массалық концентрациясымен ($20...30 \text{ г/м}^3$), сондай-ақ газ-ауа ағымында жанатын бөліктердің салыстырмалы түрдегі төмен жылдамдығымен түсіндіріледі.

Электр стансасына келіп түсетін 200 мм дейінгі және одан да үлкен қатты отын майдалау процесінің алдында бірқатар дайындық операцияларына ұшырайды.

Отынды алғашқы өңдеу кезінде отынның құрамынан металлдық заттар мен жаңқалар алынады да, електен өтікізіліп, майдаланады. Металлдық заттарды (болт, бұрандалар) алып тастау магниттік сепараторлардың көмегімен ұнтақты даярлау жүйесі механизмдерінің сынуын болдырмау үшін іске асырылады. Жаңтақтан тазалағыштардың көмегімен ұнтақ көмірді даярлау жүйесінің элементтерінің бітеліп қалуын болдырмау мақсатында отыннан қазбалау жұмыстары кезінде пайда болатын ағаш жаңтақтарын жояды.

Жоғары ылғалдылықты отын түскен кезде ұнтақ механизмдерді даярлау механизмдерінің қабырғаларына шикізаттың жабысуын тудырады. Бұл құбылысты болдырмау мақсатында отынды бөлшектеп кептіру жұмыстарын іске асырады, яғни отынның сыртқы ылғалдылығының құрамын 4...6% төмендетеді. Қыс мезгілінде ылғалды отынның қатуы және отынды тасымалдау құрылғыларының қабырғаларына отынның жабысуы байқалады. Отынның қатуын болдырмас үшін теміржол вагондарынан жүктеу кезінен бастап диірменге дейін бүкіл трактының жылумен қамтамасыздандырылуын іске асырады.

Металдық заттардан тазаланған көмір ұсақ бөлшектерді ірі бөлшектерден бөлу үшін майдалануға ұшырайды. Ол үшін отынды тербелетін 10...15 мм өлшемді елегіш-торлардан өткізеді. 10...15 мм-ден асатын бөлшектер ұнтақтағышқа бағытталады, ал одан кіші өлшемді бөлшектер ұнтақтағыштың қасынан өтіп кетеді. Ұнтақтау сапасын ұяшықтары 5x5 мм өлшемді електе ұнтақталған отынды елеу арқылы анықтайды. Әдетте ұнтақтауды көрсетілген ұяшықты електе қалдық 20%-дан аспайтындай шамада жүргізеді.

Отынды майдалауға балғалы немесе білікті ұнтақтағыштар пайдаланылады. Балғалы ұнтақтағышта отынды ұнтақтау ротордың білігінде топсамен бекітілген айналмалы балғалардың соққылары арқылы іске асырылады. Білікті ұнтақтағыштар бір-біріне қарай айналатын орамалар түрінде жасалады - оларға тістер орналастырылған.

Ұнтақтағыштан отын ұнтақ көмірді даярлау жүйесіне келіп түседі де, қарқынды кептіру мен майдалауға ұшырайды. Нәтижесінде көмір ұнтағы пайда болады, ол қазандық агрегатының қыздырғыштарына пневматикалық түрде тасымалданады.

Зерттеу әдістері. Көмір ұнтақ жағылу үшін ауамен жану камерасына жанарғы құрылғысының көмегімен беріледі. Көмір ұнтақты тасымалдайтын ауаны алғашқы ауа деп атайды. Жанарғы құрылғысы арқылы берілетін көмір ұнтақтың жануына қажетті қалған ауа қайталама деп аталады.

Жану камерасында көмір ұнтағының бөлшектері ұшу кезінде жылуды дайындау, ұшпа заттар мен кокстардың жануы және шлак күлінің бөліну кезеңдерінен өтеді. Пешке кіретін көмір ұнтағы әртүрлі мөлшердегі бөлшектерден тұрады. Алдымен кішкене бөлшектер тұтанып, күйіп кетеді. Ұнтақтың үлкен бөлшектері үшін термиялық дайындық кезеңдері және көмір ұнтағының нақты жануы біршама кешіктіріледі. Осыған байланысты тұндырылған көмір алауының ұзындығы бойында жанудың жеке сатыларының үйлесімі болады. Көмір ұнтақ алауы - бұл изотермиялық емес ұнтақты қозғалтқыш, ол жоғары температуралы түтін газдары шектеулі ортада дамиды. Егер жану үшін қажет ауа көлемімен салыстырғанда жанатын отынның шамалы екенін және отынның ұнтақ бөлшектерін ағынмен іс жүзінде өлшейтінін ескеретін болсақ, онда газ ағынының даму заңдылықтары

мен табиғатын ұнтақ-көмір алауына жақындаудың жеткілікті дәрежесімен қолдануға болады.

