

УДК 519.714

ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЇ

Смітюх Я.В., Кишенько В. Д.

Постановка проблеми. Брагоректифікаційна установка (БРУ) відноситься до складних об'єктів управління, які в свою чергу вимагають складних систем управління. Подібного роду технологічна система характеризується надзвичайно складною взаємодією фаз та компонентів.

Процеси ректифікації мають складний фізико-хімічний характер поведінки. Потоки які в них приймають участь, як правило, багатofазні та багатокomпонентні. В ході перебігу процесу в кожній точці фази та на границях розділення фаз проходить перенос, енергії та маси [2,7]. Суттєва особливість процесу ректифікації спирту полягає в тому що сукупність складових його явищ носить детерміновано-стохастичну природу, що проявляється в накладенні стохастичних особливостей гідродинамічної обстановки в апараті на процеси тепло-масообміну та хімічні перетворення. Крім того суттєвими особливостями процесів брагоректифікації, є характерна нелінійна поведінка, що відносить БРУ до об'єктів, управління дослідження та оптимізацію, яких доцільно проводити в контексті методів нелінійної динаміки. Це пояснюється випадковими взаємодіями складових компонентів фаз, та характерного протікання тепло-масообмінних та гідродинамічних процесів, а також складним характером геометрії граничних умов в апараті.

Величини, що характеризують процес брагоректифікації, можуть бути розділені на вхідні (незалежні), які формують режими колон, і вихідні (залежні), які відображаються стан об'єктів. Оскільки для підтримки потрібного режиму розділення багатокomпонентної суміші необхідно управляти декількома величинами, а зміна однієї вхідної величини часто приводить до зміни всіх або декількох вихідних величин, брагоректифікаційна установка в цілому і кожна колона (з дефлегматором і конденсатором) окремо відносяться до класу багатозв'язних об'єктів управління з перехресними зв'язками [2], з значною кількістю підсистем та рівнів ієрархії, що пов'язані між собою складними структурними та функціональними співвідношеннями та мають взаємовплив між собою.

Системи управління процесами брагоректифікації, які діють на спиртзаводах, як показує практика не в достатній мірі забезпечують оптимальне управління процесами тепло-масообміну в брагоректифікаційних установках, що є важливою передумовою для глибокого аналізу та побудови оптимальних алгоритмів управління БРУ.

Мета статті. Метою роботи є побудова алгоритмів управління процесами брагоректифікації на основі сучасних підходів аналізу складних динамічних систем та алгоритмів оптимізації.

Основний матеріал. Найбільш перспективним шляхом розвитку систем управління є впровадження на виробництві багаторівневих інтелектуальних АСУПП.

Такі системи управління, на відміну від традиційних, повинні бути пристосовані до виявлення нових проблем, виробітку та реалізації дійових, гнучких стратегій управління з максимальною концентрацією ресурсів та їх раціональним використанням. Головна увага зосереджується на необхідних змінюваннях об'єкта управління, на усунення негативного та небажаного його розвитку, забезпечуючи його поведінку за суттєвим зв'язком із ситуацією, і направлене на досягнення заздалегідь визначених основних цілей. Ці головні цілі задають деяку множину підцілей, що оцінюються відповідними окремими критеріями, кожний з яких має різний рівень пріоритетності в залежності від умов функціонування систем, характеризується різноманітними, частіше всього конфліктного характеру, ситуаційними зв'язками з іншими критеріями. Пропонується алгоритм багатокільового управління БРУ на основі сценаріїв їх розвитку, як моделей процесу змінювання (за станом та під задачами [3]), що визначається на дискретному часовому просторі із заданим часовим кроком. Функціональні підсистеми системи управління БРУ передбачають розділення процесу управління

на планування (стратегічне, тактичне) та оперативне управління. Стратегічне планування полягає у побудові цільових програм

$$\langle Z, K, P, R, D, B \rangle, \quad (1)$$

де Z - система цілей по управлінню БРУ; K - система критеріїв; P - система переваг; R - ресурси управління; D - комплекс задач управління; B - характеристики БРУ. Задачами технічного планування є управління:

$$\langle S, Ц, M, L, Q, T \rangle, \quad (2)$$

де S – ситуації, що задаються певними відносинами на множині елементів (станів, підзадач); M - схеми згорток; L - множина правил класифікації; Q - множина цільових управляючих рішень; T - процедури синтезу рішень по управлінню.

