

Бигалиева Альфия Замировнаың бD070400 – «Есептеу техникасы және бағдарламалық қамтамасыз ету» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған «Майда ұнтақтаудың технологиялық процесін саналы түрде басқаруға арналған бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу» диссертациялық жұмысының АҢДАТПАСЫ

Диссертациялық жұмыс турбулентті ұсақтағыштарда зияткерлік басқару жүйесін қолдана отырып, құнды компоненттерді алудың технологиялық процесінің тиімділігін арттыруға арналған.

Зерттеу тақырыбынның өзектілігі

Қазақстанда техногендік қалдықтардың жинақталуы XIX ғасырдың ортасынан басталды және қазіргі уақытта олардың жинақталуы жүріп жатыр.

Түсті металлургияда қолданылатын және кеңінен қолданылатын шлактарды, энергия ресурстарының едәуір шығынын енгізуді және металл алудың төмендігін байыту тәсілдері, сондай-ақ қоршаған ортаны қорғауға қойылатын талаптар бойынша минералдық шикізатты қайта өңдеудің кешенді энергия үнемдеу технологиясының қазіргі заманғы талаптарына сай келмейді.

Қазақстанда кеңінен қолданылатын технологияларға үймелеп шаймалау жатады. Бұл технологиялық процесті қоршаған ортаға ерекше қауіп төндіретіндіктен көптеген елдерде қолдануға тыйым салынады.

Бұл жағдайдан шығудың жолы-механохимия жағдайын қолдана отырып, экологиялық таза технологияны дамыту.

Ұсынылған технологияны жүзеге асыру үшін шикізат базасы шламдар, шлактар, аршылған жыныстар, қалдықтар мен қоймалардағы баланстан тыс кендер түріндегі тарихи және заманауи өнімдер болып табылады. «Қазақмыс» Мыс корпорациясының шарттары үшін мыс кенінің түріне байланысты ілеспе компоненттердің үлесі жиынтық құнында 24% - дан 50% - ға дейін немесе мыс құнын есептемегенде тоннасына 80\$...120\$ ақшалай мәнде құрайды. Техногендік қалдықтарды қайта өңдеу бойынша өз өндірісін ұйымдастырған жағдайда шикізат құны нөлге тең болады. Өндірілген металдың құны өндіріс шығындарын ескере отырып, шамамен бір тоннаға 200\$-250\$ аралығында болады.

Кенді және техногендік шикізаттан металды тікелей алу әдісі өте жұқа ұнтақтаудан тұрады (минералды компоненттің 80...125 микрометрі). Металл және минералды компоненттерді бөле отырып, ұнтақтау ортасын кейіннен Әуе және магниттік жіктеумен.

Барлық технологияларда технологияның барлық кейінгі бағытын анықтайтын негізгі операция - бұл шикізатты жұқа немесе тіпті өте жұқа ұнтақтау.

Осылайша, ұнтақтау сапасын жақсартуды қамтамасыз ететін ұсақ ұнтақтау процесін басқару алгоритмдерін жасау міндеті өзекті болып табылады.

Компьютерлік технологияның дамуы мамандандырылған механикалық құрылғыларды басқару үшін реттегіштерді практикалық қолдану мүмкіндігін анықтайды.

Классикалық реттегіштерді қолдану мәселесі басқару логикасында сарапшының білімі мен тәжірибесіне сүйене отырып, кіріс және шығыс деректерін ұсыну мүмкіндігі әрдайым бола бермейді.

Тиімді шешім-бұл анық емес реттегіштерді жетектерді басқару ретінде пайдалану. Бұлыңғыр реттегіштер тез өзгеретін, күрделі динамикалық процестермен жұмыс істей алады, процесс туралы толық емес және анық емес ақпаратты ескереді.

Басқару «ақылды» болуы керек және қарапайым және арзан аппараттық құралдармен жоғары дәлдікті қамтамасыз етуі керек.

Диссертациялық жұмыс турбулентті ұсақтағыштарда ұнтақтауды интеллектуалды басқару жүйелерін синтездеудің теориясы мен практикалық әдістерін қалыптастырудың нәтижесі болып табылады. Технологиялық процесті басқаруды жүзеге асыру Fuzzy Logic негізіндегі Arduino Mega 2560 микроконтроллерін қолдану арқылы жүзеге асырылды.

Диссертациялық зерттеудің мақсаты – зияткерлік басқару жүйесін қолдана отырып, құнды компоненттерді алудың технологиялық процесінің тиімділігін арттыру.

Зерттеудің міндеттері:

– ұсақтағыштардың архитектуралық ерекшеліктерінің құнды компоненттерді алудың технологиялық процесіне әсерін зерттеу;

– турбулентті ұсақтағыш архитектурасының ерекшеліктерін және зерттелетін ортадағы күрделі сызықты емес термомеханикалық процестерді ескеретін басқару жүйесін әзірлеу;

– интеллектуалды басқару жүйесінің бағдарламалық моделін жасау және сандық модельдеуді жүргізу;

– тәжірибелік-эксперименттік зерттеулер үшін анық емес логиканы қолдана отырып, микроконтроллерлік бағдарламалық-аппараттық кешенді жасау және енгізу.

