

Секція 5
Моделювання та автоматизація
робочих процесів

Секция 5
Моделирование и автоматизация
рабочих процессов

Section 5
Modeling and Automation
of Working Processes

УДК 532.5:678.7.001.73

ТЕЧІЯ ЕНЕРГОНАСИЧЕНИХ КОМПОЗИЦІЙ У ПРОЦЕСІ ЇХ ПЕРЕРОБКИ

О.В.Шевченко, Е.О.Спорягін

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72, 49010

tigra_olchik@mail.ru, kafedra__vms@mail.ru

Енергонасичені композиційні матеріали у процесі переробки поводять себе як неньютонівські рідини (або неньютонівські системи), тому знання про закономірності течії різних полімерних композиційних матеріалів дає можливість правильно обирати параметри їх переробки.

Гарні результати дає використання моделі Елліса. Щоб визначити деякі матеріальні параметри і щоб звернутися до можливостей цих моделей, розглянута течія рідини Елліса у каналах різної геометричної форми: у циліндричному, кільцевому, конічному. Таким чином, розглядаються комбіновані потоки.

Рівняння Елліса являє собою трипараметричне ступеневе рівняння:

$$\dot{\gamma} = \frac{\tau}{\mu_0} \left(1 + \frac{\mu_0}{\eta^0} \cdot \tau^{m-1} \right) \quad (1)$$

Тут μ_0 — граничне значення в'язкості, що відповідає області ньютонівської течії при мінімальних напругах зсуву. В області малих напруг зсуву рівняння (1) виходить в закон Ньютона й добре описує початкову ділянку кривої течії.

Математичні моделі показують залежність температури рідини, що тече від геометрії каналів та швидкості течії у цих каналах.

Рівняння Елліса, що має три параметри m , η^0 і μ_0 , описує поведінку псевдопластичних рідин, коли $m > 1$, і дилатантних рідин, коли $m < 1$. Якщо $m = 1$, рівняння спрощується до закону Ньютона.

В області високих напруг зсуву домінуючого значення набуває другий член, і рівняння фактично перетворюється у звичайний ступеневий закон. Нарешті, в області перехідних напруг обидва члени виявляються порівнянними, і рівняння задовільно описує ділянку зі змінним індексом течії [1,2].

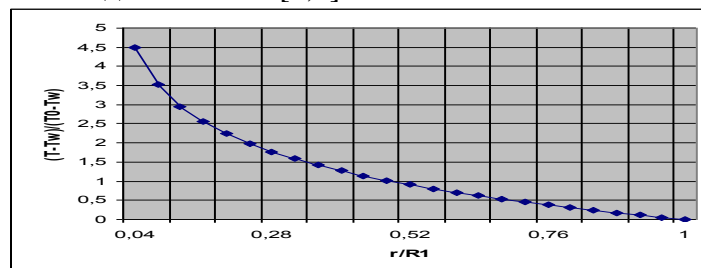


Рис. 1. Розподіл безрозмірних температур течії рідини Елліса через коаксіальний канал

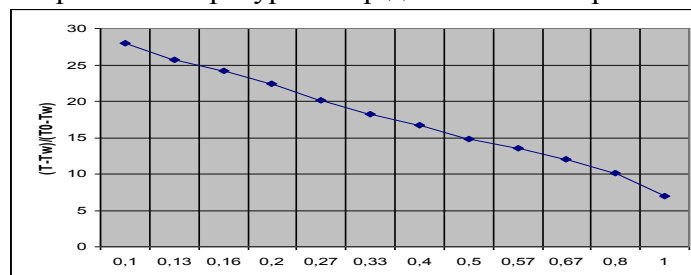


Рис. 2. Графік залежності безрозмірних температур рідини від $\frac{\theta}{\theta_0}$.

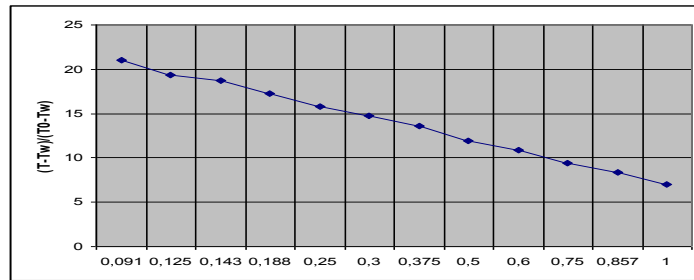


Рис. 3. Графік залежності $\frac{T - T_{\omega}}{T_0 - T_{\omega}}$ від $\frac{\theta}{\theta_0}$ при $\theta_0 = \pi/6$.

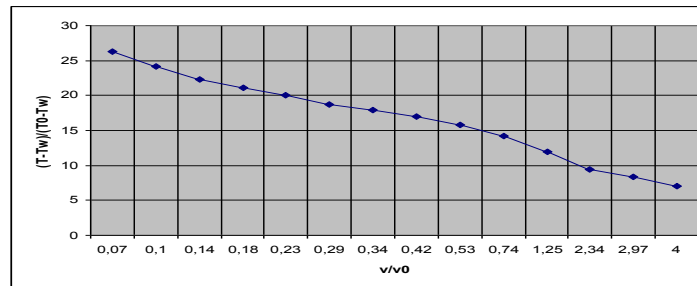


Рис. 4. Графік залежності безрозмірних температур від безрозмірних швидкостей при $\theta_0 = \pi/6$.

Аналізуючи графіки можна сказати, що температура рідини Елліса, яка тече у кінці каналі залежить як від геометрії каналу, так і від швидкості течії, а отже й від об'ємної продуктивності. Причому, температура буде більша там, де буде менша швидкість. При низьких швидкостях рідина Елліса буде поводити себе подібно до ньютонівської рідини. Це пояснюється тим, що в'язкість рідини Елліса буде зменшуватись зі збільшенням швидкості, а тому потужність тепловиділення при терті шарів рідини у центрі потоку (там, де швидкість найбільша) буде зменшуватись, тобто температура у центрі потоку буде менша, ніж біля стінок каналу.

При течії у циліндричному каналі температура буде збільшуватись ближче до центра потоку. При течії через кільцевий та конічний канали спостерігається подібна закономірність. Важливе значення має величина зазору та кут нахилу конуса. Чим менше вона буде, тим з більшою швидкістю потрібно буде подавати рідину, щоб забезпечити задану продуктивність, а звідси – тим більше буде розігріватись рідина (рідина Елліса буде поводити себе як рідина, поведінка якої описується ступеневим рівнянням.). Якщо зазор буде достатньо великим, щоб забезпечити невелику швидкість (навіть за великої продуктивності), то температура буде більшою біля стінок каналу, тобто рідина Елліса буде вести себе подібно до ньютонівської рідини.

Продуктивність збільшуватиметься зі збільшенням величини зазору, індексу текучості та зі зменшенням кута нахилу конусу.

Модель Елліса може бути застосована в області малих напруг зсуву, оскільки дуже низьким значенням швидкості зсуву не відповідають нескінченні значення в'язкості.

Список літературних джерел:

1. Швецов, Г.А. Технология переработки пластических масс./ Г.А. Швецов, Д.У. Алимова, М.Д. Барышникова. – М.: Химия, 1988. – 512с.
2. Тадмор З. Теоретические основы переработки полимеров./ З. Тадмор, К. Гогос; под. ред. Р.В. Торнера. – М.: Химия, 1984. – 630с.