Задача оперативного управління полягає у розв'язанні конфліктів при реалізації різних сценаріїв в умовах змінної цільової обстановки шляхом комп'ютерного аналізу динаміки розвитку ситуацій.

Виходячи з вище наведеного приводимо загальну постановку задачі Zb :

$$Zb = \langle S, K, X, f, P, r \rangle, \quad (3)$$

де S – множина рішень; K - множина критеріїв; X - множина шкал критеріїв; f - відображення множини рішень у множину векторних оцінок; P - система переваг особи яка приймає рішення (ОПР); r - вирішальне правило.

Постановка задачі характеризує мету ОПР, S - являє собою сукупність рішень, що задовольняють у кожній задачі певним обмеженням і розглянутих як можливі способи досягнення мети. Наслідки результатів рішення оцінюються за критеріями K_1, K_2, \dots, K_n і для кожного з них повинна бути задана шкала, що представляє множину упорядкованих оцінок X_1, X_2, \dots, X_n , які утворюють безліч X і можуть мати як кількісну, так і якісну природу.

Рішення оцінюються по шкалах Y_1, Y_2, \dots, Y_m , тобто множини припустимих векторних оцінок. При вирішенні задач оптимального управління БРУ були виділені такі множини критеріїв:

Множина агрегованих критеріїв

$$F_{ki} = \left\{ \begin{array}{l} K_i \\ P_i \\ W_i \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{-якість;} \\ \text{- продуктивність;} \\ \text{- витрати.} \end{array} \quad (3)$$

Математична модель яка ставиться в основу вирішення поставленої задачі представляє опис процесів масообміну та теплообміну на контактному пристрої [1,5].

Згідно з прийнятим методом детерміновані математичні моделі процесів ректифікації складаються з наступних рівнянь, які відображують основні загальні закономірності рівняння матеріальних балансів та рівняння кінетики масопередачі для легко летючого компоненту. Також в системі рівнянь входять нерівності та рівності які обмежують область, в якій математичний опис адекватний реальному процесу

Основні припущення при розгляді вказаних моделей наступні:

- 1) вплив в'язкості не враховується;
- 2) рух вздовж тарілки являється нестационарним;
- 3) горизонтальна складова швидкості u - залежить тільки від висоти тарілки z ;
- 4) нормальна компонента швидкості та тиск лінійно змінюються з глибиною

Такий підхід узгоджується з просторово-дискретним характером проходження процесу в колонах БРУ [1,2].

Математична модель задається наступним чином:

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial t} [(Hs_1 + s_2 h(H)) n x^k] - \frac{\partial (Q n x^k)}{\partial l} \Delta l = \frac{\pi k_T D^3 \bar{n}}{6\tau} \left(y^k - \Phi^k x^k \sum_{j=1}^N \lambda^j y^j / \sum_{j=1}^N \lambda^j \Phi^j x^j \right) + Ghx, \\ \frac{\partial}{\partial t} [s_2 (\Delta l - h_0) \bar{n} y^k] + \frac{\partial (\pi k_T D^3 \bar{n} y^k / 6\tau)}{\partial l} = \frac{\pi k_T D^3 \bar{n}}{6\tau} \left(\Phi^k x^k \sum_{j=1}^N \lambda^j y^j / \sum_{j=1}^N \lambda^j \Phi^j x^j - y^k \right) + Ghy, \\ \sum_{i=1}^N x_i = 1; \quad \sum_{i=1}^N y_i = 1, \end{cases} \quad (4)$$

де, s_1 – площа перерізу патрубку; s_2 – активна площа тарілки; k_T – число отворів в тарілці; D – діаметр одного отвору; n – число молів речовини в одиниці об’єму рідини; \bar{n} – число молів речовини в одиниці об’єму пари; x^k – мольна концентрація k -того компоненту в рідині (етанол); y^k – мольна концентрація k -того компоненту в парі (етанол); y^* – рівноважна концентрація спирту в парі; k_y – коефіцієнт масопередачі; Q – витрата рідини на тарілку; H – рівень рідини в переливному патрубку; $h(H)$ – рівень рідини на тарілці; Δl – елементарна ділянка колони; Φ_i^j – фізичний параметр пари (визначається на основі тепло-фізичних характеристик); Φ^k – фізичний параметр пари (визначається на основі тепло-фізичних характеристик); V – витрата пари через i -ту тарілку; k – час утворення однієї бульбашки пари в рідині на i -тій тарілці; λ^j – питома теплота пароутворення j -го компоненту; h_0 – рівень рідини після переливного патрубка тарілки; N – кількість компонент в бражці (розглядаються найбільш вагомі по впливу); Ghx – функція яка описує інтенсивність потоку рідини; Ghy – функція яка описує інтенсивність потоку пари; $0 < l < L$ довжина колони; $0 < t < T$ час диференціювання.

Таким чином, в системі $2N + 2$ рівнянь та стільки ж невідомих: $H, \bar{n}, x^k, y^k, k = 1, \dots, N$ тобто система замкнута. Для її вирішення потрібно задати початкові та граничні умови.

Перехід до системи рівнянь в частинних похідних корисний через те, що для цих систем є достатньо повна теорія, яка дозволяє передбачити деякі властивості вирішення ще до числових результатів. Для більшості промислових умов брагоректифікації перехід до систем рівнянь в частинних похідних зробити можливо. В точках вводу сировини в колони, де потоки та концентрації змінюються стрибкоподібно, необхідно записати рівняння матеріального балансу і користуватися ними як граничними умовами. Але з фізичної точки зору раціональніше записати різниці рівняння для звичайних диференціальних рівнянь. В такому випадку ми не зв’язані потребою плавності функції, яке в деяких випадках може бути дуже жорстким.

З рівнянь системи (4) видно, що коефіцієнт масопередачі $k_y = \pi k_T D^3 \bar{n} / 6\tau$. Крім того для цих рівнянь слід покласти, що $(Hs_1 + s_2 h_0(H)) \bar{n} = H_x$; $s_2 (\Delta l - h_0) \bar{n} = H_y$; $n \Delta l Q = L$; $\pi k_T \bar{n} D^3 / 6\tau = V$.

Оскільки в правій частині рівняння фігурує рівноважна концентрація - y^* , її розрахуємо за формулою:

$$y^* = \alpha x / (1 - (1 - \alpha)x), \quad (5)$$

де α – відносна летючість k -того компоненту бражки (основні компоненти які визначають якісні властивості є метанол та етанол).

Також в основі визначення рівноважної концентрації можуть бути задані експериментальні дані.

Враховуючи попередні формули та визначення основних параметрів запишемо систему рівнянь масообміну на i -тій тарілці

$$\begin{cases} \frac{\partial(H_x x_i)}{\partial t} - \frac{\partial(Lx_i)}{\partial l} = k_y(y_i - y_i^*) + \rho_{1fi} + Ghx, \\ \frac{\partial(H_y y_i)}{\partial t} + \frac{\partial(V_i y_i)}{\partial l} = k_y(y_i^* - y_i) + \rho_{2fi} + Ghy, 1 \leq i \leq N \end{cases} \quad (6)$$

де x_i, y_i – концентрації компонента відповідно в рідині та в парі (мольні доли); L, V – потоки рідини та пару, кмоль/год; H_x, H_y – утримуюча здатність тарілки, кмоль/м; y_i^*, x_i^* – рівноважні концентрації моль%;

Ці рівняння виражають закон збереження кількості речовини кожного компонента в рідкій та паровій фазах та характерну поведінку процесу ректифікації. Вираз $k_y(y_i - y_i^*)$ визначає неперервний по всій довжині колони фазовий перехід i -того компонента, що характерно для насадкових колон. Однак ці рівняння можна застосовувати для опису процесу ректифікації в багатотарільчатих колонах, в яких масообмін між фазами проходить в основному на тарілках.

Функції ρ_{1i}, ρ_{2i} визначають значення густини потоків i -того компонента по довжині колони. Якщо за площу взяти площу поперечного перерізу колони, то функції ρ_{1i}, ρ_{2i} являються середніми густинами i -того компонента в рідині та парі.

Оцінюючи статичні та динамічні режими роботи БРУ в цілому, а також кожної колони в окремому випадку можна записати модель:

$$Z_i = aV_i + bW_i x_{0i}, \quad (7)$$

$$E = cD - \sum_i Z_i, \quad (8)$$

де Z_i – виробничі затрати на процес в i -тій колоні;

V_i – витрати пари на i -ту колону;

$W_i x_{0i}$ – втрати цільового продукту (етанолу) з кубовою рідиною ($i = 1, 3$);

E – прибуток від функціонування БРУ;

D – витрати (відбір) спирту-ректифікату;

a, b, c – відповідні вартості.

Система оптимізації процесів брагоректифікації повинна забезпечити задану якість по вихідному цільовому продукту (спирту) при заданій продуктивності та мінімумі виробничих втрат. Ці показники повинні бути досягнуті в усталених режимах роботи БРУ.

При оптимізації параметрів процесів брагоректифікації оптимальним вважався режим при якому цільова функція мінімізується:

$$Z_i^* = \min_{\{U_i\}} Z_i = \min_{\{U_i\}} (aV_i + bW_i x_{0i}), \quad (9)$$

де i – номер колони; $\overline{U_i}$ – вектор управління i -тою колоною

Перевага статичної оптимізації БРУ головним чином полягає в тому, що економічний ефект від оптимізації статичних режимів роботи БРУ значно переважає оптимізацію перехідних режимів. Такий висновок зроблений з аналізу статичних характеристик БРУ, що пов'язують цільову функцію управління з збурюючими та управляючими діями. Такий підхід ґрунтується на висновках зроблених з аналізу основних збурень. Визначено, що збурення які викликають довготривалі перехідні процеси пов'язані в першу чергу з кількісними показниками вмісту спирту в живленні колон x_{Fj} . Збурення такого типу є порівняно низькочастотними та повільно змінними. Як показують дослідження [1,2] більше 80% збурень по вмісту спирту в бражці x_{Fj} які мають перевищення 0,5 об. % виникають не частіше ніж через 4-16-годинні інтервали а в свою чергу перехідні процеси не більше 1-1,5 години.

Виходячи з задач статичної оптимізації при виникненні такого роду збурень є необхідним зміна режиму роботи установки, тобто перехід на інші ділянки статичних характерис-

тик у відповідності до оптимальної цільової функції управління. В такому випадку система управління має підтримувати необхідний режим роботи БРУ на протязі всього часу впливу збурення (F_j, x_{Fj}) .

В цілому управління процесами баргоректифікації являє собою багатокроковий процес прийняття рішень [1,2]. Кожний крок в процедурі вибору рішення пов'язаний з певною цільовою функцією управління БРУ і являє собою набір керуючих дій для j -ї колони.

Визначення багатокритеріального рішення по своїй природі компромісно і засновано на суб'єктивній інформації.

Процес знаходження рішення складається з двох етапів. На першому етапі відбувається розпізнавання образу ситуації. На наступному – за допомогою закладених алгоритмів оптимізації та сценаріїв здійснюється формування оптимального управління у відповідності до поставлених критеріїв управління БРУ.

