

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОМІЖНОГО ПІДГРІВУ УТФЕЛЮ ОСТАННЬОГО ПРОДУКТУ В ПЕРЕМІШУВАЧАХ-КРИСТАЛІЗАТОРАХ

Картава М.М., Єщенко О.А., Мирончук В.Г.

***Анотація.** Розглянуто комбіновану схему кристалізації сахарози цукрового утфелю останнього продукту, оснащену вертикальними та горизонтальними кристалізаторами. Проаналізовано вплив розкачок водою на процес кристалізації утфелю останнього продукту охолодженням. Запропоновано заміну розкачок утфелю водою на проміжний підігрів та доведено його позитивний вплив на процес кристалізації утфелю охолодженням.*

***Ключові слова:** кристалізація охолодженням, утфель, міжкристальний розчин, розкачка водою, проміжний підігрів.*

Вступ. В бурякоцукровому виробництві існує ряд методів спрямованих на інтенсифікацію безперервної кристалізації цукрових утфелів останнього продукту в перемішувачах-кристалізаторах. Вони зводяться, в основному, до удосконалення технології та апаратурного оформлення процесу кристалізації за умов охолодження кристалізуючого продукту [1].

Технологія процесу кристалізації цукрового утфелю останнього продукту в перемішувачах-кристалізаторах удосконалювалась різними варіантами теплової обробки, розбавленням утфелів розкачками водою чи мелясою та проміжним центрифугуванням. Ці заходи застосовуються з метою запобігання вторинного кристалоутворення, зменшення в'язкості та підтримання необхідного пересичення міжкристального розчину.

Цукровики України накопичили вагомий досвід раціонального ведення процесу кристалізації в мішалках-кристалізаторах. В залежності від умов підприємства використовуються різні схеми оснащення станцій кристалізації охолодженням: вертикальними кристалізаторами, горизонтальними кристалізаторами, комбінацією вертикальних і горизонтальних кристалізаторів [2].

Прийнятий типовий технологічний режим охолодження утфелю в станціях кристалізації зі швидкістю 1,0–1,1 °C/годину протягом 32 годин в горизонтальних мішалках-кристалізаторах та 1,2–1,4 °C/годину у вертикальних кристалізаторах [1], як правило вимагає додаткової розкачки утфелю водою. Нерівномірність температурних полів утфелю в кристалізаторах та порушення режиму охолодження створює сприятливі умови для вторинного кристалоутворення, що зменшує кінцевий ефект кристалізації, збільшує вміст сахарози в мелясі та викликає додаткові енергетичні витрати в продуктовому відділенні цукрового заводу.

Досвід роботи цукрових підприємств показує, що станції кристалізації, які оснащені комбінацією вертикальних і горизонтальних кристалізаторів мають

суттєві особливості і потребують додаткових вимог щодо технологічного регламенту ведення процесу кристалізації в них.

Методи досліджень. Наші промислові дослідження станції кристалізації утфелю останнього продукту, оснащеної комбінацією вертикального та горизонтальних кристалізаторів (рис. 1) виявили ряд вагомих факторів, які забезпечують суттєву інтенсифікацію процесу і покращення технологічних характеристик кінцевого продукту. Особливість роботи такої схеми полягає в тому, що час перебування утфелю у вертикальному кристалізаторі складає 18 годин, після чого утфель надходить в батарею горизонтальних кристалізаторів (де розкачується водою в першому кристалізаторі) і продовжується кристалізація протягом 26 годин. При цьому темп охолодження складає в межах $0,65\text{--}0,67\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{годину}$ протягом 38 годин, і нагрів утфелю в кінці процесу здійснюється зі швидкістю близько $0,83\text{--}0,84\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{годину}$ протягом 6 годин. Результати досліджень методом пасивного експерименту наведені в таблиці 1 та на рис. 2. Аналіз якісних характеристик утфелю і між кристального розчину здійснювали за відомими методиками [3].

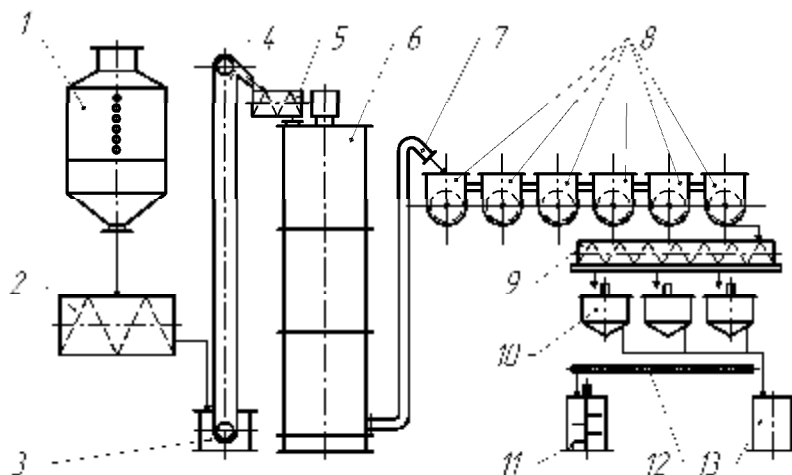


Рис. 1. Комбінована апаратурна схема кристалізації охолодженням утфелю останнього продукту при двопродуктовій схемі без афінації: 1 – вакуум-апарат останнього продукту; 2 – приймальна утфелемішалка; 3 – збірник утфелю; 4 – норія; 5 – збірник-змішувач; 6 – вертикальний кристалізатор; 7 – трубопровід утфелю; 8 – горизонтальні кристалізатори; 9 – утфелерозподілювач перед центрифугами; 10 – центрифуги; 11 – клерувальна мішалка; 12 – шинек; 13 – збірник меляси.

