

ӘОЖ 669.051

А.Г. Калиакпаров, техникалық ғылымдарының докторы, профессор

А.А. Каменов

Инновациялық Еуразия университеті (Павлодар қ.)

E-mail: almatkame@gmail.com

Ферроқорытпа газын пайдалану кезіндегі әктің шығуы және күйдіру ұзақтығы

Андапта. Әктің шығуын бағалау ферроқорытпа газын пайдаланудың үш нұсқасы үшін орындалған: газдың физикалық жылуын пайдалану кезінде; газдың химиялық энергиясын пайдалану және газдан тазартудан кейін реакторды орналастыру кезінде; газдың физикалық жылуы мен химиялық энергиясын бірлесіп пайдалану кезінде.

Әктің күтілетін шығуын есептеу нәтижесінде әк өндіру үшін ферроқорытпа газын пайдалану Болат өндірісіндегі әктің тапшылығын толық қамтамасыз ете алады немесе кем дегенде орнын толтыра алады.

Әктасты ферроқорытпа газбен күйдіру технологиясы газдың қабаттан шығуына сәйкес және олардың үрлеуаралық кезеңдердің паузаларымен кезектестігін қамтитын Болат балқытумен синхрондалған цикл түрінде ұсынылады. Теориялық талдау нәтижесінде алынған күйдірудің алдын ала технологиялық сипаттамалары одан әрі эксперименттік-теориялық зерттеулер үшін қолданылды.

Түйінді сөздер: әктас, ферроқорытпа газ, жылу, шахталық пеш, температура, энергияны үнемдеу.

Әктасты күйдіру үшін ферроқорытпа газын пайдалану ферроқорытпа өндірісін әкпен қамтамасыз ете алады, сондай-ақ атмосфераға шығарылатын газ мөлшерін азайтуға көмектеседі.

Қабаттағы жылу алмасу қарқындылығын және кесектегі диссоциация кинетикасын ескере отырып, күйдірудің жылу және материалдық теңгерімдері негізінде орындалған процесті талдау әктасты ферроқорытпа газбен күйдіру технологиясы газдың пештен шығуына сәйкес қабаттың бірқатар үрлеу және оларды үрлеу аралық кезеңдердің паузаларымен кезектестіру кіретін ферроқорытпаларды балқытумен синхрондалған цикл түрінде ұсынылғанын көрсетті.

Әктасты ферроқорытпа газбен күйдіру екі мәселені – өндірісті қара металлургия кәсіпорындары тапшы әкпен қамтамасыз ету және ферроқорытпа газының энергетикалық әлеуетін неғұрлым тиімді (қазіргі жай-күймен салыстырғанда) пайдалану үшін алғышарттар жасайды.

Бұл жұмыстың міндетіне: әктің шығуын және ферроқорытпа газын пайдалану кезінде күйдіру ұзақтығын бағалау кірді.

Әк жаңа күйдірілген, белсенді, күкірт пен фосфордың ең аз мөлшері (0,1 %-ға дейін) болуы және жоғары флюстеу қабілеті ($\text{SiO}_2 < 3\%$) болуы тиіс. Әк кесектерінің оңтайлы өлшемдері 10÷30 мм құрайды.

Әктің шығуы әктің сапасына, шихтаның құрамына байланысты, сондай-ақ балқытудың нақты технологиялық жағдайларымен және қождың берілген негізділігімен анықталады.

Сондай-ақ, алынатын әктің сапасы да жеткіліксіз болып табылады, ол өндіріс үшін қолданылатын күйдіру пештерінің түріне байланысты.

Әктасты күйдіру өте қуатты процесс. Газды шахталық пештерде 1 т әктас өндіруге 140÷210 кг шартты отын, айналмалы пештерде – 220÷320 кг, қайнайтын қабаттағы пештерде – 170÷200 кг жұмсалады, бұл қара металлургиядағы отынның белгілі тұтынушысы әк-күйдіру өндірісін жасайды.

Қалыптасқан жағдайда әктасты күйдіру үшін ферроқорытпа газын пайдаланудың экономикалық маңызы анық. Ферроқорытпа газының жылуын пайдалана отырып әк өндіру саланың отын-энергетикалық ресурстарын айтарлықтай үнемдеу кезінде әктің тапшылығын жабу үшін алғышарттар жасайды.

