

## Приборы и оборудование

УДК 666.3.041.55

**Торчинский А.И.<sup>1</sup>**, канд. техн. наук, **Ляшко А.Ю.<sup>1</sup>**, **Чичуа З.<sup>2</sup>**

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

ул. Дегтяревская, 39, 03113 Киев, Украина, e-mail: tor\_ingaz@mail.ru

<sup>2</sup> **ООО «Метехис керамика», ст. Метехи**

Каспи, ст. Метехи, Грузия, e-mail: info@bricks.ge

### Модернизация туннельной печи обжига керамического кирпича ООО «Метехис керамика» (Грузия)

На предприятии ООО «Метехис керамика» (Грузия) были установлены газогорелочные устройства серии ГС производства Института газа НАН Украины и система автоматического контроля обжига керамического кирпича на туннельной печи. Проведен анализ конструктивных особенностей этого типа печей, выполненных по болгарскому проекту. Рассмотрены преимущества проекта и недостатки, вызванные устаревшим теплотехническим оборудованием и отсутствием автоматической системы регулирования аэродинамических параметров. Разработана принципиальная схема печи с новым теплотехническим оборудованием и автоматикой регулирования теплового и аэродинамического режимов. Рассмотрено влияние установленного нового теплотехнического оборудования и автоматики на качество выпускаемой продукции, производительность печи и удельный расход природного газа. *Библ. 5, рис. 2.*

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

В 1980–1990 гг. в СССР много печей было построено по болгарскому проекту. В то время этот проект был очень прогрессивным, так как в нем процессы массопереработки, формовки, сушки и обжига осуществлялись на оборудовании [1], конструктивные параметры которого лучше, чем в существующих советских проектах. Болгарскому проекту присущи такие отличительные признаки: хорошая подготовка глиняного сырья (применение валцов тонкого помола с зазором 1 мм, а также вылеживание глины в шихтозапаснике); камерные сушила; туннельная печь с шириной канала 3,5 м, длиной 134,7 м; оснащение туннельной печи форкамерой на загрузке; наличие в зоне предварительного подогрева рецирку-

ляции продуктов сгорания при помощи осевых высокотемпературных вентиляторов; наличие рециркуляции горячего воздуха при помощи осевых высокотемпературных вентиляторов в зоне охлаждения и др.

Остановимся на отличительных конструктивных параметрах туннельной печи. Во-первых, это ширина канала 3,5 м с плоским сводом (в серийных советских проектах она составляла 3 м и свод был арочным). Во-вторых, длина печи составляла 134,7 м (в советских серийных проектах — 120 м). Ширина канала, длина канала, плоский свод — все это дало возможность довести производительность печи до 30–35 млн шт./год условного кирпича (в се-

рийных советских проектах при ширине канала 3 м, арочном своде и длине 120 м производительность печи достигала 20–25 млн шт./год условного кирпича).

На рис.1 приведены характеристики и принципиальная схема работы туннельной печи. Система отопления туннельной печи состояла из 21 ряда горелок сводового расположения. Причем ряд из 5 горелок чередовался с рядом из 4 горелок. Всего на своде печи было установлено 94 горелки (начиная с позиции 20–21 до 30–31).

Тепловой процесс печи был автоматизирован. Автоматика была выполнена на релейных схемах. Автоматическое регулирование охватывало поддержание заданной температурной кривой в зоне обжига. В группу регулирования входило полторы позиции, то есть 3 ряда горелок.

Груша из трех рядов горелок регулировалась по одной термопаре. Регулирование осуществлялось при помощи электромагнитного клапана, установленного на газопроводе, идущем к группе горелок. При достижении температуры выше заданной электромагнитный клапан перекрывал подачу газа на группу, при достижении температуры ниже заданной электромагнитный клапан открывал подачу газа на грушу. При этом подача воздуха оставалась постоянной. Для того времени такая автоматика являлась достаточно прогрессивной.

