

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ КРИСТАЛІЗАЦІЙНИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦУКРОВИХ ЗАВОДІВ КАНАДИ

/Тези доповіді Скорика К.Д. - ІПК Держхарчопрому України/

Цукор у Канаді виробляють з імпортного цукру-сирцю і цукрових буряків (10-12% від загального обсягу виробництва). В даний час є два бурякоцукрових заводи: Альберта з потужністю 4600 і Манітоба - 3400 т/добу та п'ять рафінадних заводів. Цукрові буряки вирощують, в основному, в двох провінціях - Альберта та Манітоба на площі близько 24 тис.га, урожайність 40-45 т/га. В Канаді також виробляють близько 250 тис.тонн кукурудзяного сиропу з високим вмістом фруктози, половина якого споживається на внутрішньому ринку. Більш детальні відомості наведені в журналі "Цукор України" за 1996 рік, N 2, с.24-26.

Схема кристалізаційного відділення

На цукрових заводах Альберта та Манітоба застосовують трикристалізаційну схему з афінацією жовтого цукру третьої кристалізації. Всі вакуум-апарати обладнані механічними циркуляторами. Центрифуги і продукту періодичної дії, інші центрифуги безперервної дії. Сумарка цукру барабанна, після неї цукор-пісок розсівається на двох ситах і направляється на безтарне зберігання у залізобетонних силосах. Кристалізаційні відділення повністю автоматизовано.

Фільтрування стандарт-сиропу

Метою роботи цієї станції є видалення зважених часток з концентрованого сиропу перед його направленням до вакуум-апаратів. На фільтрах видаляються нерозчинні мінеральні солі, мікроорганізми та певна кількість барвних речовин.

Стандарт-сироп фільтрують на 4 листових фільтрах Спаклер, які працюють під тиском з використанням фільтрувального порошку. Кожен фільтр має 28 перфорованих рамок з нержавіючої сталі, екіпірованих мішками з поліпропіленової тканини.

Застосовується міжкорпусна фільтрація стандарт-сиропу перед 5 корпусом випарки. Причина полягає в тому, що після 5 корпусу випарки вміст СР може перевищувати 74 % (72-75 %), що занадто високо для ефективної фільтрації. Крім того, температура сиропу з 4 корпусу ви-

парки децю перевищує 100°C , що ускладнює експлуатацію фільтрів. Тому сироп пропускають через теплообмінник і охолоджують до 92°C за допомогою фільтрованого стандарт-сиропу. Сироп потім охолоджують до 90°C водою з водопровідної мережі і направляють до збірника нефільтрованого стандарт-сиропу. Клеровку цукру з кристалізаційного відділення змішують з сиропом і подають насосом на фільтри Спаклер. Фільтрат із збірника фільтрованого стандарт-сиропу насосом подають через теплообмінник, в якому він підігрівається з 90 до 98°C , на 5 корпус випарної установки.

Конструкція вакуум-апаратів

Для уварювання утфелів всіх ступенів кристалізації на заводах застосовують вакуум-апарати з механічними циркуляторами ємністю 40т. Потужність електродвигуна привода для вакуум-апаратів I та II кристалізації складає 37,3 кВт, а для III кристалізації – 44,7 кВт. Лопасті кристалізаційних пристроїв розташовані на половині відстані від дна до нижньої частини поверхні нагріву вакуум-апарата. Як було встановлено, таке розташування циркулятора забезпечує оптимальну циркуляцію утфелю особливо в апаратах останнього продукту.

Робота вакуум-апаратів

Уварювання утфелю I кристалізації на цукровому заводі Альберта проводиться в 3 вакуум-апаратах. Безпосередньо після спуску готового утфелю вакуум-апарат ретельно пропарюється з метою видалення кристалів з внутрішньої поверхні апарата. Набір розрідження проводиться поступово, щоб не впливати на вакуум в інших вакуум-апаратах I кристалізації. Об'єм первинного набору стандарт-сиропом дорівнює 14 куб. метрів. Завдяки високому вмісту сухих речовин сиропа згущення до заведки кристалів займає всього 10-15 хвилин. Механічний циркулятор вмикають при СР 75 % (по промисловому рефрактометру). Заводку кристалічних центрів здійснюють при СР у діапазоні 76,5-77,5 % з допомогою біля 600 мл суспензії, яку одержують помелом цукру в ізопропіловому спирті на протязі 6 годин в стрижневому млині, встановленому на площадці вакуум-апаратів. Всі вакуум-апарати I кристалізації з'єднані з окремим барометричним конденсатором. З метою попередження різких коливань розрідження перед спуском апарата в нього спочатку подають пару з III корпусу випарки замість безпосереднього з'єднання з атмосферою. Середній час уварювання утфелю I кристалізації дорівнює 2,5-2,9 години, при температурі $75-78^{\circ}\text{C}$. При уварюванні утфелів використовують поверхнево-активну речовину (ПАР) МВМ 4098 фір-

ми Mazer (США).

