Modelowanie i sterowanie rozmyte nieliniowego obiektu

Autor: Maciej Kłos

Opiekun pracy dyplomowej: dr inż. Piotr Marusak

Plan prezentacji

- Cel pracy
- Dotychczasowe postępy
- Plan na przyszłe semestry

Cel pracy

- Zaproponowanie innowacyjnego podejścia do procesu modelowania z użyciem logiki rozmytej
- Uzyskany model powinien dawać lepsze rezultaty pod względem:
  - Wydajności
  - Dokładności
  - Prostoty zastosowania
- Model zweryfikowany zostanie poprzez wykorzystanie go w procesie sterowania obiektu opartym na modelu

Obiekt – reaktor polimeryzacji

$$\dot{x}_1 = -\left[Z_\mathrm{p}\exp\left(\frac{-E_\mathrm{p}}{RT}\right) + Z_{\mathrm{f_m}}\exp\left(\frac{-E_{\mathrm{f_m}}}{RT}\right)\right]x_1P_0(x_2, T) - \frac{Fx_1}{V} + \frac{FC_{\mathrm{m_{in}}}}{V},$$

$$\dot{x}_2 = -Z_\mathrm{I}\exp\left(\frac{-E_\mathrm{I}}{RT}\right)x_2 - \frac{Fx_2}{V} + \frac{F_\mathrm{I}C_{\mathrm{I_{in}}}}{V},$$

$$\dot{x}_3 = \left[0.5Z_{\mathrm{T_c}}\exp\left(\frac{-E_{\mathrm{T_c}}}{RT}\right) + Z_{\mathrm{T_d}}\exp\left(\frac{-E_{\mathrm{T_d}}}{RT}\right)\right]P_0^2(x_2, T) + Z_{\mathrm{f_m}}\exp\left(\frac{-E_{\mathrm{f_m}}}{RT}\right)x_1P_0(x_2, T) - \frac{Fx_3}{V}, \tag{76}$$

$$\dot{x}_4 = M_\mathrm{m}\left[Z_\mathrm{p}\exp\left(\frac{-E_\mathrm{p}}{RT}\right) + Z_{\mathrm{f_m}}\exp\left(\frac{-E_{\mathrm{f_m}}}{Rt}\right)\right]x_1P_0(x_2, T) - \frac{Fx_4}{V},$$

where

$$P_0(x_2, T) = \left[\frac{2f^*x_2Z_\mathrm{I}\exp(-E_\mathrm{I}/RT)}{Z_{\mathrm{T_d}}\exp(-E_{\mathrm{T_d}}/RT) + Z_{\mathrm{T_c}}\exp(-E_{\mathrm{T_c}}/RT)}\right]^{1/2}.$$

Table 1. Kinetic parameters

i	Z_i	E_i
T_c	3.8223×10^{10} m^3 kmol^{-1} h^{-1}	2.9442×10^3 kJ kmol^{-1}
T_d	3.1457×10^{11} m^3 kmol^{-1} h^{-1}	2.9442×10^3 kJ kmol^{-1}
I	3.7920×10^{18} h^{-1}	1.2550×10^5 kJ kmol^{-1}
P	1.7700×10^9 m^3 kmol^{-1} h^{-1}	1.8283×10^4 kJ kmol^{-1}
f_m	1.0067×10^{15} m^3 kmol^{-1} h^{-1}	7.4478×10^4 kJ kmol^{-1}
$f^* = 0.58$		

