

2009

**Модернізація кристалізаційного відділення
ВАТ “Чортківський цукровий завод”
компанією “Техінсервіс”**

Особливе місце в технологічній схемі цукрового заводу належить продуктовому відділенню, від ефективності роботи якого залежить якість і вихід білого цукру, витрати паливно-енергетичних ресурсів і економічні показники роботи заводу в цілому.

Щорічно на виробничі потреби цукровими заводами України витрачається до 2 млн. т умовного палива та приблизно 1,4 млрд. кВт год електроенергії в залежності від обсягів переробленої сировини [1]. У вітчизняному цукровому виробництві найбільшим споживачем технологічної пари є кристалізаційні відділення, оснащені вакуум-апаратами з природною циркуляцією утфелю. За витрат умовного палива 5,9 % до маси буряків на долю продуктового відділення приходить 3,0 %, що становить 51 % від загальних витрат на виробництво [2].

Для зменшення витрат паливно-енергетичних ресурсів на ВАТ “Чортківський цукровий завод” поетапно здійснювалась модернізація випарної установки і продуктового відділення. Згідно з рекомендаціями і розрахунками фірми “Техінсервіс” в 2000 – 2001 рр. була реконструйована теплова схема заводу: IV і V корпуси випарної установки було замінено на плівкові апарати виробництва “Технісервіс” [3], замінено схему руху очищеного соку II сатурації – спочатку III корпус, далі I, II, III, IV і V корпуси [4]. Повна автоматизація п’ятикорпусної установки дозволяє підтримувати рівень соку по корпусах, тиск вторинної пари і автоматично підтримувати вміст СР в сиропі з останнього корпусу в межах 71...72 %. В автоматичному режимі працює також клапан подавання ретурної пари на I корпус, створюючи потрібний для вакуум-апаратів тиск вторинної пари в III корпусі, і клапан для підтримування розрідження в соковій камері V корпусу випарної установки.

Модернізація теплової схеми дозволила впровадити низькотемпературний режим уварювання утфелів з використанням сокових парів III і IV корпусів випарної установки. Теплова схема передбачає максимальне використання низькопотенціальних парів V корпусу і утфельних парів в підігрівачах дифузійного соку. Перша група підігрівачів нагрівається утфельними парами вакуум-апаратів II і III продукту, друга – утфельною парою I продукту і V корпусу випарної установки.

За розробками і розрахунками ГК “Технісервіс” була модернізована і автоматизована вакуум-конденсаційна установка [5] для підтримування стабільного розрідження у вакуумній системі заводу. Створення вакууму здійснюється ступінчастою конденсацією вторинних парів вакуум-апаратів і V корпусу випарної установки: спочатку в утфельних підігрівачах (поверхневих конденсаторах), де конденсується до 20 % загальної кількості пари, а далі – вже в самих конденсаторах ГК “Технісервіс”.

В продуктовому відділенні ВАТ “Чортківський цукровий завод” було встановлено дев’ять 90-тонних вакуум-апаратів з механічними циркуляторами датської фірми ДДС: 4 для уварювання утфелю I кристалізації, 2 – для утфелю II кристалізації, 3 – для утфелю III кристалізації.

В 2001 р. компанія “Технісервіс” впровадила на ВАТ “Чортківський цукровий завод” схему уварювання утфелю І кристалізації з використанням маточного утфелю з повною автоматизацією процесу уварювання та допоміжних операцій при цьому. Схема передбачає комуніковку одного із вакуум-апаратів для уварювання маточного утфелю, встановлення мішалки маточного утфелю об’ємом 60 м³, мішалки-дозатора маточного утфелю, утфельних насосів РН-18, шарового млина та накопичувача готової затравочної пасти [3]. Мішалка-дозатор маточного утфелю змонтована на площадці вакуум-апаратів на рівні, який перевищує на 2,5 м рівень парових камер вакуум-апаратів. Напірний трубопровід прокладено вздовж вакуум-апаратів І продукту (рис. 1).

