

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Физика-математикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Физико-математическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3536

№ 1 (2021)
Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ

Физико-математическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ95VPY00029553

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области физики, математики,
механики и информатики

Подписной индекс – 76135

<https://doi.org/10.48081/EOJL7907>

Бас редакторы – главный редактор

Тлеукенов С. К.

доктор ф.-м.н., профессор

Заместитель главного редактора Кумеков С. Е., *к.ф.-м.н., доцент*

Ответственный секретарь Талипов О. М., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Оспанов К. Н., *д.ф.-м.н., профессор*

Кутербекоев К. А., *д.ф.-м.н., профессор*

Ибраев Н. Х., *д.ф.-м.н.*

Ткаченко И. М., *д.ф.-м.н., профессор (Испания)*

Демкин В. П., *д.ф.-м.н., профессор (Россия)*

Qadir Abdul *доктор PhD, профессор (Пакистан)*

Lobiyal D. K. *доктор PhD, профессор (Индия)*

Лапчик М. П. *д.пед.н., профессор (Россия)*

Шокубаева З. Ж., *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

У. Н. Иманбекова¹, А. Н. Иманбекова²

¹Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

²М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

МАТЛАВ ОРТАСЫНДА МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ КЕШЕННІҢ МОДЕЛІНІҢ АЛГОРИТМДІК ҚҰРЫЛЫМЫ

Мақалада металлургиялық кешен моделінің алгоритмдік құрылымының қасиеттері сипатталған. Matlab математикалық пакетін пайдалана отырып, бақылау әрекеттерінің негізгі арналары бойынша модельге флотациялық технологиялық кешеннің статикалық және динамикалық үлгілерін зерттеу жүргізілді. Модельдеу нәтижелері мыс флотация кешенінің кіріс және шығыс мәндерін байланыстыратын графиктер түрінде ұсынылған.

Кілтті сөздер: алгоритм, модельдеу, металлургиялық кешен.

Кіріспе

Түсті металлургия түсті металл кендерін өндіруді, байытуды және түсті металдар мен олардың қорытпаларын балқытуды қамтитын металлургия саласы болып табылады. Сондай-ақ, басқа да ауыр түсті металдар сияқты – мыс металлургиясы отандық түсті металлургияның жетекші буыны болып табылады. Мыс мөлшері екі жолмен алынады: стандартты пирометаллургиялық әдіспен және гидрометаллургиялық әдіспен [1–5].

Мыс өндірісінде пирометаллургиялық әдістер, соның ішінде электр балқыту әдісін қолдану кеңінен қолданылады. Кез-келген металлургиялық өндірістің міндеті-өңделген шикізаттан металдарды бос металл күйінде немесе химиялық қосылыс түрінде алу болып табылады. Практикалық жағдайда бұл міндет бос жыныстың компоненттерін шикізаттың құнды компоненттерінен бөлуді қамтамасыз ететін арнайы металлургиялық процестердің көмегімен шешіледі [6–8].

Кендерден, концентраттардан немесе құрамында металл бар шикізаттың басқа түрлерінен металл өндіру өте қиын міндет болып табылады, яғни мыс кендері үшін айтарлықтай күрделі болып келеді, әдетте, салыстырмалы түрде нашар және құрамы бойынша күрделі полиметалл шикізаты болып

табылады. Мұндай шикізатты металлургиялық тәсілдермен қайта өңдеу кезінде негізгі металды алумен бір мезгілде тауар өнімдеріне барлық басқа да бағалы компоненттердің кешенді бөлінуін қамтамасыз ету қажет [9–10].

Кез-келген металлургиялық процестің негізінде өңделген шикізатты құрамы мен физикалық қасиеттері бойынша, яғни екі, үш және кейде одан да көп фазалардан тұратын гетерогенді жүйеге ауыстыру принципі бойынша бір-бірінен ерекшелену керек. Бұл жағдайда фазалардың бірі алынатын металмен байытылып, қоспалармен сарқылуы керек, ал басқа фазалар, керісінше, негізгі компоненттермен сарқылуы керек. Осындай процестердің бірі – балқыту болып табылады.

