

## **ОПТИМАЛЬНА ВІДКАЧКА ДИФУЗІЙНОГО СОКУ ТА ЇЇ ВИЗНАЧЕННЯ**

*Розроблено оптимізаційну модель дифузійного відділення цукробурякового виробництва, що дає змогу визначати оптимальну відкачку дифузійного соку, і комп'ютерну програму ПРОВІД для її розрахунку. Отримані результати можуть бути використані для прогнозування та оптимального керування дифузійною установкою і теплотехнологічним комплексом цукробурякового виробництва.*

Дифузійна установка є найважливішим елементом теплотехнологічного комплексу. Основний показник її роботи – величина відкачки дифузійного соку; вона суттєво впливає на ефективність роботи всього комплексу та економічність виробництва цукру з буряку.

Задача моделювання теплотехнологічного комплексу цукрового виробництва є багатовимірною, розв'язувати її складно, тому вона поділена на декілька задач – регіональну і локальну. Це дає можливість знайти найкраще розподілення матеріальних і теплових потоків комплексу, оптимізуючи всю сукупність вхідних і вихідних параметрів кожного його елемента. Локальна оптимізація забезпечує результатами регіональну, що досягається детальним розглядом динаміки процесів, які відбуваються в кожному елементі комплексу, та інших питань, пов'язаних з ефективністю роботи. Такий підхід дає можливість на кожному етапі розв'язувати задачі меншої розмірності.

Пропонується спосіб розв'язання локальної задачі оптимізаційного моделювання дифузійної установки. Ефективність роботи установки

визначається залежно від інтенсивності теплових, гідродинамічних і хімічних процесів, що відбуваються під час процесу дифузії, а також від вартості продукції (цукру, жому і меляси), палива для ТЕЦ, вапнякового каменю та палива для його випалювання, що склалася на ринку в даний час або прогнозованої (Програмний пакет для техніко-економічної оцінки роботи сокодобувного відділення цукрового виробництва /К.Ф. Гербут, М.О. Масліков, М.О. Прядко та ін.// Експрес-новини: наука, техніка, виробництво.– 1998.– № 1–2.–с. 37–38). Модель описує всі типи діючих дифузійних установок і може використовуватись у системах автоматичного керування ними. Вона реалізована в системі символічної математики MathCAD 2000. Перевірка її адекватності довела достатню точність.

Критерієм оптимізації є величина  $E(\alpha)$ , що відповідає зміні прибутку при переході від фактичного режиму роботи на оптимальний:

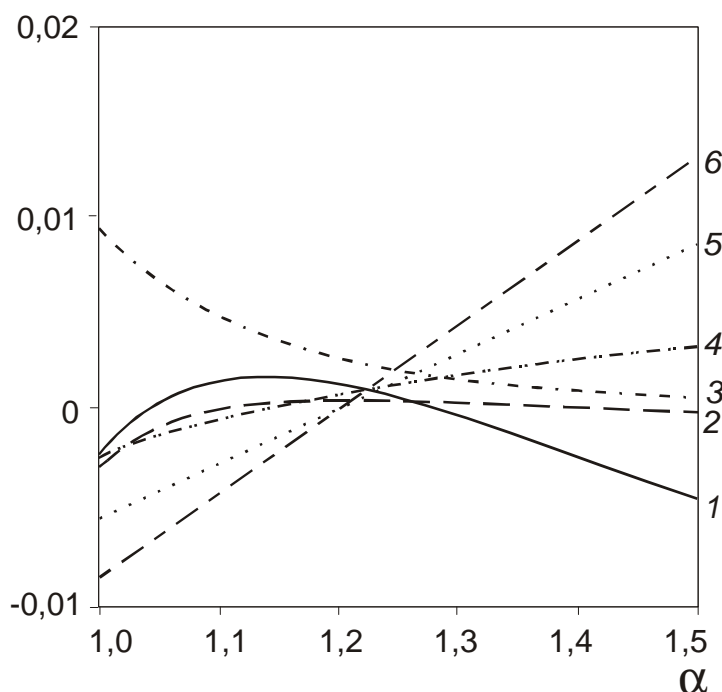
$$E(\alpha) = \Delta C_{P_T}(\alpha) C_{б.ц} + \Delta M_T(\alpha) C_M + \Delta J_T(\alpha) C_J - \\ - \Delta \alpha_{п.у}(\alpha) C_{п.у} - \Delta \alpha_{п.в.в}(\alpha) C_{п.в.в} - \Delta BK(\alpha) C_{в.к},$$

де  $\Delta C_{P_T}(\alpha)$ ,  $\Delta M_T(\alpha)$ ,  $\Delta J_T(\alpha)$  – зміни кількостей відповідно товарного цукру, товарної меляси, жому;  $\Delta \alpha_{п.у}(\alpha)$ ,  $\Delta \alpha_{п.в.в}(\alpha)$ ,  $\Delta BK(\alpha)$  – зміни витрат відповідно умовного палива, палива для випалювання вапнякового каменя, вапнякового каменю;  $C_{б.ц}$ ,  $C_M$ ,  $C_J$ ,  $C_{п.у}$ ,  $C_{п.в.в}$ ,  $C_{в.к}$  – ціни відповідно товарного цукру, товарної меляси, жому, умовного палива, палива для випалювання вапнякового каменю, вапнякового каменю.

Основні результати розрахунку наведено на *рис. 1*. Збільшення відкачки  $\alpha$  сприяє зменшенню втрат цукру у жомі  $X_1(\alpha)$ , але при цьому збільшується кількість нецукрів у соку, що потребує відповідного збільшення витрати вапнякового каменю на його очищення  $\Delta BK(\alpha)$  і палива на випалювання цього каменю  $\Delta \alpha_{п.в.в}(\alpha)$ . Крім того, збільшуються витрата пари на випарну установку для випаровування додаткової кількості введеної у дифузійну установку води і загальна витрата палива на технологічні потреби  $\Delta \alpha_{п.у}(\alpha)$ . Незважаючи на зменшення втрат цукру у

жомі, кількість товарного цукру  $\Delta ЦР_T(\alpha)$  збільшується до значення  $\alpha = 1,2$ , а при  $\alpha > 1,27$  навіть зменшується. Це пояснюється зростанням кількості цукру в мелясі  $\Delta ЦР_M(\alpha)$  внаслідок підвищення концентрації м'ясоутворювальних речовин, що переходять у сік разом з нецукрами.

Зменшення величини відкачки дифузійного соку сприяє зниженню витрат вапна  $\Delta ВК(\alpha)$  і палива на технологічні потреби  $\Delta \alpha_{п,y}(\alpha)$ , але при цьому збільшуються втрати цукру в жомі  $X_1(\alpha)$  і зменшується кількість товарного цукру  $\Delta ЦР_T(\alpha)$ .



*Рис. 1.* Залежність основних техніко-економічних показників від величини відкачки дифсоку (результати розрахунку за моделлю):

1 –  $E(\alpha)$ ; 2 –  $\Delta ЦР_T(\alpha)$ ; 3 –  $X_1(\alpha)$ ; 4 –  $\Delta ЦР_M(\alpha)$ ; 5 –  $\Delta \alpha_{п,y}(\alpha)$ ; 6 –  $\Delta ВК(\alpha)$

Максимум функції  $E(\alpha)$  для взятого прикладу відповідає відкачці 113% ( $\alpha = 1,13$ ), що і є оптимальною. За даних умов зміна (зростання) прибутку становить 1,146 грн на тонну переробленого буряку.

На основі описаної математичної моделі розроблено комп'ютерну програму ПРОВІД розрахунку оптимальної відкачки. Ця програма дає змогу моделювати роботу дифузійної установки при конкретному режимі роботи підприємства і конкретних цінах на продукцію та енергоносії, що

дає можливість аналізувати та прогнозувати її ефективність. Програма ПРОВІД може бути використана фахівцями для визначення науково обґрунтованих втрат цукру в жомі та оптимальної відкачки дифузійного соку.

Програмний продукт написаний за допомогою сучасних засобів об'єктно-орієнтованого програмування у середовищі Borland Delphi 4.0, що робить її повністю сумісною з операційною системою MS Windows 9X і зручною для користувача. Введення вихідних даних (рис. 2) і виведення результатів (рис. 3, 4) оформлені в інтерфейсі Windows 2000, є можливість друку вихідних даних і результатів. Результати розрахунку можуть бути виведені у вигляді графічної залежності їх від відкачки дифузійного соку з порівнянням величин за умов оптимальної відкачки та відкачки, розрахованої для нормативних, дійсних чи бажаних втрат цукру в жомі за рівнянням П.М. Сіліна (рис. 3) та у вигляді таблиць (рис. 4).

Сокодобувне відділення	
Продуктивність заводу, т/добу	4800
Буряк, стружка	
Дигестія стружки, %	15.31
Відносний об'ємний вміст соку	0.93
Вміст м'якоті у буряці, %	5
Довжина 100 г стружки, м	10

Дифузійний апарат	
Дифузійний апарат	Коритного типу
Тривалість перебування стружки, с	5400
Середня температура, град С	68

Втрахи цукру	
Втрахи цукру в жомі, %	0.31
Невраховані втрахи в диф. апараті, %	0.15
Втрахи цукру у виробництві (за винятком дифузії), %	0.35

Фільтрований сік II сатурації	
Доброякісність, %	89.47
Вміст сухих речовин, %	12.62

Жом	
Вміст сухих речовин у жомі після дифузії, %	7.5
Вміст сухих речовин у пресованому жомі, %	20
Кількість нецукрів, що залишилися в жомі, % від вмісту розчинних нецукрів	10