Пештің көлеміне қарай ұнтақты ағын ыстық пештердегі газдарды алып, олармен араласып, қызады. Ұнтақты ауа ағынын жылыту жылуды газдардан және кірпіштен сәуле шығару арқылы, сондай-ақ белгілі бір дәрежеде түтін газдарының жылу өткізгіштігі арқылы жүзеге асырылады. Ағынды отқа жағудан бұрын отынның жылу сіңуі жүреді. Көмір ұнтақ ағынын отқа жағу оның ең қызған шекаралық қабатынан басталып, алау құрайтын ағынның тереңдігіне дейін созылады. Көмір ұнтақты ауа ағынын тұтатуға кететін уақыт бірқатар факторларға байланысты: ұшатын жанармайдың ұсақталуы мен босатылуына, ұнтақты ауа қоспасының бастапқы температурасы мен құрамындағы ұнтақтың концентрациясы, бастапқы және қайталама ауаның қатынасы, қайталама ауаны беру әдісі және т.б. [1].

Ұнтақ бөлшектерінің мөлшерін азайту реактивтің салыстырмалы бетінің ұлғаюына әкеледі, бұл реактивтің белгілі бір бөлімінде жылудың көп сіңуін қамтамасыз етеді, ұнтақты ауа қоспасының қызуы мен тұтануын күшейтеді. Жанармай жылыту кезінде шығарылатын, кокстің қалдықтарынан төмен тұтану температурасы бар ұшқыш заттар ертерек тұтанады және ұнтақтың тұтануын тездетеді. Құрамында жанармай қаншалықты көп болса, тұтану оңайырақ. Ұнтақтың көп полярлығы оның тұтануын жақсартады. Көмір ұнтақтың кішкентай ұлпалары тез қызады және тұтанады. Бұл жағдайда шығарылатын жылу үлкен ұнтақ бөлшектерін тұтатуды күшейтеді.

Көмір ұнтағын ауа қоспасын тұтату оның бастапқы температурасының жоғарылауымен де жақсарады, ол үшін іс жүзінде ауа 300-400° С дейінқызады. Реактивтілігі төмен, қиын тұтанатын көмірді (антрацит, май көмірі) жағу кезінде қатты қыздырылған ауаны қолдану ұсынылады. Көмір ұнтақтың тұтануын жеделдетуге, сонымен қатар, ұнтақ концентрациясының тиісті ұлғаюына тең бастапқы ауа мөлшерін азайту арқылы қол жеткізіледі. Ұнтақты ауа қоспасындағы бастапқы ауа мөлшерінің азаюы оның жылу сыйымдылығының төмендеуіне әкеледі, бұл қоспаның жоғарырақ температураға дейін қызуын қамтамасыз етеді. Алайда жанғыш қоспаның жануының бастапқы кезеңінде тотығу реакциясы үшін бастапқы ауа мөлшері жеткілікті болуы керек. Төмен реактивті көмірлер үшін жалын түбіріне қайталама ауаны беру көмір ұнтағының қарқынды күйіп кетуі және ұсақ бөлшектердің тез күйіп кетуімен байланысты оттегі концентрациясының төмендеуі болып табылады. Мұнда жану өнімдерінің құрамы айтарлықтай өзгереді. Одан әрі алаудың бойымен газ құрамы шамалы өзгереді.

Зерттеу нәтижелері. Көмір ұнтағының жануы кинетикалық, диффузиялық немесе аралық аймақтарда пайда болуы мүмкін. Ұсақ бөлшектердің мөлшерін ескере отырып, жанармай жану кезінде көмір ұнтағының жануы негізінен кинетикалық және аралық аймақтарда жүреді. Алаудың өзегінде температурасы 1500-1600° С және одан жоғары болған кезде жану режимі диффузияға жақын. Жанарғы ішіндегі көмір ұнтағының жануы температураға, тотықтырғыш заттың концентрациясы мен бөлшектердің салыстырмалы жылдамдығына байланысты. Ұнтақтың жануын күшейту үшін алауда жеткілікті жоғары температура сақталуы керек; бұл әсіресе оның тотықтырғыш зат концентрациясы күрт төмендейтін соңғы бөлігі үшін өте маңызды.

