

**Цкитишвили Э.О.<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, **Троценко Л.Н.<sup>2</sup>**, канд. техн. наук,  
**Пикашов В.С.<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, **Мацшин Н.В.<sup>1</sup>**, **Кукуй К.А.<sup>3</sup>**,  
**Лейковский К.Г.<sup>3</sup>**, **Виноградова Т.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ПАО «Металлургический комбинат «Азовсталь»»

ул. Лепорского, 1, 87500 Мариуполь, Донецкая обл., Украина, e-mail: oao@azovstal.com.ua

<sup>2</sup> Институт газа НАН Украины

ул. Дегтяревская, 39, 03113 Киев, Украина, e-mail: t-ln@ukr.net

<sup>3</sup> Научно-производственное общество «Доникс»

ул. Куйбышева, 44, 83102 Донецк, Украина, e-mail: donix@donix-ua.com

## Регулирование параметров факела как средство экономии топлива при обжиге извести

С целью экономии топлива на одной из вращающихся барабанных печей цеха для обжига известняка на известь металлургического комбината «Азовсталь» была проведена модернизация, в ходе которой внедрена новая система отопления печи. Система отопления включает газогорелочное устройство с регулированием факела, защитно-запальное устройство, автоматику управления и безопасности, а также механизм поворота и перемещения горелки. Во время промышленного испытания горелки определялись оптимальное положение горелки относительно среза барабана и длина факела, при которых эффективность теплоотдачи к насыпному слою максимальна. Представлены графики распределения температуры на внешней поверхности барабана, косвенно отражающие распределение температур в рабочем объеме, а также приведены основные характеристики работы печи (производительность, удельный расход топлива и качество готовой извести) в зависимости от положения горелки и формы факела. *Библ. 8, рис. 5, табл. 2.*

**Ключові слова:** диффузионное горение, горелка, регулируемые параметры факела, теплоотдача, известь.

В условиях постоянного роста цен на энергоносители важным и необходимым условием проведения успешной и эффективной модернизации печного оборудования является обеспечение экономии энергоресурсов при улучшении технологических показателей и увеличении срока службы печи в целом. Еще на этапе выбора направления модернизации конкретной печи решаются одновременно многие задачи, взаимное влияние которых на технико-экономические показатели агрегата зачастую носят противоречивый характер или мало изучены.

Решение проблемы с помощью математического моделирования теплового режима печи на основе тщательного изучения закономерностей ее работы и поиска оптимальных параметров, а затем проектирование, реконструкция, наладка оборудования, адаптация модели и корректировка принятых решений в некоторых случаях представляется нерациональным, затратным и длительным процессом. Это в полной мере касается таких крупных печей, как барабанные вращающиеся печи. Для них создание оборудования, максимально учитывающего специфику

тепловой работы печи с возможностью дальнейшего регулирования технических характеристик в широком диапазоне, в некоторых случаях представляется наиболее эффективным [1, 2].

На металлургическом комбинате «Азовсталь» в барабанных вращающихся печах для обжига извести (длина — 75 м, внутренний диаметр по корпусу — 3,6 м, внутренний объем — 580 м<sup>3</sup>) природный газ подавался двумя непроводными горелками, установленными в торце откатной головки: боковая горелка направлялась непосредственно вдоль поверхности насыпного материала, центральная — вдоль оси барабана печи под углом к горизонтальной плоскости примерно 2°. Воздух на горение подавался из охладителя извести шахтного типа по двум боковым каналам в торец откатной головки и снизу через горловину охладителя, совместным потоком попадая в барабан. Таким образом реализовывался диффузионный принцип горения.

Установленные горелки обеспечивали острые факелы вдоль поверхности материала на определенном расстоянии, создавая условия

для наибольшей интенсивности теплоотдачи на поверхности насыпной массы и несимметричного нагрева извести. Специфика перемещения материала во вращающемся барабане такова, что на поверхности насыпной массы скапливаются перекатывающиеся и за счет этого интенсивно перемешивающиеся куски крупной фракции, а у поверхности футеровки скапливаются мелкие частицы, образующие скользящее и вяло перемешивающееся ядро мелких и плотных частиц [3, 4]. Поэтому при обжиге известняка для получения извести куски крупной фракции, находящиеся на периферии слоя и непосредственно соприкасающиеся с греющими газами, имели более высокое качество обжига. Скользящее по футеровке ядро из извести мелкой фракции находилось в самых неблагоприятных условиях для нагрева, что объясняет его существенно более низкую температуру и менее глубокую прокалку.