Әктасты күйдіру үшін ферроқорытпа газын пайдалану тиімділігін негіздеу бірінші кезекте әктің күтілетін шығуын анықтауды талап етеді, оның негізінде процесті әзірлеудің орындылығы туралы айтуға болады. Әктің шығуын бағалау ферроқорытпа газын пайдаланудың үш нұсқасы үшін орындалған:

- физикалық жылуды пайдалану кезінде;
- химиялық энергияны пайдалану және газдан тазартудан кейін реакторды орналастыру кезінде;
- физикалық жылу мен химиялық газ энергиясын бірлесіп пайдалану кезінде

Процестің жылу балансының теңдеуінен алынған әктің (1 т ферроқорытпа) күтілетін шығуын анықтауға арналған өрнек келесі түрге ие:

$$m = \frac{Q_{\text{кг}} \eta_{\text{об}}}{[c_{\text{изв}} t_{\text{д}} + q_{\text{а}} m_{\text{CaCO}_3} \varepsilon + (c_{\text{изв}} t_{\text{об}} - c_{\text{изв}} t_{\text{д}}) \cdot (1 - 0,44 m_{\text{CaCO}_3} \varepsilon)] k_{\text{изв}}} \quad (1)$$

мұндағы Q кг – 1 т болат есебінде ферроқорытпа газының жылуы;

$\eta_{об}$ – күйдірудің пайдалы әсерінің жылу коэффициенті;

$c_{изв}, c_{изв}$ – әктас пен әктің жылу сыйымдылығы[4];

t_d – [1] келтірілген формула бойынша есептелген әктас диссоциациясының температурасы];

q_d – 1 кг $CaCO_3$ диссоциацияға жылу шығыны [6];

m_{CaCO_3} – әктасдағы $CaCO_3$ массалық үлесі

ε – күйдіру дәрежесі;

$t_{об}$ – 1000÷1300 °C аралығында қабылданған күйдіру температурасы;

0,44 – әктас диссоциациясы реакциясындағы CO_2 молекулалық массасының үлесі;

$k_{изв}$ – 1 кг әк алу үшін әктастың шығыс коэффициенті.

Бөлшектің бөлімі (1) 1 кг әк алуға жылу шығынын анықтайды және мыналарды: әктас қызуының жылуын диссоциация температурасына дейін, $CaCO_3$ диссоциация жылуын және диссоциация температурасынан күйдіру температурасына дейін әктас қызуының жылуын ескереді.

Q кг феррокорытпа газының жылуы газды пайдалану нұсқасына байланысты анықталады: газдың физикалық жылуын пайдалану кезінде:

$$Q_{кгф} = c_{кг} t_{кг} v_{кг}^{y_2}$$

газдың химиялық жылуын пайдалану кезінде:

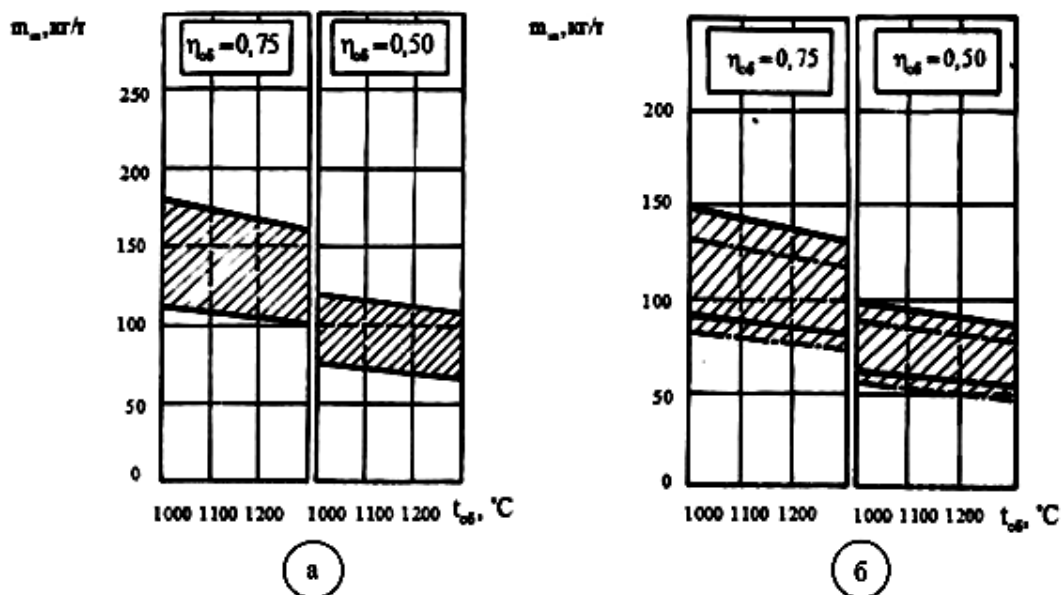
$$Q_{кгх} = Q_H^p v_{кг}^{y_2}$$

газдың физикалық және химиялық жылуын бірлесіп пайдалану кезінде:

$$Q_{кг\Sigma} = (Q_H^p + C_{кг} t_{кг}) v_{кг}^{y_2}$$

Әктің шығуына әсер ететін күйдіру кезінде феррокорытпа газының жылуын пайдалану тиімділігі күйдіру пешінің түрі мен модификациясына байланысты көлемі кең шектерде (0,50÷0,75) өзгертін жылу ПӘК арқылы есепке алынды.

1 және 2 суретте ұсынылған әктің күтілетін шығуын есептеу нәтижесінен, әк өндіру үшін феррокорытпа газын пайдалану әк тапшылығын толық қамтамасыз ете алады немесе кем дегенде орнын толтыра алады деген шешімге келуге болады. 1 және 2 сур. жоғарғы тұтас сызықтар феррокорытпа газының үлес шығуы 80 м³/т кезінде; төменгі – 50 м³/т феррокорытпа, 1-суреттегі штрихпунктрлік сызықтар ауаның сорылуын есепке алынған.

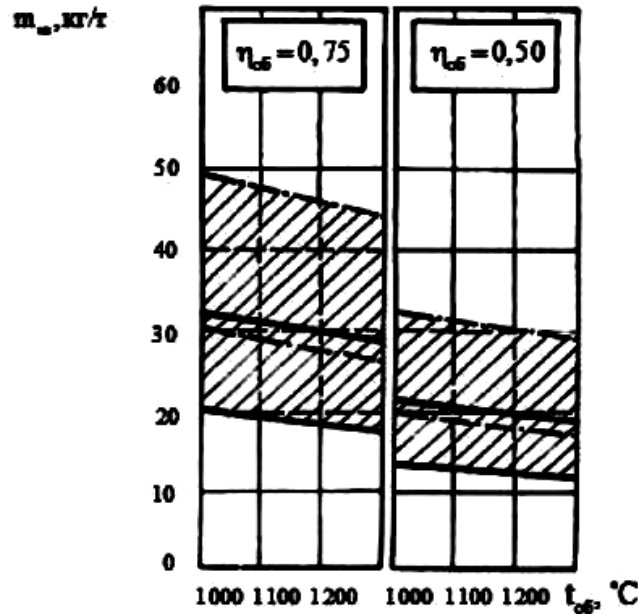


1 сурет – Феррокорытпа газының физикалық (а) және химиялық (б) жылуын пайдалану кезінде әктің шығуы.

