dr Hanna Ścięgosz
Politechnika Opolska, Katedra Matematyki i Zastosowań Informatyki
prof. dr hab. Stefan Pokrzywnicki
Akademia Polonijna w Częstochowie, Katedra Matematyki i Informatyki

Widma częstościowe i liczby obrotu dla wybranych oscylacyjnych układów chemicznych

W pracy poddano analizie rejestry potencjałowe reakcji Biełousowa-Żabotyńskiego, prowadzonej w otwartym układzie z ciągłym mieszaniem (tzw. CSTR). Chemizm klasycznej reakcji B-Ż i jej różnych wariantów był wielokrotnie opisywany (np. [6, 7]) w postaci układów ponad dwudziestu chemicznych reakcji elementarnych, a ich kinetyka modelowana za pomocą odpowiadających im układów równań różniczkowych zwyczajnych. Szczegóły doświadczalne systemów eksperymentalnych przedstawionych w poniższym abstrakcie zawarto między innymi w pracach [3, 4 i 5]. Badano dynamikę reakcji oscylacyjnych poddanych zewnętrznemu periodycznemu zaburzaniu w pobliżu punktów bifurkacji. Przeprowadzono analizę spektralną obserwowanych doświadczalnie, w zależności od częstości zaburzenia, różnorodnych jakościowo zachowań, od synchronizacji poprzez oscylacje wielokrotne i obszary przejściowe (intermitencję) do chaosu, stosując szybką transformacji Fouriera (FFT). Wytypowane przekształcenia częstotliwościowe zostały wykorzystane do analizy zmian dynamiki układu wywołanej zmianą stężenia poszczególnych składników reakcji B-Ż.

Do otrzymywanych przebiegów oscylacyjnych zastosowano metodę odwzorowania okręgu [1, 2], które w ogólnym przypadku może być zapisane jako

$$x_{k+1} = b + x_k - F(x_k), \tag{1}$$

przy czym funkcja $F(x)$ modeluje wpływ zewnętrznego periodycznego zaburzania lub sprzężenia dwóch oscylatorów (rozważano $F(x)$ jako kawałkami liniową 2π-periodyczną lub $F(x) = c\sin(x)$; $b \in [0; 2\pi]$). Kluczową rolę w tej metodzie odgrywa liczba obrotu ρ [2] określona równaniem

$$\rho = \frac{1}{2\pi} \lim_{M\to\infty} \frac{x_M - x_1}{M}\,, \tag{2}$$

gdzie M oznacza liczbę iteracji. Przedziały, w których ρ jest wymierne, przy różnych b i c, oznaczają synchronizację częstościową. W przedstawionej pracy wyznaczono liczby obrotu dla oscylacji uzyskiwanych eksperymentalnie. Ponadto dla sinusoidalnego sprzężenia dwóch oscylatorów, przyjmując $\theta_k = x_k^2 - x_k^1$ oraz

$$\theta_{k+1} = \Delta b + \theta_k - 2d\sin\theta_k, \tag{3}$$

wyznaczono zależność parametru sprzężenia d od częstości zaburzania τ dla różnych typów oscylacji. Szczegółowej analizie poddano oscylacje dwukrotne.

Literatura

[1] V. I. Arnold, AMS Transl. Series 2 46 (1965), 213.
[2] G. V. Osipov, J. Kurths, Physical Review E 65 (2001), No. 1, 016216, 1–13.
[3] S. Pokrzywnicki, H. Ścięgosz, The 8th Exp. Chaos Conf., Florence, Italy 2004, 99.
[4] S. Pokrzywnicki, H. Ścięgosz, XVI Internat. Conf. of Sys. Science, Wrocław, Poland 2007.
[5] H. Ścięgosz, S. Pokrzywnicki, Acta Chem. Scandinavica 43 (1989), 926–931.
[6] J. J. Tyson, *Oscillations and Traveling Waves in Chemical Systems*, red. R. J. Field, M. Burger, Wiley, New York 1985, 93–144.
[7] A. T. Winfree, J. Chemical Education 61 (1984), 661–663.