Визначається таке рішення $\chi^* \in \Gamma_\chi$, яке при заданих умовах, зв'язках та обмеженнях оптимізує вектор ефективності $y(\chi)$ і має такі припущення:

1. Визначення областей вирішення оптимальних по Парето;
2. Вибір схеми компромісів;
3. Нормалізація часткових критеріїв;
4. Врахування пріоритету часткових критеріїв.

Область Γ_χ допустимих рішень по Парето складається з двох непересікаючих областей:

- а) Області згоди Γ_χ^G ;
- б) Області компромісів Γ_χ^k (область Парето, множина ефективних точок, множина непокрашуємих рішень).

Для опису ситуації виконують структурований приблизний опис ситуації або явища, причому частинна визначеність опису є принциповою властивістю образу. Опис служить для встановлення відповідності образів, тобто доказу їх ідентичності, подібності, що здійснюється співставленням. Так, в розрізненні ситуації, образ описується вектором ознак, що характеризують відповідний об'єкт, та визначається деяким відношенням на множині параметрів $\{Y\}$, які характеризують стан об'єкта управління, множиною класів ситуацій $\{K_S\}$, що відображені в сценарії управління, множиною алгоритмів класифікації $\{K_A\}$, а також правилами вибору алгоритмів класифікації $\{P_K\}$.

$$\{Y\} = \{K_S, K_A, P_K\}, \quad (12)$$

В даній предметній області в якості образу приймається множина станів ТК, що дозволяє однозначно ідентифікувати ситуацію і віднести її до певного класу

В загальному випадку стратегія управляючої сторони $X_i, i = 1, n$ може бути скаляром, вектором, матрицею або ще більш складним утворенням.

За умов визначених яка з колон буде ведучою бражна колона або ректифікаційна колона (БК або РК) визначаються можливі постановки задачі оптимального управління БРУ [2]. При умові якщо визначено, що ведучою буде БК. То можливі дві наступні постановки, за відповідними критеріями:

- 1) максимізація продуктивності установки по вихідному живленню, тобто:

$$P = \max_{u \in U} (F_1 x_{F1}), \quad x_D \geq x_D^* \quad (13)$$

де E - цільова функція; u - вектор керуючих дій; U - область допустимих управлінь;

- 2) переробити задану кількість вихідної сировини з мінімальними виробничими втратами:

$$W(F_1^*, x_{F1}) = \min_{u \in U} Z, \quad x_D \geq x_D^* \quad (14)$$

де Z визначається за формулою (7).

У всіх випадках накладаються обмеження не тільки на управління, а й на регулюємі величини.

При умові, що ведучою буде РК то можливі такі наступні постановки оптимального управління:

- 1) максимізувати продуктивність установки по цільовому продукту заданої якості:

$$K = \max_{u \in U} D, x_D \geq x_D^* \quad (15)$$

- 2) виробити задану кількість цільового продукту заданої якості з мінімальними виробничими затратами:

$$W(D^*, x_D^*) = \min_{u \in U} Z, x_D \geq x_D^* \quad (16)$$

Прийемо: $X=(X_1, X_2, \dots, X_n)$ – n – вимірний вектор який характеризує сукупність образів ситуацій процесів брагоректифікації. Компоненти X_i зв'язані з конкретними фізичними та економічними показниками, тобто обмежені:

$$G_j = G_j(C_j, X) \geq b_j, j=1, m \quad (17)$$

G_j – векторна функція; b_j – фіксована скалярна величина; C_j – деяка сукупність фіксованих величин (скаляр, вектор). Ці умови визначають область допустимих стратегій Ω_x , тобто з цієї області ОПР обирає стратегію в даній ситуації[6].

