УДК 62-503.51

Л.С. ПАНОВА, ст. гр. УТС-121 (ФГБОУ ВПО ОмГТУ)
П.П. ТРУБИН, ст. гр. УТС-121 (ФГБОУ ВПО ОмГТУ)
г. Омск

СИНТЕЗ ЗАКОНОВ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМ РЕАКТОРОМ

Аннотация.
В статье рассматриваются сравнительно новые направления прикладной теории управления применительно к синтезу законов управления химическими реакторами.

Основополагающей концепцией разработки современных производственных процессов является концепция создания кибернетически организованных химико-технологических процессов (ХТП) и систем. Синтез систем управления химическим реактором на стадии проектирования является сложной задачей, так как химический реактор является нелинейным, многомерным, многосвязным объектом. Повышение требований к качеству работы реакторов, а именно устойчивость, надежность, расширение функционала, обусловливают актуальность поиска путей совершенствования процессов управления химическими реакторами.

В данной статье рассматриваются результаты применения наработок в области синерго-химической теории управления (СХТУ)[1-3] и теории робастного управления применительно к задаче синтеза законов управления химическим реактором.

Математическая модель реактора в СХТУ представлена следующими выражениями[2]:

$$\dot{x}_1(t)=\frac{x_{10}-x_1}{x_3}u-k\,x_1x_2$$

$$\dot{x}_2(t)=\frac{-x_2}{x_3}u-k\,x_1x_2 \qquad (1)$$

$$\dot{x}_3(t)=u\ ,$$

где $x_1=C_A$, $x_2=C_B$ – текущие значения концентрации веществ A и B; $x_3=V$ объём продукта D; $u=\frac{G_A}{S}$ – входной поток вещества A, с начальной концентрацией $x_{10}=C_{A0}$; S – площадь сечения реактора.

$$\psi_1=x_1-\beta\,x_2+\lambda A$$

$$u=\frac{(1-\beta)k\,x_1x_2x_3}{x_{10}-x_1+\beta\,x_2}-\frac{x_3\psi_1}{T_1(x_{10}-x_1+\beta\,x_2)}\quad,$$

(2)

Используя закон управления (2), полученный в работе [1] методами АКАР (аналитическое конструирование агрегатированных реакторов) было проведено моделирование поведения реактора с входными параметрами β =1, A=0, T_1 =1, λ =1, k=0,001м^3/моль ¿ с, x_{10}=20 моль/м^3. Данные моделирования подтвердили адекватность закона управления решаемой задаче. Дальнейшее моделирование проведено в источнике [1].

Теория робастного управления предполагает другой подход к задаче. Для начала строится модель двухэтапного химического реактора [4]:

$$\acute{z}_1(t)=\left(\frac{-1}{\xi_1}-\nu_1\right)z_1(t)+\frac{1-R_2}{V_1}z_2(t)$$

$$\acute{z}_2(t)=\left(\frac{-1}{\xi_2}-\nu_2\right)z_2(t)-\frac{R_1}{V_2}z_1(t-\tau)+\frac{R_2}{V_2}z_2(t-\tau)+\frac{F_2}{V_2}u \qquad (3)$$

$$y(t)=z_1(t)\quad,$$

где $z_1(t)$ и $z_2(t)$ – состав резервуаров, при этом переменная $z_2(t)$ имеет представление $z_2(t)=z_2^{¿}(t)+\varphi(z_1(t))$, $\varphi(z_1(t))$ – некоторая гладкая функция, такая что $\varphi(z_1(0))=0$, R_i, ξ_i, ν_i, F_i – некоторые в общем случае нестационарные параметры, связанные с химическими процессами в резервуарах и V_i – объем резервуара; τ – временное запаздывание; u – управляющее воздействие.

Передаточная функция двухэтапного химического реактора, описанная уравнением (1), имеет вид:

$$W(s)=\frac{y(s)}{u(s)}=\frac{b_0}{¿}\quad,\qquad \begin{matrix} c \\ s^2+a_1*s+a_2-(¿¿0\,s+c_0)e^{-s\delta} \end{matrix} \qquad (4)$$

где $b_0=\frac{(1-R_2)F_2}{V_1V_2}$, $a_1=\frac{1}{\xi_1}+\frac{1}{\xi_2}+\nu_1+\nu_2$, $a_0=(\frac{1}{\xi_1}-\nu_1)(\frac{-1}{\xi_2}-\nu_2)$, $c_1=\frac{R_2}{V_2}$, $c_0=\frac{(1-R_2)R_1+V_1R_2/\xi_1+V_1R_2\nu_1}{V_1V_2}$.

Для дальнейшего синтеза двухэтапного химического реактора были выбраны следующие параметры: $\xi_1=\xi_2=2$, $\nu_1=\nu_2=0.3$, $R_1=R_2=0.5$, $V_1=V_2=F_2=0.5$, $\tau=2$. Математическая модель реактора содержит существенные нелинейные функции, влияние которых учитывается в ходе процедуры аналитического синтеза.

Библиографический список

1. Хариш И. Е. Синергетический метод синтеза систем управления химическими реакторами периодического действия // Известия ЮФУ. Технические науки . 2011. №6. С.94-100.
2. Современная прикладная теория управления. Ч.II. Синергетический подход в теории управления // Под ред. А.А. Колесникова. ФЦП «Интеграция». – М.–Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000.
3. Лабутин, А.Н. Синергетический синтез системы управления химическим реактором / А.Н. Лабутин, В.Ю. Невиницын // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2012. – Т. 55. – Вып. 11. – С. 104-107.
4. Н.В. Кван, Н.П. Семичевская. Нелинейное робастное управление химическим реактором // Адаптивные и робастные системы. - 2011. - №4. - С.133-141