

К. т. н. Т. Ф. Баранова (✉), И. Б. Мальков, С. А. Валиахметов

АО «НПЦ газотурбостроения «Салют», Москва, Россия

УДК 666.762.1:66.041.55.042

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФУТЕРОВКИ ВАГОНЕТКИ ДЛЯ КОРОТКИХ ТУННЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Усовершенствована конструкция футеровки вагонетки для коротких туннельных печей типа ПГ-30, используемых для обжига керамической оснастки: тиглей, стержней, форм для литья изделий из жаропрочных сплавов. Верхняя часть огнеупорного слоя, монтируемая на основание теплоизоляционного слоя, состоит из установленных друг на друга плит. В плитах, кроме верхней, отверстия (всего 44) выполнены сквозными с выходом на основные поверхности и расположены в шахматном порядке. В верхней плите отверстия (всего 22) выполнены с одной стороны глухими. При монтаже огнеупорного слоя плиты стыкуют таким образом, чтобы их направленные в одну сторону отверстия были соосны. Верхнюю плиту устанавливают сплошной поверхностью вверх, а отверстиями вниз, на нее укладывают коробоподставки, на которых размещают обжигаемые изделия. Такая конструкция вагонеток позволяет значительно снизить их массу при одновременном увеличении срока службы, особенно при высокой скорости толкания вагонеток, например при обжиге литейных форм для литья никелевых сплавов.

Ключевые слова: вагонетка туннельной печи, футеровка вагонетки, скорость движения, плита.

Известно, что конструкция вагонеток в печах обжига должна обеспечивать минимальные тепловые потери в процессе термообработки керамических изделий, высокую надежность при длительном сроке эксплуатации с учетом температурного режима обжига. Вагонетка обычно содержит металлическое основание и футеровку из двух частей: нижняя — теплоизоляционный слой, верхняя — огнеупорный слой.

Наличие волокнистых материалов и изделий в нижнем теплоизоляционном слое обеспечивает низкую теплопроводность футеровки и компенсирует термическое расширение ее верхних слоев, из-за чего деформации вагонетки не происходит. Огнеупорный слой (подина) чаще состоит из сборных элементов — плит, фасонных блоков [1–4]. При выполнении подины из таких элементов прежде всего рассматривается способ их крепления друг к другу, чтобы при движении вагонетки в печи сборные элементы не двигались, не раздвигались и не откалывались.

Сборные элементы футеровки при движении вагонетки в печи подвергаются температурным и динамическим воздействиям, и тем больше, чем мельче размер элементов, чем ниже термостойкость их материала и чем несовершеннее связь между ними. По указанным причинам надежность пода вагонетки и срок его службы снижаются.

В работе [1] дано описание верхнего слоя футеровки вагонетки туннельной печи, образованного рядами плоских огнеупорных изделий, связанных между собой внахлестку по периметру посредством выступов на их боковых гранях. При этом чтобы не было раздвигания изделий, швы между ними должны быть с определенной, строго выполненной величиной угла раскрытия. Это же можно отнести к недостатку указанной конструкции вагонетки, так как даже небольшое превышение угла раскрытия швов между изделиями в любую сторону приводит к раздвижке всей посадочной площадки вагонетки, особенно при повышенных температурах обжига.

В работе [2] рассмотрено устройство вагонетки для коротких туннельных печей. Огнеупорная часть футеровки состоит из керамических подставок, огнеупорных плит и блоков. Керамические подставки со сквозным отверстием, идентичным в сечении форме выступа металлического основания, устанавливаются отверстием на выступ. Два ряда огнеупорных плит, связанных между собой посредством выступов и впадин глубиной, равной длине выступа на обращенных одна к другой поверхностях, образуют перекрытия керамических подставок. Четыре угловых огнеупорных блока закрепляются на металлическом основании.