Алаудың аэродинамикасы ыстық түтін газдарының алау түбіріне қарқынды сорылуын, жеткілікті турбуленттілікті және бөлшектердің тотықтырғышпен жақсы араласуын қамтамасыз етуі керек. Қарқындылық,

орнықтылық, сондай-ақ қатты отынды алаулық жағудың тиімділігі жанарғы құрылғысының жұмысына едәуір тәуелді [2].

Жалын диагностикасында қолданылатын оптикалық әдістердің көпшілігі жалын сәулесінің жалпы қарқындылығына негізделген немесе жоқтығын анықтаумен ғана шектеледі. Бұл әдістердің кемшілігі бар: олар жалын элементтерінің сәулеленуін ажырата алмайды. Әдістің кемшілігі - сәулеленуді пайдалану, оның ішінде жалынның мәні жоғары және қазандықтың жанатын элементтері үшін төмен мәні бар. Диагностиканың жетілдірілген әдістерінде жалынның оптикалық сәулелену сипаттамалары анағұрлым көп болады. Оптикалық сигналдарды жанудың негізгі параметрлерімен, соның ішінде жалын стехиометриясымен, ластаушы заттардың шығарындыларымен, жанармай қасиеттерімен, жұмыс жағдайымен немесе апаттық жағдаймен байланыстыру үшін әртүрлі тәсілдер қолданылады. Оптикалық деректер радиациялық сигналдың таңдалған уақыттық функцияларын орташа қарқындылық пен стандартты ауытқу, сипаттамалық жиіліктер немесе жиілікке байланысты басқа параметрлер ретінде алу үшін өңделеді.

Жану процесінің күрделілігі басқарудың дәстүрлік емес әдістерін пайдалануды талап етеді. Бұл сызықтық еместікпен және сапа мен қауіпсіздікке қойылатын талаптар қатарында тез өзгеріс мүмкіндігімен шартталады. Мұндай жүйелерде заманауи және күрделі өнеркәсіптік жүйелерде қолданылатын нейрондық адаптивтік басқаруды пайдаланған жөн. Әдеттегі әдістермен салыстырғанда басқару мен автоматтық басқару теориясында бұл жүйелер көп өлшемді жүйелерге қолдану мүмкіндігімен ерекшеленеді. Міндеттің қойылуы маңызды рөл атқарады, себебі әр контроллер оңтайлы түрде жасалынады.

Күрделі көрсеткіштерді меңгеруге арналған қуатты құрал ретіндегі жасанды нейрондық желілер нейрондық желі модельдерін пайдалануды көп ретгі зерттеудің пайда болуына алып келді. Аппроксимация мен адаптивтік нейрондық желілердің ерекшеліктері болып сызықты емес жүйелерді модельдеу үшін альтернатива табылады [3].

Отынның тиімділігі бірнеше параметрлерге байланысты. Жиі қолданылатын әдістерде термиялық азот оксидтерін (NOx) өндіруді мейлінше азайту үшін жалын арқылы өтетін көмір дәндерінің жолдарын кеңейту үшін циркуляциялық құйындылардың көмірлі жануы үшін аз шығарындылар қолданылады. Көмір ұнтағының жану тиімділігін ұлғайту үшін негізгі параметрлерді өлшеу қажет. Тез әрекетті және минималды түрде жылдам және минималды инвазивті оптикалық әдістер кескіндерді өңдеу процесінде басқару жүйесі туралы ақпаратты пайдалануға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Алаудың сәулеленуі химиялық реакция мен физикалық процестерде өтетін жану процесін көрсетеді. Диагностикалық оптикалық әдістер, акустикадан басқа, қазіргі жану процесі туралы қосымша ақпарат алуға мүмкіндік беретін инвазивті емес әдіс болып табылады. Жалын спектрінде ауа-жанармай қатынасының мазмұнын, жылу мөлшері мен температураны анықтауға болады. Оптикалық әдістердің ішінде кескінге негізделген әдіс ерекше маңызды. Жалын жергілікті жалынның таралу жылдамдығы мен кіретін жанармай қоспасының жылдамдығы арасындағы динамикалық тепе-теңдіктің нәтижесі. Жалынның алдыңғы бөлігінің күйі жалынның тербелісі ретінде қарастырылады және тепе-теңдік нәтижелеріне кедергі келтіреді. Бұл жалынның формасы белгілі бір

жағдайларда пайда болатын жанудың көрсеткіші болуы мүмкін дегенді алға тартады [4].

