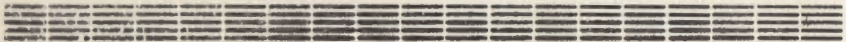


Препринт ЕрФИ-1436(6)-95

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



Термоэлектрическое явление в электролитах
Термогальванический эффект

Петросян М.Л.

Термоэлектрическое явление в электролитах.

Термогальванический эффект.

Петросян М.Л.

(на русск. языке)

Технический редактор А. С. Абрамян

Подписано в печать 05.10.94

Формат 64x84/16

Офсетная печать Уч. изд. л. 0,5

Тираж 100

Зак. тип. N 052

Индекс

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван-36, ул. Братьев Алиханян 2.

Ереван 1995

В данной работе приводятся результаты наблюдения и предварительного исследования возникновения электрического напряжения за счет температурного градиента в химически уравниваемой системе. Электрическое напряжение возникает между двумя одинаковыми электродами при нагревании одного из электродов. Электролит представляет из себя водный раствор соли того же металла, что и электроды.

Такая система, при равномерном распределении температуры, уравновешана и никаких химических превращений не происходит. Исследовались следующие системы:

электроды	электролит	электроды
Cu	CuSO ₄	CuSO ₄
Zn	ZnCl ₂	ZnCl ₂

Схема экспериментальной установки очень простая и приведена на рис. 1

При температуре электродов t_1 и t_2 распределение температуры в системе вдоль направления d имеет вид, представленный на рис. 2.

На рисунке t_{s1} и t_{s2} температур электролита у поверхности электродов. Это распределение достаточно точно и легко считается, если известны теплопроводность электролита K_s и коэффициент теплопередачи металлическая поверхность-жидкость K_n .

$$t_1 - t_2 = \Delta t_s + 2\Delta t; \quad \Delta t_s = \Delta t \frac{K_n}{K_s} d$$

$$\Delta t = \frac{t_1 - t_2}{2 + \frac{K_n}{K_s} d}$$

На рис. 3 приведены зависимости Δt , Δt_s и наблюдаемое напряжение U (экспериментальные точки) в зависимости от d для системы $Cu - CuCl_2$ и при постоянных температурах $t_1 = 90^\circ C$ и $t_2 = 20^\circ C$

Из рисунка видно, что зависимость U от d достаточно точно коррелируется с зависимостью Δt от d . Т.е. напряжение возникает вследствие разности температур поверхности электрода и электролита.

Если предположить, что напряжение U обусловлено зависимостью стандартного потенциала химических элементов [3] φ_0 от температуры то можно представить

зависимость U от температуры следующим образом

$$U = \varphi_0 2 \frac{\Delta t}{T_{ст}}$$

где $T_{ст} = 298 K^\circ C$

В таблице 1 приведены значения φ_0 , расчетные и измеряемые значения U для Cu и Zn при $t_1 = 90^\circ C$, $t_2 = 20^\circ C$ и $\Delta t = 36^\circ C$

Таблица 1

элемент	φ_0	$U = \varphi_0 2 \frac{\Delta t}{T_{ст}}$	измеренное
Cu	337 мВ	82 мВ	80 ± 8 мВ
Zn	763 мВ	184 мВ	200 ± 20 мВ

Аналогично термоэлектрическому коэффициенту α , введем термогальванический коэффициент β , тогда

$$U = 2\beta\Delta t, \quad \beta = \frac{\varphi_0}{T_{ст}}$$

Сравнительные значения α [2] и β для некоторых элементов приведены в таблице 2

Таблица 2

элемент	α	β
Cu	5 мВ/град	22 мВ/град
Zn	3 мВ/град	5500 мВ/град
Bi	80 мВ/град	-

Зависимость U от поверхности электродов и от концентрации электролита экспериментально не наблюдалось. Эти факторы влияют на внутреннее сопротивление системы.

Чтобы достаточно фундаментально изучить явление необходимо исследовать остальные элементы и электролиты, пригодные для такой системы, что входит в дальнейшую программу работы. Но уже сейчас можно сделать некоторые оценки в смысле практического применения этого явления.

Оценим коэффициент полезного действия КПД предлагаемого устройства как термоэлектрического преобразователя. Можно показать, что при $KПД \ll 1$

$$KПД = \frac{4\Delta t\beta^2}{\rho d K_n}$$

где ρ -удельное внутреннее сопротивление преобразователя, зависящее от концентрации электролита.

K_n -коэффициент теплопередачи металлическая поверхность-жидкость, равный ~ 300 Вт/м² град. [1]

Для системы $Zn - ZnCl_2$ экспериментально получено $\rho = 10$ ом м. При $\Delta t = 36^\circ C$ и $d = 1$ мм и в короткозамкнутом режиме получаем $KПД \approx 0.1\%$.

По сравнению с другими преобразователями это малый коэффициент, но его можно значительно увеличить, если использовать металлы с более высокими значениями стандартного потенциала.