Теплоизоляционный слой выполнен из огнеупорных волокнистых модулей, прикрепляемых к металлическому основанию и устанавливаемых между керамическими подставками. Стойкость вагонетки обеспечивается фиксацией всех элементов футеровки от смещения. Низкая теплоемкость вагонетки достигается выполнением основного массива ее футеровки из волокнисто-



Т. Ф. Баранова
E-mail: ogmet@salut.ru

го огнеупорного материала, что определяет температуру эксплуатации вагонеток 1200 °С.

Практика эксплуатации вагонеток в коротких туннельных печах [3] показала, что на срок службы значительно влияет длительность режима обжига и скорость движения вагонеток. Так, в туннельных печах ПГ-30 длиной 18 м, применяемых для обжига керамической оснастки (тигли, стержни, формы для литья изделий из жаропрочных сплавов), зоны нагрева и выдержки удлинены, а зона охлаждения сокращена. При этом скорость движения вагонеток при обжиге литейных форм при 1000 °С одна вагонетка в час, а при обжиге тиглей при 1550 °С одна вагонетка за 5 ч.

Применение в указанных печах вагонеток (рис. 1) новой конструкции [4] обеспечило равномерность температурного поля в процессе обжига, снизив количество брака обжигаемых изделий, высота которых значительно больше ширины, а дно имеет утолщение по сравнению со стенкой. Огнеупорный слой футеровки вагонетки (см. рис. 1, а) формируется из четырех сборных плит, кратных размерам посадочной площади вагонетки и имеющих по 22 отверстия (см. рис. 1, б). У трех плит отверстия сквозные, у одной глухие с одной стороны, так как на ней располагаются коробка — подставки для установки изделий.

Такая конструкция плит обеспечивает достаточно быстрый и равномерный нагрев посадочной площадки с массой изделия, что ведет к снижению общих тепловых потерь в процессе обжига. Технология изготовления плит основана на способе вибролитья формовочной массы из смеси плавленного муллита с глиноземом и с добавкой боя муллитокорундовых изделий, обеспечивающей работоспособность плит до 1600 °С при разной скорости движения вагонеток [5].

Однако в настоящее время в производстве авиационных изделий литьем из жаропрочных сплавов увеличился объем выпуска крупногабаритных отливок. Для их изготовления необходимы крупногабаритные плавильные тигли, литейные формы и стержни, для обжига которых требуется дополнительная корректировка температурного поля из-за большей аккумуляции тепла обжигаемыми изделиями вместе с массивной подиной вагонетки. Особенно это необходимо на этапе нагрева при высоких скоростях движения вагонеток.

При использовании для обжига крупногабаритных изделий вагонеток новой конструкции [4] (см. рис. 1, а) продолжительность срока их эксплуатации снижается из-за появления больших трещин в верхней плите. Для сохранения срока эксплуатации вагонеток и дополнительного выравнивания температурного поля в печи была усовершенствована конструкция плит для огнеупорного слоя футеровки вагонетки [6] (см.

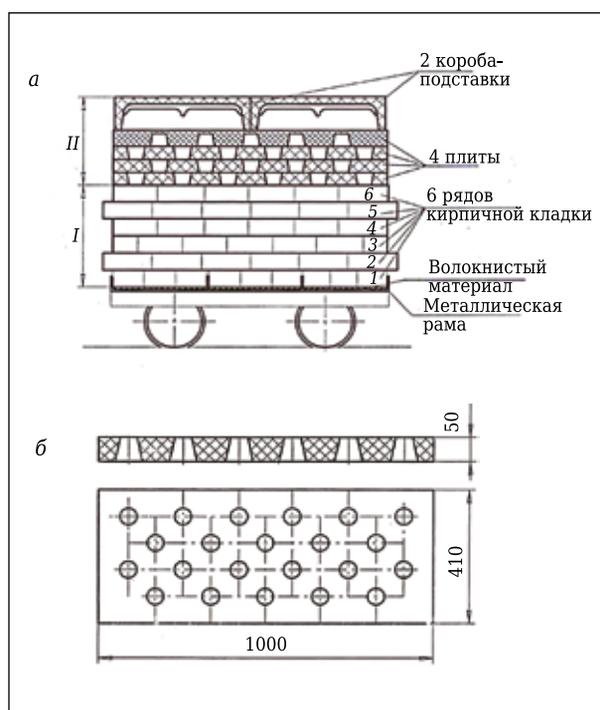


Рис. 1. Схема вагонетки туннельной печи ПГ-30 [3]: а — вагонетка; б — плита (22 отверстия); I — теплоизоляционный слой; II — огнеупорный слой