Є пресування жому  
 Повертається на дифузійно жомопресована вода

Рис. 2. Вікно введення вихідних даних програми ПРОВІД

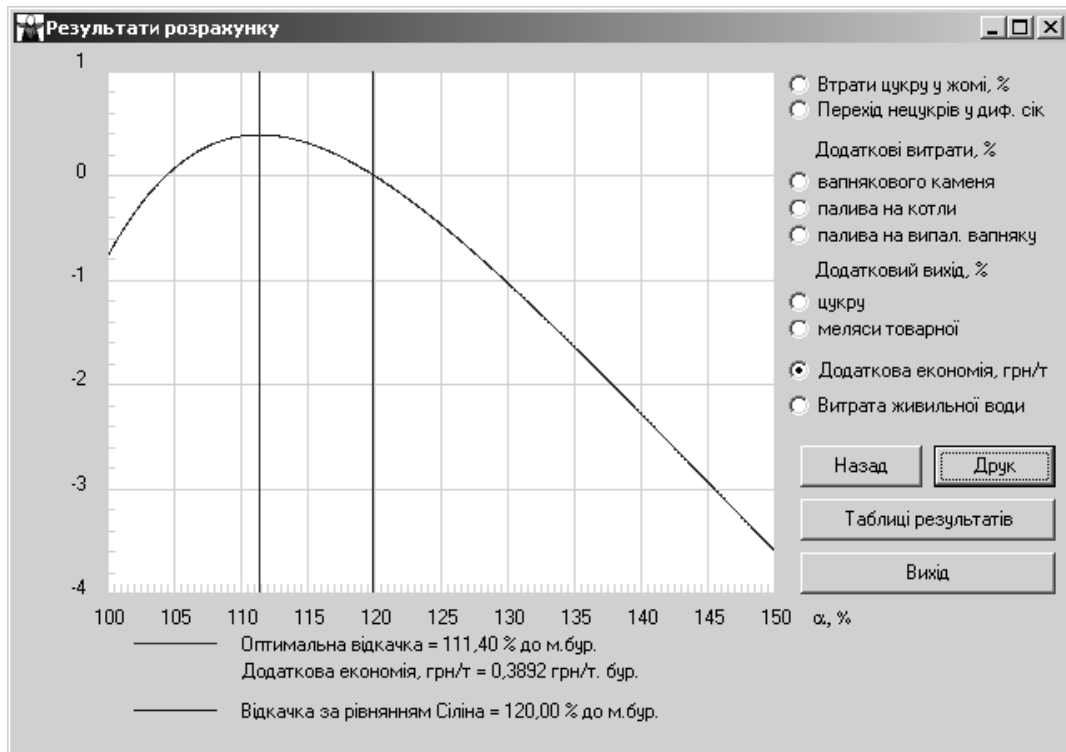


Рис. 3. Вікно виведення результатів розрахунку за програмою ПРОВІД у вигляді графічних залежностей

Ціна палива, грн/т	Відкачка дифузійного соку, %										
	100,0	105,0	110,0	115,0	120,0	125,0	130,0	135,0	140,0	145,0	150,0
300,0	-0,15	0,54	0,69	0,47	0,00	-0,63	-1,34	-2,11	-2,91	-3,73	-4,54
310,0	-0,08	0,59	0,72	0,49	0,00	-0,64	-1,38	-2,16	-2,98	-3,80	-4,64
320,0	-0,02	0,64	0,76	0,50	0,00	-0,66	-1,41	-2,21	-3,04	-3,88	-4,73
330,0	0,04	0,68	0,79	0,52	0,00	-0,67	-1,44	-2,26	-3,10	-3,96	-4,82
340,0	0,11	0,73	0,82	0,53	0,00	-0,69	-1,47	-2,30	-3,17	-4,04	-4,92
350,0	0,17	0,78	0,85	0,55	0,00	-0,70	-1,50	-2,35	-3,23	-4,12	-5,01
360,0	0,23	0,83	0,88	0,56	0,00	-0,72	-1,53	-2,40	-3,29	-4,20	-5,11
370,0	0,30	0,87	0,91	0,58	0,00	-0,74	-1,56	-2,45	-3,35	-4,28	-5,20
380,0	0,36	0,92	0,95	0,60	0,00	-0,75	-1,60	-2,49	-3,42	-4,36	-5,30
390,0	0,43	0,97	0,98	0,61	0,00	-0,77	-1,63	-2,54	-3,48	-4,43	-5,39
400,0	0,49	1,02	1,01	0,63	0,00	-0,78	-1,66	-2,59	-3,54	-4,51	-5,49

Рис. 4. Вікно виведення результатів розрахунку за програмою ПРОВІД у вигляді таблиць

Мінімальні вимоги до комп'ютера для користування програмним продуктом ПРОВІД: система – MS Windows'95; CPU – Pentium 75 MHz; ОЗУ – 16 Mb; потрібний дисковий простір – 1,2 Mb.

**ВИСНОВКИ.** Розроблено і реалізовано в системі символної математики MathCAD 2000 оптимізаційну модель, що з достатньою точністю описує сучасні типи дифузійних установок і може використовуватися в системах автоматичного керування ними. На її основі розроблено комп'ютерну програму ПРОВІД для розрахунку оптимальної відкачки дифузійного соку, що може бути використана фахівцями цукрової промисловості для аналізу та прогнозування ефективності роботи дифузійної установки, визначення обґрунтованих втрат цукру в жомі та оптимальної відкачки дифузійного соку.

*Надійшла до редколегії 11.09.2000 р.*