

Изобретение относится к камерным или проходным печам с защитной или воздушной атмосферой, используемым для тепловой обработки материалов и изделий в широком диапазоне рабочих температур от 300 до 1100°C в машиностроительной, металлургической промышленности и других отраслях производства.

Известна проходная муфельная печь с контролируемой атмосферой [1], которая состоит из нагревательной камеры, выполненной из теплоизоляционного материала, внутри которой установлены нагреватели, расположенные группами, образующими температурные зоны, металлического муфеля, выполненного из жаропрочного материала, системы ввода технологического газа в муфель, выполненной в виде распределительного коллектора с отверстиями. Недостатками печи известной конструкции являются громоздкость ее элементов, сложность изготовления и ненадежность в эксплуатации. Конструкция печи отличается высокой материалоемкостью и инерционностью. Тепло от нагревателей к садке передается через экран (муфель), что снижает тепловую мощность печи и приводит к перерасходу топлива, производительность печи невелика, т.к. с увеличением габаритов муфеля снижается надежность печи. В промышленности такие печи не нашли применения.

В качестве прототипа выбрана однокамерная печь многоцелевого назначения с контролируемой атмосферой, обогреваемая газовыми радиационными трубами фирмы "Ипсен" серии KR [2], содержащая газоплотный металлический каркас, теплоограждающие стены, свод и под, выполненные из огнеупорного кирпича, керамический муфель, радиационные нагревательные трубы газовые (электрические), установленные вертикально в печи между боковыми теплоограждающими стенами и муфелем, уплотнительные дверки, направляющие для загрузки и выгрузки садки, вентилятор для перемешивания защитной атмосферы в печи, коммуникации для подвода воздуха, топлива в нагреватели, отвода продуктов сгорания. Печь, выбранная в качестве прототипа, является многоцелевой и отличается высокой механизацией и автоматизацией процессов, однако она имеет существенные недостатки. Конструкция печи отличается сложностью, высокой материалоемкостью, которая определяет ее высокую тепловую инерционность. При изготовлении печи требуется большое количество фасонных огнеупоров и выполнение в значительном объеме футеровочных работ, применение громоздкого муфеля. Для обогрева печи используются дорогостоящие трубчатые радиационные нагреватели. В связи с тем, что теплота от продуктов сгорания передается садке через две экранирующие стенки (корпус трубчатого нагревателя и муфель), тепловая эффективность и удельная производительность печи весьма низкие.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования технологической печи для тепловой обработки материалов и изделий, в которой в результате особого выполнения стен свода и каркаса печи при соблюдении заявляемых соотношений размеров обеспечивается упрощение ее изготовления и монтажа, расширение технологических возможностей использования печи, кроме того, снижаются энергозатраты.

Поставленная задача решена тем, что в технологической печи для тепловой обработки материалов и изделий, преимущественно в защитной атмосфере, содержащей рабочую камеру, ограниченную несущим каркасом, теплоизолирующие боковые стенки, свод, под, дверку, нагревающие элементы, согласно изобретению, теплоизолирующие боковые стены, свод выполнены в виде плоских излучающих модулей, жестко закрепленных

на каркасе печи в один или несколько рядов по высоте, длине и ширине печи с относительным шагом $S = \frac{B+L}{B}$,

равным 1,20-1,30, где B - ширина (высота) модуля, L - расстояние между торцами модулей, а нагревающие элементы размещены в модуле. Дополнительными отличиями является то, что несущий каркас печи выполнен из соединенных между собой металлических пустотелых элементов, заполненных волокнистой теплоизоляцией, на внешней стороне каждого элемента по всей длине выполнена щель, перекрытая съемным изогнутым упругим металлическим листом, а также дверка выполнена в виде плоского излучающего модуля, прикрепленного к каркасу печи. Выполнение боковых стен и свода печи в виде плоских излучающих модулей при соблюдении заявляемых размеров, каркаса печи в виде соединенных между собой металлических пустотелых элементов, заполненных волокнистой теплоизоляцией, а дверка печи также в виде плоского излучающего модуля дает возможность осуществить сооружение технологической печи практически без применения кладки, а в случае переноса печи быстро ее демонтировать и собрать на новом месте, резко повысить интенсивность процесса нагрева, а в случае необходимости и охлаждения изделий в печах за счет развитой рабочей теплообменной поверхности модулей и равномерности нагрева (охлаждения), значительно снизить инерционность печей за счет исключения потери тепла на разогрев кладки, потери тепла через футеровку за счет уменьшения ее площади.