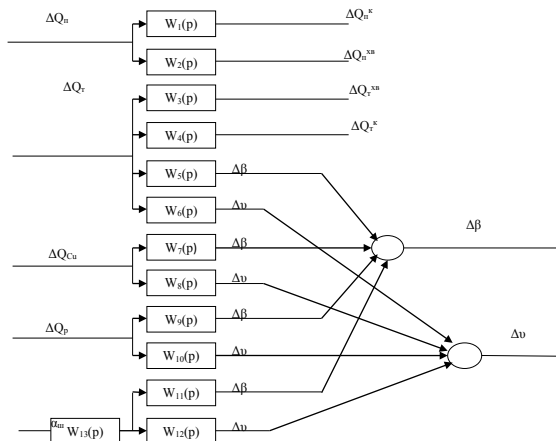
Кенді термиялық пештерде электрмен балқытудың қолданыстағы технологиясы жоғары емес техникалық-экономикалық көрсеткіштерімен, қолайсыз экологиялық жағдайымен, пештерге қызмет көрсетудегі қиындықтарымен сипатталады.

Шихта әдетте пирометаллургиялық немесе басқа жоғары температуралық процестерде қолданылатын бастапқы қоспалар болып табылады. Металлургиялық шитаның құрамына әдетте бастапқы немесе байытылған кен шикізаты, ағынды және айналым материалдары бар шикізат кіреді. Қара металлургиядағы шихталарда (мысалы, домна процесінде) көбінесе отын болады, ал түсті металлургияда шихталарда әдетте отын болмайды [2].

Теориялық зерттеу әдісі ретінде, әдетте, компьютерлік модельдеу қолданылады. Қабатты металлургиялық қондырғылардағы жылу-масса алмасу процестерін модельдеуге, атап айтқанда, көптеген жұмыстар агломерация процесіне арналған. Өкінішке орай, бұл модельдер толығымен берілмеген, компьютерлік модельдер жоқ, сондықтан оларды нақты жағдайларда агломерация технологиясын зерттеу және жетілдіру үшін, сондай-ақ оқу процесінде қолдану мүмкін емес.

Материалдар мен әдістер

Қазіргі уақытта жүйелік тәсіл тұрғысынан күрделі технологиялық процестерді қарастыру және зерттеу үрдісі байқалады. Бұл жағдайда процесс өзара байланысты және өзара әрекеттесетін элементтерден тұратын жүйе ретінде ұсынылады. Модельдің алгоритмдік құрылымы (1-сурет) көрсетілген.



Сурет 1 – Модельдің алгоритмдік құрылымы

Осы кендерден алынатын мыс концентраттары жоғары дисперсиялығымен сипатталады және олар металлургиялық өндіріс үшін қолайсыз болып келеді, өйткені пештерге тиелген кезде шаң шығару 42 %-ды құрайды. Жоғары шандану, шығатын газдардың температурасы және шанның күрделі фазалық құрамы газ құбырларында қиын жойылатын шөгінділердің пайда болу себептері болып табылады. Мыс концентраттарын өндіру кезінде жону – технологиялық қол жетімді, экономикалық және экологиялық таза болып табылады [3].

Бұл процестердің жылдамдығы шихта компоненттерінің физика-химиялық қасиеттеріне, температурасына, масса мен жылу алмасудың қарқындылығына байланысты, ал агрегаттардың өнімділігі тұтастай алғанда қарапайым сатылардың ең баяу аяқталу жылдамдығымен анықталады. Металлургиялық өңдеуге құрамында металл бар материал емес, әр түрлі руда шикізатының айналымдары бар ағындары бар коспасы кіреді. Шетелдік агломераттың жоғары сапасына агло-шикізатты жақсы дайындау және орташалау, бітеу, жүктеу, бақылау мен процесті басқаруды автоматтандыру және т. б. қол жеткізіледі.