Зерттеу әдістері

Диссертациялық жұмыста қойылған міндеттер жасанды интеллект технологиялары негізінде шешілді. Классикалық жиынтық теориясы мен формальды логика әдістері қолданылды. Өзірленген алгоритмдерді модельдеу, зерттеу және тексеру, зерттеу және эксперимент жүргізу MatLAB, Fuzzy Logic Toolbox математикалық пакеттерін, Си/Си++ бағдарламалау тілдерін қолдана отырып жүргізілді.

Диссертациялық жұмыста әзірленген теориялық ережелер мен модельдердің жеткіліктілігін тексеру ДК-де компьютерлік модельдеу және эксперименттік стендтерде эксперименттік зерттеулер арқылы жүргізілді.

Келесі нәтижелер қорғауға шығарылады:

– өнеркәсіптік ұсақтағыштардың сәулеттік ерекшеліктерінің құнды компоненттерді алудың технологиялық процесіне әсерін зерттеу нәтижелері;

– интеллектуалды басқару жүйесінің бағдарламалық-аппараттық кешені.

Ғылыми нәтижелері:

– ұсаққыштардың архитектуралық ерекшеліктерінің құнды компоненттерді алудың технологиялық процесіне әсері зерттелді;

– MATLAB ортасында анық емес логика негізінде архитектураның ерекшеліктерін ескеретін ұсақтағышты басқарудың зияткерлік жүйесі әзірленді және оның техникалық-пайдалану сипаттамалары зерттелді;

– тәжірибелік-эксперименттік зерттеулер үшін анық емес логиканы қолдана отырып, микроконтроллерлік бағдарламалық-аппараттық кешен әзірленді және іске асырылды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы:

– тау жынысының турбулентті ұсақтағышын басқарудың зияткерлік жүйесі әзірленді;

– MATLAB ортасында интеллектуалды бағдарламалық кешен жасалды;

– анық емес логиканы қолдана отырып, микроконтроллерлік бағдарламалық-аппараттық кешен енгізілді.

Алынған нәтижелердің тәжірибелік маңыздылығы ұсақтау технологиялық процесін зияткерлік басқарудың бағдарламалық кешенін әзірлеу, сынақтан өткізу және енгізу арқасында ұнтақтау сапасын арттыруды қамтамасыз етуге мүмкіндік туды.

Ізденушінің қосқан жеке үлесі зерттеу міндеттерін қоюға, бастапқы деректерді алуға, диссертациялық жұмыста баяндалған теориялық және эксперименттік зерттеулердің негізгі көлемін жүргізуге, ғылыми жарияланымдар мен ғылыми конференциялардағы баяндамалар түрінде жұмыс нәтижелерін талдау мен ресімдеуге тікелей қатысу болып табылады.

Диссертация нәтижелерінің сыннан (апробация) өтуі:

1 «Компьютерлік және бағдарламалық инженерия» кафедрасының докторанттарының семинарлары.

2 ИТМО Университетінің Компьютерлік Технологиялар және басқару Мегафакультетінің семинары, РФ, Санкт-Петербург, 2019.

3 Жас ғалымдардың VIII Конгресі (Санкт-Петербург, 2019). «Үздік баяндама» номинациясы бойынша диплом.

4 В. Ш. Шухов атындағы БМТУ жас ғалымдарының Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы (Белгород, 2019).

5 «Научная сессия ТУСУР-2020» студенттердің, аспиранттардың және жас ғалымдардың XXV Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы (Томск, 2020).

Жарияланымдар:

– **Scopus ғылымиметрикалық деректер қорына кіретін басылымдардағы шығарылымдар**

1 Вопросы управления процессом тонкого помола в планетарной мельнице // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. – 2020. Т. 16, Вып. 3. –

С. 277-292 (База данных Scopus).

– **ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған ғылыми журналдарда жарияланған мақалалар:**

1 Расчёт степени помола сырья с применением компьютерных технологий ANETR5 на примере планетарной мельницы // Университетінің еңбектері – Труды университета. – 2018. – №4. – С. 139-144.

2 Разработка и моделирование оптимального контроллера LQG для управления процессом помола // Вестник КазННТУ. – 2019. – №6. – С. 526-533.

3 Математическая модель процесса помола в планетарной мельнице // Университетінің еңбектері – Труды университета. – 2020. – №1. – С. 148-153.

4 Построение фильтра Калмана для восстановления недостающей информации о состоянии процесса помола в планетарной мельнице // Университетінің еңбектері – Труды университета. – 2020. – №2. – С. 133-138.

5 Синтез LQG регулятора для интеллектуального управления технологическим процессом тонкого помола // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2020. – №4. – С. 21-27.