Аэродинамика печи автоматически не регулировалась. Для ее регулирования был предусмотрен только один показывающий прибор (тягонапоромер перед дымососом), по которому осуществлялось ручное регулирование при помощи направляющего аппарата на дымососе.

Финишное охлаждение осуществлялось на последней позиции через две щели, расположение по поперечному сечению печи на поз. 47. Отсутствовали двери на выгрузке, так как предполагалось, что воздушная завеса, которая создается подачей воздуха через щели, будет препятствовать движению воздуха из атмосферы в печь и наоборот.

Необходимо отметить следующие отрицательные стороны данного проекта.

1. Достаточно короткая зона обжига, состоящая только из сводовых горелок. Таким образом, тепловая подготовка пода вагонеток и нижних рядов садки отсутствовала.

2. Укрупнение группы регулирования до полтора позиций давало большое отличие реальной температуры в садке от той температуры, которая задавалась.

3. Двухпроводные газогорелочные устройства типа «Вулкан-газ» представляли собой простую конструкцию «труба в трубе». У этих горелок факел «повисший», оторванный от устья горелки. В связи с тем, что эти горелки «не держат» факел, их эксплуатация особо опасна в зонах, где температура ниже 800 °С. Специфика работы этих горелок такова, что 2–3 нижних ряда садки, как правило, остаются не обожженными.

4. В связи с отсутствием зоны ускоренного охлаждения с регулированием температуры в конце этой зоны практически невозможно удерживать точную температуру в зоне кварцевых преобразований.

5. Отсутствие приборов по аэродинамике не давало возможности контролировать и регулировать аэродинамические параметры в печи.

6. Теплоизоляционный свод состоял из теплоизоляционных материалов повышенной теплопроводности, вследствие чего наружная температура свода была достаточно высокой, что обуславливало большие тепловые потери через свод туннельной печи.

7. Отсутствие ворот на выгрузке из печи не давало возможности поддерживать необходимые параметры разрежения-давления в зоне охлаждения и, как следствие, в зоне обжига.

8. Плохо рассчитанные мощность и производительность вентилятора, а также форма и площадь выпускных щелей финишного охлаждения не давали возможности охладить в полной мере кирпич и, как следствие, иметь достаточное количество теплоты, необходимое для сушки.

9. Вследствие недостаточного количества теплоты, подаваемой на сушку, приходилось продукты сгорания направлять в сушила, что приводило к коррозии металлического оборудования, трубопроводов и металлических частей сушил.

К положительным характеристикам этой печи следует отнести наличие перемешивающих высокотемпературных осевых вентиляторов в зоне предварительного подогрева. На печи установлено три пары этих вентиляторов на поз. 7, 9, 11. Более холодные печные газы, находящиеся у пода рабочего канала туннельной печи, забираются осевым вентилятором, прокачиваются через него и подаются через щель, расположенную в своде. Таким образом, создается поперечная рециркуляция печных газов, вследствие чего выравнивается температура по попе-