УДК 620.22:661.612

ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТАНТИ ШВИДКОСТІ ОСАДЖЕННЯ ПІРОЛІТИЧНОГО ВУГЛЕЦЮ

В.О. Скачков, В.І. Іванов, Т.М. Нестеренко, Ю.В. Мосейко

Запорізька державна інженерна академія

69006, м. Запоріжжя, пр. Леніна, 226

colourmet@zgia.zp.ua

Процеси заповнення пористої структури жаростійких матеріалів і вуглецевої кераміки піролітичним вуглецем припускають точний розрахунок швидкості осадження твердого вуглецевого осаду з газового середовища. Як газову фазу використовують вуглеводні (метан, пропан, ацетилен тощо). Процеси гетерогенного розкладання метану з утворенням на нагрітих поверхнях піролітичного вуглецю досліджено досить повно [1].

У ряді технологічних варіантів доцільніше використовувати зріджені вуглеводні, такі як пропан і бутан. Для експериментального визначення параметрів константи швидкості осадження піролітичного вуглецю у середовищі зріджуваних вуглеводнів слід розробити методику, що враховує особливості процесу їх піролізу, зокрема, високу спроможність до утворення сажі у застійних зонах термохімічного реактора, а також незначний вихід водню та суттєвий вплив температури процесу на швидкість піролізу вуглеводнів.

Передусім слід створити значну поверхню осадження піролітичного вуглецю, яку можна визначити з достатньою точністю. З цією метою як поверхню осадження піролітичного вуглецю використано вуглецеві волокна діаметром 2,5 мкм. Волокна у вигляді пучка заданої довжини розміщено у трубчастому реакторі, виготовленому з кварцового скла. Пучок складено так, щоб він повністю перекривав поперечний переріз реактора. Вказана компоновка реакційної зони дозволяє суттєво зменшити вплив гомогенних і дифузійних процесів у експериментах.

Під час проведення експериментальних досліджень прийнято наступні умови:

- значне перевищення швидкості течії реакційного газу (пропану) над швидкістю його дифузії;
- стала концентрації реакційного газу вздовж поперечного перерізу реактора;
- режим течії реакційного газу щодо реактора наближається до умов ідеального витіснення.

Для першого порядку реакції осадження піролітичного вуглецю з важких вуглеводнів рівняння, що описує умови експерименту, можна записати у вигляді

$$W \cdot \frac{dC}{dx} + \frac{2k \cdot x}{R_{ef}} = 0, \quad (1)$$

де W – лінійна швидкість течії газу щодо реакційної зони; $W = \frac{Q}{\pi \cdot R_{ef}^2}$; Q –

витрата реакційного газу; R_{ef} – приведений радіус прохідного перерізу реакційної

зони; $R_{ef} = \left[\frac{R^2 - m_0}{\pi \cdot \rho \cdot L} \right]^{0,5}$, R – внутрішній радіус реактора; m_0 – маса вуглецевих

волокон до осадження піролітичного вуглецю; ρ – питома щільність волокон; L – довжина пучка волокон; C – концентрація газу; k – константа швидкості осадження піролітичного вуглецю; x – лінійна координата щодо осі реактора.

Рішення рівняння (1) має вигляд

$$C = C_0 \cdot \exp \left[-\frac{2k \cdot x}{R_{ef} \cdot W} \right], \quad (2)$$

де C_0 – початкова концентрація газу.

Процес осадження піролітичного вуглецю описується рівнянням:

$$dm = 2\pi \cdot k \cdot C_0 \cdot R_{ef} \cdot \tau \cdot \exp \left[-\frac{2k \cdot x}{R_{kf} \cdot W} \right] dx, \quad (3)$$

де dm – збільшення маси піролітичного вуглецю на ділянці реакційної зони довжиною dx ; τ – тривалість процесу осадження піролітичного вуглецю.

Після інтегрування рівняння (3) за довжиною реакційного простору x одержано:

$$m_k - m_0 = \pi \cdot W \cdot C_0 \cdot R_{ef}^2 \cdot \tau \cdot \exp \left[1 - \frac{2k \cdot L}{R_{kf} \cdot W} \right], \quad (4)$$

де m_k – маса вуглецевих волокон після осадження піролітичного вуглецю.

Із рівняння (4) з урахуванням співвідношення для визначення W обчислюють константу швидкості осадження піролітичного вуглецю k :

$$k = -\frac{Q}{2\pi \cdot R_{ef} \cdot L} \cdot \ln \left(1 - \frac{m - m_0}{C_0 \cdot Q \cdot \tau} \right). \quad (5)$$

Під час постановки експериментів особливу увагу приділено питанню підготовки вуглецевих волокон, поверхня яких є енергетично неоднорідною та має субмікроскопічні відкриті пори [2]. Для усунення впливу зазначених чинників вуглецеві волокна заздалегідь покрито шаром піролітичного вуглецю (у кількості до 6...8 % від їх маси).

Експерименти щодо осадження піролітичного вуглецю з пропану в термохімічному реакторі виконано за величини надлишкового тиску в його робочому просторі 350 Па, температуру цього процесу регулювали автоматично з точністю ± 3 °С. Результати експериментів подано у табл. 1.

Таблиця 1. Параметри процесу осадження піролітичного вуглецю з пропану

Середня довжина волокон L , м	Маса волокон, г		Температура осадження T , °С	Тривалість осадження τ , год.	Витрата газу Q , 10^{-5} , м ³ /с
	m_0	m_k			
0,056	3,3550	3,4038	630	2,25	1,55
0,053	2,8548	2,8762	630	0,75	0,80
0,050	2,1824	2,2042	630	1,00	1,10
0,050	2,0806	2,1427	660	1,00	1,10
0,040	2,6317	2,7572	720	1,00	0,80
0,050	2,8548	2,8762	730	1,55	0,80

За даними табл. 1 можна обчислити значення константи швидкості осадження піролітичного вуглецю з пропану за різної температури у даному інтервалі.

Список літературних джерел:

1. Теснер П. А. Образование углерода из углеводородов газовой среды. – М. : Химия, 1972. – 135 с.
2. Конкин А. А. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы. – М. : Химия, 1976. – 367 с.

MODELLING OF LIQUID-LIQUID REACTIONS IN MICROSTRUCTURED REACTORS

Yu. Miroshnychenko, Yu. Beznocyk

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

37, Prospect Peremohy, Kyiv, 03056

julianna@ukr.net

Microreactors as a novel concept in chemical technology enable the introduction of new reaction procedures in chemistry, molecular biology and pharmaceutical chemistry. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Potential advantages of microstructured reactors (MSR) allow successfully use them to liquid-phase processes. More details about the reaction transformation and parameters of the process can be obtained by modelling. Comparison of performances in theoretical and practical experiments has been presented in the literature for different types of reactions, which suggests the credibility of the calculated data 2. But it should be noted that the simulation of liquid systems is complicated by the necessity to take into account the liquid film on the capillary wall that has not been considered in the early work 3.

By virtue of these facts, we are going to simulate the process of silica surface functionalization in the flow microreactor by means of the appropriate software environment. Ultimately, a clear guidance will be provided for sustainable chemical synthesis of functionalized sorbents that can be used for water treatment.

The modelling generally aims to realize the following points: 1. defining the fundamental transport-kinetic equations and the appropriate initial and boundary conditions; 2. specification of any constitutive equations; 3. transformation of the primitive or scaled forms of the equations into a numerical scheme; 4. conversion of the numerical algorithm into a computer-based code; 5. development of methods for visualization and analysis of the numerical results; 6. investigation of the effect of various model and system geometrical parameters on the microprocess performance; and 7. implementation of a scheme for microprocess component and/or system optimization 4.

Various commercially available software tools have subsequently been developed and can now be used to solve mathematical models that describe microfluidic systems. Some examples of program packages include Fluent, CFD ACE+, COMSOL Multiphysics, CoventorWare and etc.

To summarize we should say that the process functionalization in microstructured reactors is the prospective approach for the carrying out the synthesis of new materials with prescribed properties. The expediency of the implementation of the microreactor for the liquid-liquid reactions was confirmed. The simulation results of the various technological operations were studied and the potential benefits of microdevices were verified.