Талдау камерадағы жалын мен температураның өзгеруін немесе екінші салқындатқыштағы ауа ағынының көлемін сипаттайтын параметрлер арасындағы байланысты көрсетеді. Осылайша, егер температура баяу өзгереді болса, онда жылдамдықты бақылау үшін синтезді қолдануға болады (нақты параметрдің немесе кескін параметрлерінің тобына қатынасы).

Бастапқы ауа қыздырғыштың саптамасына карбидті ұнтақты беру үшін қолданылады, ал екінші реттік ауа бақылау мақсатында қолданылады. Көмірдің қоспасы, биомасса және ауа ағыны сияқты енгізу параметрлері сынақтар кезінде бірнеше рет өзгерді және әртүрлі жану жағдайларында жасалды.

Басқару объектісі туралы толық білмеуге байланысты адаптивтік басқаруды пайдалану талап етіледі. Өз кезегінде объектіні оқып-менгеру нейрондық желіні жасанды түрде модельдеу арқылы қол жеткізіледі.

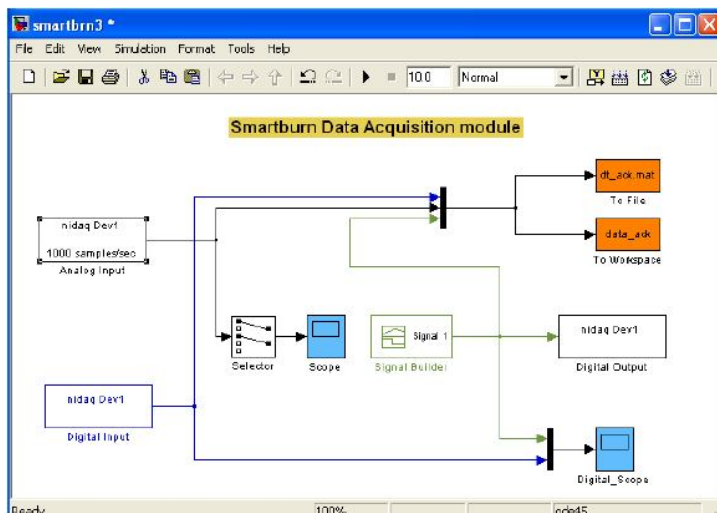
Жасанды нейрондық желілерді қолдану аппроксимацияға, деректер мен бейнелерді бағалауға, модельдеуге, диагностикаға, басқаруға, сараптау мен классификациялау деп ажыратуға болады.

Көмір ұнтағын жағу процесін басқаруда жасанды нейрондық желілердің мүмкіндіктері, алуан түрлілігі мен икемділіктері ғылымның, өнеркәсіптің және қоршаған ортаның түрлі аймақтарында пайдаланылады.

Нейрондық желілер көптеген міндеттерді шешу, әсіресе ақпараттық технологиялармен байланысты міндеттерді шешу кезінде өте тиімді құрал болып табылады. Нейрондық желілер - бұл жасанды интеллект саласындағы зерттеу бағыттарының бірі, басқарылатын өзара әрекеттесуі жеткілікті үлкен желіге қосылған, қарапайым процессорлар біршама күрделі міндеттерді бірге орындай алады. Жасанды нейрондық желілерді (SSN) қолданудың танымалдығы бірқатар күрделі мәселелерді шешуде тамаша нәтижелер берді.

