

В.И. СТРЕЛЬНИКОВ, канд. техн. наук, доц., УИПА, Славянск

КЕРАМИЧЕСКИЕ ПАНЕЛИ ДЛЯ ИК-ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

У статті представлені результати розробки складу маси і технології виготовлення керамічних панелей для газових пальників інфрачервоного випромінювання. Газовий пальник типу ПІВ-2,9, тепловипромінююча поверхня якої була зібрана з досвідчених керамічних панелей, випробування на відповідність вимогам ГОСТ 2200-93 витримала. Розроблена кераміка може бути використана замість зарубіжних аналогів, що дозволить в цілому понизити собівартість виробництва пальників ІЧ-випромінювання.

В статье представлены результаты разработки состава массы и технологии изготовления керамических панелей для газовых горелок инфракрасного излучения. Газовая горелка типа ГИИ-2,9, теплоизлучающая поверхность которой была собрана из опытных керамических панелей, испытания на соответствие требованиям ГОСТ 2200-93 выдержала. Разработанная керамика может быть использована взамен зарубежных аналогов, что позволит в целом снизить себестоимость производства горелок ИК-излучения.

In the article the results of development of composition of mass and technology of making of ceramic panels are presented for the gas burners of infrared. Gas burner of type of GBI-2,9, the heat-radiating surface of which was collected from the experienced ceramic panels, tests on accordance to the requirements SS 2200-93 was survived. The worked out ceramics can be used instead of foreign analogues, that will allow to cut prime cost production of gas burners of infrared Emission.

Существует много способов нагрева материалов и изделий. Однако наиболее эффективным и экономически выгодным из них является лучистый способ, т. е. передача тепловой энергии от ее источника (генератора) к объекту путем излучения. Большой интерес с этой точки зрения представляет инфракрасное излучение [1].

Инфракрасные лучи мало подвержены поглощению и рассеянию атмосферой, обладают большой проникаемостью. Эта особенность позволяет применять их в различных областях промышленности и коммунального хозяйства. Инфракрасное излучение широко используется для термической обработки различных материалов (плавка, ковка, штамповка, закалка и отпуск, сушка, полимеризация, стимулирование химических и биологических процессов и т. д.), а также инфракрасный нагрев является одним из прогрессивных способов отопления (обогрева) помещений. Он дает большую производительность обработки материалов и высокую эффективность обогрева.

Особенно широко техника инфракрасного нагрева и отопления стала применяться с созданием газовых горелок инфракрасного излучения (ГИИ).

По сравнению с находящимися в эксплуатации электрическими (ламповыми, спиральными или трубчатыми) излучателями ГИИ имеют ряд преимуществ.

1. Интенсивность (плотность) излучения с единицы поверхности ГИИ значительно выше, чем у электрических излучателей, что позволяет сократить размеры теплоизлучающих установок.

2. Применение газогорелочных устройств инфракрасного излучения позволяет получить значительную экономию энергии.

3. При использовании ГИИ достигается более равномерное облучение поверхности объекта.

Несмотря на явные выгоды применения газовых горелок инфракрасного излучения, следует отметить, что внедрение их в народное хозяйство страны все еще отстает от темпов развития газовой промышленности.

Проблема экономичного обогрева производственных помещений в холодное время года была и остается весьма актуальной из-за постоянного роста цен на энергоносители.

В последние годы рынок энергосберегающих отопительных установок уверенно осваивают горелки инфракрасного излучения зарубежных производителей, в частности фирм «Raushert», «Шванк» (Германия), а также отечественных, например «Энерготехнологии» (г. Краматорск).

Украинские производители используют при изготовлении горелок комплектующие зарубежных поставщиков, в том числе и керамические панели – основной тепловыделяющий элемент таких установок.

Как известно, инфракрасные лучи, невидимые для глаза, занимают область спектра примерно от 0,77 до 420 мк, лежащую между красными лучами видимой части спектра и ультракороткими радиоволнами.

Инфракрасные лучи называют иногда тепловыми, так как их интенсивность определяется температурой излучающего тела.

Область инфракрасных лучей можно условно разделить на три участка спектра: коротковолновый (0,77 – 15 мк), средневолновый (15 – 100 мк) и длинноволновый (100 – 420 мк). В технике инфракрасного нагрева практическое применение имеют коротковолновые инфракрасные лучи.

Источниками инфракрасных лучей с длиной волны от 1,3 до 7 мк могут быть электрические лампы накаливания, ртутные лампы высокого и сверх-

высокого давления, специальные штифтовые и колпачковые излучатели, а также газовые горелки инфракрасного излучения и металлические или керамические излучатели.

Источниками инфракрасных лучей с длиной волны от 7 до 15 мк являются все нагретые тела с температурой от 190 до 410 К. Граничная длина волны этого диапазона излучений (15 мк) определяется водяными парами, имеющимися в атмосфере, поскольку водяные пары почти полностью поглощают инфракрасное излучение с длиной волны более 14 – 15 мк.

В рассматриваемых горелках разогрев керамической панели (излучателя) происходит за счет тепла, выделяющегося при сгорании газовой смеси, при этом может использоваться как природный, так и сжиженный газ.

