

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В КАМЕРЕ

В статье предложены способы практической реализации эксперимента по изучению характера распределения тепловых потоков по объему камеры печи в зависимости от изменения ее конструктивных параметров.

Ключевые слова: нагревательная печь, тепловая энергия, энергоэффективность, промышленный эксперимент.

YU. B. LIUSH

Zaporozhye State Engineering Academy

ORGANIZATION OF INDUSTRIAL EXPERIMENT AS FOR STUDYING OF CONSTRUCTION FEATURES INFLUENCE ON HEATING FURNACE OF HEAT ENERGY DISTRIBUTION IN CHAMBER

It is suggested in the article the ways of practical realization of experiments as for studying of heat flows distribution nature in terms of the furnace chamber depending on changes in its design parameters.

It is established that to improve the aerodynamics of considered heating furnaces is possible by changing the location of burners and exhaust boxes. But basing on the construction of such furnaces the most problematic during the mentioned above industrial experiments is the changing of exhaust boxes location, because it provides channels restructuring for flue gases in the walls, and in fact - their multiple relaying. To avoid this is possible in case of a special telescopic device using, which let create the additional channels between the real and necessary location.

Keywords: heating furnace, heat energy, energy efficiency, industrial experiment.

Вступление. Оценка энергоэффективности любого объекта может быть как качественной, так и количественной. В первом случае она характеризуется как высокая или низкая, а во втором – значением расхода энергоресурсов на единицу произведенной продукции, выполненных работ или оказанных услуг. Соответственно, для камерной нагревательной печи – это количество использованного природного газа на тонну обрабатываемого металла. Таким образом, энергоэффективность камерной нагревательной печи зависит от плотности теплового потока в зоне расположения заготовки и равномерности ее нагрева [1]. Этим в основном и определяется эффективность и рациональность использования энергетических ресурсов.

К тому же, как известно [2], производительность печей является варьируемым фактором. Одно и то же количество заготовок можно разогреть в одной печи или группе печей. Существует понятие оптимальной производительности печи, которая соответствует наименьшему расходу энергии на нагрев материала, либо минимальной себестоимости нагрева. Отсюда на первый план при конструировании или модернизации печей выдвигается требование эффективного использования энергоносителей, т.е. проблема энерго- и ресурсосбережения. С учетом сказанного немаловажный интерес с точки зрения решения практических и теоретических задач повышения энергоэффективности камерных нагревательных печей представляет изучение влияния их конструктивных особенностей на характер распределения тепловой энергии в объеме камеры.

Цель работы – практическая оценка влияния изменения местоположения горелочных устройств и окон для отвода продуктов сгорания на характер распределения тепловой энергии по объему камеры печи.

Результаты исследования. Объектом исследования является камера нагревательной печи с выкатным подом, которая расположена в инструментальном цехе ЧАО «Никопольский завод технологической оснастки». В печи имеется 4 горелки ГНП-3 и 6 вытяжных окон суммарной площадью 0,24м². Сжигаемый газ и воздух подаются соответственно по газо- и воздухоподводящей трубам.

Время нагрева изделия по инструкции составляет до 16 часов. Средний расход природного газа на действующей печи - 61,4 м³/ч.

На исследуемой печи присутствует система теплового контроля и регулирования.

Геометрические параметры исследуемого объекта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Геометрические параметры исследуемой камерной нагревательной печи с выкатным подом

	Наименование показателей	Значение, мм
Длина печи	наружная	3218
	внутренняя	2550
Ширина печи	наружная	3364
	внутренняя	1400
Высота печи	наибольшая (до арочного свода)	1514
	наименьшая	1225

Толщина кладки	свода	302
	боковых стен	822
Окно закружки	ширина	1508
	высота	198

Анализ полученных по показаниям установленных в районе свода и подины камеры термомпар значений температур, а также фиксируемый большой перерасход печью газа свидетельствует о том, что аэродинамика действующей установки организована не рационально. Предположительно тепловые потоки от горелочных устройств поднимаются к своду печи, достигнув которого, они отражаются и попадают в нижнюю часть камеры, где и отводятся из рабочего пространства через вытяжные отверстия. Это приводит к тому, что основная часть тепловой энергии приходится на верхнюю часть камеры (рис. 1) и нагревает свод печи, а не металл, находящийся подине. Это оказывает определяющее влияние на тепловую работу печи, ведь большое значение имеет циркуляция газов, которая создается струями газов, и направленность движения тепловых потоков.