Введемо позначення стан продукту на вході i -тої колони через F_{i-1} а на виході з неї через F_i . Під i -тим кроком управління та прийняття рішення інтелектуальною АСУ на основі розроблених алгоритмів. Під станом потоку продукту розуміється вектор $\bar{F}_i = f(F_i, x_{F_i})$, де F_i - витрата, а x_{F_i} - концентрація продукту. Назвемо i -тим кроком прийняття рішення системою про зміну керуючого вектору який формує режим колон[2]:

$$\bar{U}_i = u_i(V_i, D_i, G_i), \quad (18)$$

де V_i, D_i, G_i - управляючі дії для i - тої колони по витраті пари, відбору верхнього продукту, витраті охолодної води). При генеруванні оптимального рішення слід пов'язати керуючі дії для БРУ з критеріями та цільовими функціями управління. Для процесів ректифікації природним є визначення цільової функції як різниці вартостей до та після розділення, з вирахуванням витрат на створення даного режиму. З урахуванням вище викладеного можна зробити висновок, що прибуток e_i - який отримуємо становить:

$$e_i = f(F_i) - f(F_{i-1}) - \varphi(U_i), \quad (19)$$

де $f(F_i)$ – вартість продукту в стані F_i (після i -тої колони); $f(F_{i-1})$ - вартість продукту в стані F_{i-1} (до i -тої колони); $\varphi(U_i)$ - витрати на створення режиму, який забезпечує дане розділення в i - тій колоні.

На основі проведених відповідних розрахунків e_i формуємо цільові функції оптимізації для кожної колони, і в такому випадку цільова функція має такий вигляд:

$$E_N(e) = \sum_{i=1}^3 \delta_i e_i, \quad (20)$$

де δ_j - ваговий коефіцієнт з яким i – та цільова функція i – тої колони входить в загальну цільову функцію БРУ.

Розглянута адитивна функція пов'язана з вибором вектору управліннь (розмір вектору управліннь відповідає кількості регульованих змінних).

Вказаними обставинами з усіх можливих переходів з початкового стану до кінцевого виділяють ті які відповідають обмеженням:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_1 = F_1^g, \\ x_{F_1} = x_{F_1}^g, \\ x_D = x_D^3, \\ D - \frac{F_1^g x_{F_1}^g}{x_D^3} \leq \varepsilon, \end{array} \right. \quad (21)$$

де з індексом (z) позначають задану величину, а з індексом (e)- вимірювана величина, ε - задана величина.

Області допустимих проміжних продуктивних станів задаються нерівностями:

$$F_{i(\min)} \leq F_i \leq F_{i(\max)}, \quad (22)$$

$$x_{Fi(\min)} \leq x_{Fi} \leq x_{Fi(\max)}, \quad (23)$$

Вказані вище обмеження значно звужують область пошуку оптимального рішення. В таких випадках формується принцип оптимальності за яким досягаємо максимуму цільової функції:

$$E_N^*(e) = \max_R \sum_{i=1}^{N=3} \delta_i e_i, \quad (24)$$

де R - деяка обмежена область, обмежена умовами:

$$\sum_i \delta_i e_i > 0, \quad (25)$$

$$\delta_i > 0, \quad (26)$$

$$e_i \geq 0. \quad (27)$$

Ефективність дій оперуючої сторони оцінюється сукупність локальних критеріїв роботи БРУ K_i, P_i, W_k (якості, продуктивності та втрат), які мають коефіцієнти відносної важливості $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$. Тоді є два вектори: $\Lambda = (\lambda_e), e=1, k$ і $E = (E_e), e=1, k$. Кожний критерій характеризує локальну мету операції і зв'язаний із стратегією відображенням.

$$E_e = E_e(A_e, X), e=1, k; \quad (28)$$

де A_e – сукупність фіксованих факторів.

Частинним випадком відображення $X \rightarrow E_e$ є функціональна залежність між критерієм E_e і стратегією X_j .

Одночасне досягнення мети операції за всіма локальними критеріями при одній стратегії неможливо, тому рішення полягає в знаходженні компроміса в досягненні локальних цілей.

Так як генетичні алгоритми добре зарекомендували себе в якості методик пошуку в великих областях практично при повній відсутності інформації про властивості цільової функції і обмежень, в різних дослідах було розроблено декілька методів і підходів до використання генетичних алгоритмів для рішення багатокритеріальних оптимізаційних задач.