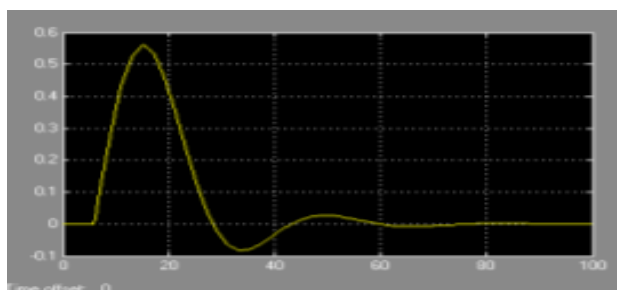
Автогендік процестердің тез дамуына байланысты полиметалл кендерінің құнды компоненттерінің әрекеті туралы теориялық, технологиялық және экономикалық мәліметтер жетіспейді, бұл шикізатты қолданудың күрделілігін арттыру тұрғысынан процестерді бағалауды қиындатады. Жаңа тиімді процестерді әзірлеу және енгізу химизмді және реакциялардың механизмін, алынған балқымалардың құрылымы мен қасиеттерін, бу қысымын және негізгі және ілеспе элементтердің белсенділігін терең білуді қажет етеді. Түсті металлургия шикізатын кешенді пайдалану мәселесін шешу пирометаллургиялық процестердің басқарылатын параметрлерінің

кең ауқымында ілеспе компоненттердің сипаттамаларын жүйелі зерттеумен де байланысты [4].

Басқару тиімділігінің негізгі өлшемдері технологиялық тәртіп пен еңбек өнімділігін арттыру, өнім сапасын жақсарту, материалдық ресурстарды үнемдеу, өнімнің өзіндік құнын төмендету, еңбек жағдайлары мен өндіріс мәдениетін жақсарту болып табылады.

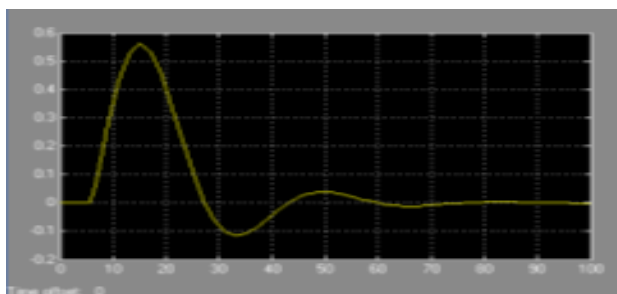
Нәтижелер мен талқылаулар

Өтпелі үдерістегі қайта реттеу шамасы 25 %-ға сәйкес келмейді. Бұл реттеушінің баптау параметрлері кідіріспен бірінші ретті статикалық сілтемеге сәйкес келетін объектінің жуық өтпелі сипаттамасымен анықталғанына байланысты (2 – сурет).



Сурет 2 – Арна бойынша үдеу сипаттамасы

Сандық модельдеу арқылы өтпелі процестің қажетті сипатын қамтамасыз ететін реттегіштің оңтайлы параметрлері $k_{p1} = 1.4$; $T_{и1} = 8.8$ с. Реттегіштің оңтайлы баптау параметрлері (3 – сурет) көрсетілген.



Сурет 3 – Реттегіштің оңтайлы баптау параметрлері

Қорытынды

Қорыта айтсақ, мақалада мысты балқыту кезіндегі, қатты отынның жануы, әктас диссоциациясы, балқу және кристалдану процестері мен

зандылықтарын ескеретін агломерацияланған қабаттағы процестердің кешенді динамикалық моделін жасау нәтижелері келтірілген. Модельді әзірлеу кезінде жүйелік тәсіл қолданылды.

Пайдаланған деректер тізімі

1 **Frohling, M., Rentz, A. A.** Case study on raw material blending for the recycling of ferrous wastes in a blast furnace // Journal of Cleaner Production, Volume 18, Issue 2, 2010. – P. 161–173 (2010).