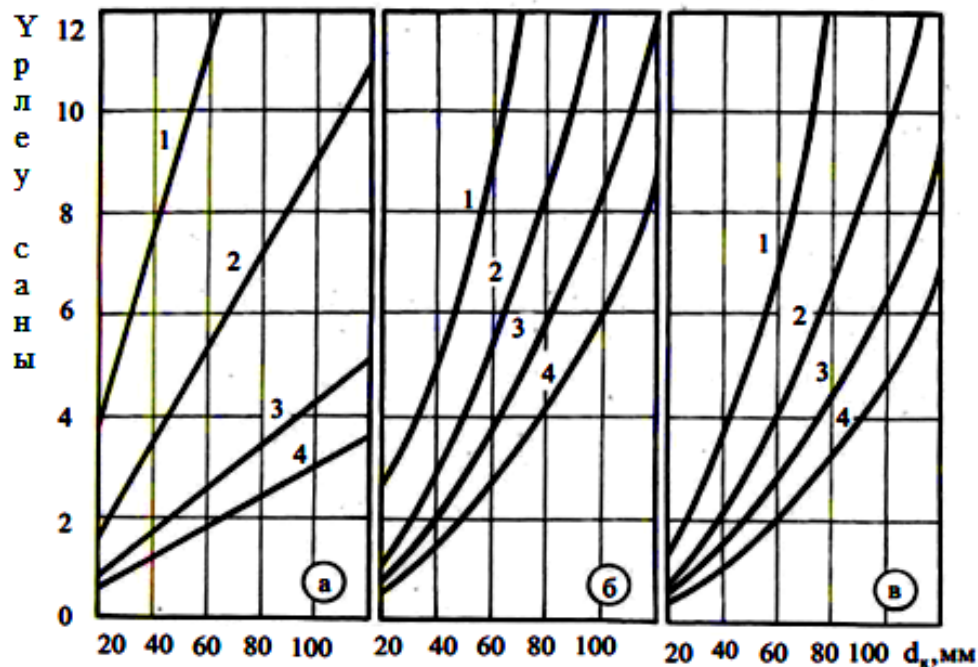
Феррокорытпа газын бұру кезіндегі ауа сорғыштары газдың жану жылуының азаюы салдарынан газдың химиялық энергиясын пайдалана отырып әктің шығуын төмендетеді және газдың физикалық

жылуын пайдалану кезінде газдың ішінара жағуынан жылудың қосымша бөлінуі есебінен әктің шығуын арттырады.

3 суреттегі күйдіру ұзақтығын бағалау нәтижелері, белгілі эксперименталды деректер мен теориялық тәуелділіктерді пайдалану арқылы алынған, әр түрлі температура мен әктас бөлшектерінің өлшемдерінде күйдіру уақытын есептеуге мүмкіндік береді. Күйдіру уақыты тоб 15 минуттық үрлеу санына қайта есептелген типр.



2 сурет – Ферроқорытпа газының физикалық және химиялық жылуын бірлесіп пайдаланған кезде әктің шығуы



3 сурет – Күйдіру уақытының (үрлеу санының) әктас кесектерінің диаметріне және күйдіру температурасына тәуелділігі: 1 – күйдіру температурасы 1000 °C, 2 – 1100 °C; 3 – 1200 °C; 4 – 1300 °C; а – [2] жұмыс мәліметтері бойынша, б – [3] жұмыста келтірілген формула бойынша, в – [1] келтірілген формула бойынша

Күйдіру уақытының әртүрлі тәсілдерінде алшақтығына және ірі кесектерді күйдіру уақытының көп ұзақтығына қарамастан, әктас кесектерін күйдіру кезінде оңтайлы гранулометриялық құрамды әктас

алуды қамтамасыз ететін мөлшерлері бар (10÷30 мм), күйдіру ұзақтығы жеткілікті шектеулі және циклдік процесті ұйымдастыруға әбден жол береді. Газды мерзімді беру шамадан тыс кетуді жоятын және үздіксіз берілумен салыстырғанда неғұрлым белсенді әкті алуға ықпал ететін оң фактор болуы мүмкін.

Газ беру арасындағы кідірісте әктас кесектеріндегі температура қайта бөлінеді. Кесектердің неғұрлым қыздырылған беттік бөлігі жылууды жылу өткізу жолымен олардың орталық бөлігіне береді. Нәтижесінде келесі Үрлеудің басында кесек беті мен газ арасындағы температура градиенті үстіңгі қабаттың температурасының төмендеуі есебінен жоғарылайды, бұл Үрлеу кезінде жылу алмасудың қарқындылығын арттырады және сонымен бірге кесектердің сыртқы бөлігін қызған күйде ұзақ ұстап тұруға болмайды, бұл әктің реакциялық қабілетін арттырады.

