

УДК 628.8

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

Шелехов И.Ю., Дрянов О.А.

*ФГБОУ ВПО Иркутский государственный технический университет,
(664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83) e-mail: promteplo@yandex.ru.*

Представлена конструкция толсто пленочного нагревательного элемента, изготовленного в виде электроконфорки (электроконфорка стальная). Приведены результаты исследования параметров конфорок. Электроконфорки стальные превосходят известные аналоги по таким параметрам как средняя наработка на отказ, коэффициент полезного действия, электрическая прочность изоляции. Показано, что новая конструкция обладает высокими экономическими показателями. Стальные электроконфорки можно использовать как в стационарных, так и в переносных электроплитках. На их основе возможно создание современных промышленных и бытовых электронагревательных приборов, легких переносных электроплит, например для автомобилей. Материал, применяемый для изготовления нагревательного элемента, позволяет создавать электроконфорки с удельной электрической мощностью до 50 кВт/м².

Ключевые слова: толсто пленочный нагревательный элемент.

NEW CONSTRUCTION HEATING ELEMENT

Shelekhov I. Y., Dryanov O.A.

Irkutsk State Technical University(83 Lermontov St., Irkutsk, 664074) e-mail: promteplo@yandex.ru

The design of thick-film heating element made in the form of elektrokonforki (elektrokonforka steel). The results of the study parameters burners. Elektrokonforki steel surpass known analogs of parameters such as mean time between failures, efficiency, electric strength of insulation. It is shown that the new design has a high economic performance. Steel elektrokonforki can be used in both stationary and portable stove in. On this basis, perhaps the creation of modern industrial and domestic electric heaters, electric stoves portable light, such as for cars. The material used for manufacturing a heating element allows you to create elektrokonforki with specific electric power up to 50 kW/m².

Key words: thick film heating element.

Основным функциональным бытовым прибором для приготовления пищи является классическая электроплита, несмотря на то, что число приборов, предназначенных для приготовления пищи с каждым годом растет. Массовое строительство жилья гарантирует стабильное потребление бытовых электроплит, встраиваемой техники, нагревательных приборов. Что и обеспечивает усиление конкуренции на рынке электронагревательных приборов, особенно в среднем ценовом сегменте (\$ 150–250): рост дешевого импорта марок «Indesit», «Hansa», «Beko», «Elenberg», «Dako», «Desany». Стоимость ввозимых электроплит и варочных поверхностей с каждым годом планомерно растет и в 2010 году превысила отметку в 200 млн долларов США. В количественном выражении это более 1

млн шт., что составляет 50 % отечественного рынка. Рынок Российских конкурентоспособных моделей составляет всего 7–8 % от общего количества продаваемых электроплит. Это обусловлено тем, что основные модели были разработаны и поставлены на производство в период 60-х годов прошлого века.

Свои разработки в области исследования эффективности электроплит мы начали с анализа нагревательных элементов популярных конструкций. Мы сопоставили внешние и внутренние факторы, влияющие на эффективную работу приборов. Самым распространенным нагревательным элементом для плит до сих пор является чугунная электроконфорка, представляющая собой массивный литой чугунный корпус, на внутренней стороне которого имеются ручейки, в них уложена нагревательная спираль в керамической электроизоляционной массе. Снизу конфорка закрыта стальной крышкой, на которой находится клемная колодка с плоскими соединительными вставками для присоединения выводов спиралей. Для переносных электроплит в основном применяют электроконфорку с трубчатым нагревательным элементом (ТЭН), которая представляет собой металлическую трубку плоскоовальной формы, согнутую в виде архимедовой спирали. ТЭН устанавливается на специальный чашеобразный полированный отражатель и опирается на траверсу. Соединяется ТЭН с электросхемой с помощью быстросъемных клемм.

Для улучшения эксплуатационных характеристик внедряются новые типы нагревательных элементов. Например, электроконфорка, имеющая основание со сплошной рабочей поверхностью из композиционного материала на основе железа с добавками других металлов, и установленный под ним безззорно электрический нагреватель, теплоизолятор и корпус из листовой стали.

Известные нагревательные элементы, применяемые в электроплитах, имеют ряд недостатков: из-за большой теплоемкости увеличивается время их разогрева, коэффициент полезного действия относительно низкий, средний ресурс времени работы не превышает пяти – шести тысяч часов. В зависимости от условий применения параметры нагревательного меняются не только температурный режим, а также количество тепловых потерь. Самый простой пример: на конфорке (нагревательном элементе) нагревается емкость с водой, нагревается емкость с более высокой температурой кипения, чем у воды, на конфорке ничего не установлено. Один этот же нагревательный элемент в зависимости от разных условий должен обладать различными свойствами. В частности, температурный коэффициент сопротивления (ТКС) должен быть различным в зависимости от температурного диапазона, в котором используется

конфорка. Классические нагревательные элементы имеют линейный ТКС, в зависимости от применяемых материалов меняется только его величина. На основе композиционных материалов, в основе которых использовался борид никеля, мы создали ряд нагревательных элементов, свойства которых максимально приближены к свойствам тепловой восприимчивости среды.