2 **Gui, W., Wang, L., Yang, X., Peng, X.** Intelligent prediction model of matte grade in copper flash smelting process // Transaction of Nonferrous Metals Society of China, Volume 17, Issue 5, 2007. – P. 1075–1081.

3 **Koshymbaev, Sh., Shegebaeva, Zh.** Waldemar Wójcik // Definition of the objects of multivariable control of technological process of smelting industry on the basis of optimization model. IAPGOŚ 1/2014 ISSN 2083-0157 Informatyka Automatyka Pomiary w Gospodarce I OCHRONIE SRODOWISKA. Informatics Control Measurement in Economy and Environment Protection. Poland, Lublin, 2014. – P. 18.

4 **Schlesinger, E. M., King, M. J., Sole, K. C., Davenport, W. G.** Matte Smelting Fundamentals. Extractive Metallurgy of Copper, 06 (2011), 73–88.

5 **Imanbekova, U. N., Hotra, O. Z., Koshimbayev, S. K., Popiel, P., Tanas, J.** Optimal control of blending and melting of copper concentrates. Proceedings of SPIE. Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, 09 (2015), 9662–9679.

6 **Koshymbaev, S., Shegebaeva, Z., Wójcik, W.** Definition of the objects of multivariable control of technological process of smelting industry on the basis of optimization model. IAPGOŚ, 1 (2014), 18–20.

7 **Eksteen, J. J.** A mechanistic model to predict matte temperatures during the smelting of UG2-rich blends of platinum group metal concentrates. Minerals Engineering, (7) 2011, Issue 24, 676–687.

8 **Istadi, I., Bindar, Y.** Improved cooler design of electric arc furnace refractory in mining industry using thermal analysis modeling and simulation. Applied Thermal Engineering, 01 (2014), 1127–1138.

9 **Kim, B. S., Jo, S. K., Shin, D., Lee, J. Ch., Jeong, S. B.** A physico-chemical separation process for upgrading iron from waste copper slag. International Journal of Mineral Processing, 14 (2013), Issue 124, 124–127.

10 **Song, C., Hu, K., Li, P.** «Modeling and Scheduling Optimization for Bulk Ore Blending Process». Journal of Iron and Steel Research International 19, 20–28 (2012).

Алгоритмическая структура модели металлургического комплекса в среде MATLAB

¹Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева,
Республика Казахстан, г. Алматы.

²Таразский региональный университет имени М. Х. Дулати,
Республика Казахстан, г. Тараз.
Материал поступил в редакцию 19.03.21.

U. N. Imanbekova¹, A. N. Imanbekova²

Algorithmic structure of the metallurgical complex model in the MATLAB environment

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications
named after G. Daukeev,
Republic of Kazakhstan, Almaty;

²Taraz Regional University named after M. H. Dulati,
Republic of Kazakhstan, Taraz.
Material received on 19.03.21.

В статье описаны свойства алгоритмической структуры модели металлургического комплекса. Проведено исследование статических и динамических моделей флотационного технологического комплекса модели по основным каналам контрольных действий с использованием математического пакета Matlab. Результаты моделирования представлены в виде графиков, связывающих входные и выходные значения медно-флотационного комплекса.

Ключевые слова: алгоритм, моделирование, металлургический комплекс.

The article describes the properties of the algorithmic structure of the metallurgical complex model. The study of static and dynamic models of the flotation technological complex on the main channels of control actions using the mathematical package Matlab is carried out. The simulation results are presented in the form of graphs linking the input and output values of the copper-flotation complex.

Keywords: algorithm, modeling, metallurgical complex.

Теруге 19.03.2021 ж. жіберілді. Басуға 29.03.2021 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

7,04 Mb RAM

Шартты баспа табағы 8,0. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3743

Сдано в набор 19.03.2021 г. Подписано в печать 29.03.2021 г.

Электронное издание

7,04 Mb RAM

Усл.печ.л. 8,0. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Шукурбаева

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3743

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университеті» ҚеАҚ

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университеті» ҚеАҚ

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz