

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ПІДСИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ РОБОТИ ДИФУЗІЙНОГО ВІДДІЛЕННЯ

Сідлецький В.М., Ельперін І.В., Ладанюк А.П.

Ефективність роботи дифузійного відділення визначається якісними показниками дифузійного соку та втратами цукру в процесі сокодобування. Якщо розглядати втрати цукру то вони складаються з втрат цукру з жомом та неврахованих втрат.

Значення показників якості залежать від великої кількості параметрів (якість сировини, якість стружки, величина відбору соку, температурні режими, час попереднього ошпарювання стружки, час знецукрення, вплив розвитку мікроорганізмів та інші), які можуть змінюватись у припустимих межах і тісно пов'язані один з одним. Так як значна кількість цих параметрів є слабо формалізованими і зв'язаними, то управління якістю роботи дифузійним відділенням доцільно проводити з використанням підсистеми підтримки прийняття рішень. При цьому актуальним є визначення алгоритму для ідентифікації стану параметрів та визначення характеру їх змін.

Якість роботи станції E складається з втрат цукру на стадії дифузії E_1 та якість дифузійного соку E_2 . В свою чергу втрати цукру на дифузії E_1 складаються з втрати цукру з жомом E_{11} та неврахованих втрат E_{12} . Тому можна вважати, що якість роботи дифузійного відділення характеризується елементом множини E [1]:

$$E \subseteq E_{11} \times E_{12} \times E_2 \quad (1)$$

Виходячи з даних, наведених у табл. 1 [2], для оцінки втрат цукру в жомі необхідно врахувати вміст сухих речовин в жомі $C_{жс}$, вміст цукру в жомі $X_{жс}$, кількість жому до маси буряка $F_{жс}$:

$$E_{11} = f_{E_{11}}(C_{жс}, X_{жс}, F_{жс}) \quad (2)$$

Таблиця 1

Втрати цукру на стадії дифузії при різних величинах вмісту сухих речовин і цукру в жомі

Вміст сухих речовин у жомі, %	Вміст цукру в жомі, %	Кількість жомі, % до маси буряка	Втрати цукру, % до буряка	Вміст сухих речовин у жомі, %	Вміст цукру в жомі, %	Кількість жомі, % до маси буряка	Втрати цукру, % до маси буряка
8	0,4	55,0	0,22	16	0,4	26,2	0,10
	0,8	59,1	0,47		0,8	27,1	0,22
	1,2	64,0	0,77		1,2	28,1	0,34
10	0,4	43,1	0,17	18	0,4	23,1	0,09
	0,8	45,6	0,36		0,8	23,9	0,19
	1,2	48,5	0,58		1,2	24,6	0,30
12	0,4	35,5	0,14	20	0,4	20,7	0,08
	0,8	37,1	0,30		0,8	21,3	0,17
	1,2	39,0	0,47		1,2	21,9	0,26
14	0,4	30,1	0,12	22	0,4	18,8	0,08
	0,8	31,3	0,25		0,8	19,3	0,15
	1,2	32,6	0,39		1,2	19,7	0,24

Для зниження втрат цукру в жомі [1,2,3] використовують операції d_{11} , які входять в масив D_{11} і враховують змінювання параметрів: відбір дифузійного соку F_2 , якість стружки W , часу дифузії H_2 ошпарювання H_1 , та температуру T_2 :

$$D_{11} = f_{D_{11}}(F_2, W, H_1, H_2, T_2) \quad (3)$$

Час ошпарювання H_1 та час дифузії H_2 залежить від рівня продукту в апараті (відповідно L_1 та L_2) та частоти обертання транспортуючих органів (відповідно V_1 та V_2) [2,7]:

$$H_1 = f_{H_1}(L_1, V_1) \quad (4)$$

$$H_2 = f_{H_2}(L_2, V_2) \quad (5)$$

Величину неврахованих втрат цукру можна визначити непрямим методом за значенням рН в дифузійному апараті P та за результатами аналізу на вміст молочної кислоти A :

$$E_{12} = f_{E_{12}}(P, A) \quad (6)$$

Вибір операції d_{12} із множини D_{12} , що дозволяють зменшити невраховані втрати цукру, будуть включати зміну параметрів pH живильної води P , часу дифузії H_2 та температури T [1,2]:

$$D_{12} = f_{D_{12}}(P, H_2, T) \quad (7)$$

Зниження неврахованих втрат за рахунок введення 40% розчину формаліну та обробки буряка вапном є операціями дискретними і в даному випадку не враховувались.

Якість дифузійного соку E_2 характеризується вмістом сухих речовин C_c , чистотою D , величиною рН P_c та цукристістю ζ :

$$E_2 = f_{E_2}(C_c, D, P_c, \zeta) \quad (8)$$

Якість дифузійного соку E_2 контролюється: якістю стружки, температурою часом дифузії, якістю живильної води N . Зміна цих показників відповідає діям d_2 , що входять до множини D_2 [1,2]:

$$D_2 = f_{D_2}(W, H_2, T, N) \quad (9)$$

Як видно із (3), (7), (9), для керування якісними показниками роботи дифузійного відділення використовують цілеспрямовані дії, які можуть впливати одночасно на зміну кожного показника (рис 1). Тому при визначенні управляючих дій, d^{11} , d^{12} , d^2 що входять до множин D_{11} , D_{12} , D_2 відповідно, для зміни одного показника якості необхідно врахувати можливість зміни інших показників, що в загальному має вигляд:

$$D = \bigcup \left| D_{11} \cap D_{12} \cap D_2 \right| \quad (10)$$

Для прийняття рішення при виборі дії необхідно враховувати стан кожного параметра в зв'язку з:

- можливістю змінювати кожний показник якості декількома параметрами;
- неможливості в подальшій зміні вибраного параметра;
- неефективністю зміни параметра в існуючому стані.

Тому для прийняття рішення, з приводу доцільності зміни вибраного параметру, для кожного виділений масив термів, який можна представити у вигляді

$$X = \{x^1, x^2, \dots, x^m\} \quad (11)$$

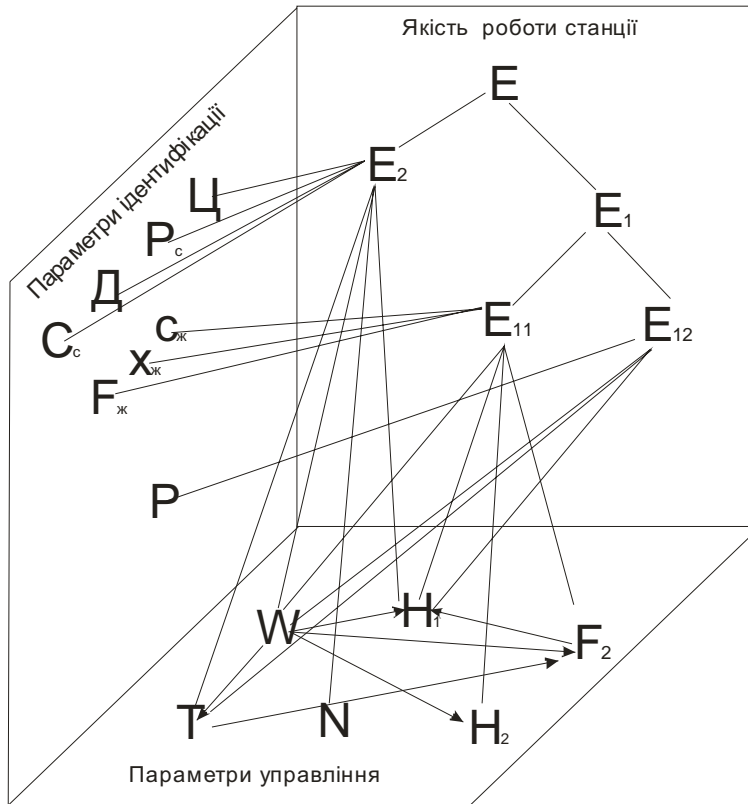


Рис.1 Зв'язаність параметрів що впливають на процес сокодобування

Враховуючи вплив витрати дифузійного соку F_{dc} на втрати цукру в жомі та параметрів які впливають на можливість корекції витрати дифузійного соку [1,2], приймаємо, що вибір терма J_{dc} із множини J_{dc} матиме наступну залежність:

$$J_{dc} = f_{J_{dc}}(F_{dc}, W, E_{11}) \quad (12)$$

В основу прийняття рішень щодо можливості та характеру зміни часу перебування стружки в дифузійному апараті та ошпарювачі з урахуванням (4) і (5) може бути покладено:

$$M_{H1} = f_{M_{H1}}(L_1, V_1, W, H_1) \quad (13)$$

$$M_{H2} = f_{M_{H2}}(L_2, V_2, W, H_2) \quad (14)$$

При необхідності корекції втрат цукру в жомі необхідно врахувати якість стружки та втрати цукру в жомі і температуру сокодобування в даний час [1,2]:

$$\Theta_2 = f_{\Theta_2}(T_2, W, E_{11}) \quad (15)$$

Для аналізу розвитку мікроорганізмів використовують значення рН в колоні P_{dc} та результати вмісту молочної кислоти A (7), а параметрами, які впливають на невраховані втрати цукру будуть: якість стружки W , час дифузії H_2 , температури T_2 . Можливість та характер зміни часу дифузії M_{H1} , та температури Θ_{11} вибираємо з врахуванням наступних залежностей:

$$M_{H11} = f_{M_{H11}}(W, H_2, P_{dc}) \quad (16)$$

$$\Theta_{11} = f_{\Theta_{11}}(W, T_2, P_{dc}) \quad (17)$$

Для прийняття рішень при корекції часу дифузії з метою покращення якості дифузійного соку необхідно врахувати якість стружки, оцінити час дифузії H_2 та показники дифузійного соку E_2 :

$$M_{H3} = f_{M_{H3}}(W, H_2, E_2) \quad (18)$$

В процесі прийняття рішень при корекції температурного режиму на дифузії при покращенні якості дифузійного необхідно врахувати показники:

$$\Theta_3 = f_{\Theta_3}(T_2, W, E_2) \quad (19)$$

Для визначення характеру зміни витрати дифузійного соку F_{dc} , введена залежність:

$$J_{dc_2} = f_{dc_2}(F_{dc}, W, E_2) \quad (20)$$

Терми, які відповідають необхідним діям для корекції параметрів такі ж, як і в попередньому прикладі.

Враховуючи вище викладене, оптимальний вибір параметрів, для корекції та характер їх змін, можна знайти з наступних залежностей, що подані в загальному вигляді.

Для керування втратами в жому :

$$D_{11} = \bigcup \left| J_{dc} \cap M_{H_1} \cap M_{H_2} \cap \Theta_2 \right| \quad (21)$$

Для зменшення показників неврахованих втрат :

$$D_{12} = \bigcup \left| M_{H_{11}} \cap \Theta_{11} \right| \quad (22)$$

Для покращення якості дифузійного соку :

$$D_2 = \bigcup \left| M_{H_3} \cap \Theta_3 \cap J_{dc_2} \right| \quad (23)$$

Для визначення дій з врахуванням всіх показників якості :

$$D = \bigcup \left| \begin{array}{l} (J_{dc}, M_{H_1}, M_{H_2}, \Theta_2) \\ \cap (M_{H_{11}}, \Theta_{11}) \\ \cap (M_{H_3}, \Theta_3, J_{dc_2}) \end{array} \right| \quad (24)$$

Логічне виведення для знаходження вихідної змінної D можна представити у вигляді дерева рис 2.