References

1. H. Löwe, W. Ehrfeld, State-of-the-art in microreaction technology: concepts, manufacturing and applications, *Electrochimica Acta* 44, 1999, pp. 3679-3689.
2. J.R. Hernandez Carucci, K. Eränen, D.Yu. Murzin, T.O. Salmi, Experimental and modelling aspects in microstructured reactors applied to environmental catalysis, *Catalysis Today*. 110, 2009, pp. 149-150.
3. D. Qian, D., A. Lawal, Numerical study on gas and liquid slugs for Taylor flow in a T-junction microchannel, *Chemical Engineering Science* 61(23), 2006, pp. 7609–7625.

4. Patrick L. Mills, David J. Quiram, James F. Ryley, Microreactor technology and process miniaturization for catalytic reactions—A perspective on recent developments and emerging technologies, Chem. Eng. Science 62, 2007, pp. 6992-7010.

УДК 661.7

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДВОХСТАДІЙНОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ 1,3-БУТАДІЄНУ З ЕТАНОЛУ

І.І. Холодцько, П.І. Кириєнко, Ю.О.Безносик
 Національний технічний університет України „КПІ”
 03056, г. Київ, пр. Перемоги, 37
 kxtp@kpi.ua

Бутадиєн є основним мономером, що використовується в сучасному промисловому виробництві синтетичних канчуків загального призначення, а також ряду канчуків спеціального призначення. Раніше до 99% бутадиєну-1,3 отримували при переробці нафти.

У цьому проекті був досліджений двохступеневий процес реакції, який приймає масовий потік етанолу – 95% і виробляє 1,3-бутадиєну – 98%. Були встановлені основні і допоміжні реакції, а також досліджено те, що ключовою стадією отримання бутадиєну є дегідрування етанолу. Цей процес включає дегідрування етанолу до ацетальдегіду. Кінетика такої реакції представлена у наступному вигляді: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2$ або $A \leftrightarrow R + S$;

$$W_A = k \left(p_A - \frac{p_R p_S}{K} \right);$$

$$\frac{dx}{dz} = \rho S \frac{W_A}{n_A^0}$$

де W_A - швидкість реакції; k – константа швидкості реакції; K - константа рівноваги адсорбції; p_i - парціальні тиски компонентів; ρ - густина шару каталізатору; S – площа поперечного перерізу реактора; n_A^0 - початкова молекулярна швидкість етанолу; x - конверсія етанолу по координаті реактора z .

У цій моделі, етанол взаємодіючи з каталізатором адсорбується на всій поверхні, в результаті чого виділяється водень, адсорбований від ацетальдегіду.

Змінюючи значення констант k , були знайдені оптимальні значення температури та тиску, що становлять 313°C і 0,22 МПа відповідно. При цьому оптимальне значення конверсії етанолу сягає 50%. Змодельовавши процес перетворення етанолу при різних температурах, визначили оптимальну довжину апарату (рис.1).

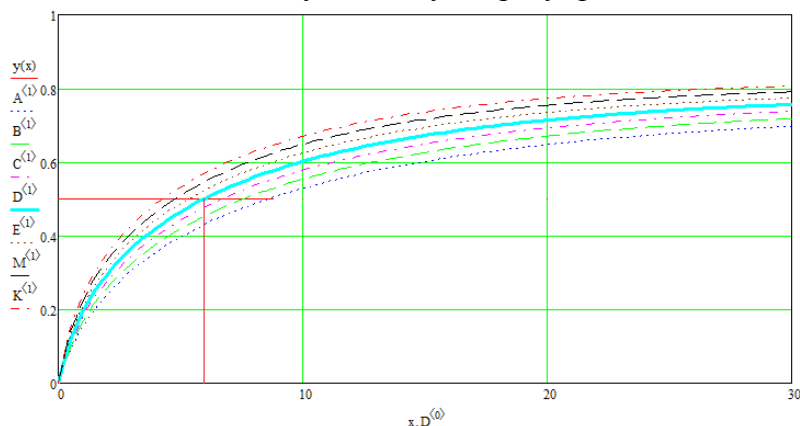


Рисунок 1 – Конверсія етанолу по довжині апарату

На основі кінетичного аналізу процесу перетворення етанолу оксидним каталізатором ZnO/SiO_2 встановлена послідовність утворення основних продуктів реакції при оптимальних значеннях температури та тиску; показано, що ключовими стадіями отримання бутадиєну є дегідратація етанолу.

УДК 66.074.5 : 665.612

МАТМОДЕЛЮВАННЯ ОЧИЩЕННЯ ГАЗУ ВІД ОКСИДУ КАРБОНУ (IV)

А.Л. Концевой, С.А. Концевой

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Пр. Перемоги, 37, м. Київ 03056

kontsev@xtf.kpi.ua

Сучасні технології очищення технологічного газу виробництва аміаку передбачають використання розчинів моноетаноламіну (вітчизняні схеми) або поташу (імпортовані схеми). Схеми очищення під тиском відрізняються також конструкціями абсорберів і регенераторів та їх кількістю в залежності від продуктивності. Нами розроблено математичні моделі обох технологій, які передбачають матеріальні, теплові і конструктивні розрахунки відповідного процесу.

Алгоритм розрахунку матеріального балансу обох апаратів передбачає ввід основних вихідних даних: продуктивність за газом або аміаком, концентрацію розчину і склад вихідного газу, ступінь карбонізації регенерованого і відпрацьованого розчинів, розчинність компонентів газової суміші, концентрацію CO_2 в очищеному газі. Результатом розрахунку є витрати і склад потоків газу і розчину на вході і виході апаратів.

В ході теплових розрахунків абсорберів визначається розігрів розчину (кінцева температура), а тепловий розрахунок регенератору передбачає визначення витрати теплоти ($\text{МДж/м}^3 \text{CO}_2$), що підводиться з конвертованим газом або паром.

Конструктивний розрахунок насадкових абсорберів і регенераторів базується на визначенні об'єму насадки з рівняння швидкості масовіддачі з використанням об'ємних коефіцієнтів масопередачі [1] значень рушійної сили процесу. Попередньо отримано рівняння залежності рівноважного тиску CO_2 від температури і ступеня карбонізації над відповідним розчином апроксимацією довідкових даних [1, 2], що використовується для розрахунку рушійної сили. Для тарілчастих апаратів за залежністю рівноважного тиску CO_2 від ступеня карбонізації, ступенем досягнення рівноваги і коефіцієнта корисної дії тарілки числовим інтегруванням визначається кількість теоретичних і фактичних тарілок.

Однопотокове очищення газу розчином моноетаноламіну виробництва аміаку продуктивністю 600 т/добу за аміаком передбачає використання одного трисекційного насадкового абсорберу і одного тарілчастого регенератору, а двопотокове очищення цеху продуктивністю 1360 т/добу за аміаком базується на використанні тарілчастих апаратів: одного абсорберу і двох регенераторів. Алгоритмом передбачено також альтернативний розрахунок насадкового абсорберу. Для двопотокового очищення газу гарячим розчином поташу продуктивністю 1360 т/добу за аміаком застосовують два насадкових абсорбера і два насадкових регенератора. Вказані особливості технологічних схем враховано при моделюванні відповідного процесу. В результаті отримані рішення в середовищі Excel, що дозволяють проводити багатоваріантні розрахунки з варіюванням вихідних параметрів абсорбції і регенерації. Даний підхід використано насамперед в навчальному процесі при виконанні курсових і дипломних проектів, коли від студента вимагається поєднання знань технології і програмування. Можна проводити також аналіз роботи діючих агрегатів за результатами їх обстежень.