Целью нашей работы было создание экономичного, надежного, малоинерционного нагревательного элемента, выполненного в виде электроконфорки с повышенным коэффициентом полезного действия.

Цель была достигнута тем, что нагревательный элемент был сформирован на стальной подложке и в сопроводительной документации был назван как электроконфорка стальная. Электроконфорка (рис.1) представляет собой стальную подложку 1 с защитным экраном 2. На торцевой части подложки проточен паз для уплотнительного кольца 3. В центре установлена шпилька 6 с гайками 4, предназначенными для удержания защитного экрана, и стопорной шайбой 5, предотвращающей вращение экрана. С помощью гайки 7 электроконфорка крепится в корпусе электроплиты или электроплитки. На защитном экране расположена керамическая клемная колодка 8 для подключения нагревательного элемента к электропроводке электрической схемы.

Нагревательный элемент электроконфорки формируется непосредственно на подложке из жаростойкой нержавеющей стали марок 15X25Т, 20X13, 08X17Т или 04X17Т методом толсто пленочной технологии, используя специальные пасты, на подложке формируют диэлектрическое покрытие, на который наносят нагреватель. Для защиты греющего слоя от воздействия влаги и механических воздействий наносят защитное покрытие.

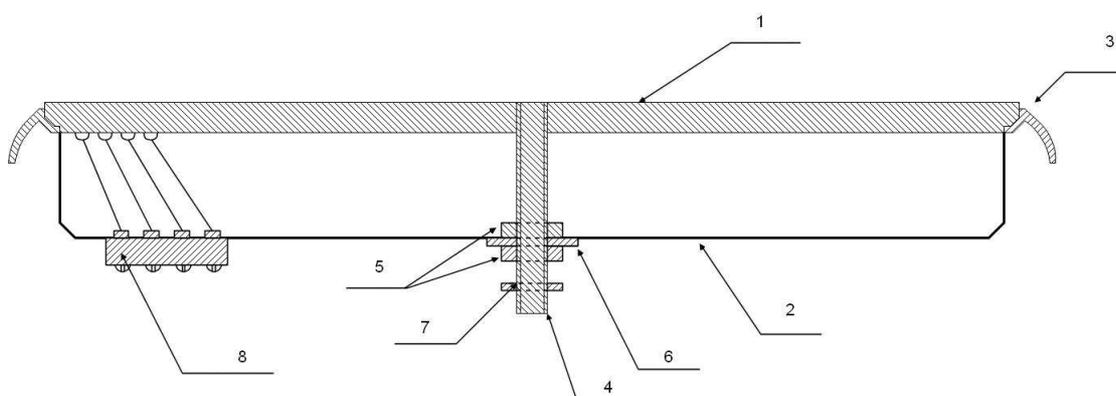


Рис. 1. Общий вид нагревательного элемента выполненного в виде электроконфорки (электроконфорка стальная)

Материалы, на основе которых изготовлен нагревательный элемент (стальная подложка, диэлектрическое и защитное покрытие, защитный слой), согласованы по коэффициенту термического расширения, величина которого находится в пределах $(10\div 12) \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

Для формирования диэлектрического и защитного покрытий используются толсто пленочные пасты на основе ситаллоцемента СЭ-3 или стеклоэмали ДСЭ. Греющий слой формируют пастой, представляющей собой суспензию мелкодисперсных порошков бориды никеля и стекла (СЭ-3 или ДСЭ).

Греющий слой и диэлектрическое покрытие обладают хорошей адгезией к подложке (до 20 кг/см^2). Находящееся между греющим слоем и подложкой теплопроводное диэлектрическое покрытие толщиной всего 200–220 мкм обеспечивает высокое значение коэффициента теплопередачи. Коэффициент полезного действия (КПД) стальной электроконфорки не менее 82 %. Нагревательный элемент изготовлен непосредственно на подложке и равномерно распределен по её поверхности. Обратная поверхность подложки является рабочей, на неё устанавливаются емкости с жидкостями, имеющие различные температуры закипания. Материал подложки коррозионноустойчивый и жаропрочный.

Электроконфорки стальные превосходят известные аналоги по таким параметрам как средняя наработка на отказ, коэффициент полезного действия, электрическая прочность изоляции.

Сравнительные характеристики стальных, чугунных и ТЭНовых конфорок приведены в табл. 1.

По эффективности своей работы данный нагревательный элемент превосходит все аналоги, объяснение эффективной работы показано на рис. 2, где график 1 показывает количество выделяемой мощности классическими нагревательными элементами, но среда, которую нагревает этот элемент, меняет свои свойства. При нагреве меняются такие основные параметры, как теплоемкость, коэффициент теплопроводности и коэффициент теплопередачи.