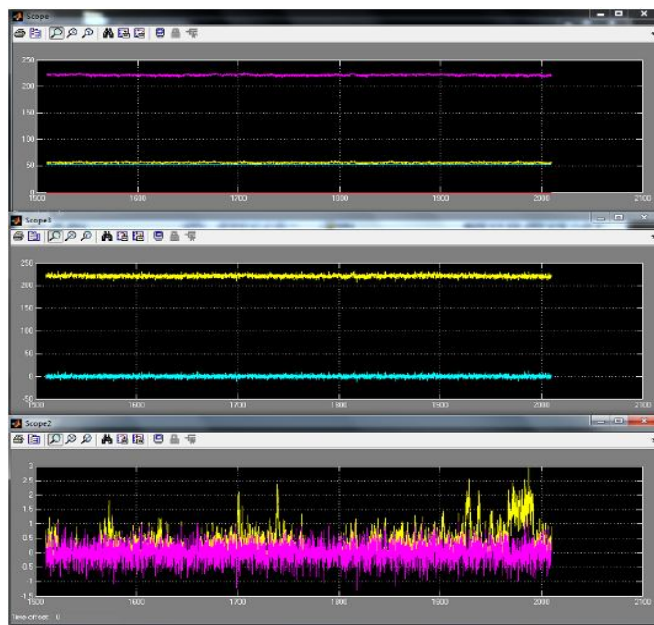
Қорытынды. Нейро-айқындалмаған жүйелер, сондай-ақ жасанды нейрондық желілер немесе анық емес жүйелер, әдетте, жүзеге асыру айтарлықтай күрделі болған кезде қолданылады. Нейрондық жүйелермен салыстырғанда, нейро-айқындалмаған жүйелердің модельдері енді қара жәшікке айналмайды. Нейрондық желілерді жүйеге үйретудің анық емес алгоритмдерін енгізе отырып, оларды реттеу және бейімдеу мүмкіндіктері кеңейеді. Нейро-айқындалмаған жүйелерді жасаумен қатар, жүйелерді жобалау және модельдеу үшін көптеген бағдарламалар жасалды. Көптеген бағдарламалар тек Takagi-Sugeno модельдерін құру мүмкіндігімен шектелген. Бұған мысал ретінде Matlab-тағы Fuzzy Logic Toolbox пакетіне қосылған ANFIS модулі (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System).

Деректерді жинақтау үшін қосымша Matlab/Simulink платформасының сипаттамасы 1-суретте Toll-схема Simulink бағдарламасының мысалдық деректері көрсетілген.



Сурет 1. Simulink қосымшасында деректерді тіркеу аппликациясы бар диаграмма терезесі

Құрылғылардың аналогты және цифрлық кірістермен байланыстыру үшін nidaq dev1 және nidaq dev1 блоктары пайдаланылады. Барлық сигналдар dt_ask.mat файлда сақталынады да, уақыттық құрылымы түрінде data_ask жұмыс аймағында айнымалы кестеге ие болады. Иллюстрациямен аналогты және цифрлық сигналдардың жеке мәндерін көрсететін осциллографтар айналысады. Аналогты схемада белгілі-бір сигналдардың таңдауын жеңілдету үшін блок селекторы пайдаланылады. Орындаушы элементтерді басқару үшін цифрлық шығыстың блогы пайдаланылады. 2-суретте әртүрлі амплитудалы деректерді жинақтаудың нәтижелері көрсетілген.



Сурет 2. Деректерді жинақтау кезінде кіріс және шығыс сигналдарының мысалдары

Интеллектуалды энергетикалық желілердің дамуы заманауи диагностикалық әдістерге негізделген басқарудың инновациялық қадамдары үшін жаңа мүмкіндіктерді ашады.

Әдебиеттер тізімі

1. Есмаханова, Л.Н. Управление процессом сжигания пылевидного угля с использованием передовых технологий [Текст]: монография / Л.Н. Есмаханова. – Тараз: Тараз университеті, 2019. – 100с.
2. Аскарова, А.С. Трехмерное моделирование процессов образования вредных веществ при сжигании низкосортных углей в камерах сгорания [Текст] / А.С. Аскарова, С.А. Болегенова, В.Ю. Максимов // Известия НАН РК. - 2010. - №6. - С.15-18.
3. Аскарова, А.С. Влияние размеров расчетной сетки на результаты компьютерного моделирования процессов теплопереноса в камерах сгорания [Текст] / А.С. Аскарова, С.А. Болегенова, В.Ю. Максимов, А. Бекмухамет // Материалы 18-ой Всероссийской научной конференции молодых ученых (ВНКСФ-18.). - Красноярск: Изд-во Россия, 2012. - С.701-702.
4. Новиков, О.Н. Энергоэкологическая оптимизация сжигания топлива в котлах и печах регулированием соотношения топливо-воздух [Текст] / О.Н. Новиков, Д.Г. Артамонов, А.Л. Шкаровский, М.А. Кочергин, А.Н. Окатьев. – М.: Промышленная энергетика, 2000.- 288с.

Материал редакцияға 15.01.21 түсті

Л.Н. Есмаханова, Б.С. Нуржанов

Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СТРУКТУР В ПРОЦЕССЕ СЖИГАНИЯ УГЛЯ

Аннотация. Цель исследования –разработать модельную контрольную схему управления комплексным регулированием горения. В статье рассматриваются оптические методы диагностики пламени с гораздо с большим числом характеристик оптического излучения пламени. Основное внимание уделяется подаче вторичного воздуха. По неизвестным причинам распыленный уголь в котле полностью не сжигается. Неполное сгорание ухудшает эффективность работы котла – снижается коэффициент сгорания, что ведет к значительным затратам. Научная новизна заключается в использовании искусственных нейронных сетей в алгоритмах управления, что позволяет эффективно моделировать сложные процессы, к которым относится процесс сжигания угольной пыли. В программной среде Matlab показаны результаты сбора данных с выходом разделения с различными амплитудами. Рассматриваемая схема учитывает многоходовую и многовыводную природу процесса горения. Используя дополнительную информацию, оптические сигналы на основе векторов дескрипторов для площади поверхности пламени и длины контура доказали свойства отслеживания системы. В результате использования быстрых оптических сигналов повышается скорость регулирования объекта и достигается стабилизация выходных сигналов процесса сжигания.

Ключевые слова: угольная пыль, процесс сжигания, диагностика, контроллер, управление, нейронные сети.

L.N. Yesmakhanova, B.S.Nurzhanov

Regional University of Taraz named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

APPLICATION OF ALGORITHMS FOR DIAGNOSING HIERARCHICAL STRUCTURES IN THE PROCESS OF COAL COMBUSTION

Abstract. The aim of the study was to develop a model reference control scheme for complex regulation of combustion. The article deals with optical methods of flame diagnostics with a large number of characteristics of the optical radiation of the flame. The main focus is on secondary air supply. For unknown reasons, the pulverized coal in the boiler is not completely burned. Incomplete combustion degrades the efficiency of the boiler-it degrades the combustion coefficient and leads to significant costs. The scientific novelty lies in the use of artificial neural networks in control algorithms, allowing you to effectively simulate complex processes, which is the process of burning coal dust. The Matlab software environment shows the results of data collection with a split output with different amplitudes. The scheme under consideration takes into account the multi-input and multi-output nature of the combustion process. Using additional information, optical signals based on descriptor vectors for the flame surface area and contour length proved the tracking properties of the system. As a result of using fast optical signals, the speed of object regulation increases and the output signals of the combustion process are stabilized.

Keywords: coal dust, combustion process, diagnostics, controller, control, neural networks.

References

1. Yesmakhanova, L. Upravlenie processom szhiganiya pylevidnogo uglya s ispol'zovaniem peredovyh tekhnologij [Management of the process combustion of pulverized coal using advanced technologies]. – Taraz: Taraz University, 2019 – 100 p. [in Russian].
2. Askarova, A.S., Bolegenova, S.A., Maksimov, V.Yu. Trekhmernoe modelirovanie processov obrazovaniya vrednyh veshchestv pri szhiganii niskosortnyh uglej v kamerah sgoraniya [Three-Dimensional modeling of the formation of harmful substances in the combustion of low-grade coals in combustion chambers]. – Izvestiya NAS RK, - 2010. - no. 6. - PP. 15-18. [in Russian].
3. Askarova, A.S., Bolegenova, S.A., Maksimov, V.Yu., Bekmukhamet, A. Vliyanie razmerov raschetnoj setki na rezul'taty komp'yuternogo modelirovaniya processov teplomassoperenosa v kamerah sgoraniya [Influence of the size of the computational grid on the results of computer modeling of heat and mass transfer processes in combustion chambers] /Materialy 18-oy Vserossijskoj nauchnoj konferencii molodyh uchenyh (VNKSF-18,) [Materials of the 18th all-Russian scientific conference of young scientists (VNKSF-18,)]. - Krasnoyarsk: Publishing house Russia, 2012- PP. 701-702. [in Russian].
4. Novikov, O.N., Artamonov, D.G., Shkarovsky, A.L., Kochergin, M.A., Okatiev, A.N. Energoekologicheskaya optimizaciya szhiganiya topliva v kotlah i pechah regulirovaniem sootnosheniya toplivo-vozduh [Energy-Ecological optimization of fuel combustion in boilers and furnaces by regulating the fuel-air ratio]. - Moscow: Industrial power engineering, 2000. –288 p. [in Russian].