

M.Z. HAKOBYAN, S.G. AMIRKHANYAN
A METHOD FOR STABILIZING THE TIME DEVIATION OF
MULTICHANNEL PULSE GENERATOR

The scheme of the method of stabilizing the time deviation of multichannel pulse generator whose principle is the high stability of the time deviations between the generator pulses.

Keywords: multi-channel pulse generator, primary transducer, limiter, emitter follower.

ՀՏԴ 678:330

Մ.Ա. ԳԱԼՍՅԱՆ

ԲԱԶՄԱՓՈՒԼ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾՆԵԹԱՑՆԵՐԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ
ՄՈԴԵԼՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ ԵՎ ՕՊՏԻՄԱԼԱՑՈՒՄ

Որպես հետազոտության օբյեկտը դիտարկվել է քլորոպրենային կաուչուկի էմուլսիոն պոլիմերացման բազմափուլ տեխնոլոգիական գործընթացը: Կառավարման մոդելի ելքում ստացվել են կասկադային շարքի յուրաքանչյուր ռեակտորում գործընթացի փոխակերպման աստիճանի արժեքները՝ համապատասխան ռեակտորի համարը, իտերացիայի համարը, ինչպես նաև գործընթացի յուրաքանչյուր փուլում տեխնոլոգիական պարամետրերի կայունության արժեքները:

Առանցքային բառեր. մոդել, պոլիմերացում, կաուչուկ, տեխնոլոգիական գործընթաց:

Տեխնոլոգիական գործընթացների կառավարումը կախված է մի շարք հանգամանքներից, որոնցից են՝ ժամանակակից տեսական և ճարտարագիտական մոտեցումները հետազոտվող գործընթացների վերաբերյալ, գործընթացների իրականացման մասին տվյալներ ստանալու միջոցները, ռեսուրսների, ֆինանսական, ժամանակային և այլ սահմանափակումները, համապատասխան մաթեմատիկական մեթոդների առկայությունն ու դրանց գործնական օգտագործման հնարավորությունները: Հետևաբար՝ տեխնոլոգիական գործընթացների կառավարման օպտիմալացման մոդելի օգտակարությունը կգնահատվի այնքանով, որքանով որ հաշվի կառնվեն վերը նշված հանգամանքները: Օգտագործելով մաթեմատիկական մոդելավորման մեթոդներն արտադրական և տեխնոլոգիական ոլորտներում, ինչպես նաև այդ ոլորտներում տեխնոլոգիական գործընթացների կառավարման խնդիրների լուծման համար կիրառելով օպտիմալացման համապատասխան մեթոդներ, ոչ միշտ է, որ ուղղակիորեն հնարավոր է գնահատել կիրառական այն օգուտը, որը կարող է ստացվել դրանց զուգակցման արդյունքում [1,2]: Այս առումով տեխնոլոգիական գործընթացների կառավարման օպտիմալացման խնդիրների լուծման շահավետ նոր մոտեցումների դիտարկումը և դրանց կիրառման անհրաժեշտության հիմնավորումը բարձր տեղեկատվական տեխնոլոգիաների օգտագործմամբ կարևորա-

գույն գիտական հիմնախնդիր է, որով և պայմանավորված է ներկայացվող աշխատանքի արդիականությունը:

Մաթեմատիկական մոդելավորման և օպտիմալացման մեթոդների վերլուծության արդյունքում մեր կողմից մշակվել է քլորոպրենային կաուչուկի էմուլսիոն պոլիմերացման գործընթացի կառավարման օպտիմալացման սխեման, որն ընդգրկում է երկու փուլ: Յուրաքանչյուր փուլում մշակվում է բազմափուլ տեխնոլոգիական գործընթացի կառավարման մոդելը, որի արդյունքում ապահովվում է օպտիմալացման որոշակի մակարդակ՝ կախված կառավարման նպատակից, ինչպես նաև տվյալ խնդրի վրա դրված սահմանափակումներից:

Սույն աշխատանքում կներկայացնենք օպտիմալացման միայն առաջին փուլը: Որպես հետազոտության օբյեկտ դիտարկենք քլորոպրենային կաուչուկի էմուլսիոն պոլիմերացման բազմափուլ տեխնոլոգիական գործընթացը:

Երկու փուլերի մաթեմատիկական նկարագրություններով էլ կազմվում է գործընթացի մակրոկինետիկ մոդելը, որը ներկայացվում է դիֆերենցիալ հավասարումների հետևյալ համակարգով՝ [3,4]

$$\begin{cases} \frac{dI(t)}{dt} = -K_i(t)I(t), \\ \frac{dR(t)}{dt} = K_i(t)I(t) - K_t(t)R^2(t), \\ \frac{dM(t)}{dt} = -K_p(t)R(t)M(t), \end{cases} \quad (1)$$