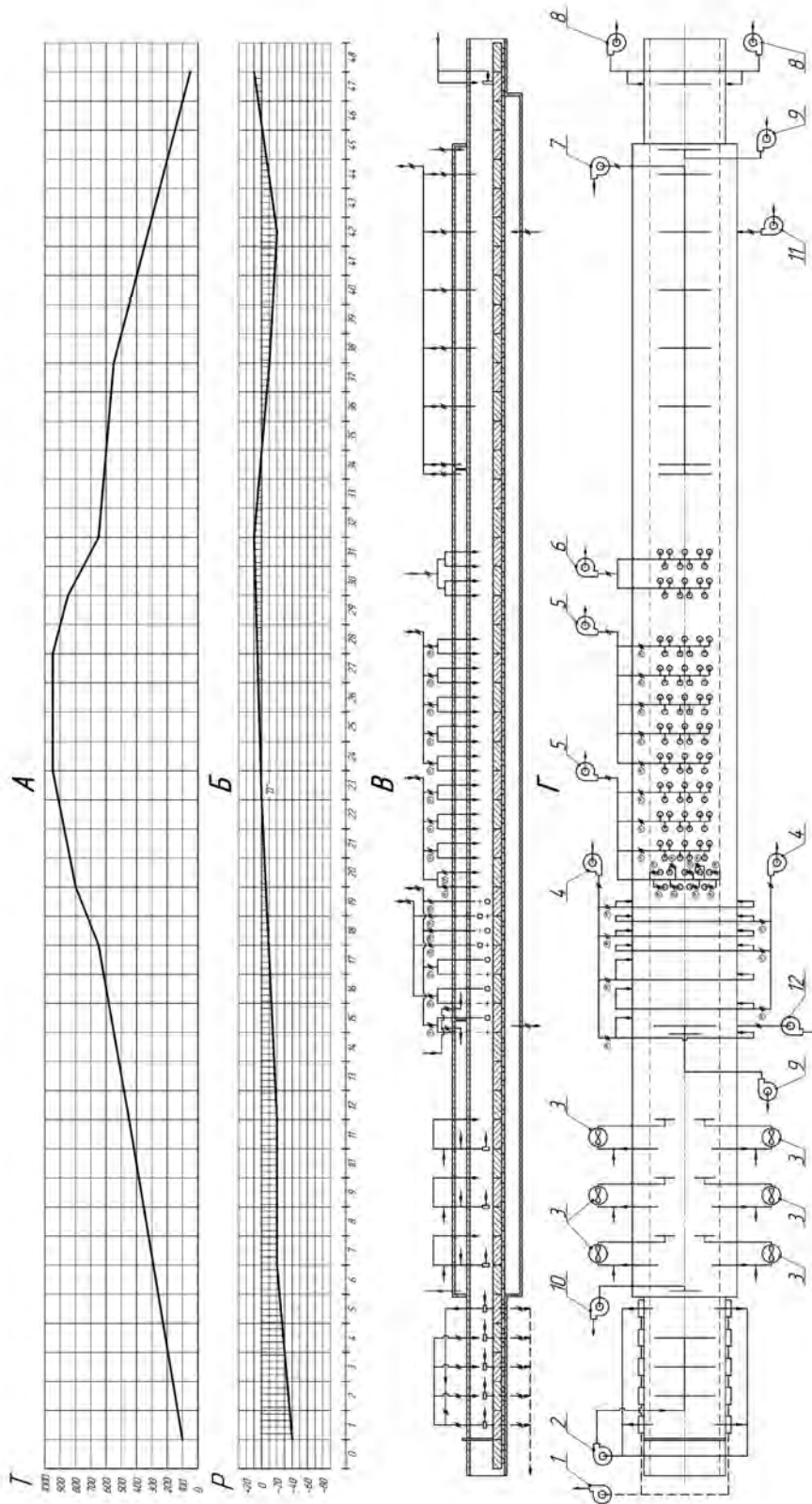


Рис. 1. Принципиальные схемы (А – температурный режим обжига (Т, °С); Б – кривая давления печи (Р, Па); В – схема газо-воздушных потоков; Г – отопительно-вентиляционная схема); 1 – дымосос отбора дымовых газов; 2 – вентилятор «холодной» рециркуляции; 3 – вентилятор интенсивного охлаждения; 4 – вентилятор подачи воздуха к боковым горелкам; 5 – вентилятор подачи воздуха к сводовым горелкам; 6 – вентилятор интенсивного охлаждения; 7 – дымосос отбора горячего воздуха на сушила; 8 – вентилятор финишного охлаждения; 9 – вентилятор подачи воздуха в межподовый канал; 10 – вентилятор отбора воздуха из межподового канала; 11 – вентилятор подачи воздуха в подвагонеточный канал; 12 – вентилятор отбора воздуха из подвагонеточного канала.

речному сечению рабочего канала туннельной печи.