Список літературних джерел:

1. Семенова, Т.А. Очистка технологических газов / Т.А. Семенова, И.Л. Лейтес, Ю.В. Аксельрод и др. – М.: Химия, 1977. – 488 с.
2. Жаворонков Н. М. Справочник азотчика: В 2 ч. / Под ред. Н. М. Жаворонкова. - М.: Химия, 1986. – Ч. 1. – 512 с.

УДК 66.011

РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОГО СТУПЕНЯ ДОСЯГНЕННЯ РІВНОВАГИ

С.А. Концевой, І.В. Бредихін

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
пр. Перемоги, 37, м. Київ 03056

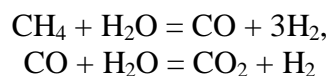
serkon157@ukr.net

Розрахунок параметрів хіміко-технологічних схем та апаратів, в яких відбуваються реакції в газовій фазі (з каталізатором або без нього), базується на визначенні рівноважної ступені перетворення (X_p). При цьому, використовують емпіричний коефіцієнт досягнення X_p (X_{dos}), методика обґрунтованого визначення якого представлено нижче.

Як відомо X_p визначається на основі залежності константи рівноваги (K_p) від температури (довідникові дані) та залежності X_p від K_p та початкових концентрацій. З іншого боку, константа рівноваги є співвідношенням констант швидкостей прямої (k_{pr}) та зворотної реакції (k_{zv}). Таким чином, можливо отримати умовні значення цих констант для умовного часу контакту. Якщо хімічний процес складається з кількох стадій, для яких визначені константи рівноваги, значення умовних констант швидкостей визначається з рішення системи рівнянь.

Ідея визначення X_{dos} полягає у рішенні системи диференціальних рівнянь, які описують залежність концентрації реагентів у системі від часу. Вочевидь, характер кривої залежності концентрації цільового продукту від часу дає змогу визначення моменту часу, за якого доцільно зупинити процес, а відповідна концентрація вихідної речовини обумовлює ступінь перетворення. Відношення розрахункової раціональної ступені перетворення (тобто рекомендованої фактичної) до рівноважної і є шуканим коефіцієнтом досягнення рівноваги.

Розглянемо методику рішення у середовищі MathCad. Перша стадія включає визначення констант рівноваги за довідниковими даними. На другій стадії визначаються константи швидкостей прямих та зворотних реакцій. Для парової конверсії метану:



вирішуємо систему з використанням Given-Find з варіюванням 3-х невідомих k (3 рівняння), а 4-у задаємо сталою ($k_{1pr}=1$):

$$\begin{aligned} K_{p1} &= k_{1pr}/k_{1zv}, \quad K_{p2} = k_{2pr}/k_{2zv}, \\ K_{p1}/K_{p2} &= k_{1pr} \cdot k_{2zv} / (k_{1zv} \cdot k_{2pr}). \end{aligned}$$

На третій стадії вирішуємо систему 5-ти диф. рівнянь (концентрація 5-ти компонентів як функція від часу) з використанням функції Odesolve.

Побудова графіка залежності концентрацій від часу відбувається на четвертому етапі. Верхні плато для продуктів та нижні для вихідних речовин відповідають стану рівноваги, а частина від початкових концентрацій до сталого значення відповідає перебігу відповідних реакцій.

Суттєво, що графік залежності концентрацій компонентів від умовного часу повністю відповідає характеру залежності концентрацій від фактичного часу. Тобто відносні значення концентрацій всіх компонентів в даний умовний час такі ж, як для якогось фактичного часу.

Для даного способу рішення перспективним є встановлення ще невідомих механізмів хімічних реакцій шляхом порівняння розрахункових значень за моделлю з фактичними концентраціями компонентів в залежності від часу.

УДК 66.099.2

ОРГАНІЗАЦІЯ ВІДНОСНОГО РУХУ ПОТОКІВ У ГРАНУЛЯЦІЙНИХ ПРИБОРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗВАЖЕНОГО ШАРУ

А.Є. Артюхов

Сумський державний університет
40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2
artyukhov@pohnp.sumdu.edu.ua

Серед класифікаційних ознак конструктивного оформлення грануляторів зваженого шару окремо слід виділити класифікацію за місцем введення рідкого матеріалу та, відповідно, способу організації руху відносно зріджуючого агента та розчину (розплаву). Ця характеристика впливає на такі показники роботи зваженого шару: інтенсивність; винесення дрібної фракції; площа контакту фаз; інтенсивність зіткнення та агломерації крапель; швидкість формування поверхневого шару гранули (висихання плівки рідини).

Аналіз літературних даних [1,2] дозволив визначити основні способи організації взаємного руху потоків в грануляторах зваженого шару: 1) верхня подача рідини; 2) нижня подача рідини; 3) горизонтальна подача рідини; 4) зважений шар типу Вурстера (Wurster); 5) ротаційний зважений шар з боковою подачею рідини; 6) комбінована схема.

Протитечійний рух потоків газу і рідини з її розпиленням на поверхню зваженого шару – найбільш простий метод, але якість гранул нижча, ніж при використанні інших організацій руху потоків. У випадку, якщо вологовміст відпрацьованого зріджуючого агента дозволяє одержувати продукт з регламентованими якісними показниками, то найбільш раціональна подача рідини у зважений шар знизу або у горизонтальному напрямку.

При застосуванні грануляторів зваженого шару з прямотечійним рухом потоків виникають труднощі переходу до крупномасштабних установок: при збереженні постійної висоти зваженого шару необхідно встановлювати кілька форсунок, що ускладнює конструкцію та експлуатацію гранулятора. Вдосконалення технології гранулювання з використанням прямотечійної схеми взаємодії потоків призвело до виникнення системи Вурстера, особливістю конструктивного оформлення якого є нерухомий циліндр у зваженому шарі.

Для процесів наповнення рідини на гранули ретурна знайшов застосування роторний зважений шар, який забезпечує більшу сферичність гранул та їх підвищену густину за рахунок ущільнення при окатуванні.

Комбіновані методи організації взаємного руху потоків не знайшли широкого використання в установках великої потужності.

Перспективним напрямком організації руху взаємодіючих фаз в грануляторах зваженого шару є застосування закрученого газового потоку, який формує направлений спіралеподібний рух крапель (гранул). Така організація направленої руху газу не потребує використання елементів конструкції грануляторів, які обертаються, що значно спрощує їх будову. До цього часу також недостатньо уваги було приділено організації різних схем взаємного руху потоків у випадку закрутки зріджуючого агента.

Список літературних джерел:

1. Rubino O.P. Fluid-Bed Technology. Overview and Criteria for Process Selection // Pharmaceutical Technology, No. 23, pp. 104-117, 1999.
2. Teunou E., Poncelet D. Batch and continuous fluid bed coating - review and state of the art // Journal of Food Engineering, No. 53, pp. 325-340, 2002.

УДК 681.5.015; 51.74

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДІЙСНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛАПЛАСУ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СИСТЕМ

Г. М. Худолей, О. І. Красовський

Шосткинський інститут Сумського державного університету

вул. Інститутська 1, м. Шостка, 41100

shi_nir@sm.ukrtel.net

Задача ідентифікації об'єктів в широкому значенні цього слова формулюється як задача визначення структури і параметрів об'єктів за експериментальними даними [1] і є однією з основних задач сучасної теорії і практики автоматичного управління. На практиці вона відповідає завданню побудови досить «хорошої і надійної» моделі об'єкта (з точки зору її застосування) ціною «розумних» (допустимих) затрат. Від її реалізації значною мірою залежить якість спроектованої системи управління.