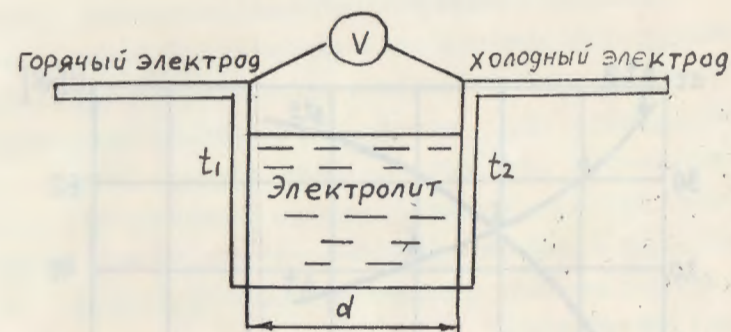


Рис.1 Схема экспериментальной установки.

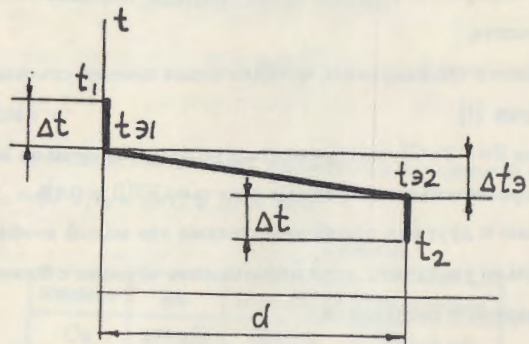


Рис.2 Распределение температуры в системе.

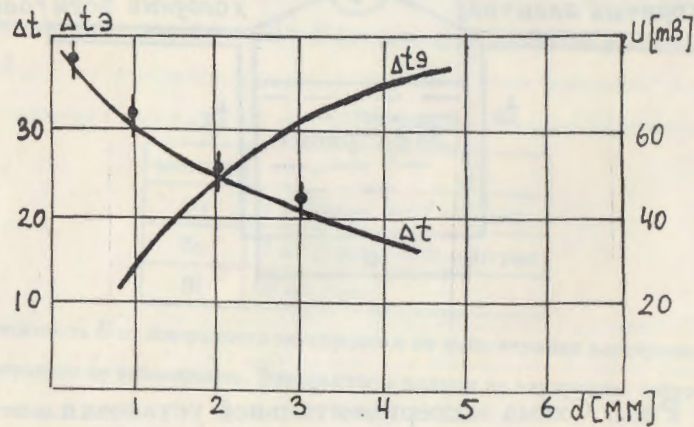


Рис.3 Зависимость Δt , Δt_3 и U от d .

Список литературы

- [1] Х.Кухлинг. Справочник по физике. М, "Мир", 1982
- [2] Таблицы физических величин. Под ред. акад. К.Кикоина. М, Атомиздат, 1976.
- [3] Н.Л.Глинка. Общая химия. Ленинград "Химия", 1983.

ԹԵՐՄՈՒԷԼԵԿՏՐՈՎԱԿԱՆ ԵՐԵՎՈՒԹՅՈՒՆ ԷԼԵԿՏՐՈԼԻՏՆԵՐՈՒՄ
(ԹԵՐՄՈՒԷԼԵԿՏՐՈՎԱԿԱՆ ԷՖԶԵԿՏ)

Ս.Գ.ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

Դիտարկված է թերմոէլեկտրականության առաջացումը քիմիապես հավասարակշռված սիստեմում, ջերմային գրադիենտի առկայության դեպքում: Էլեկտրական լարումը առաջանում է երկու միանման էլեկտրոդների միջև, էլեկտրոդներից մեկը տաքացնելու դեպքում: Էլեկտրոլիտը իրենից ներկայացնում է աղի ջրային լուծույթ նույն մետաղից, ինչից որ էլեկտրոդներն են: Չափված է լարման կախվածությունը ջերմաստիճանի գրադիենտից և էլեկտրոդների հեռավորությունից: Փորձ է արված լարման առաջացումը բացատրել քիմիական ստանդարտ պոտենցիալի ջերմաստիճանային կախվածությամբ:

Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտ

Термоэлектрическое явление в электролитах
Термогальванический эффект

Петросян М.Л.

Рассматривалось образование термоэлектричества в химически уравновешанных системах при наличии температурного градиента. Электрическое напряжение возникает между двумя одинаковыми электродами, когда один из электродов нагревается. Электролит представляет себя водный раствор соли из того же металла, что и электроды. Измерена зависимость напряжения от температурного градиента и от расстояния электродов. Сделана попытка объяснить возникновение напряжения зависимостью химического стандартного потенциала от температуры.

Ереванский физический институт

Thermoelectric phenomena in electrolytes.

Thermogalvanic effect

Petrosian M.L.

The generation of thermoelectricity in chemically balanced systems in the presence of temperature gradient is considered. The electric voltage arises between two identical electrodes when one of them is heated up. Electrolyte is aqueous solution of salt prepared of the same metal as electrodes. The voltage dependence on temperature gradient and electrodes' distance is measured. The attempt was made to explain the origin of the voltage by the dependence of chemical standard potential on the temperature.