

**Торчинский А.И.<sup>1</sup>, Ляшко А.Ю.<sup>1</sup>,  
Крячок Ю.Н.<sup>1</sup>, Торчинский Д.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт газа НАН Украины, Киев

<sup>2</sup> ООО Научно-производственное предприятие «Промгазтехно», Киев

## **Опыт освоения скоростных газогорелочных устройств серии ГС на туннельной печи обжига керамического кирпича ОАО «Керамика» (г. Витебск)**

На предприятии ОАО «Керамика» (г. Витебск) были установлены газогорелочные устройства серии ГС производства Института газа НАН Украины. Выполнен анализ существующей конструкции туннельной печи обжига керамического кирпича  $4,7 \times 118$  м. Предложена новая эффективная энерготехнологическая схема установки теплотехнического оборудования на печах подобного типа. Проведены работы по пуску и наладке оптимальных теплотехнологических параметров работы туннельной печи. Рассмотрено влияние установленных газогорелочных устройств на качество продукции и удельные расходы газа.

**Ключевые слова:** туннельная печь, керамический кирпич, газогорелочное устройство, интенсивность нагрева, качество обжига.

На підприємстві ВАТ «Кераміка» (м. Вітебськ) було встановлено газопальникові пристрої серії ГС виробництва Інституту газу НАН України. Виконано аналіз існуючої конструкції тунельної печі випалювання керамічної цегли  $4,7 \times 118$  м. Запропоновано нову ефективну енерготехнологічну схему установки теплотехнічного обладнання на печах подібного типу. Проведено роботи з пуску та налагодження оптимальних теплотехнологічних параметрів роботи тунельної печі. Розглянуто вплив встановлених газопальникових пристроїв на якість продукції та питомі витрати газу.

**Ключові слова:** тунельна піч, керамічна цегла, газопальниковий пристрій, інтенсивність нагріву, якість випалу.

В 1980–1990-е гг. большое распространение получили печи, спроектированные ЮжГИПРО-стром (Киев) с шириной канала 3 м и длиной 120 м. Эти печи комплектовали в основном горелками ГНБ конструкции Института газа НАНУ. В это же время были построены печи по белорусским проектам (ширина канала 4,7 м, длина — от 105 до 120 м), по болгарским (ширина канала — 3,5 м, длина — от 120 до 138 м) и немецким (ширина канала — 4,3 м, длина — от 120 до 150 м). На печах, построенных по белорусским проектам, применяли в основном горелки ГСТ конструкции ВНИИПромгаза (Москва), по болгарским — горелки «Вулкан-газ» фирмы «Unimorando» (Италия), по чешским и немецким — горелки фирмы «Lingle» (Германия). В вышеперечисленных проектах печей системы нагрева (на стадиях подогрева, обжига и охлаждения) в полной мере не согласованы с физико-химическими процессами, происходящими при обжиге керамики, а применяемые традиционные газогорелочные устройства в си-

лу своей конструкции не позволяют удерживать по всему поперечному сечению и по длине печного канала технологически заданный температурный режим.

Институтом газа НАНУ планомерно на протяжении последних двух десятков лет ведутся исследования тепловых и аэродинамических параметров эксплуатации отечественных и зарубежных туннельных печей, установленного на них теплотехнологического оборудования, систем отопления и их газоиспользующего оборудования, систем автоматического регулирования и контроля и т.д. [1–4]. В результате изучения и анализа параметров эксплуатации лучших туннельных печей появилась концепция малозатратной модернизации парка туннельных печей обжига керамического кирпича, базирующаяся на оптимизации цены и качества применяемого нового оборудования, которое позволяет в конечном счете получить технико-экономические показатели на уровне зарубежных аналогов.

Исследования и опыт в области теплотехнологии обжига керамического кирпича показал, что для туннельных печей обжига керамического кирпича должны быть созданы специальные газогорелочные устройства, способные реализовать специфические требования, которые предъявляются к теплотехнологическим и аэродинамическим процессам в туннельных печах при нагреве и обжиге [2]. Основными требованиями являются наличие скоростного факела, инжектирующего печные газы в свою струю, надежная эксплуатация в условиях низких температур, надежная эксплуатация в условиях резко переменных нагрузок и т.д.