рис. 2, а). Новая конструкция плит (см. рис. 2, б) отличается тем, что отверстия в плитах выполнены несквозными. Расположены они рядами с выходами на основные поверхности плиты. В каждой из трех плит количество отверстий увеличено в 2 раза и составляет 44. В верхней плите имеется всего 22 отверстия, они выполнены глухими с одной стороны для установки на нее коробов-подставок с обжигаемыми изделиями.

В зависимости от типа и массы обжигаемых изделий, температуры их обжига и скорости движения вагонеток количество плит в огнеупорном слое футеровки может меняться от трех до четырех, а количество коробов-подставок — от 2 до 4 (рис. 3). Толщина верхней плиты изменяется в зависимости от количества плит в огнеупорном слое футеровки. Прочность шва из огнеупорного мертеля, скрепляющего плиты, как и в прежней конструкции, в процессе службы остается достаточной для сохранения конструкции и устойчивости верха футеровки, а после окончания службы не является препятствием для разъема плит.

Предложенная конструкция плит позволяет снизить их массу на 1/3, уменьшить массу футеровки в целом и снизить тем самым аккумуляцию тепла. Наличие в огнеупорном слое футеровки каждой вагонетки большого количества воздушных полостей, образуемых способом укладки коробов и увеличенным вдвое количеством отверстий в плитах, обеспечивает быстрое выравнивание температурного поля по всему объему посадочной площадки вагонетки при на-

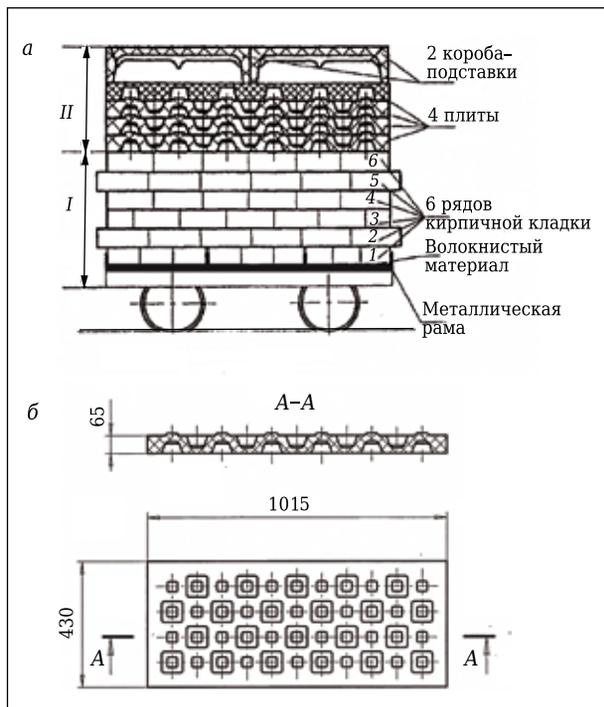


Рис. 2. Схема новой вагонетки туннельной печи ПГ-30: а — вагонетка; б — плита (44 отверстия); I — теплоизоляционный слой; II — огнеупорный слой

греве, выдержке и, соответственно, охлаждении в зоне снижения температур.