К положительным характеристикам этой печи следует отнести наличие перемешивающих высокотемпературных осевых вентиляторов в зоне предварительного подогрева. На печи установлено три пары этих вентиляторов на поз. 7, 9, 11. Более холодные печные газы, находящиеся у пода рабочего канала туннельной печи, забираются осевым вентилятором, прокачиваются через него и подаются через щель, расположенную в своде. Таким образом, создается поперечная рециркуляция печных газов, вследствие чего выравнивается температура по поперечному сечению рабочего канала туннельной печи.

В задачу модернизации туннельной печи входило исключение всех вышеперечисленных недостатков, а также создание визуального контроля и автоматического управления всеми параметрами туннельной печи [2, 3].

Модернизация должна была обеспечить:

а) повышение энергетической и технологической эффективности обжига керамического кирпича в туннельной печи;

б) надежность и безопасность эксплуатации газовых горелок;

в) снижение удельных затрат природного газа на 18–20 %; повышение производительности не менее, чем на 20 %; улучшение качества обжига керамического кирпича за счет увеличения количества более марочного кирпича.

Основой для модернизации должна была послужить оптимальная отопительно-вентиляционная схема (рис.1,Г), современные газогорелочные устройства (рис.2), современная информационная и автоматическая оснащённость туннельной печи [3].

На туннельной печи размером (3,5 × 134,7) м предприятия «Метехис керамика» вместо старых газогорелочных устройств применены современные скоростные газогорелочные устройства серии ГС [4, 5], разработанные в Институте газа НАН Украины, которые показали себя с лучшей стороны на передовых предприятиях Украины, России, Беларуси, Грузии, а также применена автоматизированная система контроля и управление процессом нагрева и обжига керамического кирпича, апробированная на вышеуказанных предприятиях. Газогорелочные устройства серии ГС комплектуются напорометрами, которые дают возможность точно поддерживать соотношение газ : воздух и постоянно контролировать его, что, в конечном счете, приводит к качественному обжигу и снижению удельных затрат природного газа.

Скоростные газогорелочные устройства серии ГС были установлены на своде туннель-

ной печи, начиная с поз.19–20 и закачивая поз. 28 (всего 81 шт.), а также в боковых стенах, начиная с поз. 14–15 и заканчивая поз. 19 (всего 14 шт.). Горелки, установленные на своде, сгруппированы в 9 групп автоматического регулирования по температуре на каждой позиции. В каждую группу регулирования входит 2 ряда горелок (в одном ряду 4 горелки, в другом 5 горелок, всего в группе автоматического регулирования 9 горелок). Горелки, установленные в боковых стенах, сгруппированы в 7 групп регулирования (по 2 горелки в группе).

Технические характеристики скоростных газогорелочных устройств серии ГС и параметры системы газо- и воздухопроводов приведены ниже:

Номинальный расход природного газа (ПГ) на горелку серии ГС, установленную, м <sup>3</sup> /ч:	
в боковых стенах	– 8
в своде	– 12
Номинальное давление перед горелкой, кПа:	
ПГ	– 6–7
воздуха	– 1,4–1,5
Максимальное давление в коллекторе печи (в газопроводе перед печью), кПа:	
ПГ	– 20
воздуха	– 3
Давление ПГ перед регулятором давления, кПа	– ≥ 100
Давление воздуха за вентилятором, кПа	– ≥ 5

Автоматизированная система контроля и регулирование процессом обжига, разработанная и установленная на туннельной печи размером (3,5 × 134,7) м, оптимизирует процесс обжига за счет точного поддержания температурной кривой обжига. Кроме того, предложенное