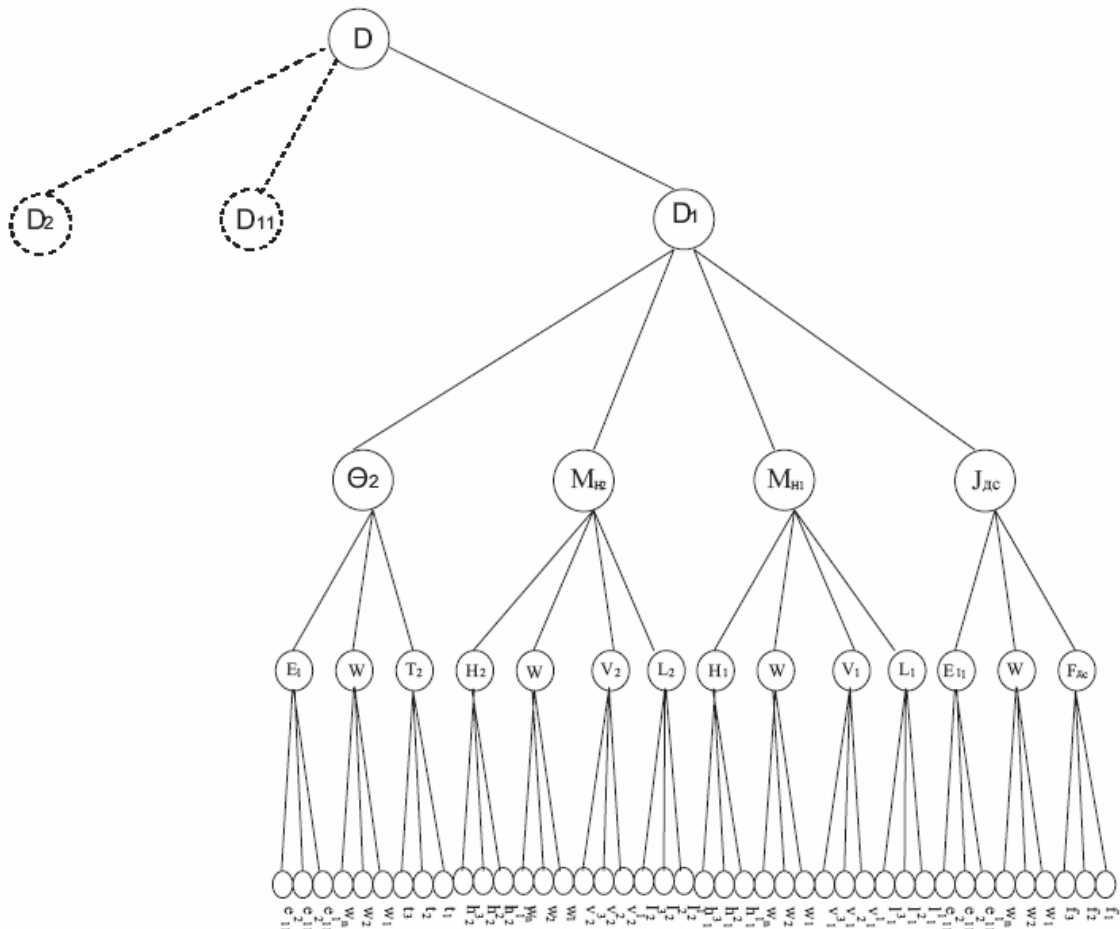


Рис.2 Фрагмент дерева логічного виведення

Використовуючи теорію нечітких множин змінні представлені у вигляді лінгвістичних термів:

- для вхідних параметрів виділені наступні терми: нижче норми, норма, вище норми;
- для визначення характеру зміни відповідного параметру використовуються терми: неможливо зменшувати – бажано збільшити, можливо зменшувати – бажано збільшити, можливо збільшувати – можливо зменшувати, можливо збільшити – бажано зменшувати, неможливо збільшити – бажано зменшувати.

При виборі дії в області одного показника якості проводиться порівняння ваги терма для кожного параметра.

Аналізуючи представлене на рис.2 дерево логічного виведення для рішень, можна зробити висновок, що збір експертних даних буде ускладнюватись внаслідок великої розмірності бази знань, тому доцільно використати ієрархічну базу знань.

Для прийняття рішень при вирішенні задач стосовно втрат цукру в жомі виділені наступні матриці знань.

