

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ СЛАБОПРОВОДЯЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

*Институт прикладной физики АИМ,
ул. Академией, 5, г. Кишинев, MD–2028, Республика Молдова, mbologa@phys.asm.md*

Ранее получены зависимости для концентрации фосфатидов очищенного подсолнечного масла [1] и удельного сопротивления трансформаторного масла [2], на основе которых удельная электропроводность:

– подсолнечного масла

$$\sigma_1 = 1,44 \cdot 10^{-9} (\varphi - 0,123)(T - 281,291), \quad (1)$$

– трансформаторного

$$\sigma_2 = \frac{1,61 \cdot 10^2}{\rho_0} e^{+\alpha(T-T_0)}, \quad (2)$$

где $\varphi = 0,1452$ – минимальная концентрация фосфатидов, T – абсолютная температура, ρ_0 – удельное сопротивление при $T = 293$ К; $\alpha = 0,04 - 0,05, 1/\text{град}$ – температурный коэффициент. Формулы (1) и (2) справедливы при температурах $20^0\text{C} \leq t \leq 70^0\text{C}$. Следует отметить низкую воспроизводимость данных ранее проведенных экспериментов, поскольку не контролировались микроскопические параметры жидкостей, что важно в каждом конкретном опыте, поэтому развитие теоретических работ в указанной области предпочтительнее.

При условии, что энергия активации примесных центров ΔE значительно больше тепловой энергии $3/2kT$:

$$\Delta E \gg 3/2kT, \quad (3)$$

из зависимостей (1) и (2) для $\ln \sigma$ получаются линейные зависимости от обратной температуры:

$$\ln \sigma = a \cdot \frac{1}{T} + b, \quad (4)$$

где a и b – коэффициенты, определяемые из (1) и (2) в каждом случае после приведения их к виду (4).

Условие (3) практически всегда выполняется. Например, в очищенное подсолнечное масло внедрялись примесные центры 1-й и 7-й групп периодической системы с энергиями активации 1,36; 0,87; 0,56 и 0,66 эВ*; $3/2kT \approx 0,04$ эВ, то есть условие (3) хорошо выполняется.

Из (1) и (2) несложно получить зависимость (4) и после построения графиков вычислить

$$\ln \sigma_1 = -3,5 \cdot 10^3 \frac{1}{T} - 19,8, \quad (5)$$

$$\ln \sigma_2 = -4,58 \cdot 10^3 \frac{1}{T} - 17,7. \quad (6)$$

На рис. 1 и 2 представлены зависимости логарифма электропроводности от обратной температуры для очищенных подсолнечного (рис. 1) и трансформаторного марки ТКи (рис. 2) масел. Для трансформаторного масла нанесены экспериментальные точки, полученные в [2] в опытах при 20^0C . При $\alpha = 0,04$ и $0,05$ с учетом того, что при $t = 20^0\text{C}$ получены 4 экспериментальные

*Примесные центры вводились в масло искусственно с целью получения донорных и акцепторных примесных полупроводников.

точки, для остальных температур электропроводность бралась исходя из аппроксимации для удельного сопротивления [2] с учетом $\sigma = \varepsilon_0 / \rho V C_0$, где ρ – удельное сопротивление, V и C_0 – объем межэлектродного пространства и его емкость соответственно.

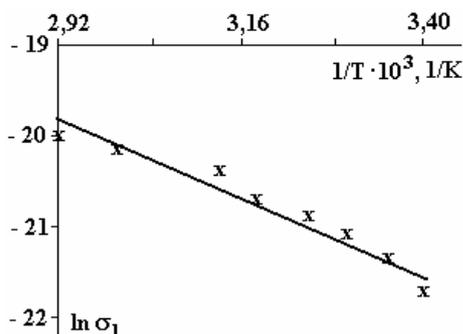


Рис. 1. Зависимость логарифма электропроводности подсолнечного масла от обратной температуры

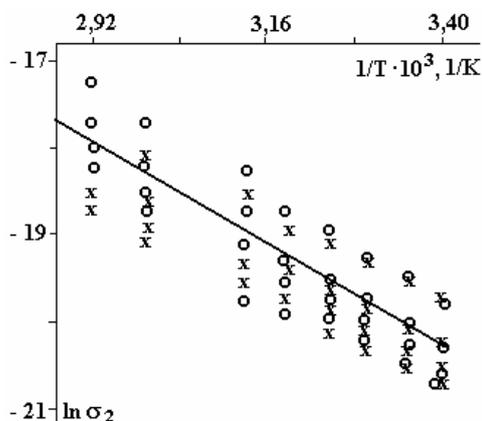


Рис. 2. Зависимость логарифма электропроводности трансформаторного масла от обратной температуры. $\alpha=0,04(x)$; $\alpha=0,05(o)$

Аналогично можно показать, что у всех известных очищенных слабопроводящих органических жидкостей характер электропроводности полупроводниковый.

В работах [3–5] дано соотношение для электролитических жидкостей, которое хорошо выполняется для водных и других электролитов:

$$1/E = -\frac{x-x_0}{\varphi_0} \approx \frac{\Delta x}{\Delta \varphi}; \quad \varphi_0 = \frac{kT}{ez}, \quad (7)$$

$x, x_0, \varphi_0, k, T, e, z$ означают текущую и начальную координаты, характеристический потенциал, постоянную Больцмана, абсолютную температуру, заряд электрона и валентность рассматриваемого иона соответственно. Для очищенного трансформаторного масла $z = -10^{-5}$, а φ_0 достигает 2,58 кВ. Делается вывод, что трансформаторное масло относится к электролитам, что неверно, так как валентность теряет смысл по определению. Изменение определений характеристик ведет не только к путанице, но и к отклонению от адекватности, ранее достигнутой на основе фундаментальных законов.

Поскольку очищенные слабопроводящие органические жидкости относятся к полупроводниковым материалам, становятся актуальными задачи по разработке технологий получения p и n высоковольтных полупроводников на их основе, что может привести к новым применениям в практической электронике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болога М.К., Берил И.И. Рафинация подсолнечного масла в электрическом поле. Кишинев: Штиинца, 2004. 214 с.
2. Белецкий З.М., Рыженко В.И., Тополянский Е.Л. Зависимость проводимости трансформаторного масла от напряженности электрического поля и температуры // Электротехника. 1974. № 4. С. 46–48.
3. Остроумов Г.А., Петриченко Н.А. Изолирующие жидкости как ионные проводники электричества // Электронная обработка материалов. 1974. № 1. С. 40–44.
4. Остроумов Г.А., Стишков Ю.К. // Электронная обработка материалов. 1970. № 1. С. 36–39.
5. Самодин В.М., Стишков Ю.К. // Электронная обработка материалов. 1971. № 3. С. 44–46.

Поступила 25.08.09

Summary

The temperature dependences of the electric conductivity for refined sun flower oil and transformer oil are reported. It is established that the electric conductivity of low conducting liquids is of a semiconductor type.