որտեղ՝ $\frac{dI(t)}{dt}$ - ն հարուցիչի կոնցենտրացիայի փոփոխման արագությունն է, $\frac{dR(t)}{dt}$ - ն՝ ռադիկալի կոնցենտրացիայի փոփոխման արագությունը, $\frac{dM(t)}{dt}$ - ն՝ մոնոմերի կոնցենտրացիայի փոփոխման արագությունը, I - ն՝ պոլիմերացման գործընթացի հարուցիչի կոնցենտրացիան, T - ն՝ ռեակցիայի ընթացիկ ջերմաստիճանը, $K_i(t)$ - ն՝ շղթայի հարուցման ռեակցիայի արագության հաստատունը, $K_p(t)$ - ն՝ շղթայի աճի հաստատունը, $K_t(t)$ - ն՝ շղթայի հատման ռեակցիայի հաստատունը, I_0 - ն՝ հարուցիչի սկզբնական կոնցենտրացիան, M_0 - ն՝ մոնոմերի սկզբնական կոնցենտրացիան, M - ը՝ մոնոմերի վերջնական կոնցենտրացիան, R - ը՝ մակրոռադիկալների կոնցենտրացիան, $K_i(t) - \bar{K}_i$, $K_p(t) - \bar{K}_p$, $K_t(t) - \bar{K}_t$ - ն՝ Արրենիուսի օրենքով որոշվող գործակիցները [5]:

Ենթադրվում է, որ $K_i(t)$, $K_p(t)$, $K_t(t)$ հաստատունները կախված չեն շղթայի երկարությունից, իսկ համակարգի սկզբնական պայմաններն են՝ $t_0 = 0, I = I_0, M = M_0, R = R_0, T = T_0$, որտեղ, T_0 - ն ռեակտորում ելանյութերի սկզբնական ջերմաստիճանն է:

Ընդունենք, որ պոլիմերացման պրոցեսն ընթանում է ստացիոնար պայմաններում: Մակրոռադիկալի քվադրատացիոնար կոնցենտրացիան [3] կստացվի, եթե (1) - ում կիրառվի հետևյալ պայմանը՝

$$K_i(t)I - K_t(t)R^2 = 0: \quad (2)$$

Այստեղից՝

$$R = \left(\frac{K_i(t)I}{K_t(t)} \right)^{1/2}: \quad (3)$$

Արդյունքում (1)-ը կընդունի հետևյալ տեսքը՝

$$\begin{cases} \frac{dI(t)}{dt} = -K_i(t)I, \\ \frac{dR(t)}{dt} = K_i(t)I - K_t(t)R^2(t), \\ \frac{dM(t)}{dt} = -K_p(t) \left(\frac{K_i(t)I}{K_t(t)} \right)^{1/2} \cdot M(t): \end{cases} \quad (4)$$

(4)-ի 3-րդ հավասարման լուծումը հնարավորություն կտա որոշել պոլիմերացման գործընթացի մոնոմերի վերջնական կոնցենտրացիան: (4) հավասարումների համակարգը ներկայացնենք հետևյալ աջ վերջավոր-տարբերությային մոդելի տեսքով՝

$$\begin{cases} \frac{I_{j+1} - I_j}{h_1} = -K_i(t_j) \cdot I_j, \\ \frac{R_{j+1} - R_j}{h_2} = K_i(t_j) \cdot I_j - K_t(t_j)R_j^2, \\ \frac{M_{j+1} - M_j}{h_3} = -K_p(t_j) \cdot R_j \cdot M_j: \end{cases} \quad (5)$$

Արդյունքում (5)-ը կընդունի հետևյալ տեսքը՝

$$\begin{cases} I_{j+1} = I_j - h_1 \cdot K_i(t_j) \cdot I_j, \\ R_{j+1} = R_j + h_2 \cdot [K_i(t_j) \cdot I_j - K_t(t_j)R_j^2], \\ M_{j+1} = M_j - h_3 \cdot K_p(t_j) \cdot R_j \cdot M_j: \end{cases} \quad (6)$$

Այստեղ h_1, h_2, h_3 -ը համապատասխանաբար $I(t), R(t), M(t)$ ֆունկցիաների արգումենտների աճերն են:

(6) համակարգի կայունության հետազոտման համար ներկայացնենք այն մատրիցա-վեկտորային տեսքով՝

$$\begin{pmatrix} \dot{I}(t) \\ \dot{R}(t) \\ \dot{M}(t) \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} -K_i(t) & 0 & 0 \\ K_i(t) & -K_i(t)R(t) & 0 \\ 0 & 0 & -K_p(t)R(t) \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I(t) \\ R(t) \\ M(t) \end{pmatrix} \quad (7)$$