В Институте газа НАНУ были созданы такие газогорелочные устройства (горелки серии ГС) [2], которые явились основой для разработанной в Институте импульсной системы отопления туннельных печей в совокупности с автоматической системой управления процессом обжига. Разработан типоразмерный ряд скоростных газогорелочных устройств серии ГС (с расходом природного газа 5, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30 м<sup>3</sup>/ч). Конструкция этих горелок защищена патентами [5, 6]. Скоростные газогорелочные устройства серии ГС создают активную циркуляцию печной атмосферы, гарантируют устойчивость процесса горения газозооной смеси при любых эксплуатационных параметрах работы печного агрегата. Это позволяет использовать их в тех зонах печи, где традиционные горелки не могут эксплуатироваться. Последнее повышает возможности регулирования температурного и теплового режима нагрева изделий.

В Республике Беларусь подавляющее количество печей обжига керамического кирпича выполнено по белорусским проектам. Туннельная печь предприятия ОАО «Керамика» (г. Витебск) представляет собой два спаренных (с одной боковой стеной) канала размером 4,7 × 118 м. На этой печи были проведены испытания газогорелочных устройств серии ГС производства Института газа НАНУ. Целью испытаний являлась демонстрация надежности эксплуатационных и технических характеристик газогорелочных устройств серии ГС, а также их теплотехнологических преимуществ по отношению к существующим газогорелочным устройствам типа ГСТ, ГНП, фирмы «Kromschroder» [7].

Таким образом, в результате сопоставительных испытаний существующих на предприятии газогорелочных устройств и газогорелочного устройства типа ГС-100 непосредственно на туннельной печи выяснилось следующее.

1. Испытуемая горелка имеет несветящийся, жесткий, острый, достаточно длинный, не-

размывающийся факел. Движущиеся вдоль печи продукты сгорания не сносят факел горелки на садку. В отличие от сказанного существующие горелки имеют ярко видимые, светящиеся, короткие факелы. Их факелы сносятся движущимися вдоль печи продуктами сгорания на садку.

2. Газогорелочное устройство ГС-100 сначала нагревает под вагонетки, потом низ садки и далее нагрев распространяется вверх садки.

Существующие газогорелочные устройства ГНП сначала нагревают верх садки, потом нагрев распространяется вниз. Аналогичная картина наблюдалась и при работе горелок фирмы «Kromschroder». Факелы этих горелок под вагонетки не достигают.

