

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Э. Э. Шпильрайн, Д. Н. Каган, Л. С. Бархатов,
Л. И. Жмакин, Удельная электропроводность окиси бериллия в расплавленном состоянии, *ТВТ*, 1978, том 16, выпуск 3, 531–533

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: 98.84.25.165

2 ноября 2024 г., 09:09:01



УДК 536.421.1

УДЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ОКСИ БЕРИЛЛИЯ В РАСПЛАВЛЕННОМ СОСТОЯНИИ

*Шпильрайн Э.Э., Каган Д.Н., Бархатов Л.С.,
Жмакин Л.И.*

Приводятся результаты экспериментального исследования удельной электропроводности расплавленной окиси бериллия от температуры плавления до 3000 К в атмосфере аргона высокой чистоты. Электропроводность измерялась контактным методом с использованием двухэлектродных коаксиальных ячеек, изготовленных из вольфрама. Сопротивление ячеек с расплавом определялось резонансным методом на переменном токе звуковой частоты. Исследуемые образцы содержали не менее 99,9% ВеО. Погрешность экспериментальных данных составляет 4–6%.

Окись бериллия ВеО широко используется в ряде областей новой техники и энергетике. Поскольку какие-либо сведения об электропроводности ее расплава в литературе отсутствуют, а потребность в них весьма велика, возникла необходимость в проведении настоящего исследования.

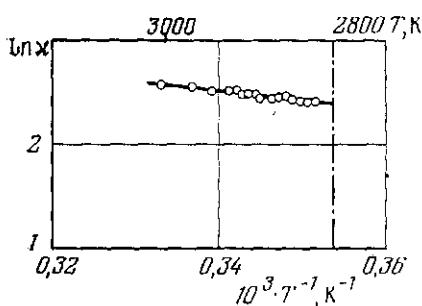
В данной работе представлены результаты измерений удельной электропроводности жидкой окиси бериллия при температурах до 3000 К. Методика измерений и экспериментальная установка подробно описаны в [1]. Электропроводность расплава измеряли в атмосфере аргона высокой чистоты ($P=1,6-1,8$ кгс/см²) контактным методом с использованием двухэлектродных коаксиальных ячеек. Одним из электродов этих ячеек являлся цилиндрический тигель с окисным расплавом, а другим — коаксиально расположенный стержень, погружаемый в расплав на различные глубины. Ячейки изготавливались из вольфрама и имели следующие геометрические характеристики (при комнатной температуре): внутренний диаметр тиглей 20 мм, высота тиглей 60–65 мм, диаметр центрального электрода 3 мм.

Ячейки предварительно градуировали по стандартным водным растворам хлористого калия при различных глубинах погружения центрального электрода в электролит. В ходе градуировки анализировалось также влияние на определяемые константы ячеек уровня электролита в тиглях, его электропроводности, эксцентриситета тигля и электрода. Погрешность градуировки характеризуется величиной доверительного интервала 1,9–2,2% при 95%-ной доверительной вероятности.

В экспериментах использовались образцы окиси бериллия в виде соломки цилиндрической формы, содержащие не менее 99,9 вес. % основного компонента. Эти образцы имели следующие примеси, вес. %: В — $1,4 \cdot 10^{-3}$; Si — $3,6 \cdot 10^{-3}$; Mn — $5 \cdot 10^{-4}$; Fe — $2,7 \cdot 10^{-2}$; Mg — $7,2 \cdot 10^{-4}$; Cr — $1,4 \cdot 10^{-3}$; Ni — $1,4 \cdot 10^{-3}$; Al — $1,1 \cdot 10^{-2}$; Cu — $1,5 \cdot 10^{-2}$; Zn — $1,5 \cdot 10^{-2}$; Ca — $1,4 \cdot 10^{-3}$; Ag — $< 1,1 \cdot 10^{-3}$; Cd — $1,1 \cdot 10^{-3}$; Li — $1,1 \cdot 10^{-5}$; Na — $1,1 \cdot 10^{-3}$; Sm — $< 1 \cdot 10^{-6}$. Масса окисла в тиглях ячеек составляла ~30 г. Для выяснения совместимости жидкой окиси бериллия с вольфрамом в [2] проведен микроструктурный анализ образцов после плавления, который не зафиксировал наличия новой фазы в погра-

ничной зоне. Это свидетельствует об отсутствии заметного взаимодействия расплава BeO с вольфрамом.

