

## ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ЖИДКИХ МЕТАЛЛОВ

Банчилă С.Н.

Бельцкий государственный университет им. Алексу Руссо, ул. Пушкина, 38,  
MD-3100, Бельцы, Республика Молдова  
e-mail: [bancila.simion@gmail.com](mailto:bancila.simion@gmail.com)

Sunt prezentate rezultatele experimentale privind măsurarea prin metoda de contact a rezistenței electrice a metalelor lichide. Măsurarea conductivității electrice a metalelor lichide este o parte a studiilor proprietăților termice și electrice ale acestor medii. Pentru măsurarea conductivității electrice a fost utilizată metoda de contact (încălzirea creuzetului de tantal subțire cu metal lichid într-un cupor cu inducție). Metodica și rezultatele măsurărilor pentru 14 metale sunt prezentate în lucrările [1, 2, 3], eroarea sistematică de măsurare este de 2 %, iar cea aleatoare constituie ~1 %.

Cuvinte-cheie: metoda de contact, metal lichid, conductivitate electrică.

The experimental results of determining the contact method of the specific electrical resistance of fluid metals are presented in the given article. The determination of the electroconductivity of fluid metals is part of the investigation of the thermal and electrical properties of these media. The contact method is used to determine the electroconductivity that is by heating a thin walled tantalum crucible with a fluid metal in an induction furnace. The results of the determination of 14 metals are offered in the papers [1, 2, 3], the systematic inaccuracy lies within the limits of 2 %, the random forms ~1 %.

Keywords: contact method, liquid metal, electroconductivity.

Анализ результатов экспериментов в совокупности с литературными данными дает возможности сделать следующие выводы:

1. Температурная зависимость удельного электросопротивления жидких металлов имеет общие черты: почти линейный рост при относительно низких температурах, переходящий в более кругую, нелинейную зависимость при более высоких температурах. Исключение составляют *La*, *Ga*, *Tl*, для которых отклонения от линейной зависимости в изученном диапазоне температур не наблюдается [3].
2. Абсолютное значение удельного электросопротивления, как правило, возрастает с возрастанием атомного номера (исключение составляет *Ge* из изученных нами объектов). Во всяком случае, такая закономерность достаточно четко прослеживается в пределах каждой группы.
3. Отличительной особенностью поведения удельного электросопротивления редкоземельных металлов является относительно малое изменение этой величины при плавлении (~14 % у *La*,

~7 % у *Ce*, ~5 % у *Nd*, ~4 % у *Pr*, ~4 % у *Dy*). Этот факт был отмечен ранее в работе Ригеля А.Р., и объяснен им преобладающей ролью S-d рассеянных электронов в механизме сопротивления [3].

На рис. 1 представлены результаты измерений удельного электросопротивления, как наши (для *Sn*, *Pb*, *Cu*, *La*, *Ce*, *Nd*, *Pr*, *Dy*, *Ga*, *Tl*, *In*, *Sb*, *Bi*) так и литературные [3] (для *Li*, *Na*, *Cs*, *Ag*, *Al*, *Hg*).

Рассмотрение общей картины зависимости  $\rho (T)$  для разных металлов не дает возможности увидеть какую-либо четкую закономерность. Некоторые из кривых на рис. 1 пересекаются. Большим значениям  $\rho$  соответствуют как меньшие, так и большие значения  $\frac{\partial \rho}{\partial T}$ .

Совсем иная картина получается при рассмотрении зависимости  $\rho$  от молярного объема. Конкретные зависимости электросопротивления от удельного и от свободного объема были рассмотрены ранее в работах А. Н. Соловьева [4]. Зависимость  $\rho$  от молярного объема для всех металлов, у которых достаточно хорошо изучена плотность, представлена на рис. 2. (для *Nd*,

*Ce, Cu, Ga, Sn, Tl, In* по нашим данным). Данные по плотности были взяты из работ.

Как видно из рис. 2, в таких переменных четко проявляется вполне определенная закономерность: кривые  $\rho$  ( $MV$ ) образуют как бы одно большое семейство непересекающихся линий. Некоторые из кривых почти накладываются одна на другую. Существование достаточно четкой закономерности в зависимости  $\rho$  от молярного объема свидетельствует об определяющей роли, которую играет чисто геометрические факторы (среднее

расстояние между частицами в жидкости). Важная роль этого геометрического фактора в явлениях переноса (теплопроводности и вязкости) была выяснена ранее в работах А.С. Предводителева [1]. Там, однако, говорится о неметаллических жидкостях. Тот факт, что и движение электронов в жидких металлах управляет тем же фактором, является в известной мере неожиданным, во всяком случае, неочевидным, хотя в литературе и ранее рассматривались формулы, описывающие зависимость  $\rho$  от плотности.