Степень черноты, а значит, и интенсивность поглощения тепла известью сравнительно малы [5]. Поэтому для эффективной работы печи необходимо обеспечить максимально возможную длину зоны интенсивной теплоотдачи от факела на материал, то есть температурной зоны обжига. Разделение общего расхода газа на два потока, при прочих равных условиях сокращающее длину факелов от двух горелок [6], уменьшало длину высокотемпературной зоны. При этом имел место обычный угол раскрытия факелов, что при наличии параллельных совместных потоков воздуха не обеспечивало надежного перемешивания и приводило к тому, что на выходе из печи наблюдался недожог топлива при высоком избытке кислорода в продуктах сгорания. Установка двух горелок с фиксированными характеристиками пламени также не давала возможности мобильного управления температурным полем печи при изменяющихся производительности, фракции обжигаемого материала и других параметрах.

Основным условием проведения реконструкции печи было обеспечение снижения удельного расхода топлива на производство извести не менее 5 % от существующего уровня (257,4 кг у.т./т) без уменьшения производительности печи (в среднем 14,5–16,5 т/ч) и ухудшения качества производимой извести. Достигнутые показатели качества извести характеризовались следующими показателями: содержание  $\text{CaO} + \text{MgO}$  составляло 94,0–96,0 %, потери при прокаливании (п.п.п.) – не более 3,0 %.

Форма и длина факела в условиях ограниченного печного пространства определяют положение отдельных технологических зон по длине

печи. В связи с этим представлялось перспективным использование горелки с переменными параметрами факела, обеспечивающей стабильное горение и полное сжигание топлива в пределах барабана печи при регулировании формы и длины факела.

Для реализации поставленных задач разработанное горелочное устройство должно отвечать следующим требованиям: 1) иметь надежную стабилизацию факела, так как в месте установки (в загрузочной головке) разрежение может достигать 50–70 мм вод. ст.; 2) иметь минимально возможную массу и достаточный ресурс работы, так как место его расположения характеризуется высокой температурой (до 1250 °С) и агрессивной средой (известковая пыль); 3) гибкое и простое регулирование длины и формы факела, что дает возможность обеспечить заданное оптимальное распределение температур по длине барабана в соответствии с потребностями технологии обжига известняка; 4) обеспечивать устойчивый факел с равномерно распределенной температурой по его длине (Это даст возможность значительно удлинить зону обжига и увеличить теплоотдачу на материал по всей ее протяженности); 5) при уменьшении длины факела увеличивать угол его раскрытия для максимального заполнения движущимися излучающими газами всего свободного пространства в поперечном сечении барабана в зоне обжига (При этом создаются условия для интенсификации теплоотдачи не только на поверхность материала, но и на кладку, которая играет большую роль в нагреве внутренних слоев насыпного материала. Это позволит уменьшить несимметричность подачи тепла к материалу [7], а значит, улучшить условия прокали мелкой фракции).

В ходе капитального ремонта была произведена реконструкция системы газоснабжения существующей вращающейся печи с заменой двух газовых горелок типа «труба», работающих на природном газе среднего давления, на газовую горелку с регулируемой длиной факела ГУРФ-30 в комплекте с защитно-запальным устройством (ЗЗУ), созданные в Институте газа НАН Украины, также работающих на природном газе. Отличительной особенностью горелки ГУРФ-30 является наличие двух газовых каналов, перераспределение потоков между которыми обеспечивает регулирование параметров факела, а также наличие устройства стабилизации пламени и охлаждения корпуса горелки для повышения надежности ее работы и сохранности [8]. Горелка относится к типу диффузионных, при работе которых смешение газа



Рис.1. Горелка ГУРФ-30.

с воздухом, поступающим из охладителя извести, осуществляется в пространстве печи. Общий вид горелки представлен на рис.1.

