

ACCOUNTING OF DEFORMATION HEATING DURING COLD ROLLING OF TUBES

Orlov G.A., Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Chair “Metal Forming” (gorl@mail.ru)

Orlov A.G., Student

Ural Federal University named after the first President of Russia
B.N. Yeltsin (19, Mira str., Ekaterinburg, 620002, Russia)

Abstract. The authors proposed a method of quantitative estimation of heating temperature during cold rolling of tubes with specified performance. The formula for calculating the deformation heating is described resulting from the law of energy conservation during plastic deformation. As a result the authors showed an example of using the proposed formulas for evaluating the reduction effort rolling along a certain route. The possibility of intensification of rolling process by temperature heating is described.

Keywords: cold rolling of tubes, deformation heating, rolling force.

REFERENCES

1. Tikhonov A.S. *Elementy fiziko-khimicheskoi teorii deformiruemyykh splavov* [Elements of physical and chemical

theory of wrought alloys]. Moscow: Nauka, 1972. 158 p. (In Russ.).

2. Shevakin Yu. F. *Kalibrovka i usiliya pri kholodnoi prokatke trub* [Calibration and effort during pipe cold rolling]. Moscow: Metallurgizdat, 1963. 269 p. (In Russ.).

3. Orlov G.A. Engineering assessment of plastic metal working. *Izvestiya VUZov. Chernaya metallurgiya = Izvestiya – Ferrous Metallurgy*. 2013, no. 3, pp. 11–14. (In Russ.).

4. Bogatov A.A., Mizhiritskii O.I., Smirnov S.V. *Resurs plastichnosti metallov pri obrabotke davleniem* [Resource plasticity of metals in processing of metals by pressure]. Moscow: Metallurgiya, 1984. 144 p. (In Russ.).

5. Migachev B.A., Potapov A.I. *Plastichnost' instrumental'nykh stalei (spravochnik)* [Plasticity of tool steels]. Moscow: Metallurgiya, 1980. 88 p. (In Russ.).

6. Nemzer G.G. *Tekhnologiya kuznechno-shtampovochного proizvodstva* [Technology of forging and stamping production]. Leningrad: Mashinostroenie, 1988. 320 p. (In Russ.).

Received August 18, 2014

УДК.669.041

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ОБЖИГА ИЗВЕСТНЯКА ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ИЗВЕСТИ

Ансимов А.А., аспирант кафедры «Металлургия и металловедение» (ansimow@yandex.ru)

Меркер Э.Э., д.т.н., профессор кафедры «Металлургия и металловедение»

Старооскольский технологический институт, филиал НИТУ МИСиС
(309516, Россия, Белгородская обл., г. Старый Оскол, микрорайон Макаренко, д. 42)

Аннотация. Экспериментально в лабораторных и производственных условиях установлено влияние температурного режима во вращающейся печи на показатели качества извести и ее влияние на шлаковый режим при электроплавке стали в дуговой печи.

Ключевые слова: вращающаяся печь, режим обжига, известь, известняк, температура, шлакообразование.

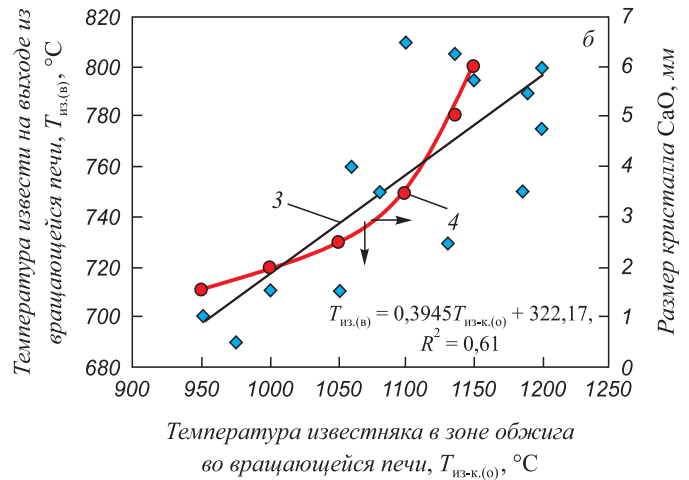
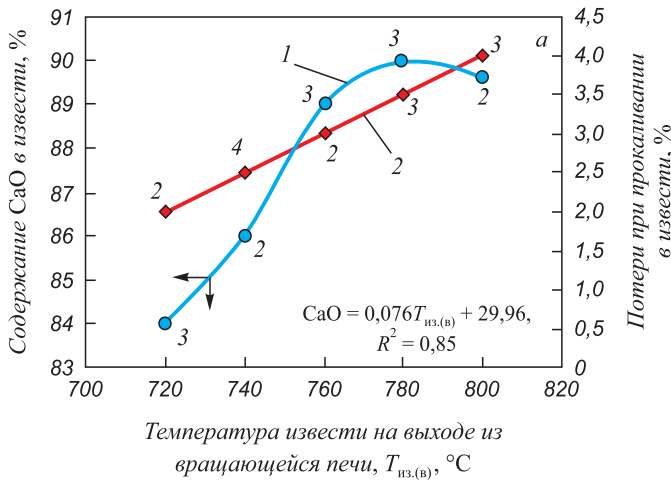
Целью работы является анализ влияния температурного режима обжига известняка во вращающейся печи на показатели качества промышленной извести, используемой в сталеплавильном производстве.