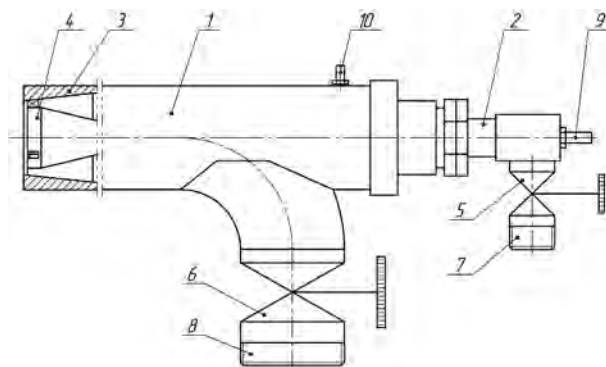


Рис.2. Общий вид горелки: 1 – корпус; 2 – газовая труба; 3 – газо-воздушный насадок; 4 – стабилизатор горения; 5 – регулятор расхода газа; 6 – регулятор расхода воздуха; 7, 8 – ниппель для присоединения гибкого шланга; 9, 10 – ниппель для присоединения переносного (стационарного) напорометра для измерения давления соответственно газа и воздуха.

автоматическое поддержание температуры на заданном уровне в зоне полиморфных преобразований кварца (в зоне предварительного подогрева и в зоне охлаждения) улучшает показатели прочности, показатели водопоглощения и морозостойкости керамического кирпича.

Автоматическая система контроля и управления аэродинамикой стабилизирует процесс необходимого (заданного) направления потока теплоносителя и его количества по длине печи. Это достигается за счет точного поддержания заданного давления-разрежения посредством изменения оборотов двигателей вентиляторов туннельной печи, которые укомплектованы частотными преобразователями.

В целях уменьшения тепловых потерь на туннельной печи была произведена замена старого теплоизоляционный свода на свод из мулитокремнеземистого фетра.

### Выводы

В августе-сентябре 2015 г. были выполнены все монтажные и наладочные работы, осуществлен пуск туннельной печи (3,5 × 134,7) м на предприятии «Метехис керамика», а также отработаны ее оптимальные тепловые и аэродинамические параметры.

В результате удалось увеличить производительность печи с 12 толканий в сутки до 18 толканий в сутки (увеличение 50 %), снизить удель-

ный расход природного газа со 155 м<sup>3</sup>/1000 шт. условного кирпича до 125 м<sup>3</sup>/1000 шт. условного кирпича (снижение 24 %). Значительно улучшилась равномерность обжига садки, а именно: весь кирпич от первого до последнего ряда садки был хорошо обожжен, а до реконструкции 4 нижних ряда садки имели недожог.

Срок окупаемости затрат на модернизацию составляет 2 года, при условии 180 рабочих дней в году.

### Список литературы

1. Роговой М.И. Теплотехническое оборудование керамических заводов. — М. : Стройиздат, 1983. — 367 с.
2. Торчинский А.И., Ляшко А.Ю., Сергиенко А.А. Модернизация парка туннельных печей производства керамического кирпича. 2. Совершенствование системы отопления печей // *Енерготехнології та ресурсозбереження*. — 2010. — № 2. — С. 57–60.
3. Торчинский А.И., Ляшко А.Ю., Крячок Ю.Н. Модернизация парка туннельных печей производства керамического кирпича. 3. Разработка автоматизированной системы управления и контроля // *Енерготехнології та ресурсозбереження*. — 2011. — № 1. — С. 69–73.
4. Пат. 28025 Укр., МПК<sup>6</sup> С 2 F 23D 14/00. Газовая горелка / А.И. Торчинский, Г.Н. Павловский. — Оpubл. 16.10.2000, Бюл. № 5.
5. Пат. 27849 Укр., МПК<sup>6</sup> С 2 F 23D 14/00. Газовая горелка / А.И.Торчинский, Г.Н.Павловский, Ю.М.Величко. — Оpubл. 16.10.2000, Бюл. № 5.  
Поступила в редакцию 09.03.17

**Торчинський А.І.<sup>1</sup>, канд. техн. наук, Ляшко О.Ю.<sup>1</sup>, Чичуа З.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Інститут газу НАН України, Київ*