– **халықаралық конференциялардың еңбектерінде жарияланған жарияланымдар:**

1 Бигалиева А.З. Расчёт степени помола сырья с применением прикладного программного обеспечения ANETR5 на примере планетарной мельницы. // Технический журнал «Автоматизация. Современные технологии». – 2019. – №2. – С.155-160.

2 Бигалиева А.З., Лисицына Л.С. Интеллектуальные системы управления для неопределённых ситуаций управления // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. - [2019, электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/674>, своб.

3 Бигалиева А.З. Разработка экспертной системы по управлению технологическим процессом на основе нечёткой логики // Сборник докладов «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им.В.Ш.Шухова», г.Белгород. – 2019. – С.2868-2873.

4 Бигалиева А.З. Интеллектуальное управления технологическим процессом тонкого помола // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУРа по материалам XXIV Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР-2019». – 2019. – С.104-106.

5 Атанов С.К., Бигалиева А.З. Интеллектуальное управление технологическим процессом тонкого помола LQR регулятором // Материалы докладов Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления». – 2019. – С.61-63.

6 Бигалиева А.З., Мурых Е.Л. Вопросы управления процессом помола с применением фильтра Калмана // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУРа по материалам XXV Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия

ТУСУР-2020». – 2020. – С.18-21.

7 Бигалиева А.З. Определение значения внутримельничного заполнения шарами и акустический анализ // Материалы Международной научной конференции «Теоретические и прикладные вопросы математики, механики и информатики». – 2019. – С.126-127.

– **авторлық құқық объектісіне мемлекеттік тіркеу туралы куәлік:**

1 Компьютерлік бағдарлама: Интеллектуальное управление технологическим процессом тонкого помола. 27.08.2019 жылғы №5042 авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне мәліметтерді енгізу туралы куәлік.

2 Компьютерлік бағдарлама: Интеллектуальное управление технологическим процессом тонкого помола. 18.02.2021 жылғы № 15286 авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне мәліметтерді енгізу туралы куәлік.

– **енгізу актісі**

«Интеллектуальное управление технологическим процессом тонкого помола» бағдарламалық қамтамасыз етуді енгізу 2 актісі.

Диссертация тақырыбы бойынша жұмыстың негізгі нәтижелерін көрсететін 13 жұмыс, оның ішінде Scopus ғылымиметрикалық деректер базасына кіретін басылымдарда 1 жарияланым, БҒСБК тізбесіндегі журналдарда 5 жарияланым, рецензияланған ресейлік ғылыми журналдарда және халықаралық конференциялардың еңбектерінде 7 жарияланым жарияланды. Диссертация нәтижелерін енгізу туралы 2 акті және авторлық құқық объектілеріне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы екі куәлік бар.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі:

диссертация кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан және әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс көлемі 68 беттен тұрады, 41 сурет, 8 кесте, 3 қосымшаны қамтиды. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 81 атаудан тұрады.

Кіріспеде зерттеудің ғылыми аппараты, зерттеудің өзектілігінің негіздемесі, оның теория мен практикадағы зерделену дәрежесі ұсынылған, Зерттеудің мақсаты, міндеттері, объектісі мен нысанасы айқындалған, жұмыстың ғылыми жаңалығы, теориялық және практикалық маңыздылығы ашылған, зерттеу әдістері айқындалған, қорғауға шығарылатын ережелер, автордың жеке үлесі, жарияланымдар тізімі және жұмыс нәтижелерін апробациялау ұсынылған.

1-бөлім техногендік минералдық түзілімдерді қайта өңдеу проблемасын талдауды қамтиды. Ұнтақтау процесін басқарудың қолданыстағы әдістеріне талдау жасалады. Турбулентті ұсақтағыштың құрылымы мен жұмыс принципі қарастырылады.

2-бөлім ол анық емес ортада зияткерлік жүйелерді құрудың негізгі принциптерін қамтиды. Анық емес Жиындар теориясы. Анық емес логика негізінде реттегіш құрылымын әзірлеу. MATLAB жүйесінде анық емес логиканың құрылымы қарастырылады.

3-бөлім Arduino негізінде ұсақ ұнтақтау технологиялық процесін

басқарудың аппараттық-бағдарламалық кешені қарастырылады.

Қорытындыда зерттеу нәтижелері қорытындыланады, қорғауға шығарылатын ережелердің ақиқатын растайтын және дәлелдейтін негізгі тұжырымдар тұжырымдалады.

Қосымшада зерттеудің практикалық материалдары берілген.

Автор өзінің ғылыми жетекшісі, т.ғ.д., «Компьютерлік және бағдарламалық инженерия» кафедрасының профессоры Атанов Сабыржан Кубейсинович және шетелдік консультант, т.ғ.д., ИТМО Университетінің профессоры Лисицина Любовь Сергеевна зерттеу барысында баға жетпес жұмыс пен кеңес бергені үшін зор алғысын білдіреді.