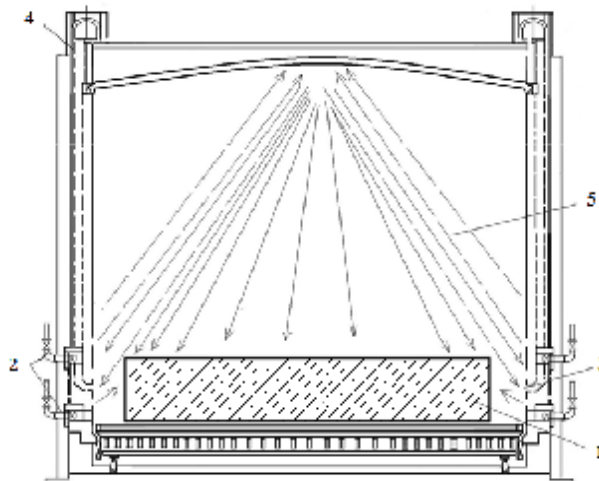


Рис. 1 – Камерная печь с выкатным подом:
 1 – заготовка; 2 – горелочные устройства; 3 – окна для отвода продуктов сгорания;
 4 – дымовой канал; 5 – условное обозначение направления движения тепловых потоков

Указанный недостаток вызван, по нашему мнению, не совсем корректным расположением таких конструктивных элементов, как горелочные устройства и окна для отвода продуктов сгорания, поэтому и была поставлена задача практической оценки влияния местоположения последних на характер распределения тепловой энергии по объему камеры печи. Если движение газовых потоков в печных установках может таким образом существенно изменяться, то это станет одним из рычагов повышения энергоэффективности процессов, протекающих в них.

Наиболее простым в организации является реализация эксперимента с изменением расхода газа. Логично предположить, что его снижение приведет к получению более низких температур при неизменных прочих параметрах эксперимента, и наоборот. Однако снижение суммарного расхода энергоресурсов может быть достигнуто как за счет сокращения времени их использования, как и за счет снижения удельного расхода. А поскольку время обработки металла жестко регламентировано во всех фазах процесса термообработки, то влияние всех вышеперечисленных факторов для нагревательных печей направлено на достижение нужной температуры в камере печи при меньшем расходе природного газа, что и представляет определенный интерес для изучения.

Что касается вышеописанных параметров, влияющих на картину температурных зон в камере печи, без существенных затрат поддается изменению местоположение только горелочных устройств по высоте боковых стенок камеры. Реализация же промышленного эксперимента с изменением расположения вытяжных окон практически невозможна, что связано с наличием дымовых путей, проходящих в кладке печи. Для его осуществления во избежание необходимости прокладки новых каналов в стенах установки предложено использовать телескопическое приспособление (рис. 2), состоящее из нескольких труб, последовательно входящих одна в другую с применением трапов и цанговых соединений для удобства регулировки. Диаметр этих труб подобран таким образом, чтобы площади сечения образовавшегося канала и существующих вытяжных окон соответствовали друг другу.