На фиг. 1 показан продольный разрез предлагаемой технологической печи, разрез по А-А; на фиг. 2 - поперечное сечение печи, разрез по Б-Б; на фиг. 3 - узел соединения модулей с пустотелыми металлическими элементами каркаса печи, заполненными волокнистой теплоизоляцией, узел I.

Предлагаемая технологическая печь для тепловой обработки материалов и изделий, преимущественно в защитной атмосфере, содержит рабочую камеру, ограниченную несущим каркасом, выполненным из соединенных между собой металлических пустотелых элементов 1, заполненных волокнистой теплоизоляцией 2. На внешней стороне каждого элемента 1 каркаса печи по всей длине выполнена щель, перекрытая съемным изогнутым упругим металлическим листом 3. К элементам 1 каркаса печи жестко и герметично прикреплены плоские излучающие модули 4, установленные с относительным шагом, равным 1,2-1,3, выполняющие одновременно роль нагревателей, а в случае необходимости - охладителей и теплоизоляционных панелей, загрузочно-разгрузочное окно 5, выполненное в торцевой стенке печи, стол 6 для загрузки в печь и выгрузки из печи изделий, размещенный перед загрузочно-разгрузочным окном 5 и жестко присоединенный к каркасу печи. Загрузочно-разгрузочное окно 5 уплотнено дверкой 7, выполненной в виде плоского излучающего модуля, прикрепленного к каркасу печи. В своде печи установлен вентилятор 8 для перемешивания защитной атмосферы. На поду печи 9 расположены направляющие 10 из жаропрочной стали, служащие для установки поддонов 11, для размещения садки. Каждый плоский излучающий модуль 4 оборудован горелкой 12 с патрубком 13 для подвода газа, а патрубком 14 - для подвода воздуха и патрубком 15 - для удаления уходящих продуктов сгорания.

В процессе испытаний технологической печи предлагаемой конструкции было установлено, что совокупность отличительных признаков заявляемой технологической печи позволяет интенсифицировать процесс теплообмена в печи, обеспечивает равномерность нагрева, сокращает время нагрева (охлаждения) садки до

заданной технологической температуры, резко снижает объем футеровочных работ, снижает материалоемкость и уменьшает энергозатраты на нагрев садки, упрощает технологию изготовления, монтажа и ремонта печей.

Опытный образец печи предлагаемой конструкции прошел испытания на экспериментальной базе Института газа АН Украины.

В таблице приведены основные теплотехнические и эксплуатационные характеристики печи, полученные при различном относительном шаге ($S = \frac{B+L}{B}$) расположения нагревателей по длине, ширине и высоте печи, где S - относительный шаг расположения модулей при установке их на печи, B - ширина (высота) модуля, L - расстояние между торцами модулей.

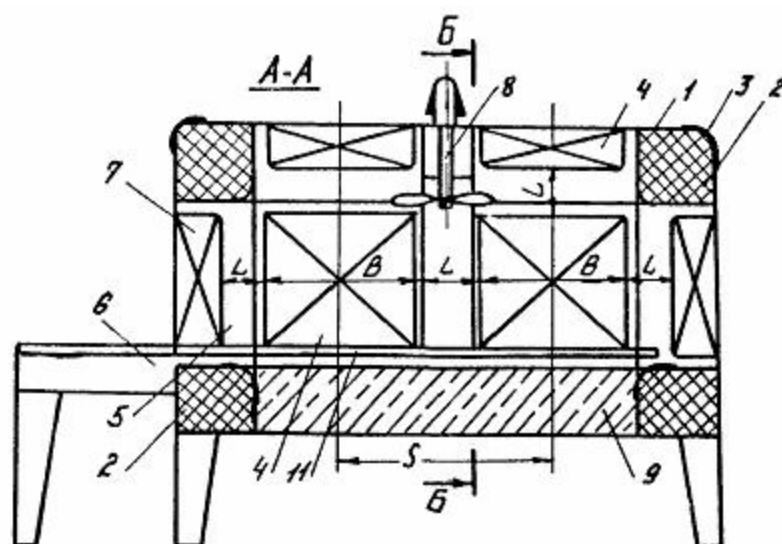
Из таблицы видно, что при относительном шаге ниже заявленного предела улучшаются условия нагрева садки за счет более высокой равномерности нагрева, снижаются затраты на изготовление и монтаж печи за счет уменьшения габаритов печи, однако при этом увеличиваются потери теплоты через теплоотражающие стенки печи, т.к. в этом случае сечение элементов каркаса печи, заполненных волокнистой теплоизоляцией, уменьшается и, следовательно, снижаются теплоизоляционные способности теплоотражающих элементов, кроме того, снижается надежность несущего каркаса печи. С увеличением потерь теплоты через теплоотражающие элементы печи, увеличивается время нагрева и снижается время охлаждения садки до заданной температуры. При относительном шаге между модулями выше заявленного предела ухудшаются условия нагрева садки из-за увеличения перепада температур на поверхности садки, увеличивается время нагрева и охлаждения садки до заданной температуры, т.к. увеличиваются потери теплоты через теплоотражающие элементы печи, увеличиваются затраты на изготовление и монтаж печи. Таким образом, в заявляемых пределах относительный шаг расположения плоских излучающих модулей по высоте, длине и ширине печи $S = \frac{B+L}{B} = 1,2 - 1,3$ является оптимальным, т.к. в этом случае достигаются снижение энергозатрат,