Осылайша, әктасты күйдіру үшін феррокорыпта газын пайдалану идеясы оны іске асырудың орындылығын көрсететін айтарлықтай салмақты энергетикалық және технологиялық алғышарттарға ие. Бұл ретте әк тапшылығын бөгде отынның қосымша шығынынсыз жабу мүмкіндігімен қатар.

ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Табунщиков Н.П. Производство извести. – М.: Химия, 1974. – 239 с.: ил.
- 2 Монастырев А.В., Александров А.В. Печи для производства извести: справочник. – М.: Металлургия, 1979. – 232 с.: ил.
- 3 Катаев Б.И., Ярошенко Ю.Г., Лазарев Б.Л. Теплообмен в доменной печи. – М.: Металлургия, 1968. – 355 с.
- 4 Теплофизические свойства топлив и шихтовых материалов черной металлургии: справочник. В.М. Бабошин, Е.А. Кричевцов, В.М. Абзалов, Я.М. Щелоков. – М.: Металлургия, 1982. – 152 с.
- 5 Ростовцев С.Т. Теория металлургических процессов. – М.: Металлургиздат, 1956. – 515 с.

REFERENCES

- 1 Tabunshchikov N.P. Proizvodstvo izvesti. – M.: Himiya, 1974. – 239 s.: il.
- 2 Monastyrev A.V., Aleksandrov A. V. Pechi dlya proizvodstva izvesti: spravochnik. – M.: Metallurgiya, 1979. – 232 s.: il.
- 3 Kataev B.I., YAroshenko Yu.G., Lazarev B.L. Teploobmen v domennoj pechi. – M.: Metallurgiya, 1968. – 355 s.
- 4 Teplofizicheskie svoystva topliv i shihtovyh materialov chernoj metallurgii: spravochnik. V.M. Baboshin, E.A. Krichevcov, V.M. Abzalov, YA.M. SHChelokov. – M.: Metallurgiya, 1982. – 152 s.
- 5 Rostovcev S.T. Teoriya metallurgicheskikh processov. – M.: Metallurgizdat, 1956. – 515 s.

РЕЗЮМЕ

А.Г. Калиакпаров, доктор технических наук, профессор

А.А. Каменов

Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар)

Выход извести и продолжительность обжига при использовании ферросплавного газа

Оценка выхода извести выполнена для трех вариантов использования ферросплавного газа: при использовании физической теплоты газа; при использовании химической энергии газа и размещении реактора после газоочистки; при совместном использовании физической теплоты и химической энергии газа.

В результате расчета ожидаемого выхода извести установлено, что использование ферросплавного газа для производства извести может полностью обеспечить или, по крайней мере, компенсировать дефицит извести в производстве стали.

Технология обжига известняка ферросплавным газом представляется в виде синхронизированного с выплавкой стали цикла, включающего в соответствии с выходом газа из слоя и чередование их с паузами межпродувочных периодов. Полученные в результате теоретического анализа предварительные технологические характеристики обжига использованы для дальнейших экспериментально-теоретических исследований.

Ключевые слова: *известняк, ферросплавный газ, тепло, шахтная печь, температура, энергосбережение*

RESUME

A.G. Kaliakparov, *doctor of Technical Science, Professor*

A.A. Kamenov

Innovative University of Eurasia (Pavlodar)

Lime yield and roasting time using ferroalloy gas

Evaluation of the output of lime is made for three options for the use of Ferroalloy gas: when you use the physical heat of the gas; when using the chemical energy of the gas and the location of the reactor after scrubbing; when sharing of sensible heat and chemical energy of the gas.

As a result of the calculation of the expected yield of lime, it was found that the use of Ferroalloy gas for the production of lime can fully provide or at least compensate for the deficit of lime in the production of steel.

The technology of calcination of limestone with Ferroalloy gas is presented in the form of a cycle synchronized with the smelting of steel, including, in accordance with the gas outlet from the layer and their alternation with pauses of inter-blowing periods. The preliminary technological characteristics of firing obtained as a result of theoretical analysis are used for further experimental and theoretical studies.

Key words: *limestone, Ferroalloy gas, heat, mine furnace, temperature, energy saving*