*вул. Дегтярівська, 39, 03113 Київ, Україна, e-mail: tor\_ingaz@mail.ru*

<sup>2</sup> *ТОВ «Метехіс кераміка», ст. Метехі*

*Касні, ст. Метехі, Грузія, e-mail: info@bricks.ge*

## Модернізація тунельної печі випалу керамічної цегли ТОВ «Метехіс кераміка» (Грузія)

На підприємстві ТОВ «Метехіс кераміка» (Грузія) було встановлено газопальникові пристрої серії ГС виробництва Інституту газу НАН України та система автоматичного контролю випалу керамічної цегли на тунельній печі. Проведено аналіз конструктивних особливостей цього типу печей, виконаних за болгарським проектом. Розглянуто переваги проекту та недоліки, зумовлені застарілим теплотехнічним обладнанням та відсутністю автоматичної системи регулювання аеродинамічних параметрів. Розроблено принципову схему печі з новим теплотехнічним обладнанням та автоматикою регулювання теплового та аеродинамічного режимів. Розглянуто вплив встановленого нового теплотехнічного обладнання та автоматики на якість продукції, що випускається, на продуктивність печі та питому витрату природного газу. *Бібл. 5, рис. 2.*

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

**Torchinskij A.I.<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Ljashko A.Yu.<sup>1</sup>, Chichua Z.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> **The Gas Institute of National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev**

39, Degtjarijska St., 03113 Kiev, Ukraine, e-mail: tor\_ingaz@mail.ru

<sup>2</sup> **LLC «Metekhis ceramic», St. Metekhi**

Kaspi, St. Metekhi, Georgia, e-mail: info@bricks.ge

## **Modernization of Tunnel Kiln for Ceramic Bricks Calcination LLC «Metekhis ceramics» (Georgia)**

Gas-burning devices of SG Series and the system of automatic control of firing ceramic bricks for the tunnel kiln by production of Gas Institute of NAS of Ukraine were mounted at the enterprise LLC «Metekhis ceramics» (Georgia). The analysis of the design features of this type of furnaces was made by the Bulgarian project. The advantages and disadvantages caused by outdated thermal equipment and the lack of aerodynamic parameters of automatic control systems are also considered. The fundamental scheme of the kiln is designed with a new thermo-heating engineering equipment and automatics for thermal and aerodynamic modes regulation. The influence of new heating engineering equipment and automatics is considered for the quality of manufactured products, kiln productivity and natural gas specific consumption. *Bibl. 5, Fig. 2*

**Key words:** tunnel kiln, ceramic brick, gas-burning device, firing quality, modernization.

### **References**

1. Rogovoj M.I. [Heating engineering equipment of ceramic plants], Moscow : Strojizdat, 1983, 367 p. (Rus.)
2. Torchinskij A.I., Ljashko A.Yu., Sergienko A.A.N. [Tunnel furnaces stock for ceramic brick manufacture modernization. 2. The furnaces heating system development], *Energotehnologii i resursosberezhenie [Energy Technologies and Resource Saving]*, 2010, (2), pp. 57–60. (Rus.)
3. Torchinskij A.I., Ljashko A.Yu., Krjachok Yu.N. [Tunnel furnaces stock for ceramic brick manufacture modernization. 3. The automatic control system development], *Energotehnologii i resursosberezhenie [Energy Technologies and Resource Saving]*, 2011, (1), pp. 69–73. (Rus.).
4. Pat. 28025 Ukr., MPK<sup>6</sup> C 2 F 23D 14/00. Gas burner / A.I. Torchinskij, G.N. Pavlovskij. — Publ. 16.10.2000, Bul. 5. (Rus.).
5. Pat. 27849 Ukr., MPK<sup>6</sup> C 2 F 23 D 14/00. Gas burner / A.I. Torchinskij, G.N. Pavlovskij, Yu.M. Velichko. — Publ. 16.10.2000, Bul. 5. (Rus.).

Received March 9, 2017