Режим обжига известняка во вращающейся печи для производства качественной извести [1, 2] должен обеспечивать требуемую производительность агрегата, пониженный удельный расхода тепла и рациональный предел конечной температуры извести на выходе из печи $T_{из(в)}$, °С при входе ее в холодильник агрегата [3].

На основе анализа данных работы вращающихся печей обжига известняка в цехе обжига извести Старооскольского электрометаллургического комбината и по данным лабораторных исследований установлен характер влияния параметров температурного режима в агрегате на показатели качества извести. Влия-

ние температуры извести на выходе из вращающейся печи на содержание CaO в извести (см. рисунок, а, кривая 1) свидетельствует о достижении экстремума (более 90 %) при температуре извести на выходе из вращающейся печи, равной около 780 – 800 °С при допустимых потерях при прокаливании в извести около 4 %. (см. рисунок, а, линия 2). При этом установлено влияние температуры обжига известняка $T_{из-к(о)}$, °С на размеры кристаллов CaO после обжига материала (см. рисунок, б, кривая 4).

По результатам обработки данных установлена тесная корреляционная зависимость (см. рисунок, б, линия 3), указывающая на достоверность и взаимосвязь температуры извести на выходе из вращающейся печи и температуры известняка в зоне обжига агрегата. Анализ данных тепловой работы вращающихся печей обжига



Зависимость содержания СаО (1) и потерь при прокаливании в извести (2) от ее температуры на выходе из вращающейся печи (а) и влияние температуры известняка в зоне обжига печи на температуру извести на выходе из вращающейся печи (3) и размер кристаллов СаО (4), (б)

известняка [3] указывает на необходимость определения температуры известняка в зоне обжига во вращающейся печи. В работе получена критериальная зависимость $\frac{T_{из-к(о)}}{T_{эф.}} = B_0 W^{-1,73}$, где $T_{эф.}$ – эффективная (усредненная)

температура газового потока факела над поверхностью известняка в зоне обжига печи, B_0 – критерий Больцмана, W – критерий, характеризующий соотношение между падением температуры в конце факела газа и подъемом температуры материала при противотоке в печи вследствие влияния экзотермических реакций в потоке известняка. Таким образом, определив $T_{из-к(о)}$, находим затем $T_{из(в)}$, что позволяет осуществлять контроль содержания СаО в извести (см. рисунок, а).

Определение оптимального расхода извести в дуговую печь при электроплавке металлизированных окатышей осуществляли, исходя из накапливающейся массы шлака ($G_{шл}$, кг) с учетом образующегося (FeO) по формуле:

$$G_{шл} = G_{шл(0)} + \left(V_{ок} \frac{B}{100} + V_{(FeO)} + V_{изв} \right) (\tau - \tau_0), \quad (1)$$

где $G_{шл(0)}$ – количество шлака в печи в момент начала (τ_0 , с) подачи окатышей в ванну, кг; $V_{ок}$ – расход окатышей, кг/с; B – содержание пустой породы в окатышах (СаО и SiO₂), %; $V_{(FeO)}$ – суммарная скорость образования (FeO) в шлаке, кг/с; $V_{изв}$ – скорость подачи извести в печь, кг/с; τ_0 и τ – начальное и текущее время по ходу плавки, с.

По ходу плавки окатышей необходимо поддерживать оптимальный уровень основности шлака (СаО/SiO₂), подавая в печь соответствующее количество извести. Для расчета из выражения (1) распишем массы СаО и SiO₂ в следующем виде:

$$CaO = (CaO)_0 + \left(V_{ок} \frac{CaO_{ок}}{100} + V_{изв} \right) (\tau - \tau_0); \quad (2)$$

$$SiO_2 = (SiO_2)_0 + \left(V_{ок} \frac{(SiO_2)_{ок}}{100} + V_{изв} \right) (\tau - \tau_0), \quad (3)$$

где $CaO_{ок}$ и $(SiO_2)_{ок}$ – содержание этих оксидов в окатышах, кг; CaO_0 и $(SiO_2)_0$ – начальная масса этих оксидов в шлаке перед подачей окатышей в печь, кг.