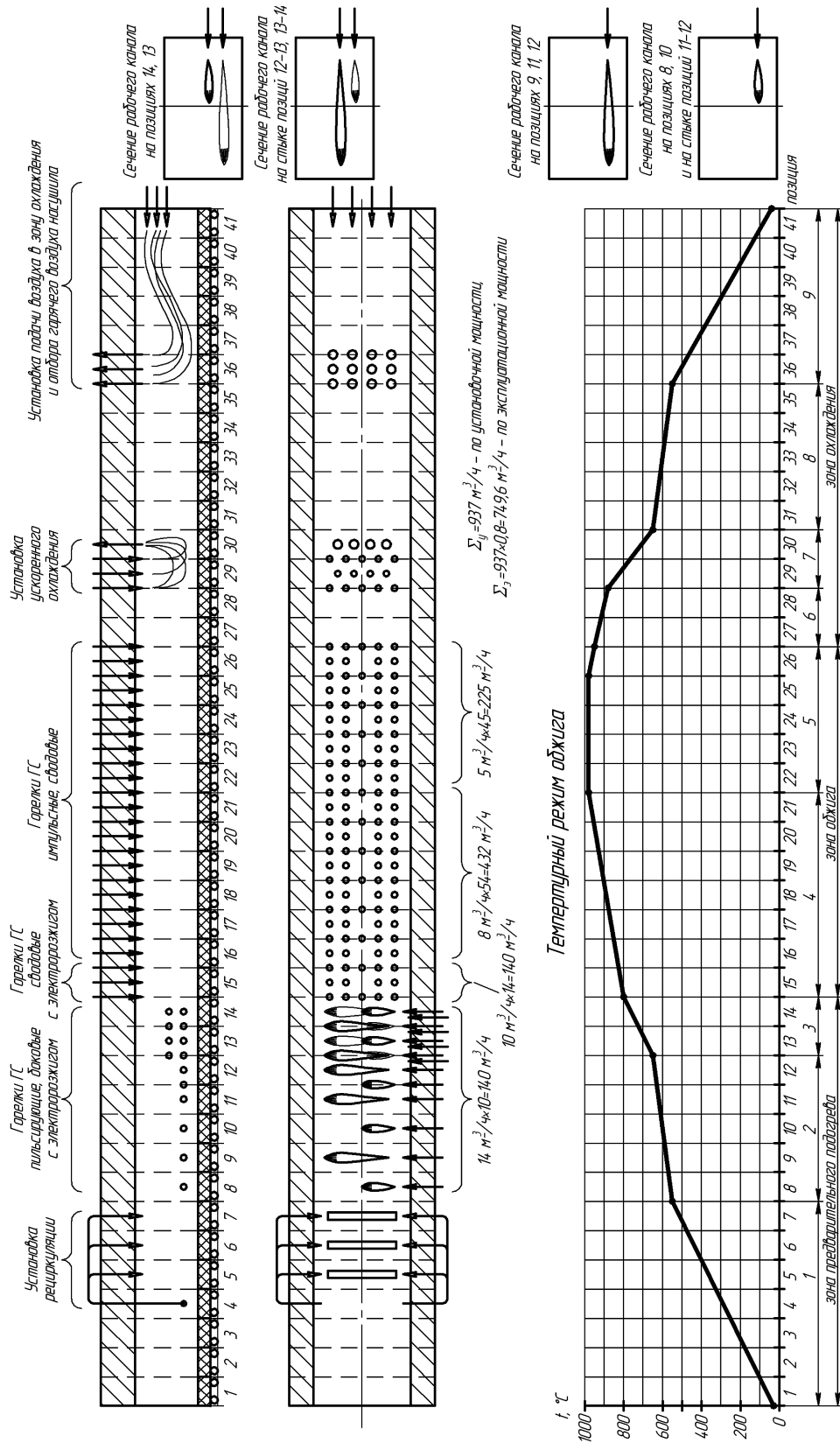
3. При работе газогорелочного устройства ГС-100 свод печи не подвержен влиянию факела горелки и разогреву от него, а факела горелок ГНП очень сильно разогревают свод, даже огнеупор газогорелочного камня расплавляется. Это приводит к снижению ресурса жизнедеятельности свода, а также к значительным теплотерям через свод.

4. У газогорелочных устройств серии ГС повышение давления воздуха (или повышение коэффициента избытка воздуха) стабилизирует устойчивость процесса горения факела, тогда как у существующих горелок ГНП и ГСТ повышение давления воздуха приводит к отрыву факела.

На базе вышеописанных исследований, а также исследований различных туннельных печей обжига керамического кирпича, концепции малозатратной модернизации их парка, а также на основе разработанного газогорелочного оборудования, систем отопления и автоматического управления разработана принципиальная схема установки теплотехнического оборудования на туннельной печи ОАО «Керамика», которая является «идеальной» для печей подобного типа.

Предлагаемая схема (рисунок) характеризуется следующим.

1. Установка рециркуляции. Система рециркуляции существующей туннельной печи выполнена при помощи установленных на своде осевых вентиляторов с выносными двигателями. Аналогичные решения системы рециркуляции, происходящей со свода туннельной печи, очень распространены во многих проектах существующих туннельных печей. Такой способ рециркуляции является достаточно прогрессивным решением и, пожалуй, единственно правильным. Однако в проектах Института газа НАНУ это решение усилено тем, что в туннельной печи с традиционной системой рециркуляции (вышеупомянутой) на двух-трех позициях (последних по ходу движения вагонетки) пода-



Принципиальная схема установки теплотехнического оборудования: 1 – позиции удаления свободной и связанной влаги; 2 – позиции полиморфных превращений α-кварца в β-кварца; 3 – зона интенсивного нагрева; 4 – позиции обжига; 5 – позиции псевдооживленного состояния и спекания керамического черепка; 6 – позиции перехода из псевдооживленного состояния керамики в твердое; 7 – позиции ускоренного охлаждения; 8 – позиции полиморфных превращений β-кварца в α-кварца; 9 – позиции интенсивного охлаждения.

