

ИМПУЛЬСНЫЙ ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОРУНДОВОЙ КЕРАМИКИ

© 2025 г. Сергей Евгеньевич Черных^{1*}, В.П. Вавилов^{2**}, В.Н. Костин^{1***},
Ю.И. Комоликов^{1****}

¹ – Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, 620108 Екатеринбург, улица
Софьи Ковалевской, д. 18

² – Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050
Томск, пр. Ленина, д. 30

* - suo@mail.ru; ** - vavilov@tpu.ru; *** - kostin@imp.uran.ru; **** - yikom@yandex.ru

Целью исследования являлось изучение возможности обнаружения внутренних дефектов в корундовых керамических пластинах методом активного теплового контроля (ТК) с использованием импульсного нагрева [1]. Представлены результаты исследования образцов из корундовой керамики с искусственными дефектами с применением ксеноновых ламп в различных схемах теплового контроля (ТК) [2].

Среди прочих керамик в промышленности наиболее распространена корундовая керамика, обладающая наивысшими показателями твердости, прочности и химстойкости при минимальной цене [3]. Существует множество примеров экстремального использования корундовых керамических плиток, где особое внимание уделяется качеству, так как в этих условиях любой дефект может привести к катастрофическим последствиям. Одним из методов неразрушающего контроля керамики является ТК или инфракрасная термография [4]. На данный момент работы по ТК корундовой керамики практически отсутствуют. Авторы считают, что данное направление требует развития, в частности, при неразрушающем контроле готовых изделий с заданными свойствами.

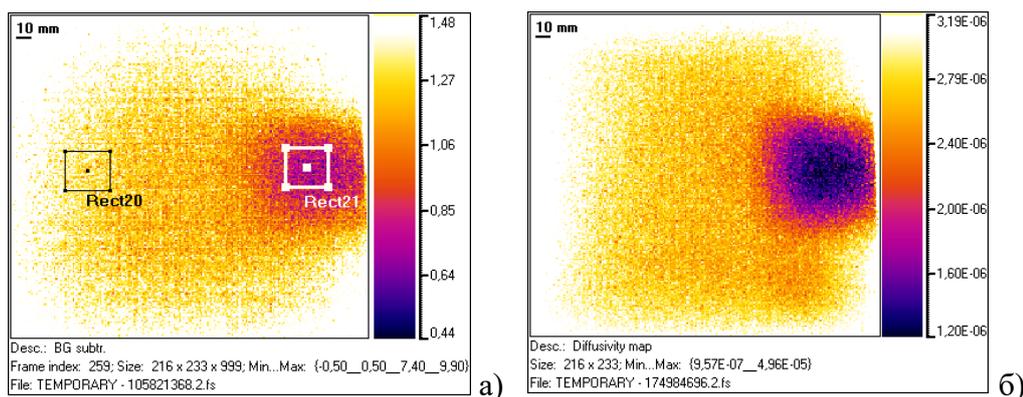


Рис. 1. Образец с внутренним дефектом при двустороннем ТК:

а) – исходная термограмма, б) – карта температуропроводности

Образцы для исследования в форме плиток $55 \times 55 \times 10$ мм изготавливали методом шликерного литья в гипсовые формы. Искусственные дефекты представляли собой воздушные полости различной геометрии, что соответствовало утонению материала в этих областях до 30 %.

Термографирование образцов проводили при различных схемах ТК с записью последовательностей термограмм. В первой части испытаний применен двусторонний ТК (рис. 1а) с последующей обработкой термограмм по методу Паркера с построением карт температуропроводности (рис. 1б). Во второй части испытаний применяли односторонний ТК (рис. 2).

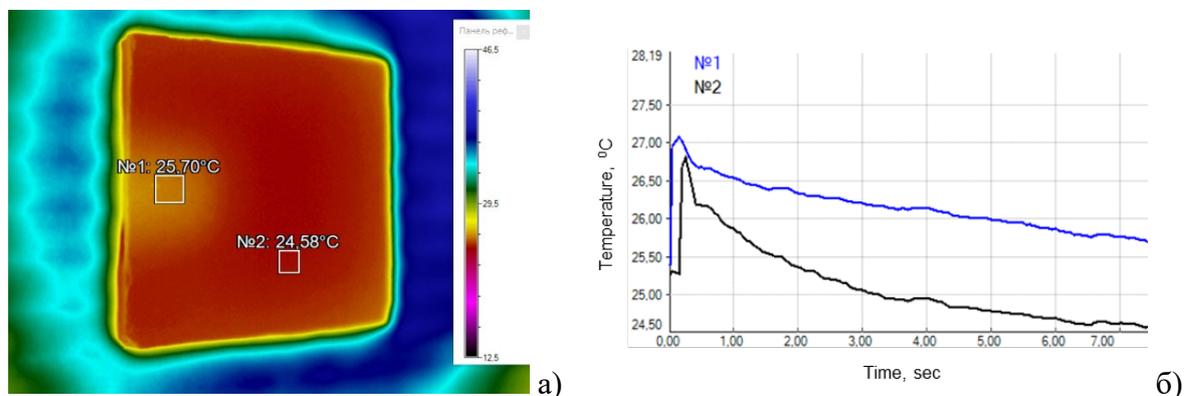


Рис. 2. Образец с внутренним дефектом при одностороннем ТК:

а) – исходная термограмма, б) – профили температуры поверхности во времени

Установлено, что при использовании импульсного нагрева при активном ТК выявляемые дефекты хорошо идентифицируются на исходных термограммах и, в особенности, на картах температуропроводности. Уверенно определяются как места расположения дефектов, так и их формы.

Показано, что активный тепловой неразрушающий контроль с использованием ксеноновых ламп может быть использован для дефектоскопии структуры плиток из корундовой керамики и обнаружения внутренних несплошностей, образование которых возможно при производстве изделий.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для ИФМ УрО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль (2-е издание). М.: ИД «Спектр», 2013. 545 с.
2. Vavilov V.P. Thermal nondestructive testing of materials and products: a review // Russ. J. Nondestruct. Test. 2017. V. 53, No. 10. P. 707–730.
3. Жолудев Д.С., Григорьев С.С., Панфилов П.Е., Зайцев Д.В. Обоснование использования керамики на основе оксида алюминия с помощью изучения её механических свойств // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. С. 520.
4. Zhike Z. Review of non-destructive testing methods for defect detection of ceramics // Ceramics International. 2021. V. 47. No. 4. P. 4389–4397.