Сопротивление окисла в ячейках определялось резонансным методом переменного тока при погружении электрода в расплав через каждые 5 мм до глубины 25 мм. Вводилась поправка на утечку тока через газовую фазу.



При вытягивании электрода из расплава измерения повторялись. Результаты обеих серий измерений имели хорошую воспроизводимость, что подтверждает отсутствие налипания окисла на электроде. Удельная электропроводность расплава рассчитывалась по методике [1], которая позволяла исключить поправку на сопротивление подводящих проводов и электродов ячейки. Температура в опытах измерялась с помощью эталонного оптического пирометра ЭОП-66, который визировался на модель черного тела, закрепленную на тигле.

В экспериментах наблюдалось значительное испарение окисла с открытой поверхности; пары BeO конденсировались на экранах ячеек, перекрывая каналы для пирометрических измерений, что делало невозможным продолжение опытов. Учитывая, что в вакууме этот процесс интенсифицировался, а также высокую токсичность окиси бериллия, исследования электропроводности BeO в вакууме не проводились, а эксперименты в аргоне ограничивались по температурам.

Результаты измерений удельной электропроводности жидкой окиси бериллия в интервале от температуры плавления до 3000 К приведены в таблице и на рисунке. Все они получены на резонансной частоте 5 кГц.

Удельная электропроводность жидкой окиси бериллия

T, K	$\kappa_{\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}}$	T, K	$\kappa_{\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}}$	T, K	$\kappa_{\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}}$	T, K	$\kappa_{\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}}$
2844	11,18	2873	11,66	2902	11,79	2931	12,30
2851	11,11	2880	11,63	2911	12,06	2948	12,41
2859	11,13	2888	11,46	2917	11,93	2970	12,93
2867	11,41	2899	11,53	2922	12,43	3002	13,27

Изменение резонансной частоты в пределах от 5 до 10 кГц не влияло на результаты экспериментов. Интерполиционное уравнение для расчета удельной электропроводности расплава κ , полученное методом наименьших квадратов, имеет вид

$$\ln \kappa = 5,905 - 9,960 \cdot 10^3 / T, \quad (1)$$

где κ — в $\text{ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$, T (К) — по МПТШ-68. Максимальное отклонение экспериментальных данных от уравнения (1) не превосходит $\pm 1\%$. Энергия активации удельной электропроводности в исследованном интервале температур постоянна и составляет $8,28 \cdot 10^4$ Дж/моль. Доверительный интервал результата измерения удельной электропроводности расплавленной BeO (с учетом ошибки отнесения по температуре) при 95%-ной доверительной вероятности составил 4–6%.

Следует отметить, что возрастание электропроводности расплава с температурой, а также ярко выраженный поляризационный эффект, обнаруженный при измерениях на постоянном токе, косвенным образом указывают на преимущественно ионный характер проводимости окиси бериллия в жидкой фазе.

Как установлено в настоящей работе, при плавлении BeO ее электропроводность резко возрастает (примерно в 350 раз). Это обстоятельство было использовано для определения температуры плавления окисла. Полученная нами величина (2821 ± 20 К) в пределах ошибки измерения хорошо согласуется с наиболее надежными литературными данными [3–8].

Институт высоких температур
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
9 XII 1977

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. Э. Шпильраин, Д. Н. Каган, Л. С. Бархагов, Л. И. Жмакин. ТВТ, 14, 948, 1976.
 2. E. E. Shpiel'rain, D. N. Kagan, L. S. Barkhatov. Rev. Hautes Temper. et Refract., 12, 1, 19, 1975.
 3. V. Riley. Rev. Hautes Temper. et Refract., 3, 3, 327, 1966.
 4. Я. И. Ольшанский. ДАН СССР, 59, 1105, 1948.
 5. F. Trombe. Bull. Soc. France Ceram., 3, 18, 1949.
 6. N. F. McDonald, C. E. Ransley. Powder Metallurgy, 3, 172, 1959.
 7. В. В. Кандыба, П. Б. Кангор, Р. М. Красовицкая, Е. Н. Фомичев. ДАН СССР, 131, 3, 566, 1960.
 8. Л. С. Бархагов, Д. Н. Каган, М. М. Кенисарин, В. Я. Чеховской, Э. Э. Шпильраин. ТВТ, 13, 525, 1975.
-