При визначенні динамічних характеристик об'єктів управління широко використовуються активні методи ідентифікації, при використанні яких хоча і порушується певною мірою режим нормального функціонування об'єкта, проте вдається отримувати більш точні результати при обмеженому часі досліджень. Найбільш важливим з точки зору отримання кінцевого результату при використанні вказаного методу ідентифікації є останній етап - апроксимація експериментально отриманої часової або частотної характеристики. По своїй суті ця задача відноситься до так званих зворотних задач, допускає безліч рішень і вирішується в два етапи: вибір виду апроксимуючої залежності (структури моделі) та обробка експериментальних даних за певним алгоритмом (визначення параметрів моделі).

На поточний час запропоновано значну кількість методів апроксимації, методика застосування яких, хоча і досить складна і громіздка для викладення, але добре представлена в спеціальній літературі [2,3]. Деякі з цих методів використовують як теоретичну базу одностороннє перетворення Лапласа (наприклад, метод Сімою) або перетворення Фур'є (частотні методи), але більшість базуються на емпіричних та напівемпіричних залежностях між параметрами передаточних функцій та перехідних характеристик («кривих розгону»).

Для отримання моделей, що дозволяють використовувати переваги області зображень, привертають увагу в першу чергу перетворення Лапласа та Фур'є. Але вони виявляються недостатньо ефективними при використанні чисельних методів обробки даних. Джерелом труднощів при таких операціях для обох перетворень є уявна складова $j\omega$ комплексної змінної $s = \delta + j\omega$. Можливим способом усунення джерела вказаних труднощів може бути використання мало поширеного дійсного перетворення, в якому комплексна змінна s вироджується в дійсну $s = \delta$ (тобто $\omega = 0$), а формула інтегрального перетворення приймає вигляд

$$F(\delta) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-\delta t} dt. \quad (1)$$

Такий підхід дає привабливі і принципово нові можливості, головні з яких з позицій математичного опису та розрахунку САУ наступні:

- функції $F(\delta)$ є також зображеннями і тому їх використання, як і зображень Лапласа, має істотні переваги порівняно з функціями часу;
- змінна перетворення в (1) не містить уявної складової, а тому функція $F(\delta)$ має графічне представлення і уможливорює просте використання чисельних методів.

Ідея методу ідентифікації [4], що заснований на дійсному перетворенні Лапласу та має назву дійсного інтерполяційного методу (ДІМ), в такому разі може бути

представлена як заміна в рівнянні математичного опису «вхід-вихід» системи, записаному для комплексної області $Y(s) = W(s)X(s)$, аналогічним рівнянням для дійсної області $Y(\delta) = W(\delta)X(\delta)$ шляхом формальної заміни комплексної змінної s на дійсну δ з подальшим представленням його у вигляді системи $\eta = m + n + 1$ співвідношень між чисельними характеристиками $\{X(\delta_i)\}_\eta$, $\{Y(\delta_i)\}_\eta$, $\{W(\delta_i)\}_\eta$ відповідно вхідного $x(t)$ і вихідного $y(t)$ сигналів і передаточної функції $W(s)$

$$\{Y(\delta_i)\}_\eta = \{W(\delta_i)\}_\eta \{X(\delta_i)\}_\eta, \quad (2)$$

де m, n - порядок поліномів чисельника та знаменника нормованої передаточної функції.

Однозначний зв'язок математичної моделі у вигляді чисельних характеристик з дійсною передаточною функцією вводиться за допомогою системи лінійних алгебраїчних рівнянь виду

$$W(\delta_i) = \frac{b_m \delta_i^m + b_{m-1} \delta_i^{m-1} + \dots + b_1 \delta_i + b_0}{a_n \delta_i^n + a_{n-1} \delta_i^{n-1} + \dots + a_1 \delta_i + 1}, \quad i = \overline{1, \eta}, \quad (3)$$

де $a_1 \dots a_n, b_0 \dots b_m$ - невідомі параметри передаточної функції. Рішення системи (2) з урахуванням (3) дозволяє знайти коефіцієнти функції $W(\delta)$ з чисельної характеристики $\{W(\delta_i)\}_\eta$.

В роботі наводиться рішення задачі ідентифікації з використання методу ДІМ в середовищі математичного пакету MathCad [5] для модельної передаточної функції, яке яскраво демонструє справедливість, ефективність та практичну простоту застосування розглянутого підходу, а також продемонстровані результати досліджень залежності результатів ідентифікації від вдалості вибору структури передаточної функції. За результатами досліджень сформульовані наступні висновки:

1. Дійсний інтерполяційний метод при використанні його в задачах параметричної ідентифікації показує надійні результати навіть при визначенні коефіцієнтів передаточних функцій об'єктів, що мають коливальні властивості, що дає можливість використання його для ідентифікації замкнутих контурів управління.

2. Досить простий в обчислювальному відношенні алгоритм методу робить його перспективним для цілей оперативної ідентифікації систем управління при обмежених обчислювальних ресурсах технічних засобів (мікропроцесорів).

3. Істотна залежність середньоквадратичної помилки відхилення розрахункової перехідної характеристики від експериментальної в залежності від вдалості вибору структури математичного опису може стати потужним і надійним критерієм правдоподібності.

Список літературних джерел

1. Гроп Д. Методы идентификации систем. – М.: Мир, 1979. – 302с.
2. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь, 1997. – 544с.
3. Ротач В.Я. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования / В.Я. Ротач; - М.: Энергия, 1973. - 440с.
4. Вещественный интерполяционный метод в задачах автоматического управления: учебное пособие / А. С. Алексеев, А. А. Антропов, В. И. Гончаров, С. В. Замятин, В. А. Рудницкий; - Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 219 с.
5. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MathCAD в математике, физике и в Internet. - М.: Издательство «Нолидж», 1998. – 352с.

УДК 681.58

УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ ПРЕССОВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

П. С. Пата, А.А. Андрусенко, Г. В. Кулинченко¹

Шосткинский институт Сумского Государственного Университета,
г. Шостка, 41100, ул. Институтская, 1
shi_nir@sm.ukrtel.net

¹Сумской Государственный Университет,
г. Сумы, ул. Римского-Корсакова, 2
kanc@sumdu.edu.ua

Одним из факторов повышения характеристик высокотвердых керамических материалов, работающих в условиях ударных воздействий и интенсивного абразивного изнашивания, является стабилизация физико - механических характеристик прессуемых керамических порошковых материалов (КПМ).

Технический результат заключается в повышении трещиностойкости, износостойкости, достижении высокой плотности и возможности получения изделий сложной формы *без применения* горячего прессования. Указанный технический результат достигается за счет создания многофазного керамического материала из карбида бора, диборида титана, карбида кремния, соединения которых не взаимодействуют друг с другом, и зерна имеют равномерное распределения по объему прессуемого материала [1].

Для выбора эффективных каналов управления процессом прессования необходимо выделить факторы, определяющие результаты прессования. Не менее важной задачей является оценка возмущений, сопровождающих данный процесс.

Спецификой используемого метода получения изделий из КПМ является применение холодного изостатического прессования (под давлением 180 МПа) с последующим спеканием в инертной среде при температуре 2150°C.

Важнейшую роль при сильных давлениях прессования играет пластическая деформация частиц КПМ, которая вызывает увеличение поверхности соприкосновения (контактной поверхности) их между собой. Кроме того, энергия прессования расходуется на деформирование частиц, на преодоление трения между частицами, что в итоге приводит к неравномерному распределению плотности по объему образца. Неравномерность плотности по высоте образца (в направлении прессования) особенно заметна в тех случаях, когда высота образца превосходит его поперечные размер [2].