Горелка состоит из цилиндрического воздушного корпуса с воздушным соплом, внутри которого расположена наружная газовая труба, оканчивающаяся сопловой головкой с боковыми отверстиями для прохода газа. В этой трубе находится внутренняя газовая труба с соплом на конце ее. Самый длинный факел можно получить при подаче газа во внутреннюю газовую трубу, когда топливный поток выходит в печь через центральное сечение сопла, создавая условия замедленного смешения на границе струй газа и воздуха. Самый короткий факел получается при истечении газа через боковые отверстия мелкими струями. Распределяя подачу газа к центральному соплу или к сопловой головке с боковыми отверстиями, в зависимости от интенсивности смешения газа с воздухом можно изменять длину факела между его крайними значениями, что необходимо для реализации оптимального теплового и технологического режима печи. Технические характеристики горелки ГУРФ-30 представлены в табл.1.

Горелка с регулируемой длиной факела ГУРФ-30 с ЗЗУ была установлена на лицевой стороне откатной головки по оси вращающейся печи (рис.2). Уровень ее установки и наклон относительно оси барабана изменялся во время пуско-наладочных работ с помощью специального механизма продольного перемещение и поворота горелок относительно оси барабана. Характеристики печи и ее конструкция остались прежними. Максимальный расход газа на печь  $Q = 3800 \text{ м}^3/\text{ч}$ , номинальный —  $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Горелка ГУРФ-30 в блоке с ЗЗУ позволяет обеспечивать двойной контроль наличия пламени: фотодатчиком, установленным на опорной стойке основной горелки и ионизационным электродом контроля наличия пламени на ЗЗУ. Система управления работой горелки представляет собой комплекс автоматизированных систем безопасности, автоматического регулирования тепловой мощности печи и системой ручного управления длиной факела. Основной составной частью комплекса является система безопасности газогорелочного оборудования.

Работа по модернизации горелочного устройства проводилась на печи, которая уже бы-

Таблица 1. Технические характеристики горелки ГУРФ-30

Параметр	Заявленная (нормированная) величина	Фактическая величина
Тепловая мощность, МВт:		
номинальная	30	30,32
минимальная	10	9,81
Давление газа при номинальной и минимальной тепловой мощности, кПа	5–40	4,92–38,9
Расход природного газа, м <sup>3</sup> /ч:		
номинальный	3000	3016
минимальный	1000	977
Коэффициент рабочего регулирования по тепловой мощности	3,8 (3*)	3,09
Коэффициент избытка воздуха на выходе из печи при номинальной тепловой мощности	1,15*	1,32
Содержание вредных примесей в сухих неразбавленных продуктах сгорания при $\alpha = 1,0$ и номинальной тепловой мощности:		
CO, %	0,05*	0,075
NO <sub>x</sub> в пересчете на NO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	530**	382

\* По ГОСТ 21204-83. \*\* По ГОСТ Р 50591-93.

ла оснащена минимальным набором необходимых технологических блокировок и имела достаточный уровень информационного обеспечения и автоматизации. Основная часть этих блокировок не относилась к работе горелочного устройства, а связана с запечными теплообменными устройствами (охладителем извести и подогревателем известняка).

После замены горелочного устройства была полностью изменена его система газо- и воздухооборудования со своими дополнительными блокировками, выполненными в соответствии с современными требованиями безопасности в газовом хозяйстве. В связи с этим в процессе работы были объединены существующие и вновь установленные блокировки в единую систему безопасности, которая реализована на базе блока автоматического управления горелкой. Этот



Рис.2. Установка горелки ГУРФ-30 совместно с ЗЗУ на печи № 1.

блок выполняет следующие функции: дистанционный розжиг ЗЗУ, затем основной горелки; автоматический розжиг ЗЗУ, затем основной горелки; контроль наличия пламени ЗЗУ ионизационным датчиком; контроль наличия пламени основной горелки ультрафиолетовым датчиком; отключение подачи газа при возникновении любых аварийных ситуаций на горелочном устройстве и на запечных теплообменных устройствах (охладителе извести и подогревателе известняка); взаимодействие с автоматизированной системой управления тепловой мощностью печи.