З метою знаходження раціонального режиму ведення процесу для вище згаданої схеми, нами проведено ряд лабораторних досліджень на розробленій нами лабораторній установці (рис. 3), якими передбачено порівняння результатів за прийнятим на підприємстві режимом з розкачуванням утфелю водою, режимом з розкачуванням утфелю мелясою і запропонованим нами режимом з проміжним підігрівом утфелю замість розкачуванням утфелю водою чи мелясою. Методикою проведення досліджень передбачено темп охолодження утфелю від $73\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ в межах $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{годину}$ при швидкості обертання перемішувача $0,117\text{ с}^{-1}$ до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, після чого здійснювали нагрівання

утфелю до 46–48 °С і продовжували охолоджувати до 40 °С зі швидкістю 0,86 °С/годину. Корисна різниця температури в процесі охолодження складала 10–12 °С, що відповідає встановленому нами [4] та прийнятому показнику за типовим режимом [1]. Результати лабораторних досліджень наведені в таблиці 1.

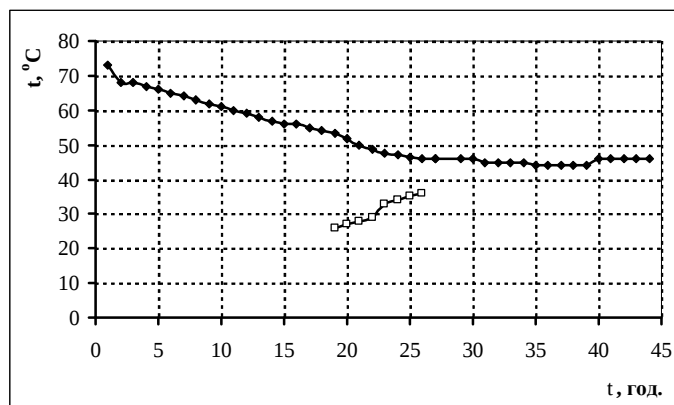


Рис. 2. Зміна температури утфелю в процесі кристалізації в перемішувачах-кристалізаторах з використанням розкачування утфелю водою:
 —◆— — температура утфелю; —□— — температура води розкочки



Рис.3. Експериментальна установка для дослідження процесу кристалізації сахарози охолодженням

Результати та обговорення. Порівняльні характеристики цукрового утфелю та міжкристального розчину, отримані в результаті промислових та лабораторних експериментальних досліджень наведені в таблиці 1.

Робота станції кристалізації утфелю останнього продукту за режимом, що використовується на підприємстві забезпечив ефект кристалізації охолодженням в межах 4,5–4,7 одиниць, що явно не достатньо в порівнянні з оптимальними умовами ведення процесу, коли ефект кристалізації становить близько 7,0–8,0 одиниць. Низький ефект кристалізації за режимом прийнятим на підприємстві, в першу чергу, обумовлений використанням розкачування утфелю водою. Що, по-перше, викликає поряд зі зменшенням в'язкості утфелю також й розчинення кристалів цукру і не лише дрібних. По-друге, температура води, що надходить на розкачку, складає 25–27 °С, а це створює локальні зони

Таблиця 1

Порівняльні характеристики цукрового утфелю та міжкристального розчину

Показник	Одиниця вимірювання	Початок кристалізації	Перед розкачкою, чи проміжним нагрівом	Кінець кристалізації
1	2	3	4	5
<i>Дані промисловості при розкачуванні водою</i>				
Утфель:				
СР	%	90,2	—	89,6
Ц	%	72,2	—	77,2
Чистота	%	85,6	—	86,2
Міжкристальний розчин:				
СР	%	80,4	—	80,00
Ц	%	58,8	—	54,20
Чистота	%	73,1	—	67,75
<i>Дані лабораторних експериментів</i>				
Утфель:				
СР	%	91,10	91,10	91,10
Ц	%	72,79	72,78	72,77
Чистота	%	79,90	79,89	79,88
Міжкристальний розчин:				
З розкачуванням водою				
СР	%	80,40	79,80	79,80
Ц	%	58,00	55,05	54,41
Чистота	%	72,14	68,98	68,18
З розкачуванням мелясою				
СР	%	80,40	80,40	80,40
Ц	%	58,00	53,96	53,80
Чистота	%	72,14	67,12	66,90
З проміжним підігрівом				
СР	%	80,40	79,60	79,20
Ц	%	58,00	51,82	50,60
Чистота	%	72,14	65,10	63,89
Розмір фракцій кристалів цукру:				
>1,0	мм	—	0,77	4,51
0,63–1,0	мм	—	48,61	72,35
0,5–0,63	мм	41,67	31,66	14,62
0,315–0,5	мм	41,67	16,54	6,97
0,2–0,315	мм	16,66	2,78	0,78
0–0,2	мм	—	0,4	0,77