Дополнительным возмущающим фактором считается процесс релаксации, механических напряжений, который проявляется в изменении плотности (высоты) образца после снятия усилия прессования. Поэтому для достижения требуемых параметров прессования используется выдержка образца во времени при определенных усилиях прессования. Этот прием позволяет увеличить плотность и прочность прессования. Повышение прочности прессования объясняется двумя причинами: атомарным схватыванием на контактной поверхности - "зацеплениями", переплетением неровностей на поверхности частиц порошка.

В результате рассмотрения перечисленных факторов можно сформулировать две задачи управления прессованием КПМ:

1. Стабилизация скорости перемещения поршня гидроцилиндра.
2. Управление усилием и временем прессования.

Поставленные задачи решаются на основе построения соответствующих контуров управления. Первая задача реализуется на основе измерения скорости

перемещения поршня и управления давлением масла за счет изменения скорости вращения насоса питания пресса.

Вторая задача реализуется как внешний контур управления, использующий информацию с датчика усилия прессования и задатчика временных интервалов.

Целью работы являлось:

-отработка алгоритмов и каналов управления процессом прессования КПМ, обеспечивающих заданные технические параметры;

- разработка интерфейса управления экспериментальной установкой, исключающего влияние субъективного фактора на процессы прессования.

Схема установки прессования представлена на рис. 1 [3]. Алгоритм ее работы заключается в следующем: данные с датчиков расположенных на установке, поступают на устройство связи с объектом (УСО), в качестве которого используется микроконтроллер ОВЕН ПЛК-154 УМ, далее через интерфейс Ethernet они поступают на ПК, где установлена программная среда CoDeSys выполняет их обработку и отображение на экране автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора. Затем сформированное управляющее воздействие через УСО поступает на частотный преобразователь электропривода, тем самым выполняя задание оператора.



Рисунок 1 - Схема установки прессования

Список літературних джерел:

1. Керамический материал на основе карбида бора и способ его получения: пат. RU 2396232: МПК С04В35/626 Румянцев В. И. ; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Вириал". –№ 2396232; заявл.2009114561/03; опубл.10.04.2009.
2. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия, М, «Металлургия» 1972, 528с., ил.
3. Андрусенко А.А. Управление параметрами прессования порошковых материалов / Г.В. Кулинченко, В.А. Багута, А.А. Андрусенко // Збірка тез доп. VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції "Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів". – Кременчук: КДПУ. – 2009. – С. 95–96.

УДК:678.744.322+661.185.1:541.182.6

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА СМЕШЕНИЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ В КОМБИНИРОВАННЫХ ЭКСТРУДЕРАХ

Ю.В. Бардадым, Э.А. Спорягин

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
49050, г. Днепропетровск, пр. Гагарина, 72, (056)776-82-48.
ferocen@i.ua

Стадия смешения в экструзионных технологиях является одной из наиболее важных при переработке полимеров. Поскольку физико-химические свойства, внешний вид изделий существенно зависят от композиционной однородности [1]. Качество смешения получаемых изделий определяют, используя специальные методики:

метод, в котором критерием качества смешения спецкомпозиции выступает коэффициент неоднородности смеси;

методика оценивания качества смешения, основанная на явлении двойного лучепреломления.

Авторами данной работы предлагается методика, в которой критерием качества смешения выступает толщины полосы. Этот метод имеет ряд преимуществ перед выше упомянутыми методами: не требуется сложного дополнительного оборудования; возможность использования в промышленных условиях; универсальность метода; возможность создания математической модели, что с достаточной точностью может предсказывать качество смешения.

Цель работы заключалась в создании программ, которые позволяют определять или задавать требуемое качество композиций при их переработке. Адекватность решения поставленной задачи была проверена с помощью экспериментальных исследований в червячно-дисковом (комбинированном) экструдере.

Исследовались модельные высоконаполненные композиции на основе низкомолекулярных каучуков марок СКН-10Ктр и СКДМ-80. Из получаемого полуфабриката изготавливались образцы толщиной 2мм, которые подвергались микроскопическим исследованиям.

Для описания состояния, в котором находится расплав полимера, используют понятие обобщенной деформации [2,3]. Определяющее значение имеет обобщенная деформация, определенная в зоне сдвиговых деформаций:

$$\gamma_{ОД} = \frac{3}{2\sqrt{2}(1 + \mu)} \gamma_{ОКТ}$$

где μ – коэффициент Пуассона; $\gamma_{ОКТ}$ – октаэдрическая деформация сдвига, которая рассчитывается по следующей формуле:

$$\gamma_{ОКТ} = \frac{3}{2} \left[(\gamma_{rr} - \gamma_{\phi\phi})^2 + (\gamma_{\phi\phi} - \gamma_{zz})^2 + (\gamma_{zz} - \gamma_{rr})^2 + \frac{3}{2} (\gamma_{r\phi}^2 + \gamma_{\phi z}^2 + \gamma_{rz}^2) \right]^{\frac{1}{2}}$$

здесь γ_{ii} и γ_{ij} ($i, j = r, \phi, z$) – компоненты тензора деформации.

Так как толщина полос в потоке прямо пропорциональна исходному размеру частиц диспергируемого компонента и обратно пропорциональна объемной доле и деформации сдвига, то уравнение для расчета этой величины будет иметь вид [4]:

$$l = \frac{2l_0 x_0 x_1}{\sqrt{1 + \gamma_{\text{ОД}}^2 \frac{x_1^2}{y_1^2}}}$$

При небольших значениях рабочего зазора и частоте вращения диска деформации растяжения-сжатия оказывают незначительное влияние на процесс смещения.

Таким образом, ширина полос обратно пропорциональна суммарной деформации. Следовательно, чем крупнее частицы и чем меньше объемная концентрация диспергируемой фазы, тем больше величина деформации, необходимая для достижения любого требуемого конечного значения ширины полос. Тадмором З. в ходе проведенных экспериментов по смещению полимерных композиций, была получена эмпирическая закономерность: хорошее смещение достигается при величине деформации 18000 ± 6000 единиц сдвига. Это соответствует уменьшению ширины полос примерно в 10^4 раз [1]. Однако следует отметить, что термин «адекватное смещение» определяется требованиями, которые предъявляются к смеси. Полученные результаты достаточно хорошо согласуются с результатами Тадмора З.

Если в случае малых скоростей вращения и малых зазоров наименьшая толщина полосы, то есть лучшее смещение, наблюдается в центре зазора, то при больших скоростях вращения и больших зазорах есть две области, в которых толщина полосы является наименьшей. Положение этих областей определяется профилем октаэдрической деформации $\gamma_{\text{окт}}$. Следует отметить, что с увеличением скорости вращения диска от 50 об/мин ($\omega = 5,25 \text{ с}^{-1}$) до 200 об/мин. ($\omega = 21 \text{ с}^{-1}$) толщина полос уменьшается приблизительно на два порядка. А при увеличении зазора от 0,001 до 0,003 м при постоянной скорости вращения ($\omega = 21 \text{ с}^{-1}$) толщина полос уменьшается приблизительно на три порядка [5 - 8].

Анализ полученных результатов показывает, что качество смещения в комбинированных экструдерах обусловлено наличием в дисковой зоне вторичных (циркуляционных) потоков. Дополнительно к основному потоку расплава,двигающимся по спирали Архимеда к выходному отверстию, будет наблюдаться обратный поток к центру диска.