На уварювання утфелю I кристалізації використовується стандарт-сироп і частково біла патока I продукту. Вакуум-апарати I-III продукту працюють на вторинній парі з корпусу випарки.

Утфіль II кристалізації уварюють з білої і зеленої патоки I продукту.

Утфіль III кристалізації уварюють з відтоку утфелю II. Кількість затравочної суспензії дорівнює 1200 мл, середня тривалість уварювання 6-8 годин. Досвід роботи показав, що підкачування невеличкої кількості води в процесі уварювання утфелю останнього продукту дозволяє отримувати міцні, з різко окресленими гранями кристали, які необхідні для нормальної роботи центрифуг. У фазі нарощування кристалів частина нецукрів з міжкристального розчину низької доброякісності утримується на поверхні кристалів. Апаратчики називають кристали, які утворюються в цих умовах, "схожими на крейду". Підкачка певної кількості води в утфіль на етапі нарощування кристалів очевидно дозволяє попередити утворення таких кристалів.

Пробілювання цукру

Вода для пробілювання цукру в центрифугах повинна бути високої якості, мати температуру 90-100 °C і подаватися під постійним тиском 5,6 кг/кв.см. Кожна з 4-х центрифуг на заводі Альберта оснащена 9 форсунками з діаметром отвору 4 мм, що забезпечує рівномірний розподіл води по всій поверхні цукру в барабані центрифуги. Форсунки регулюють таким чином, щоб більше води попадало на верхню і нижню частини барабана з метою забезпечення якісного пробілювання цукру. Якщо форсунки відрегульовано правильно, то в цих зонах видно уступи на поверхні шару цукру. Форсунки повинні завжди бути чистими. Їх чистоту та наявність уступів на поверхні цукру в барабані регулярно перевіряють.

Центрифуги безперервної дії

На заводі Альберта в експлуатації знаходяться 7 центрифуг безперервної дії: 2 утфелю II кристалізації, 3 утфелю III кристалізації, 1 комбінована і 1 для афінаційного утфелю. Утфіль II кристалізації в центрифугах пробілюється невеликою кількістю води (від 0,75 до 1,15 л/кг) з метою забезпечення необхідної чистоти кольоровості шовтого цукру.

З метою покращення вилучення цукру з утфелю III кристалізації центрифуги повинні працювати з повним навантаженням та при мінімальній витраті води або зовсім без пробілювання. Оскільки утфіль руха-

ється по поверхні конічного сита, то кристали зрізуються краями отворів і їх частки потрапляють в мелясу. Повне навантаження центрифуг зменшує частку кристалів, яка контактує з ситом.

Оптимальний профіль чистоти продуктів

Очищений сік	сама висока з можливих
Стандарт-сироп	92,0 - 94,0
Зелений відтік I кристалізації	80,0 - 82,0
Відтік II кристалізації	68,0 - 70,0
Утфель III кристалізації	72,0 - 74,0
Меляса	мінімально можлива

(одиниць ICUMSA)

тів

(одиниць ICUMSA)

Очищений сік	900 - 1500
Сироп	1500 - 2200
Жовтий цукор II кристалізації	600 - 1000
Жовтий цукор III кристалізації	не важливо
Клеровка	1700 - 2000
Білий відтік I кристалізації	2200
Стандарт-сироп	1500 - 2500
Білий цукор	15 - 25

Цукор після центрифуг містить 1 - 0,5% вологи, основна кількість якої видаляється в барабанній сушарці. Кінцева вологість цукру складає біля 0,02%. Значна та постійна увага приділяється фільтруванню повітря, яке нагнітається вентиляторами в сушку. Повітря з приміщення складу проходить через фільтр з тканини, а потім додатково очищується на електростатичному фільтрі. В останньому частки пилу заряджуються негативно, а металева сітка несе позитивний заряд. Електростатичний фільтр ретельно очищають перед початком виробничого сезону і раз на тиждень під час виробництва.

Розсівання цукру-піску

Безпосередньо після виходу цукру з сушарки встановлена розсівальна машина з двома ситами - грубим з розміром отворів 1,78 мм і дрібним з отворами 0,39 мм. Грудки цукру і великі конгломерати з верхнього сита, а також дрібні кристали і цукровий пил з-під ниж-

нього сита направляють на клеровочну мішалку. Цукор після розсіювання надходить на безтарне зберігання до силосів. Стан сит постійно контролюють (один раз на зміну) і підтримують їх чистоту.