Քանի որ $R(t) > 0$, նշանակում է հավասարումների (4) համակարգի կայունության համար տեղի ունեն հետևյալ պայմանները՝

$$K_i(t) > 0, K_t(t) \cdot R(t) > 0, K_p(t) \cdot R(t) > 0, \quad (8)$$

ինչից էլ ակնհայտ է, որ $K_i(t) > 0, K_t(t) > 0, K_p(t) > 0$:

Որոշելով հաստատունների արժեքների փոփոխման տիրույթները, և լուծելով (4) – ը, կարելի է որոշել մոնոմերի վերջնական կոնցենտրացիան:

(4) համակարգի աջ վերջավոր-տարբերության (5) և մատրիցա-վեկտորային տեսքերով (7) ներկայացման արդյունքում հանգեցինք կարևոր պայմանների (8) առաջադրմանը:

Տեխնոլոգիական գծի կասկադային շարքում ռեակտորների թվի հաշվման մեթոդներից մեկը Նյուտոնի իտերացիոն մեթոդն է [6], որը թույլ է տալիս ստանալ խնդրի լուծումը ռեակցիայի ցանկացած հերթականության և ռեակտորի տարբեր ծավալների դեպքերում: Այս մեթոդն էլ դրվել է հետագա հաշվարկների հիմքում [1, 2]:

Եզրակացություն: Քլորոպրենային կաուչուկի էմուլսիոն պոլիմերացման բազմափուլ տեխնոլոգիական գործընթացի կառավարման մոդելի ելքում ստացվել են կասկադային շարքի յուրաքանչյուր ռեակտորում գործընթացի փոխակերպման աստիճանի արժեքները՝ համապատասխան ռեակտորի համարը, իտերացիայի համարը, ինչպես նաև յուրաքանչյուր փուլում տեխնոլոգիական գործընթացի պարամետրերի արժեքները:

Ներկայացնենք կասկադային շարքի մեկ ռեակտորի ելքում փոխակերպման աստիճանի արժեքները 1-ից 6 հաշվողական ընթացակարգերի համար (աղ.):

Աղյուսակ

Մեկ ռեակտորի դեպքում փոխակերպման աստիճանի արժեքները՝ ըստ հաշվարկային ընթացակարգի համարների

1-ին	2-րդ	3-րդ	4-րդ	5-րդ	6-րդ
0.99941	0.99938	0.99935	0.99932	0.99928	0.99924

Իտերացիոն մեթոդի կիրառման արդյունքում նմանատիպ արդյունքներ ստացվում են կասկադային շարքի յուրաքանչյուր ռեակտորի ելքում, ինչպես նաև տեխնոլոգիական գծի ելքում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Գալստյան Մ.Ա.** Օպտիմալացման մեթոդների կիրառությունը տեխնոլոգիական գործընթացների խնդիրների լուծման համար // ՀՀ Բանբեր: <<Մոդելավորում, օպտիմալացում, կառավարում>> սերիա. - Երևան, 2010. - Թող.13, հ2. - էջ 111-118:
2. **Գալստյան Մ.Ա.** Քիմիական տեխնոլոգիական գործընթացի պարամետրական օպտիմալացման խնդրի լուծման ավտոմատացումը// Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիայի լրաբեր (ՀՃԱԼ). Գիտատեխնիկական հոդվածների ժողովածու. -2012. - Հ. 9, N2. - էջ 301-305:
3. **Давтян С.П.** Неизотермические методы синтеза полимеров. I. Теория и практика процессов адиабатической полимеризации. - Ер.: Асогик, 2004. -320 с.
4. **Давтян С.П., Жиркив П.В., Вольфсон С.А.** Проблемы неизотермичности в полимеризационных процессах // Успехи химии.- 1984. -Т. 53, N 2.- С. 251-272.
5. **Андреева Н.Г., Лебедев И.А.** Системный анализ процессов химической технологии.- Барнаул: Изд. Алт ГТУ, 2005. -387 с.
6. **Измаилов А.Ф.** Численные методы оптимизации. -М.: Физматлит, 2008.- 320 с.

Մ.Ա. ԳԱԼՏՅԱՆ

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСТАДИЙНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Моделирование процессов является важнейшим этапом исследования и управления многостадийными технологическими процессами. Следовательно, обоснование новых математических моделей управления технологическими процессами и новых подходов к решению оптимизационных задач, а также их применение имеют важное и актуальное значение для прогресса экономики страны.

Ключевые слова: модель, полимеризация, каучук, технологический процесс.

M.A. GALSTYAN

DEVELOPING AND OPTIMIZING MODELS FOR CONTROLLING MULTIPHASE TECHNOLOGICAL PROCESSES

A most important phase of investigating and controlling the technological processes is the stage of mathematical modeling. Therefore, the substantiation of new approaches to the solution of the problems concerning new mathematical models, optimization and control of multiphase technological processes and their application is of great importance for the improvement of the country's economy.

Keywords: model, polymerization, rubber, technological process.