

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Д. В. Федосеев, И. Г. Варшавская, А. В. Лаврентьев, С. Н. Озиранер, Д. Г. Кузнецов, Високотемпературная теплопроводность хромита и ниобата урана, *ТВТ*, 1979, том 17, выпуск 1, 72–74

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 3.238.202.29

11 ноября 2024 г., 17:41:24



УДК 536.21

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ХРОМИТА И НИОБАТА УРАНА

*Федосеев Д. В., Варшавская И. Г., Лаврентьев А. В.,
Озиранер С. Н., Кузнецов Д. Г.*

Приводится методика определения коэффициента теплопроводности хромита и ниобата урана при нагреве лазерным излучением.

Ранее авторами был предложен экспресс-метод определения коэффициента теплопроводности тугоплавких материалов при температуре выше 1200 К [1]. Метод основан на измерении температур сторон плоского образца, нагреваемого в вакууме излучением инфракрасного лазера. Однако для многих окисных материалов методика работы [1] не подходит. Это относится к материалам, которые, будучи устойчивыми только в окислительной среде, в вакууме разлагаются. В то же время они представляют значительный практический и научный интерес. К таким материалам относятся хромит и ниобат урана. В предлагаемой статье разработан экспресс-метод определения коэффициента теплопроводности для этих материалов на воздухе.

По сравнению с проведением экспериментов в вакууме измерения на воздухе требуют учета конвективного члена, вычисление которого для образцов малого диаметра (и не сферической формы) затруднительно. Поэтому было предложено определять коэффициент свободно-конвективного теплообмена (с учетом кондуктивной составляющей) с помощью эталонного образца.

Как и в работе [1], примем, что в диске радиусом r и толщиной h нагревается излучением передняя сторона. Тепловой поток к тыльной поверхности в предположении линейного распределения температуры будет равен

$$\lambda \frac{T_1 - T_2}{h} = \varepsilon \sigma T_2^4 + 2 \frac{\varepsilon \sigma}{r} \int_0^l T^4(x) dx + \alpha (T_2 - T_0), \quad (1)$$

где λ — коэффициент теплопроводности материала образца; T_1 и T_2 — температуры передней и тыльной сторон образца; $T(x)$ — распределение температуры вдоль образующей цилиндрической поверхности диска; α — суммарный коэффициент конвективной и кондуктивной теплоотдачи; T_0 — температура окружающей среды. Для случая линейного распределения температуры вдоль образующей цилиндрической поверхности диска

$$\lambda = \varepsilon \sigma T_2^3 h \left[\frac{1}{(T_1/T_2) - 1} + \frac{(T_1/T_2)^5 - 1}{5[(T_1/T_2) - 1]} \frac{2h}{r} \right] + \alpha h \frac{T_2 - T_0}{T_1 - T_2}. \quad (2)$$

Для определения величины α использовался алундовый образец такой же формы и тех же размеров, что и исследуемые образцы из хромита и ниобата урана. Все используемые в экспериментах образцы (в том числе

эталоном) предварительно полировались на притире с алмазным порошком марки АСМ-7/5. Поэтому суммарный коэффициент теплоотдачи, не зависящий от материала образца, был одинаковым для эталона и исследуемых образцов при одной и той же температуре. Сначала коэффициент теплопроводности алунда измерялся в вакууме, затем исследовалась теплоотдача от этого же образца на воздухе в условиях естественной конвекции. При этом была получена зависимость суммарного коэффициента теплоотдачи от температуры.

Измерения коэффициента теплопроводности образцов хромита и ниобата урана проводились в диапазоне температур 1300–1700 К. Нижний предел температур ограничивался возможностями используемого оптического пирометра. Верхняя температура соответствует началу заметной сублимации хромита урана. Образцы имели форму дисков диаметром 4 и толщиной 1 мм. Предварительно с помощью цветового метода определялся интегральный коэффициент степени черноты образцов, который оказался близким к 1. Температуру передней поверхности образцов можно было варьировать, изменяя положение образца относительно линзы системы нагрева.

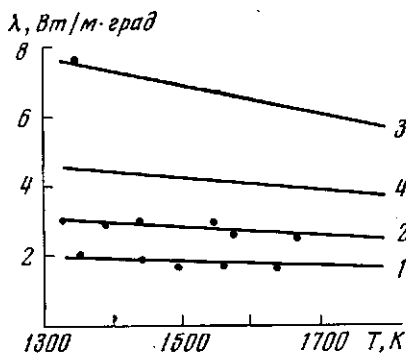
Результаты измерений представлены на рисунке. Как видно из рисунка, коэффициент теплопроводности образцов из ниобата урана 2 больше, чем из хромита урана 1. Зависимость коэффициентов теплопроводности обоих материалов от температуры очень слаба. Это, вообще, характерно для высокотемпературной теплопроводности большинства окислов [2].

Как известно, теплопроводность материалов существенно зависит от их пористости. Исследуемые образцы получались методом прессования и имели пористость: хромит урана — 30, ниобат урана — 10%.

Для определения коэффициента теплопроводности самого вещества при заданной пористости образцов предложено много формул. Сводка их приведена в [3]. В гетерогенной системе, состоящей из чередующихся друг с другом плоских слоев твердого скелета и газа, слои могут быть расположены как перпендикулярно направлению теплового потока, так и параллельно ему. В первом случае эффективная теплопроводность системы будет минимальной, а во втором — максимальной. Для реальной пористой системы значение коэффициента теплопроводности лежит между двумя указанными экспериментальными значениями и выражается следующей формулой, приведенной в [4]:

$$\lambda = \lambda_0^{1-\delta} \lambda_1^\delta, \quad (3)$$

где λ_0 — теплопроводность вещества; λ_1 — теплопроводность воздуха; λ — теплопроводность образца; δ — пористость образца. Вычисленные по этой формуле значения коэффициентов теплопроводности хромита 3 и ниобата 4 приведены на рисунке. Результаты вычислений показывают, что теплопроводность плотного хромита урана больше теплопроводности плотного ниобата урана. Погрешность эксперимента равна ~20%, что обусловлено в основном ошибкой измерения температуры микропирометром, равной $\pm 25^\circ$.



Зависимость коэффициентов теплопроводности хромита и ниобата урана от температуры

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. В. Федосеев, Г. Г. Дюпина, И. Г. Варшавская, А. В. Лаурентьев, С. В. Банцегов. ТВТ, 13, № 4, 883, 1975.
 2. Б. Эспе. Технология электровакуумных материалов, 2. «Энергия», 1968.
 3. Л. А. Васильев, С. А. Танаева. Теплофизические свойства пористых материалов. «Наука и техника», Минск, 1971.
 4. К. Lichtencker. Physikalishe Zs., 27, 115, 1926.
-