Тогда из выражений (2) и (3) получим оптимальную скорость подачи извести в дуговую печь по ходу электроплавки окатышей:

$$V_{изв(опт)} = (B(SiO_2)_{ок} - CaO_{ок}) \frac{V_{ок}}{100} + \frac{B(SiO_2)_0 - (CaO)_0}{\tau - \tau_0}. \quad (4)$$

Таким образом, осуществляя оптимальный расход извести в ванну дуговой печи, по выражению (4) представляется возможным не только экономить известь при электроплавке окатышей, но при этом интенсифицируется также процесс шлакообразования, ускоряются процессы десульфурации и дефосфорации металла, повышается производительность печи и улучшается качество стальной продукции. Оптимизация температурного режима обжига известняка во вращающейся печи влияет на содержание СаО в извести и на конечные показатели электростали.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нехлебаев Ю.П. Экономия топлива при производстве извести. – М.: Металлургия, 1987. – 136 с.
2. Бергауз А.Л., Розенфельд Э.И. Повышение эффективности сгорания топлива в печах. – Л.: Недра, 1984. – 175 с.
3. Меркер Э.Э., Агаркова Т.В., Губин В.В. Повышение эффективности сжигания топлива во вращающихся печах обжига извести. // Черная металлургия. Бюл. ин-та «Черметинформация». 1995. № 5. С. 28 – 30.

EFFECT OF TEMPERATURE MODE OF LIMESTONE CALCINATION IN A ROTARY FURNACE ON LIME QUALITY

Ansimov A.A., Postgraduate of the Chair “Metallurgy and Metallography” (ansimow@yandex.ru)

Merker E.E., Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Chair “Metallurgy and Metallography”

Sary Oskol Technological Institute of National University of Science and Technology “MISiS” (42, Makarenko microdistrict, Saryi Oskol, Belgorod Region, 309516, Russia)

Abstract. The influence of the temperature mode in the rotary furnace on lime quality is established experimentally in laboratory and industrial conditions with its impact on the slag mode during electric smelting of steel in electric arc furnaces.

Keywords: rotary furnace, burning mode, lime, limestone, temperature, slag formation.

REFERENCES

1. Nekhlebaev Yu.P. *Ekonomiya topliva pri proizvodstve izvesti* [Fuel savings in the production of lime]. Moscow: Metallurgiya, 1987. 136 p. (In Russ.).
2. Bergauz A.L., Rozenfel'd E.I. *Povyshenie effektivnosti sgoraniya topliva v pechakh* [Improving the efficiency of fuel combustion in furnaces]. Leningrad: Nedra, 1984. 175p. (In Russ.).
3. Merker E.E., Agarkova T.V., Gubin V.V. Improving the efficiency of fuel combustion in rotary furnaces for lime roasting. *Byulleten'NTI “Chernaya metallurgiya”*, no. 5, 1995, pp. 28–30. (In Russ.).

Received August 18, 2014

УДК 621.793

ИСПЫТАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ФУРМ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ С БОРСОДЕРЖАЩИМИ ОБМАЗКАМИ

*Радюк А.Г., д.т.н., профессор, вед. научный сотрудник кафедры технологии и оборудования
трубного производства (radjuk@rambler.ru)*

*Титлянов А.Е., к.т.н., старший научный сотрудник кафедры технологии и оборудования
трубного производства*

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

(119049, Россия, г. Москва, Ленинский пр., 4)

Аннотация. Для повышения стойкости и снижения тепловых потерь через воздушные фурмы использованы износостойкие борсодержащие обмазки с низким коэффициентом теплопроводности. Возможность решения поставленной задачи показана на примере испытания двух опытных фурм.

Ключевые слова: воздушные фурмы, стойкость, тепловые потери, борсодержащие обмазки.

В ОАО «Северсталь» в течение ряда лет для повышения стойкости воздушных фурм доменных печей применяют метод газотермического напыления алюминиевого покрытия на наружную поверхность фурмы [1], однако это недостаточно снижает тепловые потери.

Работу проводили как с целью повышения стойкости воздушных фурм, так и уменьшения тепловых потерь через их поверхность. Известно, что тепловые потери через фурмы составляют около 30 % всех тепловых потерь в доменной печи [2]. На фурмы с алюминиевым газотермическим покрытием были нанесены износостойкие борсодержащие обмазки с низким коэффициентом теплопроводности. Опытные фурмы были установлены

на доменной печи (ДП) № 5¹. Стойкость опытных фурм сравнивали со средней стойкостью серийных, снятых по соответствующим причинам в период эксплуатации опытных фурм (табл. 1).

Стойкость фурмы № 45, снятой по причине «трещина по сварке», превысила среднюю стойкость серийных фурм более, чем на 30 %. Стойкость фурмы № 183, снятой по прогару рyla снизу, оказалась на уровне средней стойкости серийных фурм.

Тепловые потери на опытных и серийных фурмах представлены в табл. 2.

Отмечается снижение тепловых потерь на опытных фурмах по сравнению с серийными.

Для исследования материалов и режимов нанесения обмазки, а также корректной оценки экономической целесообразности использования фурм с обмазкой необ-

¹ В работе принимал участие Ю.И. Косенков