повышение удельной производительности при тепловой обработке изделий, более высокая равномерность нагрева садки по высоте, ширине и длине, снижаются затраты на изготовление и монтаж печи.

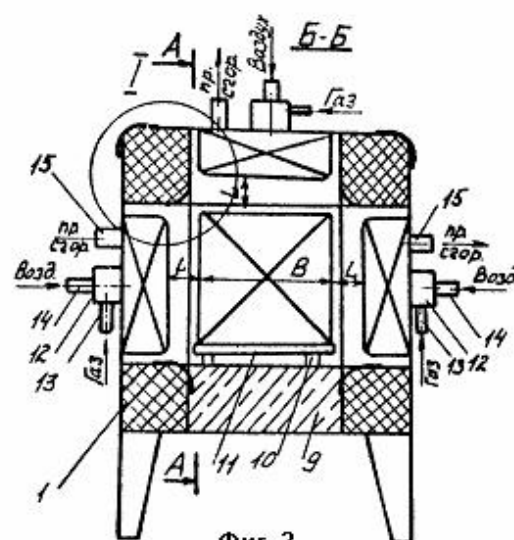
Работа технологической печи предлагаемой конструкции заключается в следующем. Садку устанавливают на разгрузочно-загрузочный стол 6, с которого через загрузочно-разгрузочное окно 5 перемещают на поддон 11, размещенный на направляющих 10, установленных на поду печи. После загрузки садки плотно закрывают загрузочно-разгрузочное окно 5 печи дверкой 7, заполняют рабочее пространство печи защитной атмосферой и включают вентилятор 8 для перемешивания защитной атмосферы, затем включают нагреватели - плоские излучающие модули 4. С излучающей поверхности модулей, обращенной непосредственно в рабочее пространство печи, теплота излучением передается на тепловоспринимающую поверхность садки. В горелки 12 нагревателей-модулей 4 газ подается через патрубки 12, а воздух - через патрубки 15.

После нагрева садки уменьшают подачу газа и воздуха в нагреватели, отключают подачу защитной атмосферы в печь, открывают дверку 7 и выгружают садку на загрузочно-разгрузочный стол 6.

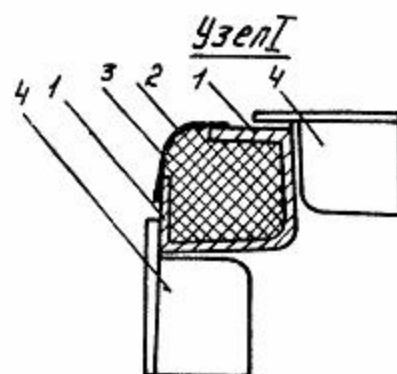
Показатели	$S = \frac{B+L}{B}$					
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Вес садки, кг	180	180	180	180	180	180
Время нагрева садки до температуры 850°C, час	1,75	1,2	0,9	0,95	1,4	1,9
Тепловая мощность печи, кВт/ч	100	100	100	100	100	100
Время охлаждения садки с 850°C до 400°C, час	0,58	0,65	0,70	0,95	1,25	1,35
Перепад температур на поверхности по высоте садки, °C	6,0	7,0	8,0	10,0	24,0	42,0
Перепад температур на поверхности по ширине садки, °C	5,0	7,0	8,0	11,0	28,0	44,0
Перепад температур на поверхности по длине садки, °C	5,0	7,0	8,0	10,0	41,0	56,0
Потери теплоты через теплоотражающие элементы печи, %	37	28	9,0	10,0	19,0	28,0
Относительные затраты на изготовление и монтаж печи, руб/кг	16	18	20	22	36	64
Потери теплоты через теплоотражающие стенки печи, %	32,0	28,0	9,0	10,9	19,0	20,0
Относительные затраты на изготовление и монтаж печи, руб/кг	16,0	18,0	20,0	22,0	36,0	64,0
Относительная надежность корпуса, охватывающего рабочее пространство печи, %	68	75	100	105	120	135



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3