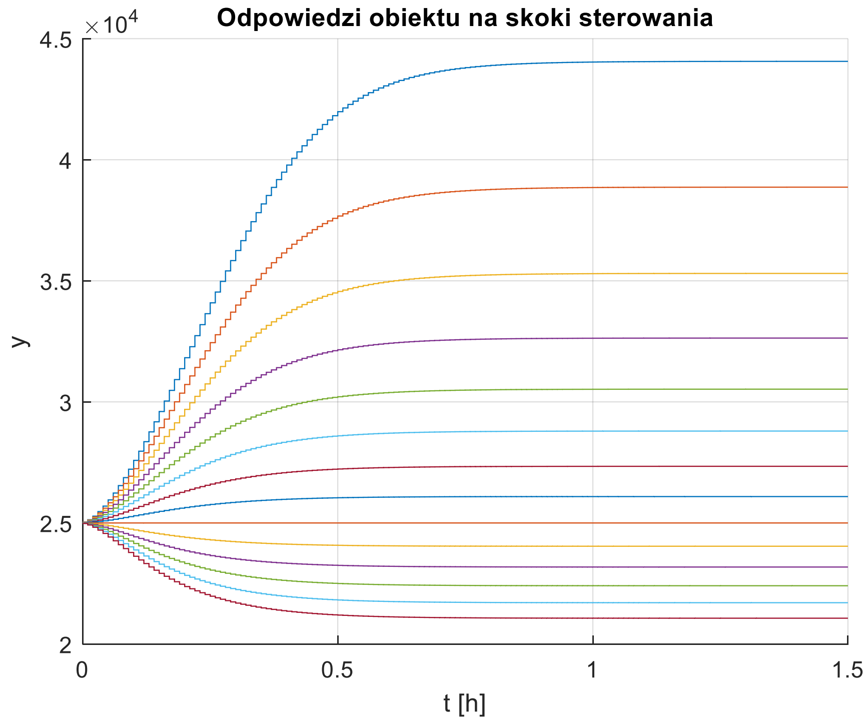
Table 2. System parameters

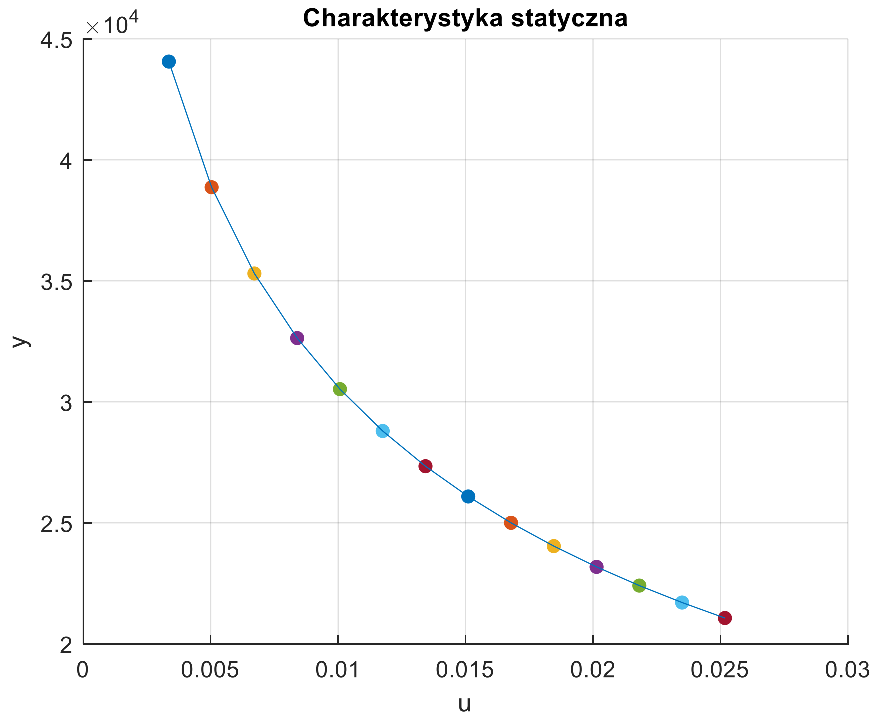
$F = 1.00$ m^3
$V = 0.1$ m^3
$C_{I_{in}} = 8.0$ kmol m^{-3}
$y^{sp} = 25\,000.5$ kg kmol^{-1}
$F_I = 0.016783$ m^3 h^{-1}
$R = 8.314$ kJ kmol^{-1} K^{-1}
$M_m = 100.12$ kg kmol^{-1}
$C_{m_{in}} = 6.0$ kmol m^{-3}
$T = 335$ K

Obiekt – reaktor polimeryzacji

- Sterowanie: $u = F_I$
- Wyjście: $y = \frac{D_I}{D_0}$
- Stan początkowy:
  - $x_0 = \begin{bmatrix} 5{,}50677 \\ 0{,}132906 \\ 0{,}0019752 \\ 49{,}3818 \end{bmatrix}$
  - $u_0 = 0{,}016783$
  - $y_0 = 25000{,}5$

Symulacje


Odpowiedzi obiektu na skoki sterowania
×10^4
4.5
4
3.5
3
2.5
2
y
0
0.5
1
1.5
t [h]


Charakterystyka statyczna
×10^4
4.5
4
3.5
3
2.5
2
y
0
0.005
0.01
0.015
0.02
0.025
0.03
u

Plan na przyszłe semestry

- Dalsze badania w zakresie tworzenia modeli rozmytych
- Zastosowanie modelu w algorytmie regulacji
- Weryfikacja podejścia na obiekcie o większej wymiarowości

Dziękuję za uwagę