

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КАМЕРНОЙ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

Аннотация. Были подобраны новые теплоизолирующие материалы, которые представлены на рынке. Произведен подбор новых элементов крепления нагревательных элементов и теплоизолирующих материалов. Произвели расчет тепловых потерь электрической камерной нагревательной печи после модернизации. Сравнили изменения, полученные в ходе модернизации электрической камерной нагревательной печи.

Ключевые слова: электрическая печь, теплоизолирующие материалы, модернизация, тепловые потери, тепловой баланс.

Abstract. New thermal insulation materials were selected, which are available on the market. The selection of new mounting elements for heating elements and heat-insulating materials was made. We calculated the heat losses of the electric chamber heating furnace after modernization. We compared the changes obtained during the modernization of the electric chamber heating furnace.

Key words: electric furnace, heat-insulating materials, modernization, heat loss, heat balance.

Электрические нагревательные печи часто используются при подготовке различных заготовок из различных металлов и сплавов, разогрев, для следующей за ним термической обработки, или обработки давлением цветных металлов. Данные печи обеспечивают требуемый температурный режим и позволяют изменять температуры в требуемом диапазоне при помощи автоматизации. Целесообразность применения электроэнергии в определенной печи на определенном производстве, в любом частном случае должна быть подтверждена тщательным технико-экономическим подсчетом. Для того, чтобы работа печи была разумна и экономически выгодна требуется периодическая модернизация электрических нагревательных печей, в зависимости от появления новых материалов и технологий, чтобы увеличивать производительность и экономичность производства.

Главными способами модернизации печи служит замена теплоизоляционных материалов, созданных на основе материалов с высоким коэффициентом теплопроводности, на теплоизолирующие материалы, разработанные в настоящее время, у которых коэффициент теплопроводности значительно меньше.

Данные теплоизоляторы, у которых гораздо меньше коэффициент теплопроводности, дают возможность многократно уменьшить (в 2-3 раза) теплотери в окружающую среду. Использование современных теплоизоляторов дает возможность уменьшить (в 3-5 раз) расходы электроэнергии на нагрев печи до требуемой температуры.

Главная задача – это замена теплоизолирующих материалов снижение потерь тепла через футеровку вследствие тепловых коротких замыканий. Данная

задача легко решается при помощи замены теплоизолирующих материалов на новые с меньшим коэффициентом теплопроводности, что реализуется без каких-либо больших затруднений.

В настоящее время на рынке представлен большой выбор теплоизолирующих материалов, подходящих под необходимые технологические потребности. В докладе рассмотрено применение современных теплоизоляционных материалов, которые имеются на российском рынке. Были выбраны под технологический процесс современные материалы, а именно Изолмакс, в качестве твердого теплоизолятора, и Базальтовый иглопробивной мат (БИМ) [1]. Внешний вид, и характеристики представлены на рисунке 1 и рисунке 2 соответственно.



Рис. 1. Внешний вид (сверху) и основные характеристики (снизу) теплоизолирующего материала Изолмакс