Независимо от габаритных размеров керамических панелей, из которых собрана вся теплоизлучающая поверхность, каждая из них конструктивно состоит из большого количества сквозных отверстий диаметром от 0,8 до 1,6 мм, т.е. проходное сечение которых меньше критического по проскоку пламени. Суммарная площадь проходного сечения отверстий составляет от 35 до 75 % всей площади панели. Процесс горения газовой смеси происходит непосредственно в каждом из сквозных отверстий, на глубине 1 – 2 мм от наружной поверхности. Таким образом, при правильно подобранном режиме работы горелки, на лицевой поверхности керамических панелей не допускается видимых языков пламени, кроме как при ее розжиге.

Горение приводит к разогреву теплоизлучающей поверхности керамики до температур от 800 до 1000 °С. Наиболее оптимальной является температура – 900 – 950 °С.

Нами были проведены исследования керамического материала, из которого изготовлены теплоэлементы ИК-горелок фирмы «Шванк».

Данные химического и рентгенофазного анализа, кажущаяся плотность и водопоглощение такой керамики стали базовыми для дальнейших экспериментов и получения отечественного аналога.

Анализируемая керамика относится к алюмосиликатному типу, содержит в своем составе две основные кристаллические фазы кордиерит и муллит.

Для эксперимента нами был выбран состав массы и технология ее приготовления с использованием относительно недорогих основных сырьевых материалов: огнеупорной глины, каолина и талька, а также выгорающих и активных добавок.

Исходную глину Веселовского месторождения и просьяновский каолин для снижения усадочных явлений подвергли термообработке в печах по специальному режиму с выдержкой при конечной температуре в течение 1 – 3 часов.

Сырой тальк марки ТМК-27 (ТМК-28) подвергали предварительному обжигу, осуществляя плавный подъем температуры до 1150 °С. Обжиг проводили в электропечи объемом 0,5 м³ с засыпкой в шамотные капсулы, общее время обжига и охлаждения до 850 °С составляло 15 часов.

Далее обработку компонентов массы производили в шаровой мельнице путем мокрого помола в 3 завески, через определенное время контролируя дисперсность по остатку на сите с сеткой № 02.

Соотношение М : Ш : В составляло 1 : 1,4 : 1,25.

После окончания помола основных компонентов шликер сливали в пропеллерную мешалку и туда же засыпали выгорающие добавки и тщательно перемешивали.

В качестве разжижающих электролитов использовали соду и жидкое стекло.

Обезвоживание вели отливкой в гипсовых формах.

Полученную массу подвяливали на воздухе до влажности 16 – 18,5 %

Для прессования керамических панелей из пластичной массы были разработаны чертежи и по ним изготовлен опытный вариант пресс-оснастки.

Нижняя часть пресс-формы представляла собой матрицу из 2-х оснований, между которыми были жестко зафиксированы специальной формы иголки (прокальватели) диаметром 1,4 мм. Количество иголок соответствовало требуемому числу каналов в панели – 3515 шт.

Размер формуемой панели был выбран аналогично керамической детали фирмы «Шванк» – 131,5 × 92 × 12 мм.

Сквозные каналы, располагаясь по углам шестиугольника, создавая сотовую структуру.

Кроме того, каждая такая сота имела сферообразное углубление (лунку) размером 1,5 мм с вершиной по центру соты.

Пресс-форма для получения керамических панелей сложна по конструкции, требует очень точного изготовления всех сопрягаемых деталей матрицы и пуансона, особенно точное, без поволодок, сверление отверстий, соблюдение их шага и перпендикулярности по отношению к основанию матрицы, высокой точности по соосности отверстий в верхней и нижней плите.

Для качественного формования, обеспечения хорошего скольжения в керамической массе большого числа иголок, не допущения деформации отформованного изделия при обратном ходе пуансона нами были опробованы добавки, снижающие адгезию массы к металлической поверхности.

В качестве таких добавок испытана смесь керосина и олеиновой кислоты, мазут, промышленное масло, парафин.

После формования заготовки подвешивали на специальных сетчатых полках, сушили по заданному режиму и обжигали в муфельной электрической печи при температуре 1050 – 1100 °С.

Полученный керамический материал по данным анализа имеет ТКЛР $3,0 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ в интервале 20 – 800 °С, обеспечивает достаточную термостойкость.

По данным рентгенофазного исследования в составе керамики фирмы «Шванк» содержится около 60 % кварца, 25 % муллита, 13 % кордиерита.

Материал полученный нами имеет незначительное отличие по содержанию кордиерита (10 %), обладает большей плотностью и соответственно меньшим водопоглощением (41 % вместо 60 % у импортного образца).

Опытной партией керамических панелей была укомплектована горелка ГИИ-2,9 конструкции фирмы «Термо» (г. Луганск).

Типовые испытания в ПКТИ «Газоаппарат» г. Донецк на соответствие требованиям ДСТУ 2200-93 «Горелки газовые инфракрасного излучения. Общие требования» горелка с опытной керамикой выдержала.

Таким образом, получена керамика и технология ее изготовления обеспечивающая возможность производства теплоизлучающих панелей для газовых ГИИ.

Список литературы: 1. Брамсон М.А. Инфракрасное излучение нагретых тел / М.А. Брамсон. – М.: Наука, 1964. – 227 с.

Поступила в редколлегию 14.04.11