ча рециркулянта под свод для охлаждения верхних рядов садки совмещается с нагревом пода вагонетки и нижних рядов садки посредством подачи продуктов сгорания природного газа при помощи газогорелочных устройств, расположенных у пода, и, таким образом, практически достигается отсутствие перепада температур между низом и верхом садки.

2. В зоне предварительного подогрева (позиции №№ 8–14) устанавливаются 14 боковых газогорелочных устройств с электророзжигом. Мировая практика и опыт Института газа НАНУ показывают, что на аналогичных туннельных печах надо устанавливать 16–20 боковых газогорелочных устройств. По тепловой мощности эти горелки имеют расход природного газа 10–12 м<sup>3</sup>/ч и должны иметь возможность работать с повышенным коэффициентом избытка воздуха для поддержания градиента температур между факелом и кладкой в оптимальных (необходимых) пределах. Все эти горелки работают в пульсирующем (ритмическом) режиме, при котором длина факела горелки все время меняется во времени для того, чтобы более равномерно нагревать садку по ширине канала печи. Скорость нагрева также регулируется. Для этой цели применяется метод широтно-импульсной модуляции управляющих сигналов, при котором изменение скорости подъема температуры выполняется изменением интервала частот между импульсом и паузой (в этом случае импульс — «большой» факел, пауза — «малый» факел).

С позиции № 8 по позицию № 12 включительно распространяется зона полиморфных превращений кварца, температура которой регулируется газогорелочными устройствами. В то же время эти газогорелочные устройства подгревают канализованный под вагонетки и низ садки, тем самым снижают перепад температур между низом и верхом садки.

На позициях перед зоной обжига со сводовыми газогорелочными устройствами (№№ 12–13, 13–14, 14) устанавливаются боковые газогорелочные устройства на двух ярусах для равномерного нагрева садки по всей ее высоте и, следовательно, для хорошей подготовки садки перед обжигом.

3. Сводовые газогорелочные устройства занимают позиции с №№ 14–15 по №№ 26–27. Всего на туннельной печи расположено 103 сводовых газогорелочных устройства серии ГС. На позиции № 15 устанавливаются 4 газогорелочных устройства серии ГС с номинальной тепловой мощностью 10 м<sup>3</sup>/ч (желательно с электророзжигом). С позиции № 15 по №№ 21–22

устанавливаются газогорелочные устройства серии ГС с номинальной тепловой мощностью 8 м<sup>3</sup>/ч, а с позиции № 22 по №№ 26–27 — 5 м<sup>3</sup>/ч.

4. На позициях №№ 28–29, 29, 29–30, 30 необходимо установить зону ускоренного охлаждения для того, чтобы зона полиморфных превращений кварца была как можно более протяженной. Температура последней позиции зоны ускоренного охлаждения регулируется в пределах 650–660 °С. В зоне полиморфных превращений кварца, на позициях №№ 31, 32, 33, 34, 35, идет медленное понижение температуры с 650–660 до 540–550 °С.

Предложенная установочная мощность газогорелочных устройств для туннельной печи ОАО «Керамика» составляет 930 м<sup>3</sup>/ч. Если учесть, что эксплуатационная мощность газогорелочных устройств должна составлять 80 % от установочной и сравнить последнюю с фактической, то можно сделать вывод, что предложенное количество газогорелочных устройств является оптимальным. Равномерное распределение тепловой мощности по длине и ширине туннельной печи при помощи достаточного количества газогорелочных устройств благотворно скажется на обжиге.

Предлагаемая принципиальная схема установки теплотехнического оборудования на туннельной печи ОАО «Керамика» даст возможность работать с большой производительностью и высоким качеством обжига при минимальном удельном расходе газа.

В апреле 2011 г. на туннельной печи ОАО «Керамика» специалистами предприятия совместно со специалистами Института газа НАНУ началось поэтапное освоение предлагаемой Институту принципиальной схемы установки теплотехнического оборудования. На нынешнем этапе на канале № 1 туннельной печи ОАО «Керамика» все сводовые газогорелочные устройства типа ГНП и ГСТ были заменены на газогорелочные устройства серии ГС, изготовленные в Институте газа НАНУ.

Специалистами ОАО «Керамика» совместно со специалистами Института газа НАНУ были выполнены работы по монтажу, вводу в эксплуатацию и освоению оптимальных параметров эксплуатации газогорелочных устройств серии ГС.