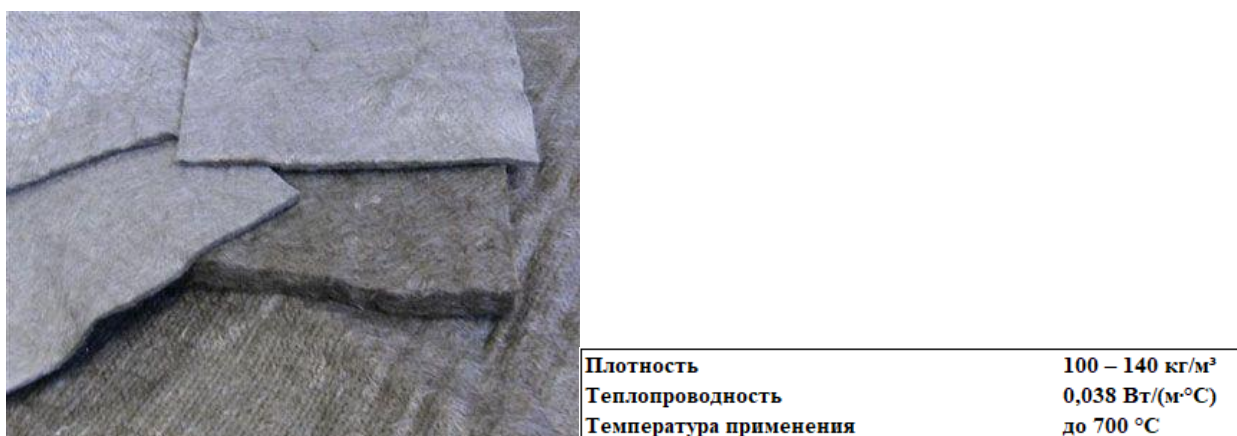


Рис. 2. Внешний вид (сверху) и основные характеристики (снизу) теплоизолирующего материала Базальтовый иглопробивной мат

Данные материалы соответствуют нашему технологическому процессу, а также не значительно дороже используемых ранее материалов, при этом их характеристики гораздо лучше.

Помимо новых теплоизоляционных материалов были подобраны новые элементы крепления нагревательных элементов и теплоизолирующих

материалов. В качестве крепежа были выбраны керамические крючки и анкера. Их чертежные изображения представлена на рисунке 3.

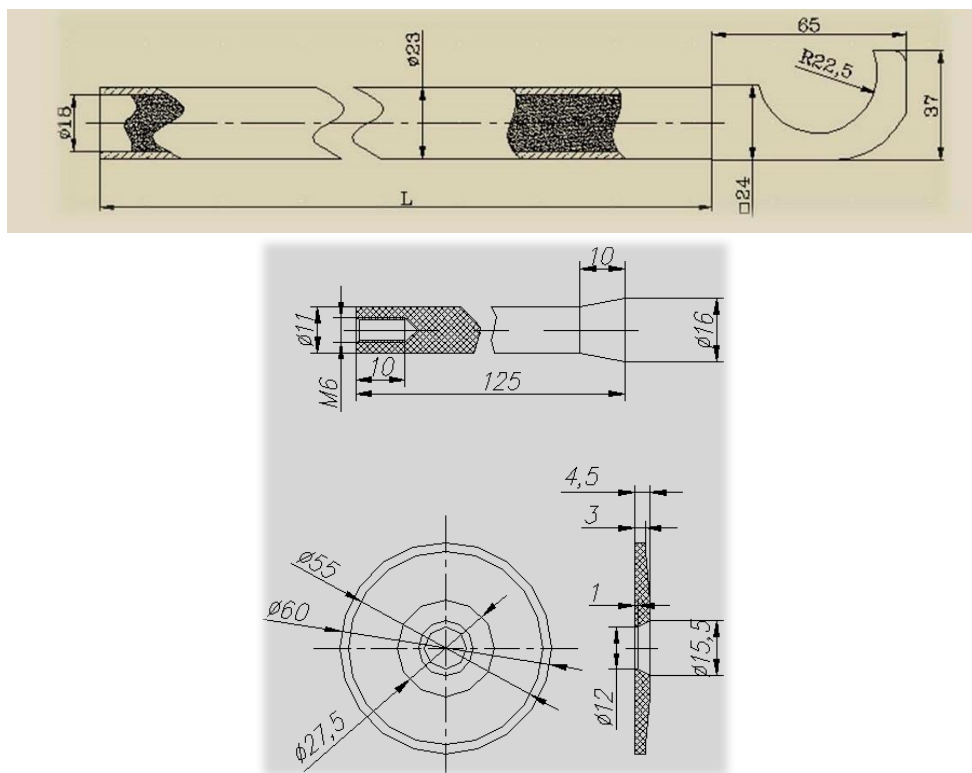


Рис. 3. Чертежное изображение керамического крючка (сверху) и анкера (снизу)

После выбора теплоизоляционных материалов был произведен расчет тепловой работы модернизированной печи [4]. Так как основной задачей является снижение потерь через кладку и вследствие тепловых коротких замыканий, поэтому ниже представлены формулы [3], по которым определяются данные величины.