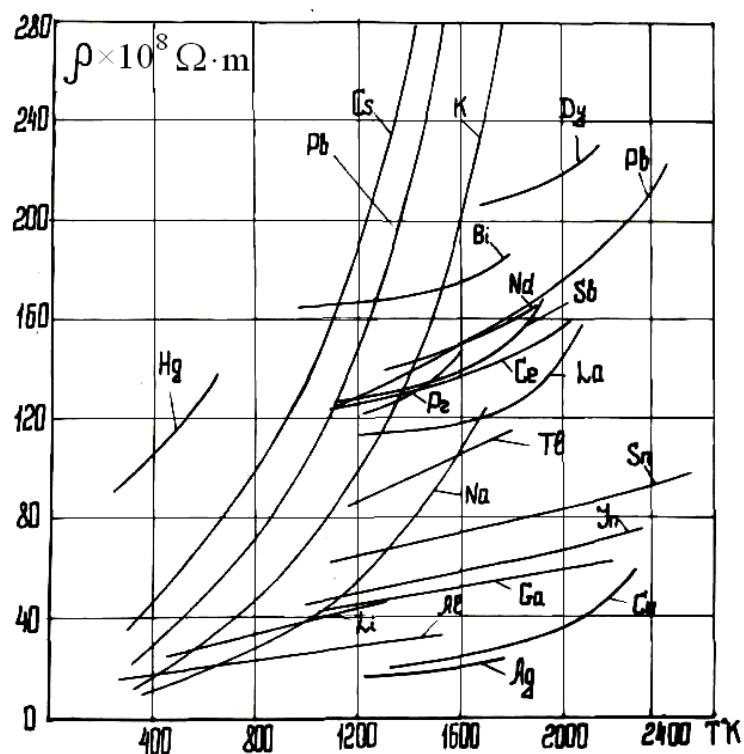


Рис. 1. Зависимость удельного электрического сопротивления жидких металлов от температуры

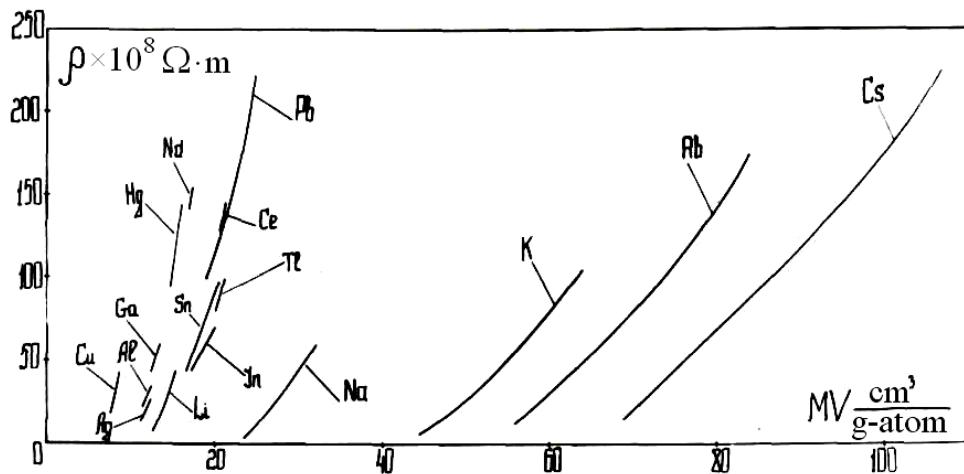


Рис. 2. Зависимость удельного электрического сопротивления жидких металлов от молярного объема

Существование общей закономерности в зависимости электропроводности от молярного объема дает возможность в принципе определять кривые зависимости  $\rho=f(T)$  по известному значению электропроводности при одной температуре, если при этом известна температурная зависимость плотности. В самом деле, однопараметрический характер семейства кривых, изображенных на рис. 2 дает основание считать, что одна точка на этом графике полностью определяет конкретную кривую этого семейства. Следовательно что и теплопроводность как функция температуры может быть определена, исходя из тех же сведений об удельном сопротивлении при одной-то температуре и температурной зависимости плотности. Для реализации таких расчетов является необходимым тщательное изучение зависимостей  $\rho=f(MV)$ , которая в настоящее время упирается в

недостаточность сведений, о температурной зависимости плотности. Представляется, что перспектива создания методов расчета теплопроводности и электропроводности оправдала бы проведение программы детальных исследований теплового расширения жидких металлов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Банчила С. Н. Исследование тепловых свойств жидких металлов при температуре до 2000 К. Канд. дис. Моск. гос. унив. им. М. В. Ломоносова, 1973. 325 с.
2. Банчила С. Н., Филиппов Л. П. Изучение электропроводности жидких металлов. Термофизика высоких температур, том. XI, №6, 1972, с. 1301-1305.
3. Тайбулаев Ф., Ретель А. Р., Хусанов Х. Физика твердого тела, 1969, том 11, вып. 11, с. 11-38.
4. Соловьев А. Н. ПМТФ, №6, 1963, 158 с.

Prezentat la redacție la 1 decembrie 2013