Мікробіологія та промислова санітарія у кристалізаційному відділенні

Як тільки утфель покидає вакуум-апарат, то відразу контактує з повітрям у приміщенні заводу. Найбільш критичними зонами у цьому відношенні є утфелемішалки, центрифуги і обладнання для транспортування вологого цукру. Чистота цих зон має особливо великий вплив на ступінь забруднення цукру мікроорганізмами. Лише на утфелемішалках постійно тримають у зачиненому положенні. Центрифуги не повинні довгий час працювати з відчиненими кришками кожухів. Зовнішня поверхня центрифуг підтримується завжди чистою. Після проведення будь-яких ремонтних робіт механічної або електричної частини машин робочу зону ретельно прибирають і перевіряють перед пуском центрифуги. Як мінімум після одного центрифугування цукор направляють на клерування. Розливи напівпродуктів прибирають швидко, щоб не створювати поживного середовища для мікроорганізмів після охолодження продуктів. Такий підхід зменшує можливості для розвитку мікроорганізмів і утворення спор, які розносяться потім по приміщенню. Раз на тиждень (по неділях) обладнання для транспортування вологого цукру обробляють бактеріцидами. Цей розчин для санітарної обробки готують в лабораторії заводу і використовують в кристалізаційному відділенні і частіше, якщо виникає потреба. Постійно підтримують належну чистоту і в інших відділеннях заводу, особливо в буякопелеробному, з метою зменшення ймовірності мікробіологічного забруднення кристалізаційного відділення з повітряними потоками.

Вимоги канадського стандарту стосовно вмісту мікроорганізмів у цукрі слідуючі:

мезофільні бактерії, не більше	200/10 г цукру (факт 25-78);
дріжджі, не більше	10/10 г цукру (факт 1-1,7);
Плісень, не більше	10/10 г цукру (факт 0-0,4);

Контроль роботи відділення та якості готової продукції

Вихід кристалічного цукру.

Дуже важливим показником для контролю ефективності уварювання утфелю є вихід кристалічного цукру з вакуум-апарату. Основними параметрами, які впливають на цей показник є вміст сухих речовин і температура готового утфелю. На комп'ютері в лабораторії заводу постійно розраховують теоретичний вихід кристалічного цукру з кожного апа-

рата і наводять результати в звіті лабораторії.
Гранулометричний аналіз.

Метою уварювання утфелю і кристалізації є також одержання однорідних якісних кристалів цукру в заданому діапазоні розмірів. В заводській лабораторії постійно проводять розсівання проб цукру після сушарки. Результати об'єднуються і наводяться у журналі у вигляді значень середнього розміру кристалів (МА, мкм) і коефіцієнту нерівномірності кристалів (CV або коефіцієнт варіації, %). Чим менше значення CV, тим більша рівномірність кристалів і їх розміри ближчі до середньої величини. Наприклад, CV = 25 і менше вважається відмінним; 28-29 - добрим; вище 34% - незадовільним. Занадто великі коливання розмірів кристалів приводять в результаті до ускладнень під час сушіння і упаковки готової продукції, крім того, є ознакою високого вмісту конгломератів кристалів, які руйнуються при транспортуванні утворенням пилу. Фактичні показники за останні сезони в середньому були наступними: МА = 410 мкм, CV = 25-28%.

Кольоровість

Цукрові заводи Канади випускають весь цукор з кольоровістю, що відповідає стандарту безалкогольної промисловості - не більше 35од. ICUMSA. Звичайно випускається цукор з кольоровістю 15-30 од. ICUMSA.

Зола

Заводи Канади забезпечують випуск основної маси цукру з зольністю 0,010 - 0,013%. Вміст золи розглядається як міра чистоти цукру. Основними джерелами золи цукру є солі кальцію та неоптимальне пробілювання в центрифугах (погана якість води або неповне пробілювання).

Нерозчинний склад, сторонні домішки

До осаду в цукрових розчинах відносять нерозчинні речовини з розміром часток 20 мкм і більше, які накопичуються на поверхні фільтрувального паперу. Основну масу сторонніх домішок складають накип з вакуум-апаратів, фільтрувальний порошок, частки карамелізованого цукру, волокна фільтрувальної тканини і маленькі частки металу (іржа). В лабораторії постійно визначають кількість сторонніх домішок шляхом розчинення певної кількості цукру і фільтрування розчину через круглий паперовий фільтр, одна половина якого пофарбована у чорний колір. Загальну масу домішок виражають у мг/кг цукру. Вміст сторонніх домішок у цукрі не повинен перевищувати 1 мг/кг, проте практично забезпечується 0.2 - 0,3 мг/кг.