Для практичної реалізації поставленої задачі використовується нейро-еволюційний(нейро-генетичний) алгоритм. В якому головною є ідея гібридизації генетичних алгоритмів і сумісне їх використання, як з нейромережевими алгоритмами, так і з обраними аналітичними методами оптимізації.

В гібридному алгоритмі, докладно описаному нижче, для пошуку оптимальних рішень застосовується аналітичний метод оптимізації. Ця дія може бути виконана за допомогою нейронної мережі. Такий гібридний нейронно-генетичний алгоритм дозволяє вирішити поставлені задачі по оптимізації процесів брагоректифікації. В ньому для знаходження субоптимальних рішень даної багатокритеріальної задачі використовується нейронна мережа Хопфільда.

Гібридний алгоритм багатокритеріальної оптимізації заключається у виконанні наступних дій:

- 1) Визначення початкової множини оптимальних рішень. Генерація початкової популяції P яка має K початкових рішень $x(0)$;
- 2) Паралельно застосовуємо оптимізаційний метод для K заданих початкових рішень в популяції;
- 3) Визначаємо матриці оцінок $\gamma = [F_{nk}]$ на основі отриманих наближених оптимальних рішень x^* за допомогою нейромережевого оптимізаційного методу;
- 4) Присвоюємо ранг k для початкових станів $x(0)$ на основі матриці оцінок γ ;

- 5) Перевіряємо на відповідність виконання поставленому критерію. Якщо у випадку досягнення пошук припиняємо;
- 6) Здійснюємо випадковий вибір початкових станів в банку генів, на основі використанні рангів;
- 7) Поточній популяції, знайдених рішень присвоюємо нулі.
- 8) Здійснюємо випадкову селекцію $K/2$ пар батьків типу А і В та виконуємо їх переміщення в поточну популяцію з ймовірністю P_c ;
- 9) Виконуємо схрещування $K/2$ батьків А і В з високою ймовірністю P_c та вставляємо К пар нащадків типа С і D в поточну популяцію;
- 10) Виконуємо видозміни(мутацию) випадково обраних персон з поточної популяції з невеликою ймовірністю $P_m \cdot P_c$;
- 11) присвоюємо початковій множині Р значення поточної популяції і переходимо на крок 2.

Висновки.

Розглянута математична модель та поставлені критерії для вирішення поставленої задачі оптимізації забезпечують гнучкість у формуванні оптимальних рішень по управлінню процесами брагоректифікації.

В приведеній процедурі формування багатокритеріальних управляючих рішень пошукові операції максимально спрощуються та оптимізуються за рахунок використання нейрогенетичного пошукового алгоритму.

Таким чином, запропонований алгоритм дозволяє знайти оптимальні рішення та забезпечити достатню швидкодію при їх пошуку.

The method of decision of task of multicriterion optimization is offered in the article. In the context of decision set the problem a mathematical model and criteria is examined on the basis of which the search of optimum decisions is carried out on a management.

For the decision of task the neuro-genetic algorithm of multicriterion optimization is offered on the basis of scenarios, as models of change of parameters of process which is determined on a discrete sentinel space with the set sentinel step.

1. Стабников В.Н., Николаев А.П., Мандельштейн М.Л. Ректификация в пищевой промышленности. Теория процесса, машины, интенсификация. - Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 232 с.
2. Мандельштейн М. Л. Автоматические системы управления технологическим процессом брагоректификации. - М.: Пищевая промышленность 1975. - 240 с.
3. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. - М.: Наука, 1986. - 288 с.
4. Стабников В.Н., Харин С.Е. Теоретические основы перегонки и ректификации спирта. М., Пищепромиздат, 1951. - 220 с.
5. Демиденко Н.Д. Управляемые распределенные системы. - Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1999. - 393 с.
6. Ладанюк А.П. Основы системного анализа. Навчальний посібник. - Вінниця, Нова книга, 2004. - 176 с.
7. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. Основы стратегии. М., Наука, 1976. - 500 с.