

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДИНАМИКУ ГЛИКОЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Вервейко Д.В., Верисокин А.Ю., Постников Е.Б.

Курский государственный университет, НИЦ физики конденсированного состояния  
Россия, 305000, Курск, ул. Радищева, д.33, (4712)568460, allegroform@mail.ru

В работе рассматривается модель температурного контроля гликолитической реакции, основанная на системе Селькова. Данная модель получена путём добавления в уравнения Селькова температурно-зависимого коэффициента автокаталитического члена  $\beta$ , подчиняющегося закону Аррениуса  $\beta(T) = \beta_0 \exp(-k/T)$ , и каталитического члена  $\alpha x$  [1], биофизическое значение которого состоит в том, что он описывает небольшое значение дополнительного втока/оттока в область реакции. Температурная модель гликолиза в закрытом пространственном реакторе принимает вид:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= v - \alpha x - \beta(T)xy^2, \\ \frac{dy}{dt} &= -wy + \alpha x + \beta(T)xy^2, \\ \frac{dv}{dt} &= -\varepsilon v,\end{aligned}$$

где последнее уравнение описывает расход субстрата гликолиза в закрытом реакторе.

Показано, что данная модель успешно описывает и объясняет ключевые экспериментально обнаруженные явления [2]: уменьшение среднего значения концентраций реагентов в процессе реакции, зависимость частоты гликолитических колебаний от обратной температуры в виде закона Аррениуса, смена продолжительности первой и второй фазы колебаний при увеличении температуры, модуляции колебаний при периодическом изменении температуры.

Данная система успешно описывает динамику гликолиза в реакторе при условии наличия температурного градиента. Ввод пространственной координаты в предложенную температурную модель и учёт диффузии реагентов (добавление членов  $D\partial_r^2 x$  и  $D\partial_r^2 y$  в первые два уравнения системы) позволяет описать и объяснить экспериментально наблюдаемый процесс возникновения и динамику распространения бегущих гликолитических волн. Сравнение динамики формирования бегущих волн в численном решении математической модели и в эксперименте [2] позволяет предложить принципиально новый метод определения коэффициентов диффузии реагентов химических реакций, протекающих в плотной среде (например, в геле).

## Литература

1. Merkin J.H., Needham D.J., Scott S.K. Oscillatory chemical reactions in closed vessel // *In Proc. Royal Soc. Lond. Ser. A.* 406, 1986. P. 299–323.
2. Mair T., Warnke C., Tsuji K., Muller S.C. Control of glycolytic oscillations by temperature // *Biophys.* 8, 2005. P. 639–646.