

## ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ СРЕД

*Институт прикладной физики АН РМ,  
ул. Академией, 5, г. Кишинев, MD-2028, Республика Молдова*

Одним из основных факторов, характеризующих электроплазмолиз растительных сред, является электропроводность [1]. С точки зрения электрофизической задачи органическая среда представляет собой макроскопическую смесь из фаз разной проводимости. Отметим, что существует глубокая аналогия у задач электро- и теплопроводности. В данном сообщении ограничимся только задачами электропроводности, отметив, что для экспериментального исследования проводимости органической материи эффективно использовать переменный ток достаточно высокой частоты (см. например, [2]).

Расчет проводимости органической среды существенно зависит от модели структуры. Согласно методике [3] нами получены формулы для проводимости органической ткани в модели “матричной системы” [4].

В [5] предложена формула, учитывающая форму частиц и реактивный характер связи, полученная в модели “хаотической смеси”. Согласно [3, 4] аналогичная формула для проводимости “матричной системы” имеет вид

$$\Sigma_{эф} = \Sigma_2 \left( 1 + \frac{\nu_1}{\frac{1-\nu_1}{L} + \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1 - \Sigma_2}} \right), \quad (1)$$

где  $\Sigma_2 = 1/R_2$  – проводимость межклеточника,  $\nu_1$  – концентрация клеточной структуры:  $\nu_1 + \nu_2 = 1$ ,

где  $\nu_2$  – концентрация межклеточника  $\Sigma_1(\omega) = \frac{1 + \omega CR_3}{R_3(1 + \omega CR_1)}$ ,  $\Sigma_1(\omega)$  – электропроводность элемен-

та фазы, которая в модели [3] представляет собой эффективную электропроводность клетки ( $R_3$ ,  $C$  – сопротивление и емкость мембраны,  $R_1$  – сопротивление клеточной жидкости). Из экспериментальных результатов оценки параметров, входящих в формулу (1):  $R_1 \sim 1 - 5$  кОм;  $R_2 \sim 10 - 15$  кОм;  $R_3 \sim 100 - 400$  кОм;  $C \sim 1 - 0,1$  пФ.

Параметр  $L$  из результатов работы [5] определяется как некоторая размерность пространства. Так, для трехмерной системы (рассмотренной в [3])  $L = 3$ . Если измерять электропроводность для случая очень тонких срезов (двухмерная система)  $L = 2$ . Случай  $L = 4$  соответствует измерениям импеданса в случае очень высоких частот.

Согласно [5] оценим диапазон частот для случая, когда  $L \geq 4$ . Критерий для нашего случая имеет вид

$$R_{эф} \leq \frac{1}{C\omega}.$$

Если для оценки считать  $R_{эф} \sim R_3$ , то частота, при которой необходимо учитывать емкостную связь, попадает в килогерцевый диапазон, что становится актуально для измерений электрических параметров биологической клетки (см. [1]).

В качестве выводов приведем асимптотическое значение времени релаксации  $\tau$ , которое отличается от результата [3], где  $L = 2$ :

$$\frac{1}{\tau} \approx \frac{1}{C} \frac{\nu_1 + L - 1}{1 - \nu_1}. \quad (2)$$

Как видно из формулы (2), возрастание  $L$  может экспериментально интерпретироваться как убывание емкости мембран.

Таким образом “кажущееся” экспериментальное уменьшение емкости мембран с увеличением частоты может быть связано с эффектом увеличения эффективной емкостной связи органической среды. Экспериментально этот эффект может наблюдаться, начиная с частот килогерцового диапазона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чебану В.Г. Повышение эффективности обработки растительного сырья электроплазмолизом: Автореф. канд. дис. Киев, 1988.
2. Щеглов Ю.А., Бордиян В.В., Баранов С.А. Электропроводность растительной ткани // Электронная обработка материалов. 1984. № 5. С. 74–77.
3. Чебану В.Г., Баранов С.А., Щеглов Ю.А. Роль клеточных структур в определении электропроводности растительной ткани // Электронная обработка материалов. 1983. № 5. С. 77–79.
4. Оделевский В.И. Расчет обобщенной проводимости гетерогенных систем // ЖТФ. 1951. Т. 21. Вып. 6. С. 667–685.
5. Баранов С.А. Обобщенная проводимость и оптимальное выделение энергии // ЖТФ. 1999. Т. 69. Вып. 7. С. 128–129.

*Поступила 20.08.2001*

#### Summary

The calculation for high-frequency conductivity are done. The conductivity for case of large electrocapacity is calculated.

---