Потери через кладку

$$Q_{5T} = F_{\text{засл}} q_{5T.н.з} + F_{\text{ост}} q_{5T.н.ст.} \quad (1)$$

Определение потерь мощности вследствие тепловых коротких замыканий $N_{5T.к.з.}$. В литературе рекомендуют $N_{5T.к.з.} = (0,5 \dots 1,0) N_{5T.}$

$$Q_{5T.к.з.} = 0,75 Q_{5T.} \quad (2)$$

После расчет теплового баланса модернизированной печи, полученные результаты представили в табличном виде. Ниже представлены тепловые балансы печи до модернизации и после в таблице 1.

Анализируя полученные результаты, которые мы получили по факту модернизации теплоизоляционных материалов, можно заметить, что потери через кладку и вследствие тепловых коротких замыканий значительно уменьшились, а именно потери уменьшились на 85,77 %, что благотворно скажется на тепловой работе печи.

Помимо этого, из-за того, что толщина теплоизоляционных материалов уменьшилась, объем рабочего пространства увеличилась в 2,84 раза, что в дальнейшем позволяет загружать большее количество заготовок, что увеличит производительность печи.

Таблица 1

Сравнение тепловых балансов до модернизации печи и после модернизации

До модернизации						После модернизации					
Приход теплоты			Расход теплоты			Приход теплоты			Расход теплоты		
Статьи	кВт	%	Статьи	кВт	%	Статьи	кВт	%	Статьи	кВт	%
$Q_{уст}$	230	100	ΔQ_m	96	40	$Q_{уст}$	230	100	ΔQ_m	96	40
			$Q_{5т}$	52	23				$Q_{5т}$	7,4	4
			$Q_{5т.к.з.}$	39	16,8				$Q_{5т.к.з.}$	5,55	2,4
			$Q_{5л}$	1,1	0,1				$Q_{5л}$	1,1	0,5
			$Q_{5возд}$	0,07	0,1				$Q_{5возд}$	0,07	0,1
			$Q_{запаса}$	41,83	20				$Q_{запаса}$	119,88	53
Итого	230	100	Итого	230	100	Итого	230	100	Итого	230	100

Список использованных источников

1. Rusradius [Электронный ресурс] // Rusradius: интернет-магазин: [web-сайт]. – Режим доступа: <https://rusradius.ru/> (дата обращения 13.04.2021).
2. Керамика гжели [Электронный ресурс] // Группа компаний КЕРАМИКА ГЖЕЛИ: интернет-магазин: [web-сайт]. – Режим доступа: <http://prof-cg.ru/> (дата обращения 09.04.2021).
3. Электрические печи сопротивления: учебное пособие / Е.В. Киселев, В.Б. Кутыин, В.И. Матюхин. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2010. 78 с.
4. Свенчанский А.Д. Электрические промышленные печи: учебник для вузов / 2-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1975. – 384 с.

УДК 669.04

С. И. Кондрашенко, О. А. Евтехова, И. А. Прибытков

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет (НИТУ) «МИСиС»», г. Москва, Россия

ОЦЕНКА ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА В УСЛОВИЯХ НАЛИЧИЯ И ОТСУТСТВИЯ РАДИАЛЬНЫХ ПЕРЕТОКОЙ ТЕПЛОТЫ

Аннотация. В работе проведено исследование по оценке теплового состояния металла в условиях наличия и отсутствия радиальных перетоков теплоты. Исследования проводились на основании численного моделирования в версии программно-вычислительного комплекса FloEFD, основанного на решении уравнений газодинамики и теплообмена. Решаемая система уравнений состояла из уравнения Навье-Стокса, уравнений энергии и неразрывности и была дополнена k - ε моделью турбулентности. Были разработаны две численные модели: в 1 – в металл была добавлена низкотеплопроводная вставка определенного размера; во 2 – исследовался металл без вставок.