Кроме функции безопасности, комплекс систем решает еще и задачи управления тепловой мощностью печи. Система автоматического регулирования тепловой мощности печи реализована на базе микропроцессорного программируемого контроллера, который выполняет следующие функции: измерение и поддержание расхода газа в автоматическом режиме в заданном диапазоне; измерение и регулирование расхода воздуха дутьевого вентилятора в автоматическом режиме по заданному значению; регулирование соотношения расходов вентиляторного воздуха и газа в заданном диапазоне; взаимодействие с системой безопасности газогорелочного оборудования.

В случае необходимости обжигальщик имеет возможность управлять исполнительными механизмами регулирования расходов воздуха и газа дистанционно посредством блоков ручного управления, минуя систему управления тепловой мощностью печи.

Для наглядного представления хода технологического процесса было предусмотрено автоматизированное рабочее место (АРМ) на базе персонального компьютера с TFT монитором 17". Обжигальщику предоставляется информация в цифровом виде и в виде трендов о текущих расходах газа и вентиляторного воздуха, о соотношении расходов воздуха и газа. Обжигальщик посредством выбора необходимого окна на мониторе может переключать режимы автоматического управления соотношением воздух/газ, расходами воздуха и газа, положением исполнительного механизма газа.

При необходимости обжигальщик может просмотреть в отдельном окне АРМ архив трендов технологических параметров. Информиро-

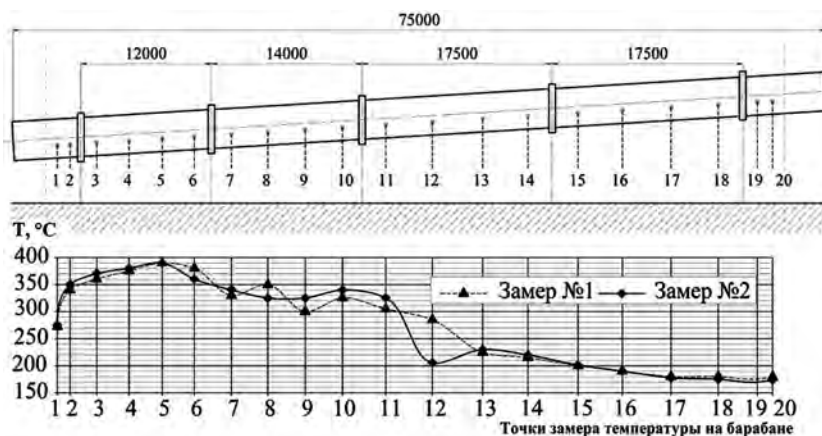


Рис.3. Температура брони барабана до реконструкции.

вание о возникновении аварийных или важных технологических событий производится в отдельном всплывающем окне; каждое сообщение сохраняется в архиве. Обжигальщик может также просмотреть журнал архива сообщений.

Подводящий газопровод был оборудован узлом учета расхода газа (измерительной диафрагмой) и регулятором давления газа на подводе к газовоздушной рампе для поддержания давления газа перед горелкой на постоянном уровне при колебаниях давления газа в цеховом коллекторе.

В ходе испытаний для определения оптимального теплового режима печи горелка ГУРФ-30 совместно с ЗЗУ утанавливалась по оси барабана с различными наклонами во все стороны при заглублении в откатную головку примерно на 1000 мм (положение 1), на 1600–1800 мм (положение 2) и ниже на 200–250 мм оси барабана (положение 3). При этом срез сопла при положении 1 не доходил до среза барабана примерно на 300–400 мм, а в положениях 2 и 3 был заглублен в барабан на 300–400 мм. При всех положениях устанавливалось оптимальное соотношение между газовыми потоками в центральное и боковые отверстия горелки, обеспечивающее такую форму факела, при которой максимально заполнялся объем барабана светящимися газами.

Для косвенного определения длины факела и тепловыделения в рабочем пространстве печи для разных положений горелки были выполнены сравнительные замеры распределения температуры по наружной поверхности брони барабана печи до и после переоснащения системы отопления печи с помощью бесконтактного пирометра с рабочим диапазоном температур 50–1050 °С. Результаты замеров температуры вдоль брони барабана до реконструкции приведены на рис.3. Представленные на графике тем-

пературы надо понимать как усредненные по периметру барабана в обозначенной точке сечения.