Система автоматичного управління процесом уварювання маточного утфелю і утфелю І кристалізації враховує послідовність допоміжних та основних операцій: створення розрідження, набір сиропу, згущення, введення затравки, нарощування кристалів, вивантаження утфелю і пропарювання вакуум-апарата. Контроль за величиною коефіцієнта пересичення ($K_{\text{пер}}$) здійснюється по в’язкості.

Затравочна паста готується у шаровому млині МШ-5, куди засипається 2 кг цукру та 4 дм³ ізопропилового спирту. Тривалість приготування пасти становить 6 год. Готова суміш зливається в мішалку затравочної суспензії МЗС-60 барабанного типу, яка постійно обертається.

Маточний утфель уварюється із сирпу з клеровкою (вміст СР 71...72 %). Затравочна доза пасти становить приблизно 1 дм³. Утфель уварюють до вмісту СР 87...88 % з розрахунковою кількістю кристалів, розміром 0,3...0,4 мм, і вивантажують в приймальну мішалку маточного утфелю, а далі перекачують утфельним насосом РН-18 в мішалку-дозатор. В мішалці-дозаторі дискретним клапаном на циркуляційній комунікації з деяким гістерезисом підтримується заданий рівень шляхом повертання утфелю в приймальну мішалку маточного утфелю [6].

Управління процесом автоматичного уварювання утфелю здійснюється за допомогою дискретних і аналогових клапанів. Виділено такі основні стадії процесу: набір, уварювання, стабілізація, введення затравки, кристалізація, виснаження, спуск, пропарка.

Перехід до наступної стадії відбувається після досягнення заданих параметрів, які визначаються за допомогою аналогових та дискретних датчиків. Найбільш складним етапом уварювання є заведення кристалів і їх початкове нарощування. Для якісного ведення процесу на цій стадії розроблено алгоритм стабілізації, суть якого полягає в тому, що утворення центрів кристалізації проводиться за стабільних умов, коли коефіцієнт пересичення знаходиться в метастабільній зоні.

У вакуум-апаратах І продукту уварюється сироп до в’язкості затравки і після цього вводиться розрахункова кількість маточного утфелю, яка розраховується залежно від заданого кінцевого розміру кристалів.

В ремонтний період 2008 р. компанія “Техінсервіс” впровадила схему автоматичного уварювання утфелів ІІ і ІІІ продукту, яка дозволяє налаштувати процес уварювання на певний розмір кристалів і бажану чистоту міжкристалевого відтоку, витримувати задану технологом тривалість кристалізації.

У вакуум-апаратах ІІ і ІІІ продукту (рис. 2) затравка здійснюється у вигляді суспензії, приготовленої у шаровому млині МШ-5, як описано вище, кількість її визначається об’ємом апарата і бажаним кінцевим розміром кристалів. Для стабі-

лізації необхідних параметрів використовується аналогове регулювання тиску пари в граючій камері і вакууму в апараті. Після формування кристалів, управління процесом кристалізації ведеться по в'язкості, задане значення якої підтримується залежно від стадії, подаванням продуктів у вакуум-апарат аналоговим клапаном. Вибір продукту, який подається в апарат, проводиться автоматично дискретними заслінками.

Після впровадження схеми уварювання утфелю І кристалізації з використанням маточного утфелю тривалість уварювання 90-тонного вакуум-апарата на ВАТ “Чортківський цукровий завод” скоротилась в середньому на 1,5 год, збільшився вихід кристалічного з утфелю до 50...52 %, покращився гранулометричний склад, зменшились коефіцієнт нерівномірності, вміст золи і кольоровість білого цукру.

Враховуючи періодичний режим роботи вакуум-апаратів, одним із головних завдань управління кристалізаційним відділенням є ритмічне завантаження обладнання. Для цього виділено один центральний контролер, який виконує координаційні функції. В ньому аналізуються рівні в збірниках сиропів і відтоків перед вакуум-апаратами, мішалках маточного утфелю, а також в утфелемішалках І, ІІ та ІІІ продуктів.