переохолодження утфелю, в яких пересичення міжкристального розчину значно зростає і відбувається, в протигагу розчиненню кристалів, вторинне кристалоутворення. Для розчинення таких кристалів витрачається додаткова кількість води на розкачку. Ведення процесу за таким режимом не забезпечує бажаний ефект кристалізації в перемішувачах-кристалізаторах.

На нашу думку, заміна розкачок водою на проміжний підігрів утфелю на 6–8 °С в першому горизонтальному кристалізаторі усуває вище зазначені недоліки, що і підтверджується результатами лабораторних досліджень. Ці результати свідчать, що в разі застосування проміжного нагріву утфелю замість розкачки утфелю водою чи мелясою ефект кристалізації збільшується до 8,25 % в порівнянні з розкачуванням водою, де він складає 3,6 %, та розкачуванням мелясою – 4,2 %.

Крім того, спостерігається суттєве покращення гранулометричного складу кристалів при застосуванні проміжного нагрівання утфелю в бік значного зростання долі кристалів фракції 0,63–1,0 мм і >1,0 мм. При цьому важливу роль в покращенні гранулометричного складу цукру відіграє рекристалізація [5], тобто розчинення дрібних кристалів цукру та перенесення відповідної кількості сахарози з розчину на поверхню існуючих кристалів.

Важливим наслідком використання проміжного нагріву утфелю є те, що виключення розкачування утфелю водою чи цукровим розчином низької чистоти забезпечує ведення процесу в ізогідричних умовах, зменшує вихід меляси в наслідок того, що мелясоутворюючий коефіцієнт води становить 2,3–2,7 і забезпечує рівномірність пересичення міжкристального розчину.

Висновки.

Використання проміжного нагрівання утфелю останнього продукту на 6–8 °С взамін розкачок його водою чи цукровими розчинами в перемішувачах кристалізаторах:

1. унеможлиблює вторинне кристалоутворення;
2. створює сприятливі умови для інтенсивної рекристалізації;
3. підвищує ефект кристалізації до 8,25 %.

Література.

1. Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків. ПУП 15.83–37–106:2007.– К.: Цукор України. 2007,– 420 с.
2. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В 2-х ч. Ч. 2 / В.О.Штангеев, В.Т.Кобер, Л.Г.Белостоцкий и др.; Под ред. В.О.Штангеева. – К.: «Цукор України», 2004. – 320 стр., 76 табл., 147 илл.
3. Методи контролю харчових виробництв: лабораторний практикум / Н.І.Штангеева, Л.І.Чернявська, Л.П.Рева та ін. – К.: УДУХТ, 200. –240 с.
4. Мирончук В.Г. Кристалізація цукру у вертикальних кристалізаторах з подовженим терміном охолодження // Наукові праці НУХТ, №4, 1998.– с.66-67.
5. Бажал І.Г., Куриленко О.Д. Перекондинсація в дисперсних системах. – К.: Наукова думка. 1975.– 216 с.

THE EFFICIENCY OF INTERMEDIATE HEATING MASSECUITE LAST PRODUCT IN THE MIXERS-CRYSTALLIZERS

Maryna Kartava, Oxana Yeshchenko, Valeriy Myronchuk
National University of food technologies, Kyiv, Ukraine

We consider the combined scheme of crystallization of sucrose sugar of massecuite last product, equipped with vertical and horizontal crystallizers. We have reviewed the effect of dilution with water on the cooling crystallization of the latest product massecuite. Proposed to replace dilution with water to the intermediate massecuite heating and proved its positive influence on the cooling crystallization of the massecuite.

Keywords: cooling crystallization, massecuite, intercrystalline solution, dilution with water, the intermediate heating.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ПОДОГРЕВА УТФЕЛЯ ПОСЛЕДНЕГО ПРОДУКТА В МЕШАЛКАХ-КРИСТАЛЛИЗАТОРАХ

Картава М.М., Ещенко О.А., Мирончук В.Г.
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

Рассмотрена комбинированная схема кристаллизации сахарозы сахарного утфеля последнего продукта, оборудованная вертикальным и горизонтальными кристаллизаторами. Проанализировано влияние раскачек водой на процесс кристаллизации утфеля последнего продукта охлаждением. Предлагается замена раскачек утфеля водой на промежуточный подогрев и доказано его положительное влияние на процесс кристаллизации утфеля охлаждением.

Ключевые слова: кристаллизация охлаждением, утфель, межкристаллический раствор, раскачка водой, промежуточный подогрев.