Из рис.3 видно, что пик температуры (380–390 °С), а значит, максимум тепловыделения находился на расстоянии примерно 14 м от среза барабана (в районе второй опоры), а в загрузочном конце барабана температура была 170–180 °С. Производительность печи по готовой извести в период замеров составляла 14,5 т/ч. Замеры 1 и 2 производились в один день с интервалом 100 мин.

Результаты замеров температуры наружной поверхности брони барабана вращающейся печи после реконструкции при положениях 1 и 2 представлены на рис.4, 5.

При заглублении горелки в откатную головку примерно на 1000 мм максимум тепловыделения от факела начинался на расстоянии 5–10 м от среза сопла и заканчивался на расстоянии примерно 40 м по длине барабана (рис.4).

На этом участке наблюдалось относительно равномерное распределение температуры (330–350 °С), которая к загрузочному концу барабана снижалась до 170–180 °С. Производительность печи при этом была ниже достигнутой до реконструкции и составляла 12,4 т/ч. Низкая производительность объясняется неудачным положением горелки в печи, приводящим к перегреву откатной головки. Превышение температуры в откатной головке по сравнению с тепловым режимом, принятым на комбинате, составило 150–200 °С. При этом, по ориентировочным оценкам, потери тепла в откатной головке и на излучение факела в горловину охладителя составляли 3–8 %.

Представлялось более перспективным заглубление горелки внутрь печи на 1600–1800 мм (положение 2). После установки горелки в положение 2 максимум температуры и теплоотдачи в рабочем пространстве барабана начи-

нался на расстоянии примерно 15–20 м от его среза при общей длине высокотемпературной зоны около 40 м (рис.5). Затем температура резко снижалась, составляя на выходе из барабана 90–140 °С.

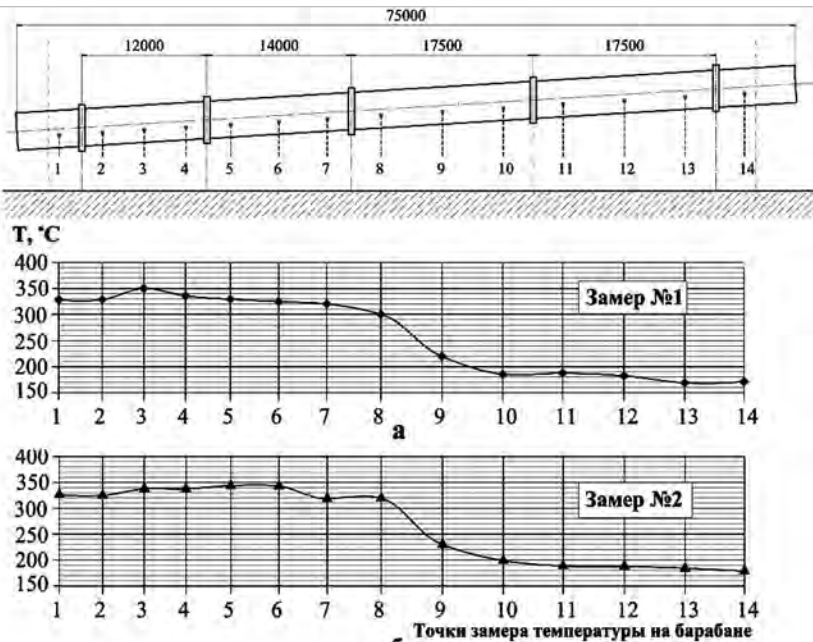


Рис.4. Температура брони барабана. Горелка заглублена в откатную головку примерно на 1000 мм (положение 1).