Более чем полугодичный опыт эксплуатации туннельной печи 4,7 × 118 м с газогорелочными устройствами серии ГС на ОАО «Керамика» показал, что сами горелки являются надежным и эффективным оборудованием с точки зрения теплотехнологических и энергетических показателей: значительно улучшилось качество обжига

керамического кирпича за счет создания равномерного поля температур и газовой среды по поперечному сечению печного агрегата. Кроме того, указанные газогорелочные устройства имеют скоростной факел, устойчивость и стабильность которого гарантируется и в низкотемпературных зонах туннельной печи. Это дает возможность в зоне предварительного подогрева (на позициях №№ 17–20) интенсифицировать нагрев пода вагонок, нижних рядов садки и тем самым качественно подготовить их для дальнейшего процесса обжига. Таким образом, за счет интенсификации теплообменных процессов нагрева и обжига удельный расход топлива снизился на 10–12 %, а качество обжига улучшилось в среднем на 5 % из расчета увеличения марочности выпускаемой продукции.

### Список литературы

1. Торчинский А.И., Ляшко А.Ю., Сергиенко А.А., Крячок Ю.Н. Модернизация парка туннельных печей производства керамического кирпича. 1. Концепция программы модернизации туннельных печей для обжига керамического кирпича и ее реализация // Энерготехнологии и ресурсосбережение. — 2010. — № 1. — С. 72–75.
2. Торчинский А.И., Ляшко А.Ю., Сергиенко А.А., Крячок Ю.Н. Модернизация парка туннельных печей производства керамического кирпича. 2. Совершенствование системы отопления печей // Там же. — № 2. — С. 57–60.
3. Торчинский А.И., Ляшко А.Ю., Крячок Ю.Н. и др. Модернизация парка туннельных печей производства керамического кирпича. 3. Разработка автоматизированной системы управления и контроля // Там же. — 2011. — № 1. — С. 69–73.
4. Торчинский А.И., Сергиенко А.А., Ляшко А.Ю., Крячок Ю.Н. Опыт внедрения на туннельных печах обжига керамического кирпича энергоэффективных скоростных газогорелочных устройств серии ГС // Строит. материалы, изделия и сан. техника. — 2009. — Вып. 34. — С. 115–119.
5. Пат. 28025 Укр., МПК<sup>6</sup> С 2 F 23 D 14/00. Газовая горелка / А.И.Торчинский, Г.Н.Павловский. — Оpubл. 2000, Бюл. № 5.
6. Пат. 27849 Укр., МПК<sup>6</sup> С 2 F 23 D 14/00. Газовая горелка / А.И.Торчинский, Г.Н.Павловский, Ю.М.Величко. — Оpubл. 2000, Бюл. № 5.
7. Торчинский А.И., Ляшко А.Ю., Крячок Ю.Н. Сопоставительные испытания газогорелочных устройств серии ГС на туннельной печи обжига керамического кирпича // Строит. материалы и изделия. — 2011. — № 3. — С. 16–20.

Поступила в редакцию 12.11.11

***Torchinskij A.I.<sup>1</sup>, Ljashko A.J.<sup>1</sup>,  
Krjachok J.N.<sup>1</sup>, Torchinskij D.A.<sup>2</sup>***

<sup>1</sup> *The Gas Institute of NASU, Kiev*

<sup>2</sup> *Research and Production Enterprise «Promgastechno» Ltd., Kiev*

## **The Experience of Development of Speed Gas-Burning Devices of GS Series on Tunnel Kiln for Ceramic Brick Roasting of JSC «Ceramics» (Vitebsk city)**

The gas-burning devices of GS series of the Gas Institute of NASU manufacture are installed at the JSC «Ceramics» enterprise (Vitebsk city). The analysis of the existing design of tunnel kiln for ceramic bricks roasting of 4,7 × 118 m is executed. The new efficient energy technology scheme of installation of heating equipment in furnaces of this type is proposed. Start-up and adjustment works of optimum tunnel kiln heat and technological parameters are carried out. The effect of the installed gas burner devices on product quality and gas unit costs are considered.

**Key words:** tunnel kiln, ceramic brick, gas-burning device, heat intensity, burning quality.

Received November 12, 2011