Список літературних джерел:

1. Tadmor, Z.; Gogos, C. G. Principles of Polymer Processing; Wiley: Hoboken, NJ, 2006; pp. 323.
2. Кузьяев, И. М. Вопросы химии и хим. тех. 2007, 4, 172 – 181.
3. Kocherov V. L., Lukach Yu. E., Sporyagin E. A. Inzhenerno-Fizicheskii Zhurnal, 1974, Vol. 26, No. 2, 280 – 285.
4. Кочеров, В. Л., Лукач, Ю.Е., Спорягин, Э.А., Цицанкина, Л.А. Вісник Львівського політехнічного ін-ту. 1971, 60, 83 – 86.
5. Бардадим Ю.В., Спорягін Е.О. Вопросы химии и химической технологии. 2011, 6, 72 – 74.
6. Рыбалко А.Ю., Бардадым Ю.В., Спорягин Э.А. Вопросы химии и химической технологии. 2013, 1, 112 – 115.
7. Бардадым Ю.В., Спорягин Э.А. Хімічна промисловість України. 2012, 6, 45 – 48.
8. Бардадым Ю.В., Спорягин Э.А. Вісник Дніпропетровського університету. Сер. Ракетно-космічна техніка. 2013, В. 17, Т. 2, 10 – 13.

УДК:678.74.002.5

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА СМЕШЕНИЯ В ДВУХШНЕКОВЫХ ЭКСТРУДЕРАХ

Ю.В. Бардадым, Э.А. Спорягин

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
49050, г. Днепропетровск, пр. Гагарина, 72, (056)776-82-48.
ferocen@i.ua

Двухшнековые экструдеры занимают ведущее место в промышленности для смешения пластических масс, эластомеров и энергонасыщенных композиций на основе полимерных материалов. Улучшенные характеристики смешения и теплопередачи позволяют обеспечить хороший контроль температуры перерабатываемого материала и времени переработки, что является очень важным при получении энергонасыщенных композиций на основе полимерных материалов[1]. Кроме того, они обеспечивают небольшую продолжительность нахождения композиции в рабочих органах экструдера, а также узкое распределение времени пребывания.

Двухшнековые экструдеры с вращением шнеков в одну и ту же сторону обеспечивают лучшее качество смешения, вследствие большой разницы относительных скоростей в зоне их сопряжения. Процесс осуществляется за счет поперечной и продольной циркуляции расплава, а также массообмена между смежными S-образными секциями, в результате которого спецматериал подвергается интенсивным сдвиговым деформациям в зазорах зацепления на входе (выходе) в валковый зазор. Модели течения материала в таких шнековых машинах с учетом утечек в зоне зацепления шнеков имеют ряд существенных преимуществ. Например, они дают возможность описать хорошее смешение, хорошую теплопроводность, высокую способность плавления и дегазации и хорошую регулировку температуры сырья. Недостатком моделей является их чрезмерная сложность [2].

В данной работе предлагается методика определения качества смешивания спецкомпозиций, которая учитывает утечки в зоне зацепления шнеков. В этом случае критерием оценки качества смешения перерабатываемого материала выступает толщина полос. Использование такого метода дает возможность создания математической модели процесса, что с достаточной точностью позволяет предсказать качество смешивания.

Список літературних джерел:

1.Соколов, М. В. Автоматизированное проектирование и расчет шнековых машин / М. В. Соколов. – М.: Изд-во Машиностроение, 2004. – 248 с. 2.Раувендаль К. Экструзия полимеров / Под ред. А. Я. Малкина – СПб.: Профессия, 2008.- 768 с.

УДК 621.313

СИСТЕМА ВЕКТОРНОГО КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

М.П. Бурик¹, І.П. Бурик²

¹Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

пр-т. Перемоги 37, м. Київ, 03056

²Конотопський інститут Сумського державного університету

пр-т. Миру 24, м. Конотоп, 41600

burykm@ukr.net

В даній роботі розглянуто систему прямого векторного керування асинхронним двигуном з короткозамкнутим ротором (АД). Алгоритми керування компонентами струму статора, модулем потокозчеплення ротора та кутовою швидкістю синтезовані на основі концепції зворотних задач динаміки з мінімізацією локальних функціоналів миттєвих значень енергій [1]. Запропонована система забезпечила астатичне керування кутовою швидкістю під час дії параметричного збурення, а саме при зміні активного опору ротора. Зникла необхідність у застосуванні додаткових алгоритмів адаптації чи ідентифікації. При номінальних параметрах АД динамічна похибка потокозчеплення та кутової швидкості зменшується на 0,4 % відносно похибок системи з традиційними алгоритмами керування. Зменшення та збільшення активного опору ротора на 100 % від номінального майже не впливає на час компенсації при накиданні навантаження, динамічну похибку потокозчеплення та кутової швидкості. Максимальне відхилення при компенсуванні зміни навантаження зменшується на 1,9 %. Результати математичного моделювання підтверджують ефективність запропонованих алгоритмів керування та показують переваги по відношенню до традиційних законів.

Для вимірювання потокозчеплення АД передбачено два датчики Холла, що зміщені у площині поперечного перерізу двигуна на 90 електричних градусів один відносно одного та перебувають під дією головного магнітного потоку (поток в зазорі). Наявність просторового зміщення між сенсорами призводить до того, що їх вихідні напруги зміщені одна відносно одної на 90° у часі та являються в певному масштабі проекції векторів головного потокозчеплення на осі нерухомої системи координат. Відомо, що ідеальний сигнал на виході датчика Холла має синусоїдальну форму та пропорційний косинусу кута між положенням хвилі поля та віссю, на якій встановлений сенсор. Поряд з цим реальний сигнал має у своєму складі високо- та низькочастотні завади, які обумовлені зубцевими гармоніками, обмотувальними даними або несинусоїдальною напругою живлення. Тому додатково передбачено блок фільтрації напруги на виході датчика для отримання синусоїдальної форми.

Слід відмітити, що внаслідок замкнутої конструкції магнітопроводу двигуна та малого розміру зазору установка сенсорів представляє конструктивні труднощі. Для такої задачі найкраще підходять плівкові сенсори на основі антимоніду індію (InSb), арсеніду індію (InAs) на жорсткій або гнучкій підкладці [2]. Вони мають малу товщину до 0,15 мм та вбудований підсилювач, що дозволяє отримувати вихідні напруги до 5 В. Також високою магніточутливістю вирізняються датчики Холла на основі плівок вісмуту (Bi) [3]. Відомо, що залежно від умов конденсації можна отримати задану структуру та склад плівок, що в свою чергу буде впливати на магнітогальванічні властивості, термічну стійкість тощо.

Список літературних джерел:

1. М.Я. Островерхов, *Вісник НТУ "ХПІ"* No 30, 105 (Харків: НТУ "ХПІ": 2008).
2. <http://fwbell.com/products/hall-effect-sensors.aspx>
3. http://nano.tu-dresden.de/pubs/slides_others/2012_11_08_Denys_Makarov.pdf

УДК 681.325

ПЕРЕТВОРЮВАЧ АМПЛІТУДИ В КОД

А.С. Щербак, В.І. Мараховський
Шосткинський інститут Сумського державного університету
вул. Інститутська, 1, м. Шостка, 41100
shi_nir@sm.ukrtel.net

Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) широко використовуються в системах управління та цифрових системах передачі інформації.

Відомий широкий клас АЦП, робота яких заснована на порівнянні квантованої в часі аналогової величини з набором одного або декількох еталонів. Недоліками таких АЦП є порівняно невелика швидкодія і досить висока схемна складність, викликана необхідністю використання компаратора і цифро-аналогового перетворювача.

Більш швидкодіючим є АЦП з часоімпульсною модуляцією, в якому використовується проміжне перетворення квантованої аналогової напруги в пропорційний їй часовий інтервал. Цей інтервал заповнюється короткими лічильними імпульсами заданої частоти. Кількість лічильних імпульсів, що потрапили у відповідний часовий інтервал, підраховується лічильником і фіксується на виході у вигляді числового коду, еквівалентного перетвореній напрузі.

Часозадаючим елементом, який є одним зі складових, що визначають швидкодію АЦП, є накопичувальний конденсатор постійної ємності, на якому створюється пилкоподібна напруга. Частота лічильних імпульсів таких перетворювачів $f_{лі} \approx 250$ МГц, а максимальний час перетворення $t_{пер} \approx 0,5$ мкс.