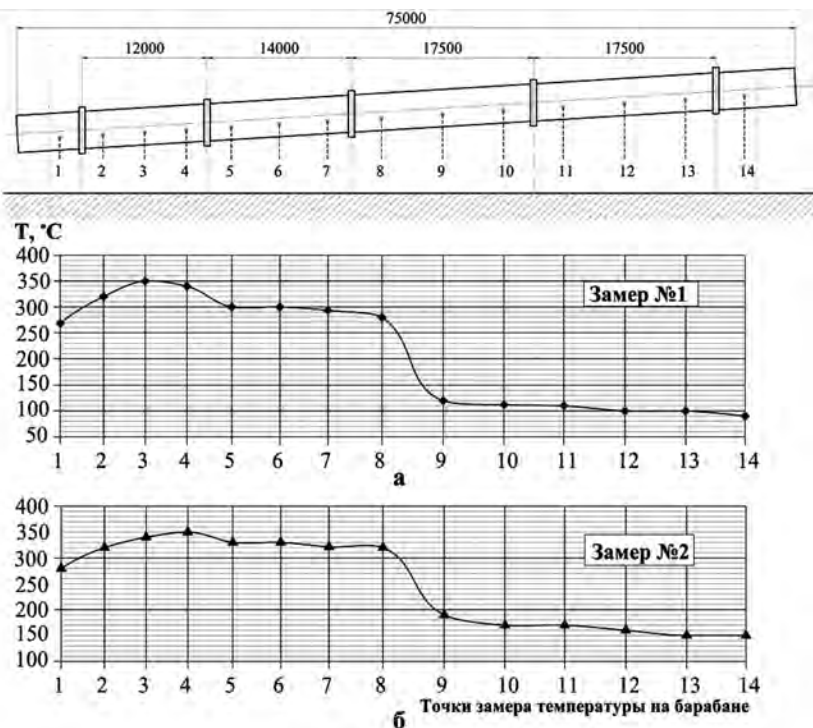


Рис.5. Температура брони барабана. Горелка заглублена в барабан печи примерно на 1600–1800 мм (положение 2).

**Таблица 2. Показатели качества обжига извести на печи № 1**

CaO	MgO	п.п.п.
93,9/94,9	0,93/0,99	2,40/1,32
95,2/93,0	0,86/0,94	1,47/3,92
95,3/95,8	1,14/0,84	1,31/0,95
95,0/95,2	1,10/1,20	1,72/1,14
95,5/95,4	1,08/1,01	1,24/1,00
94,8/96,0	0,93/0,90	1,68/0,80
92,3/93,8	0,87/1,00	3,88/2,61
87,8/93,5	0,90/0,94	9,58/3,00
93,1/95,8	1,03/1,01	2,97/0,89
93,7/-	0,85/-	2,80/-
95,0/-	0,92/-	1,59/-

\* *Примечание.* В числителе – горелка в положении 2, в знаменателе – в положении 3.

Сравнение температур на выходе из печи на рис.4 (170–180 °С) и на рис.5 (90–140 °С) позволяет сделать вывод, что при заглублении горелки вглубь печи на 1600–1800 мм полезно использованное тепло на нагрев материала в печи, а значит, КПД печи будет выше. Контрольные взвешивания готовой извести из печи соответствовали производительности 14,5, 15,6 и 16,5 т/ч. При этом качество извести отвечало стандартам комбината. Удельный расход топлива в это время составлял соответственно 242,0; 224,8 и 212,6 кг у.т./т.

Для улучшения качества готовой извести при достигнутом уровне производительности печи горелку установили на 200 мм ниже оси барабана при том же заглублении в печь (положение 3). Данные о качестве извести в обоих вариантах представлены в табл.2. Из нее видно, что средний достигнутый уровень качества извести из печи составил  $\text{CaO} + \text{MgO} = 94,74$ , п.п.п. = 2,78 при установке горелки в положение 2 и  $\text{CaO} + \text{MgO} = 95,78$ , п.п.п. = 1,74 – в положение 3.

### Выводы

В результате проведенной реконструкции вращающаяся барабанная печь была переоснащена новой горелкой ГУРФ-30 с системой управления, отвечающей всем современным требованиям безопасной эксплуатации газопотребляющих агрегатов и позволяющей с достаточной точностью управлять тепловой мощностью печи.

На основании выполненных замеров можно утверждать, что переоснащение печи новой горелкой ГУРФ-30 привело к снижению максимальной температуры брони и установлению равномерного температурного поля более, чем на половине длины барабана, то есть длина вы-

сокотемпературной зоны составляла 40–45 м. При этом снижение температуры на внешней стороне брони барабана у загрузочного его конца говорит об интенсификации теплоотдачи от факела на материал, а значит, о повышении КПД печи.