Поскольку при работе с высокими температурами применяются специальные жаропрочные материалы, то для организации отвода продуктов сгорания использовалась нержавеющая сталь марки 20Х23Н18, которая относится к жаропрочным изделиям, выдерживающим температуру до 1500°С и имеющим высокую коррозионную стойкость. Рекомендуемый же температурный режим в печи существенно ниже и соответствует 800-1100°С. Эта марка стали, используемая в предложенном телескопическом

устройстве, биологически инертна и не магнитна. В её состав входят: никель, хром, титан, что придает материалу прочность, пластичность, а также позволяет использовать трубы в контакте с химическими реагентами: щелочами, солями кислот при температуре до 350°C. Что немаловажно для использования в качестве устройства для отвода продуктов сгорания из камеры печи.

С учетом сложности проведения эксперимента на реальном объекте перемещение указанных конструктивных элементов проводилось только по высоте камеры. Возможный диапазон варьирования расположения горелок и вытяжных окон, согласно существующим размерам камеры, составляет $H (0,2 \div 1,1)$ м при её общей высоте – 1,23м.

Изменение местоположения горелочных устройств предложено осуществлялось следующим образом. Так как на действующей печи установлены двухпроводные горелки, то возможные варианты размещения последних определяются с учетом расстояния между нижним и верхним рядом в камере, что составляет $\Delta=0,17$ м. Поэтому на указанном расстоянии от верхнего ряда горелочных устройств, в боковых стенах печного агрегата проделывали дополнительные отверстия, куда и перемещались нижние горелки.

Выводы

1. Улучшить аэродинамику рассматриваемых нагревательных печей возможно изменением расположения таких их конструктивных элементов как горелочные устройства и окна для отвода продуктов сгорания, для чего необходимо предварительно оценить влияние мест последней установки на распределение тепловой энергии в камере.

2. Исходя из конструкции камерной нагревательной печи наиболее проблематично при проведении промышленных экспериментов по изучению влияния параметров последней на показатели ее энергоэффективности является изменение мест расположения вытяжных окон, т.к. это предусматривает перестановку каналов для дымовых газов в стенах, а фактически – их многократную перекладку.

3. Избежать необходимости прокладки новых каналов для отвода дымовых газов в стенах печи при изучении спектра влияния мест расположения вытяжных окон на энергоэффективность последней возможно в случае использования специального устройства телескопического типа, позволяющего создавать дополнительные каналы между реальным и необходимым расположением окон и кратчайшему пути и под любым углом наклона относительно основания печи.

Литература

1. Качан Ю.Г. Количественная оценка энергоэффективности камерных печей с выкатным подом/ Ю. Г. Качан, В.Л. Коваленко, Ю. Б. Спекторова. – Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. Хмельницький, – 2012. - С. 66-69.
2. Губинский В.И. Металлургические печи / В.И. Губинский. – Днепропетровск: НМетАУ, 2006. – 85 с.

Rererences

1. Kachan Yu. G., Kovalenko V.L., Spektorova Yu. B. Kolychestvennaia otsenka enerhoeffektyvnosti kamernykh pechei s vykatnym podom. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichi nauky. Khmelnytskyi, - 2012. С. 66–69.[in Russian]
2. Gubynskiy V.Y. Metallurhicheskye pechy. Dnepropetrovsk, NMetAU, 2006. – 85 c.[in Russian]

Рецензія/Peer review : 2.5.2015 р. Надрукована/Printed :15.5.2015 р.
Стаття прорецензована редакційною колегією

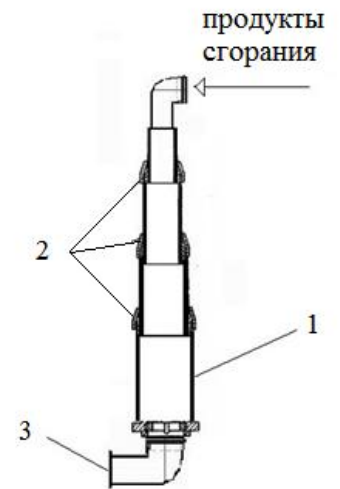


Рис. 2/ Устройство для изменения места расположения вытяжных отверстий:
1 – основная труба; 2 – места соединения труб; 3 – место присоединения устройства к дымовому каналу.