Таблица 1

Сравнительные характеристики электроконфорок

Тип Электро- конфорки Параметры и характеристика	Чугунная	ТЭН	Стальная
--	----------	-----	----------

Мощность, кВт	1,0	1,0	1,0
Диаметр, мм.	150	150	150
КПД, %	62	64	82
Средняя наработка до отказа, часов (не менее)	5 000	6 000	10 000
Электрическая прочность изоляции в холодном состоянии, В	1 250	1 250	2 500

График 2 показывает, какое количество тепловой энергии может воспринять сосуд с водой в объеме 1 литр в зависимости от температуры, а график 3 показывает изменение выделяемой мощности разработанного нами нагревательного элемента. Сопоставляя графики, видно, что экономия происходит за счет того, что нагревательный элемент выделяет ровно столько тепловой энергии, сколько в текущий момент может воспринять нагреваемый объект. Заштрихованная область показывает количество тепловой энергии, которая теряется при нагреве с помощью классического нагревательного элемента.

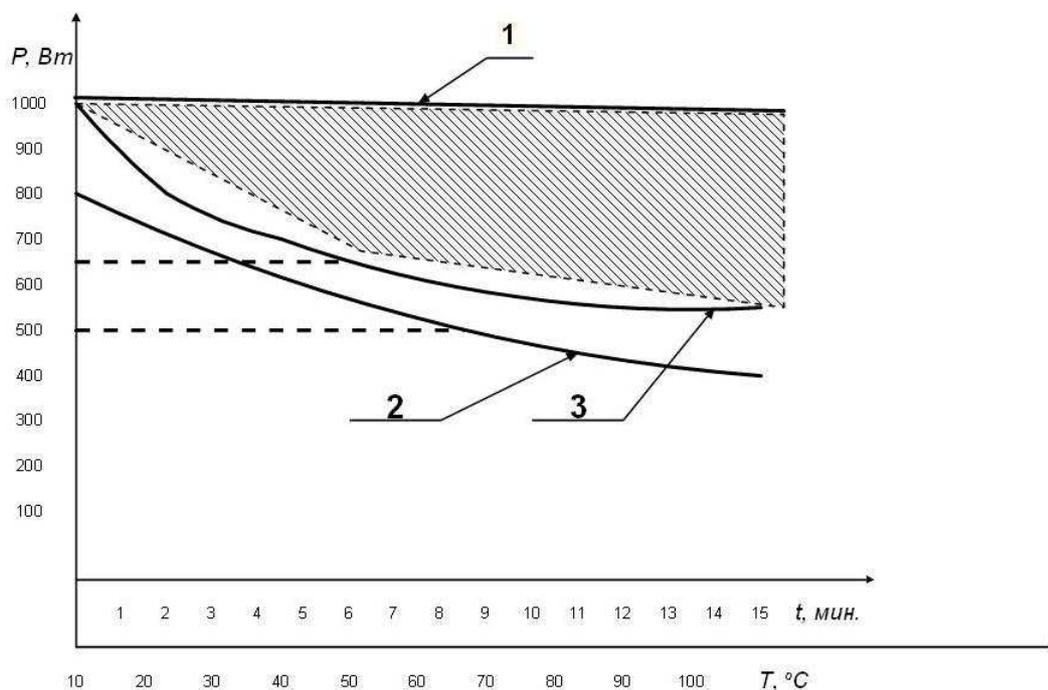


Рис. 2. График работы нагревательных элементов в режиме нагрева воды

1 – классический нагреватель, 2 – теоретически рассчитанный нагревательный элемент, 3 – толсто пленочный нагревательный элемент.

Стальные электроконфорки можно использовать как в стационарных, так и в переносных электроплитках. На их основе возможно создание современных промышленных и бытовых электронагревательных приборов, легких переносных электроплит, например для автомобилей. Материал, применяемый для изготовления нагревательного элемента, позволяет создавать электроконфорки с удельной электрической мощностью до 50 кВт/м².

Список литературы

1. ГОСТ 14163–88. Электроконфорки чугунные. Технические условия.
2. Кобелев А.Г. Устройство и ремонт бытовой техники. – М.: Высш. шк., – 1994. – 320.
3. Духовный Л.И., Шелехов И.Ю., Виноградский С.К., Шапран Л.А. Электроконфорка стальная // Свидетельство № 7789 на полезную модель, приоритет 15.09.97., зарегистрирован 16.09.1998.
4. Шелехов И.Ю., Духовный Л.И., Шапран Л.А. Нагреватель электрический плоский стальной // Свидетельство № 7267 на полезную модель, приоритет 08.07.1997, зарегистрирован 16.07.1998.
5. Шелехов Игорь Юрьевич, Шелехова Ирина Валентиновна, Иванов Николай Аркадьевич, Kim Yuoung Chul, Головных Иван Михайлович // Патент на полезную модель № 109628, приоритет от 21.03.2011 «Нагревательный элемент».

Рецензенты:

Чупин В.Р., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой городского строительства и хозяйства ФГБОУ ВПО Иркутского государственного технического университета. г Иркутск.

Шишелова Т.И., д. т.н., профессор кафедры физики ФГБОУ ВПО Иркутского государственного технического университета. г Иркутск.