Анализ продуктов сгорания в загрузочной головке печи после переоснащения печи новой системой отопления показал стабильную работу горелки ГУРФ-30 с минимальным коэффициентом расхода воздуха ( $\alpha = 1,15–1,21$ ). Дальнейшее снижение коэффициента расхода воздуха возможно, однако во время наблюдений не было достигнуто из-за невозможности сокращения расхода воздуха через холодильник, продиктованной необходимостью заданного охлаждения обожженной извести.

Достигнутые показатели работы печи во время промышленных испытаний при установке горелки в положениях 2 и 3 показали возможность снижения удельного расхода топлива на печь не менее чем на 5 % при сохранении производительности печи и улучшении качества извести.

### Список литературы

1. Пикашов В.С., Троценко Л.Н., Новиков Н.В. Опыт перевода вращающихся барабанных печей на отопление природным газом // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2009. – № 1. – С. 73–75.
2. Троценко Л.Н., Пикашов В.С., Виноградова Т.В. Совершенствование системы отопления вращающейся печи для обжига огнеупорной глины // Тр. XVI Междунар. конф. «Теплотехника и энергетика в металлургии», Днепропетровск, 3–7 окт. 2011 г. – Днепропетровск : Нац. металлург. акад. Украины, 2011. – С. 168–169.
3. Монастырев А.В., Александров А.В. Печи для производства извести : Справ. – М. : Металлургия, 1979. – 230 с.
4. Детков С.П., Еринов А.Е. Тепловые процессы в печных агрегатах алюминиевой промышленности. – Киев : Наук. думка, 1987. – 270 с.
5. Казанцев Е.И. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования. – М. : Металлургия, 1975. – 367 с.
6. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. – М. : Физматгиз, 1960. – 715 с.
7. Аверин С.Н., Гольдфарб Е.М., Кравцов А.Ф. Расчеты нагревательных печей / Под ред. Н.Ю.Тайца. – Киев : Техника, 1969. – 540 с.
8. Пат. 47912 Укр., МПК<sup>6</sup> F 23 D 14/00. Пальник для сжигания газа / В.С.Пикашов, Л.М.Троценко, С.В.Цветков, О.А.Прусский, В.О.Великодний. – Опубл. 25.02.10, Бюл. № 4.

Поступила в редакцию 04.02.13

**Цкітішвілі Е.О.<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, **Троценко Л.М.<sup>2</sup>**, канд. техн. наук,  
**Пікашов В.С.<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, **Мацішин Н.В.<sup>1</sup>**, **Кукуй К.А.<sup>3</sup>**,  
**Лейковський К.Г.<sup>3</sup>**, **Виноградова Т.В.<sup>2</sup>**

**1** ПАО «Металургійний комбінат «Азовсталь»»

ул. Лепорського, 1, 87500 Маріуполь, Україна, Донецька обл., e-mail: oao@azovstal.com.ua

**2** Інститут газу НАН України

ул. Дегтярівська, 39, 03113 Київ, Україна, e-mail: t-ln@ukr.net

**3** Науково-виробниче товариство «Донікс»

ул. Куйбішева, 44, 83102 Донецьк, Україна, e-mail: donix@donix-ua.com

## Регулювання параметрів факела як спосіб економії палива при випалюванні вапна

З метою заощадження палива на одній з обертових барабаних печей цеху випалу вапняка на вапно металургійного комбіната «Азовсталь» була проведена модернізація, впродовж якої впроваджена нова система опалення печі. Система опалення включає в себе пальників пристрій з регулюванням факелу, захисно-запальний пристрій, автоматизу регулювання та безпеки, а також механізм повороту переміщення пальника. Впродовж промислового іспиту пальника визначалися оптимальні положення пальника відносно зрізу барабану та довжина факелу, при яких ефективність тепловіддачі до насипному шару максимальний. У статті наведені графіки розподілу температури на зовнішній поверхні барабану, які опосередковано відображують розподіл температур у робочому просторі, а також наведені основні показники роботи печі (продуктивність, питомі витрати палива, якість вапна) в залежності від положення пальника та форми факелу. *Бібл. 8, рис.5, табл. 2.*