По результатам контроля режима обжига с помощью трех платинородиевых термопар, размещенных на одной вагонетке, установлено, что перепад температур практически не превышает 25 °С во всех зонах обжига по длине печи. Снизились энергозатраты для создания оптимальных режимов обжига изделий разного назначения при увеличении срока службы вагонеток. Так,

Библиографический список

1. А. с. 1698609 СССР, МПК F 27 D 3/12. Футеровка вагонетки туннельной печи / С. Р. Замятин, Э. П. Колосапова, Л. М. Гумбин и др. — № 4227628/33, заявл. 10.04.87; опубл. 15.12.91, Бюл. № 46.
2. Пат. на полезную модель 107580 РФ, МПК F 27 D 3/00. Вагонетка обжиговой печи / Колосанов О. Д., Лим Ю. В., Гришпун Е. М., Гороховский А. М. — № 2011113287/02; заявл. 06.04.11; опубл. 20.08.11.
3. Баранова, Т. Ф. Футеровка вагонетки коротких туннельных печей / Т. Ф. Баранова, И. Б. Мальков, В. А. Поклад // Новые огнеупоры. — 2011. — № 10. — С. 8–10.

Baranova, T. F. The lining of the cars of short tunnel furnaces / T. F. Baranova, I. B. Mal'kov, V. A. Poklad // Refractories and Industrial Ceramics. — 2012. — Vol. 52, № 5. — P. 316–318.

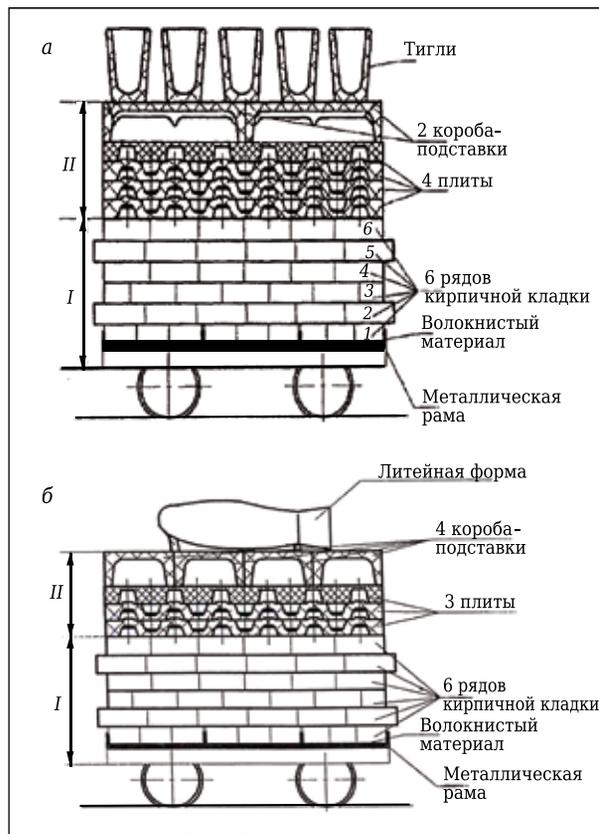


Рис. 3. Схема новой вагонетки с обжигаемыми изделиями: а — с тиглями; б — с литейной формой; I — теплоизоляционный слой; II — огнеупорный слой

при обжиге крупногабаритных литейных форм при 950 °С со скоростью движения одна вагонетка в час срок эксплуатации вагонеток составляет около двух лет против одного года у вагонеток со старой конструкцией плит в огнеупорном слое футеровки.

4. Пат. 2403520 РФ, МПК F 27 D 3/12. Вагонетка для туннельной печи / Баранова Т. Ф., Мальков И. Б., Поклад В. А. — № 2009126976/02; заявл. 15.07.09; опубл. 10.11.10.
5. Пат. 2412133 РФ, МПК F 27 D 3/12. Шихта для изготовления огнеупорных изделий / Баранова Т. Ф., Степанова Е. А., Шункина Н. И. — № 2009125693/03; заявл. 07.07.09; опубл. 20.02.11, Бюл. № 5.
6. Пат. на полезную модель 143935 РФ, МПК F 27 D 3/12. Вагонетка для туннельной печи / Баранова Т. Ф., Мальков И. Б., Валиахметов С. А., Поклад В. А. — № 2014111773/02; заявл. 28.03.14; опубл. 10.08.14. ■

Получено 08.10.2015
© Т. Ф. Баранова, И. Б. Мальков,
С. А. Валиахметов, 2015 г.