Для витрати дифузійного соку:

$$\bigcup_{n=1}^h [(F_{\partial c} = f_{\partial c}^i) \wedge (E_{11} = e_{11}^r) \wedge (W = w_M)] \rightarrow J_{\partial c}^s, \quad (25)$$

$$n = \overline{1, h}; i, M, r = \overline{1, 3}; s = \overline{1, 5}$$

Для часу ошпарювання та часу дифузії відповідно :

$$\bigcup_{n=1}^h [(L_1 = l_1^i) \wedge (V_1 = v_1^r) \wedge (W = w_M) \wedge (H_1 = h_1^g)] \rightarrow M_{H_1}^s, \quad (26)$$

$$n = \overline{1, h}; i, M, r, g = \overline{1, 3}; s = \overline{1, 5}$$

$$\bigcup_{n=1}^h [(L_2 = l_2^i) \wedge (V_2 = v_2^r) \wedge (W = w_M) \wedge (H_2 = h_2^g)] \rightarrow M_{H_2}^s, \quad (27)$$

$$n = \overline{1, h}; i, M, r, g = \overline{1, 3}; s = \overline{1, 5}$$

Для температурного режиму в дифузійній колоні :

$$\bigcup_{n=1}^h [(T_2 = t_i) \wedge (E_{11} = e_{11}^r) \wedge (W = w_M)] \rightarrow \Theta_2^s, \quad (28)$$

$$n = \overline{1, h}; i, M, r = \overline{1, 3}; s = \overline{1, 5}$$

з врахуванням (25), (26), (27), (28) матриця знань вирішена стосовно втрат цукру в жомі прийме вигляд:

$$\bigcup_{n=1}^{n_h} [(J_{\partial c} = g_{\partial c}^s) \wedge (M_{H_1} = m_{H_1}^s) \wedge (M_{H_2} = m_{H_2}^s) \wedge (\Theta_2 = \theta_2^s)] \rightarrow D_{11} \quad (29)$$

$$s = 1, 5, \quad n = 1, h$$

Користуючись аналогічним підходом, можна сформувати матриці знань для прийняття рішень при вирішенні задач для корекції неврахованих втрат та якісних показників жому. А саме:

- для вибору варіантів рішень при розгляді неврахованих втрат:

$$\bigcup_{n=1}^h [(M_{H_2} = m_{H_2}^s) \wedge (\Theta_2 = \theta_2^s)] \rightarrow D_{12} \quad (30)$$

$$s = \overline{1, 5}, \quad n = \overline{1, h}$$

- для вибору варіантів рішень при оцінці показників якості дифузійного соку:

$$\bigcup_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{s=\overline{1,5}} \left(\bigcap_{n=\overline{1,h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(J_{\Delta c} = g_{\Delta c}^s \right) \bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(\Theta_2 = \theta_2^s \right) \bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(M_{H_2} = m_{H_2}^s \right) \right] \right) \right] \right] \rightarrow D_2 \quad (31)$$

Виходячи із (29), (30), (31) загальна база знань для підтримки прийняття рішень при корекції якісних показників роботи дифузійної станції матиме вигляд:

$$\bigcup_{a=1}^{\overline{x}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(J_{\Delta c} = g_{\Delta c}^s \right) \bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(\Theta_2 = \theta_2^s \right) \bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(M_{H_1} = m_{H_1}^s \right) \bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(M_{H_2} = m_{H_2}^s \right) \right] \right] \right] \right] \bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(M_{H_2} = m_{H_2}^s \right) \bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(\Theta_2 = \theta_2^s \right) \right] \right] \right] \right] \bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left[\bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(M_{H_2} = m_{H_2}^s \right) \bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(\Theta_2 = \theta_2^s \right) \bigcap_{n=1}^{\overline{h}} \left(J_{\Delta c_2} = g_{\Delta c_2}^s \right) \right] \right] \right] \right] \rightarrow D \quad (32)$$

$$a = \overline{1,x}, \quad n = \overline{1,h}, \quad s = \overline{1,5}$$

Запропонований алгоритм пошуку рішень та підходи до створення бази знань використовується для розробки підсистеми підтримки прийняття рішення при управлінні якісними показниками роботи дифузійної станції.

In the article the algorithm of search of decisions and approaches is examined to creation of base of knowledges which are used for development of subsystem of support of decision-making at a management the high-quality indexes of work of the diffusive station.

1. Технологические отклонение в сахарном производстве (причины, предупреждение, устранение) под ред. А. Коваржика: перевод с чешского – М.: Агропромиздат, 1986.- 262 с.
2. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства – М.: Колос, 1998. – 495 с.
3. Инструкция по ведению технологического процесса свеклосахарного производства Москва 1985
4. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник / За ред. проф. І.В. Малежика. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.