**Ключові слова:** дифузійне горіння, пальник, параметри факелу, що регулюються, тепловіддача, вапно.

**Tskitishvili E.O.<sup>1</sup>**, Candidate of Technical Science, **Trotsenko L.N.<sup>2</sup>**, Candidate of Technical Science, **Pikashov V.S.<sup>2</sup>**, Candidate of Technical Science, **Matsishin N.V.<sup>1</sup>**, **Kukui K.A.<sup>3</sup>**, **Leykovsky K.G.<sup>3</sup>**, **Vinogradova T.V.<sup>2</sup>**

**1** PJSC «Azovstal Iron & Steel Works»

1, Leporskogo Str., 87500 Mariupol, Ukraine, Donetsk region, e-mail: oao@azovstal.com.ua

**2** The Gas Institute of National Academy of Science of Ukraine

39, Degtjariivska Str., 03113 Kiev, Ukraine, e-mail: t-ln@ukr.net

**3** Research and Production Company «Donix» (RPC «Donix»)

44, Kyibysheva Str., 83102 Donetsk, Ukraine, Donetsk region, e-mail: donix@donix-ua.com

## Adjustment of Flame Parameters as Mean of Fuel Economy at Burning Lime

In order to save the fuel, one of rotary-drum furnaces of manufactory for limestone calcining into lime of metallurgical complex «Azovstal» was modernized. In the process of modernization a new furnace heating system was put in operation. The heating system includes a gas burner unit with flame control, ignition control system, automatic of control and safety, rotary and displacement mechanisms of the burner. During the industrial test of burner determines the optimal position of the burner relating to the drum cut and the flame length, in which the efficiency of heat transfer to filling layer is maximum. The article presents heating pattern on the outer surface of the drum, indirectly reflecting the temperature distribution in the work volume, as well as the main characteristics of the furnace operation (capacity, fuel-consumption rate and quality of prepared lime) depending on the burner position and flame shape. *Bibl. 8, Fig.5, Table 2.*

**Key words:** diffusion combustion, burner, regulated flame characteristics, heat transfer, lime.

## References

1. Pikashov V.S., Trotsenko L.N., Novikov N.V. Transfer experience of rotary drum furnaces into heating conventional gas // *Energotehnologii i resurso-sberezhenie*. — 2009. — № 1. — pp. 73–75. (Rus.)
2. Trotsenko L.N., Pikashov V.S., Vinogradova T.V. Improvement of heating systems of rotary furnace for fire clay burning // *Labours of XVI international conference «Teplotechnika i energetika v metallurgii»*, Dnepropetrovsk, 3–7 Oct., 2011. — Dnepropetrovsk, 2011. — pp. 168–169. (Rus.)
3. Monastyryov A.V., Aleksandrov A.V. Furnaces for lime production. Reference book. — Moscow : Metallurgija, 1979. — 230 p. (Rus.)
4. Detkov S.P., Erinov A.E. Heating process in the furnace unit of aluminum industry. — Kiev : Naukova dumka, 1987. — 270 p. (Rus.)
5. Kazantsev E.I. Industrial furnace. Reference book for the calculation and design. — Moscow : Metallurgija, 1975. — 367 p. (Rus.)
6. Abramovich G.N. The theory of turbulent jets. — Moscow : Fismatgiz, 1960. — 715 p. (Rus.)
7. Averin C.N., Gol'dfarb E.M., Kravtsov A.F. Calculations of reheating furnace / Ed. by N.Ju. Taijca. — Kiev : Tehnika, 1969. — 540 p. (Rus.)
8. Pat. 47912 Ukr., МПК<sup>6</sup> F 23 D 14/00. Pal'nyk dlja spaljuvannja gazu / V.S.Pikashov, L.M.Trotsenko, S.V.Cvjetkov, O.A.Prus'kyj, V.O.Velykodnyj. — Publ. 25.02.10.(Ukr.)

Received February 4, 2013

Подписывайтесь на журнал  
**«Энерготехнологии и ресурсосбережение»** (индекс 74546)  
 на 2013 г. по Каталогу изданий Украины,  
 Каталогу Агентства «Роспечать»,  
 Сводному Каталогу агентства «УКРИНФОРМНАУКА» для  
 изданий, выпускаемых академиями наук — членами МААН

**Информацию о журнале  
 и правилах оформления статей можно найти на сайтах:**

<http://www.energytech-ua.org/>  
<http://www.ingas.org.ua/index.files/Page765.htm>  
<http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/ETRS/index.html>