Програмно-технічний комплекс системи управління складається з управляючих контролерів Momentum (Schneider Electric (SE)), операторських графічних панелей Magelis (SE) і робочих станцій на базі Monitor Pro (SE). Управляючі контролери зв'язані промисловою мережею Modbus Plus. Система управління на ВАТ “Чортківський цукровий завод” включає 2 операторські панелі (ОП) для 4-х вакуум-апаратів І продукту і по одній панелі на 2 вакуум-апарати ІІ продукту і 3 вакуум-апарати ІІІ продукту, а також одна ОП – біля центрифуг для контролю рівня в збірниках відтоків після сергераторів і перед вакуум-апаратами.

Основні показники роботи ВАТ “Чортківський цукровий завод” за період з 2002 по 2008 рр. представлено в табл. 1. Високу ефективність модернізації продуктового відділення підтверджує суттєве збільшення обсягів переробленої сировини і виробленого білого цукру після реконструкції, збільшення виходу цукру і зменшення втрат цукру в мелясі за стабільно низьких витрат газу – 3,28...3,19 % до маси буряків, які наближаються до рівня європейських заводів.

Табл. 1

Показники роботи ВАТ “Чортківський цукровий завод”

Найменування показників	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Перероблено буряків, тонн	325800	229008	354648	432641	539036	580259	497059
Вироблено цукру, тонн	28737	23345	39826	59580	66229	68381	61563
Вихід цукру, %	8,82	10,2	11,2	13,8	12,3	11,8	12,35
Вміст цукру в мелясі, %	2,36	2,36	2,33	2,11	2,20	1,99	1,89
Витрати газу,	4,37	3,28	3,27	3,20	3,16	2,96	3,19

% до маси бру- ряків							
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--

В ремонтний період 2008 р. на ВАТ “Чортківський цукровий завод” було встановлено вертикальний кристалізатор ТКВ-470 “Техінсервіс” (корисний об’єм 470 м³, поверхня теплообміну 900 м²) [7]. Особливістю даного кристалізатора є охолоджуюча система – секції теплообмінника, які піднімаються та опускаються (хід переміщення 900 мм), що забезпечує рівномірне перемішування і охолодження утфелю у всьому об’ємі кристалізатора, гарантує відсутність застійних зон, утворення зон переохолодження і надмірне зростання коефіцієнта пересичення, утворення нових центрів кристалізації.

Секції охолоджуючих елементів теплообмінника складаються із чотирьох симетрично розташованих трубних решіток, при цьому труби кожної наступної по ходу руху утфелю секції розташовані перпендикулярно по відношенню до труб попередньої секції. Охолоджуюча вода подається через пучки охолоджувальних трубок в саму нижню першу секцію теплообмінника, а далі протитоком до потоку утфелю проходить через пучки трубок другої...одинадцятої секції теплообмінника.

Переміщення секцій теплообмінника здійснюється пристроєм з чотирма приводами (кожен складається із мотор-редуктора, потужністю 11 кВт, і шарикогвинтової передачі), які встановлено на верхній обичайці корпусу кристалізатора.

Технологічна схема кристалізації утфелю III продукту на ВАТ “Чортківський цукровий завод” представлена на рис. 3. Утфель із вакуум-апаратів III продукту спускають в приймальну утфелемішалку 2, а далі утфель надходить в горизонтальні мішалки-кристалізатори № 3, № 2 і № 1 і утфеленасосами 4 подається на обертовий розподільник утфелю і рівномірно розподіляється по поперечному перерізу кристалізатора.