З метою підвищення швидкодії і спрощення схемного рішення розглядається перетворювач амплітуда - код, в якому як накопичувальний елемент використовується напівпровідниковий діод.

Принцип його роботи заснований на здатності напівпровідникового діода накопичувати нерівноважний заряд, пропорційний амплітуді квантованого в часі аналогового сигналу, який розсмоктується згодом короткими лічильними імпульсами зворотної напруги.

Перетворювач (рис.1) містить формувач позитивних імпульсів вхідного сигналу ΦBC , до виходу якого підключений анод накопичувального діода VD_1 ; генератор лічильних імпульсів $Г CI$, вихід якого також підключений до аноду накопичувального діода VD_1 ; пристрій синхронізації $П C$, підключений до формувача вхідного сигналу ΦBC і генератора лічильних імпульсів $Г LI$; відтинаючий діод Шотки VD_2 , катод якого підключений до катода накопичувального діода VD_1 ; лічильник імпульсів $Л I$, вхід якого підключений до катода діода Шотки; струмозадаючі резистори R_1 і R_2 , вимірювальний резистор R_3 і навантажувальний резистор R_4 .

Прямий струм через діод VD_1 визначається виразом

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1 + r_{дпр} + R_3} \cong \frac{U_1}{R_1}.$$

Протікання струму через діод VD_1 призводить до накопичення в ньому нерівноважного заряду

$$Q_{н1} = I_1 \tau_n \left[1 - \exp\left(-\frac{t_{вi}}{\tau_n}\right) \right],$$

де τ_n - час життя нерівноважних носіїв заряду; $t_{вi}$ - час життя нерівноважних носіїв заряду.

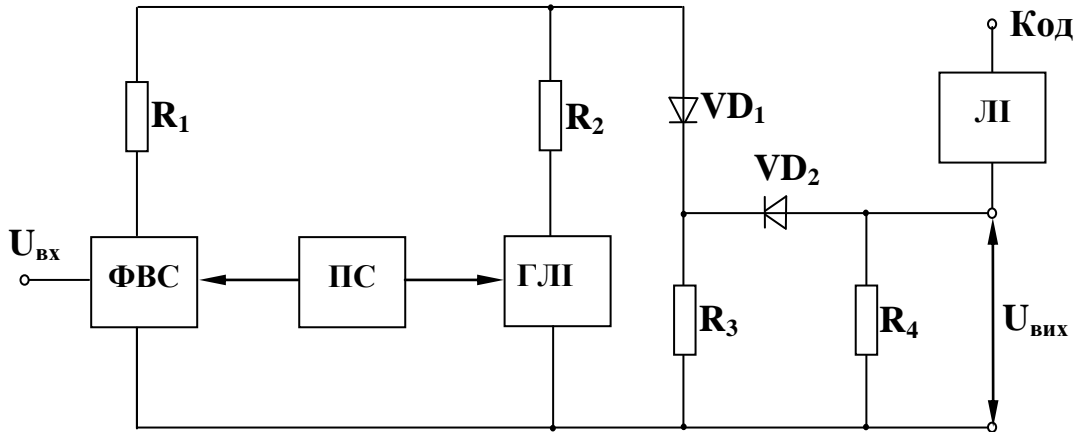


Рисунок 1 – Структурна схема перетворювача

Якщо $t_{вi} \gg \tau_n$, то накопичений заряд $Q_{н1} \cong I_1 \tau_n$.

В момент закінчення дії вхідного імпульсу від ГЛІ на VD_1 через резистор R_2 починають надходити негативні імпульси напруги з амплітудою $U_{лi}$ і періодом $T_{лi}$, які розсмоктовують накопичений в діоді заряд імпульсами зворотного струму

$$I_2 = \frac{U_{лi}}{R_2 + r_d + R_3},$$

де r_d - опір діода.

Під час розсмоктування накопиченого заряду опір r_d за величиною не перевищує $r_{д пр}$. Якщо вибрати $R_2 \approx 10 r_{д пр}$, то зворотний струм

$$I_2 = \frac{U_{лi}}{R_2},$$

Імпульси зворотного струму з амплітудою I_2 протікають через вимірювальний резистор R_3 і створюють на ньому імпульси вихідної напруги з амплітудою $U_{вих} \cong I_2 R_3$. Кількість вихідних імпульсів $n_{вих}$ пропорційна величині накопиченого заряду (амплітуді вхідної напруги).

Кількість вихідних (лічильних) імпульсів $n_{вих}$, що пропорційна амплітуді вхідного імпульсу, з виходу лічильника знімається у вигляді еквівалентного коду.

Список літературних джерел

1. Носов Ю.Р. Физические основы работы полупроводникового диода в импульсном режиме. М.: Наука, 1968, 263 с.

УДК: 35.087.43

ПОСЛУГИ ПО АДМІНІСТРУВАННЮ КОРПОРАТИВНИХ ПЕНСІЙНИХ ПРОГРАМ

Н.Ю. Баланюк

Глухівський національний педагогічний університет ім. О.Довженка
41400, м. Глухів, вул. Києво-Московська, 24
vch_rada@ukr.net

Багато фондів, особливо невеликих, не завжди в змозі розробити для своїх вкладників різноманітні пенсійні програми. Адміністратор недержавних пенсійних фондів (далі - НПФ) – це спеціально утворений орган, що покликаний надавати консультації по складанню пенсійних планів (для приватних осіб) і пенсійних програм для підприємств з урахуванням потреб роботодавців та їхніх працівників. Клієнтам може пропонуватися ряд альтернативних проектів, розроблених професійними консультантами адміністратора, як на замовлення підприємств, так і на замовлення фондів. Адміністратор НПФ, крім самих програм, може запропонувати клієнтам різноманітні технологічні інструкції, наприклад, щодо руху документів між роботодавцем-вкладником, працівником-учасником і НПФ, форми типових документів (анкет) тощо.

Після розробки пенсійної програми адміністратор НПФ може взяти на себе її впровадження на підприємствах роботодавця-вкладника. У загальному випадку адміністрування такої програми складається з наступних етапів і функцій:

- розробка та узгодження типових форм документів і регламенту документообігу;
- реклама і просування програми шляхом проведення семінарів, профспілкових зборів, конференцій трудових колективів з підготовкою необхідної PR-продукції;
- організація потоку пенсійних внесків і виплат з мінімізацією витрат на ведення справи;
- організація роботи пенсійних комісій на підприємствах холдингу та створення з ними агентської мережі фонду;
- рекомендації з інвестування пенсійних активів, координація взаємодії з КУА та зберігачем;
- моніторинг програми, зміни схем і режимів фінансування.

Адміністратор, який має високоавтоматизований операторський центр, може запропонувати своїм вкладникам-роботодавцям послуги щодо цілодобової взаємодії з працівниками-учасниками, що включає відповіді на широке коло питань – чи правильно складений той чи інший документ, як розуміти той чи інший нормативно-правовий акт, як розрахувати пенсійну виплату тощо. До цієї функції, крім обробки та обліку запитів, відноситься також безпосередня доставка звітів учасникам, вкладникам і НПФ, підтверджень і регулярних виписок поштовими відправленнями (електронною поштою), чи шляхом надання захищеного паролем доступу в Інтернет до інформації про стан рахунку. Будь-які зміни, внесені до пенсійних схем, повинні бути доведені до його учасників і вкладників.

Список літературних джерел:

1. Закон України „Про заходи щодо законодавчого забезпечення реформування пенсійної системи України” №3668 - VI від 08.07.2011 року.
2. [http:// www.banksoft.com.ua](http://www.banksoft.com.ua).