Регулювання процесом кристалізації здійснюється мікропроцесорною системою за допомогою панелі оператора MAGELIS XBT-024610 кольорового рідиннокристалічного монітора, за допомогою якого можна контролювати і управляти всіма основними показниками роботи: подаванням утфелю в кристалізатор, швидкістю охолодження утфелю залежно від його температури (за високої температури утфелю підтримувати більш високу швидкість охолодження, ніж при більш низьких температурах, наприклад, 1,5 °С/год при 70 °С і 10 °С/год при 50 °С), регулювати рівень утфелю в кристалізаторі і відкачку утфелю із кристалізатора в змішувач меляси, температуру і витрати меляси на змішувач, температуру і витрати охолоджуючої води на кристалізатор, рівні у всіх збірниках, рівень утфелю в утфелерозподілювачі перед центрифугами, підтримувати температуру меляси за допомогою ПІ-регулятора і співвідношення утфель/меляса в змішувачі.

Враховуючи наявність трьох горизонтальних утфелемішалок-кристалізаторів температура утфелю на вході в вертикальний кристалізатор підтримувалась в середньому 64,7 °С, на ході, на виході 48,3 °С (min 41,9 °С) (рис. 5).

Охолоджений утфель відкачується через центральний патрубок, розташований в нижній конічній частині кристалізатора, і насосами 5 подається у горизонтальні утфелемішалки-кристалізатори № 4...№ 11, а далі насосами – на змішувач меляси 12. частина меляси із збірника меляси 9 після центрифуг III продукту на-

сосами 10 подається на теплообмінник меляси 11. Спочатку регулюють тиск в трубопроводі повертання меляси на змішувач утфелю з мелясою, який повинен бути вищим на 2 бар ніж тиск в трубопроводі утфелю. Далі вводять в експлуатацію теплообмінник меляси 11, підігрівають мелясу до температури $\sim 80^{\circ}\text{C}$, задають кількість меляси, яку добавлятимуть до утфелю (5...10 %, але не більше 15 % до маси утфелю), задають силу струму на змішувач меляси з утфелем (75 % номінального струму), при якому добавляють максимальну кількість меляси. Система починає працювати в автоматичному режимі. При змішуванні підігрітої меляси з утфелем зменшується в'язкість охолодженого утфелю, покращується його транспортування. За температури $\sim 80^{\circ}\text{C}$ розчин меляси являється майже насиченим, тому кристали цукру в утфелі не розчиняються.

Після змішувача 12 утфель подається в горизонтальну утфелемішалку-кристалізатор № 12, а далі – в утфелерозподільник 14 і на центрифуги 15. Жовтий цукор III продукту шнеками 16 подають в клерувальну мішалку 17, а мелясу – в збірник меляси 9.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ярчук М.М. Деякі підсумки роботи бурякоцукрової галузі України в 2006 році та окремі проблемні питання // Цукор України. – № 2. – 2006. – С.2 –3.
2. Власенко А.В. Новые тенденции в подходе к модернизации кристаллизационного отделения // Матеріали науково-технічної конференції цукровиків України. – К.: 2008, С. 125 – 127.
3. Каталог продукции “Техинсервис. Гребенковский машиностроительный завод”. – К.: Техинсервис. 2008. –80 с.
4. Левицький Я.Г. Шляхи зменшення витрат палива у цукровому виробництві // Матеріали технічного семінару цукровиків України “Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва”. – К.: 2002, С. 167 – 169.
5. Комплексные решения по реконструкции сахарных заводов. Выпарные аппараты. Тепломассообменное оборудование. Вакуум-аппараты. Рекламные проспекты “Техинсервис”. Группа компаний. – К.: Техинсервис. 2007.
6. Система автоматического управления приготовлением утфеля с оптимизацией потоков продуктов и использованием маточного утфеля / Ковальчук Э.А., Кабальский Г.В., Ровинский А.Д., Дагаев А.Ю. // Цукор України. – № 5. – 2002. – С. 20 – 22.
7. Патент 31431 України, МПК⁶ C13 F1/00. Вертикальний кристалізатор / Щуцький І.В. Заявл. 77.11.2007; Опубл. 10.04.2008, Бюл. № 7.

www.techinservice.com.ua