

## **Застосування ультразвуку в цукровому виробництві для запобігання відкладень на поверхні нагріву**

**Володимир Логвін, Аліна Мартинюк**

*Національний університет харчових технологій*

Щороку у всьому світі фіксується збільшення чисельності населення, збільшення потужностей важкої та легкої промисловості, що веде до різкого зростання водоспоживання та водовідведення. Наслідком цього є погіршення екологічного стану. Тому проблеми водопідготовки і водоочищення набувають все більшої актуальності.

В промисловості однією із основних проблем є наявність іонів жорсткості, які сприяють утворенню відкладень на поверхні теплообміну обладнання, технологічних апаратів і трубопроводів. Ці відкладання погіршують теплообмін, зменшуючи коефіцієнти теплопередачі, що призводить до підвищення енергозатрат на виробництві, зменшення прохідного перетину обладнання і трубопроводів, збільшення його гідравлічного опору. Тому видалення солей жорсткості – одна із важливіших стадій водопідготовки [1].

Під час технологічного процесу очищення дифузійного соку карбонатом кальцію, який утворився під час карбонізації, на виробництві виникає проблема – завищений вміст солей кальцію у соку II карбонізації. Наступним етапом цукрового виробництва є випаровування води, тобто концентрування сахарози в розчині, отримання сиропу. Підвищений вміст солей кальцію призведе до відкладень на поверхні нагріву випарних апаратів, що негативно впливатиме на економічний стан цукрового виробництва та може призвести до зупинки роботи випарних установок.

Відомо, що метою II карбонізації є отримання соку після II карбонізації з мінімальним вмістом солей  $\text{Ca}^{2+}$ , але це завдання не завжди виконується.

Для пом'якшення або з метою декальцинації води широко застосовується вплив ультразвуку [2, 3]. Із висновків раніше проведених досліджень [4] встановлено, що використання затравки у вигляді  $\text{CaSiO}_3$  (силікат кальцію) збільшує швидкість кристалізації карбонату кальцію. Попереднє проведення обробки силікату кальцію ультразвуком (УЗ) сприяє підвищенню дисперсності частинок силікату кальцію та відбувається активація частинок затравки.

Для отримання максимальної кількості карбонату кальцію у вигляді твердої фази під час II карбонізації, потрібно додавати перед проведенням II карбонізації невелику кількість затравки  $\text{CaSiO}_3$ , попередньо оброблену ультразвуком.

Переваги використання затравки у вигляді  $\text{CaSiO}_3$  обробленої УЗ:

- зменшення індукційного часу процесу;
- збільшення швидкості стадії нуклеації;
- збільшення виходу продукту (випадає більше осаду);
- зменшення ширини метастабільної зони;
- утворення великої кількості дрібних кристалів, розміри яких приблизно однакові.

Існує два ефекти впливу ультразвуку на основні характеристики процесу кристалізації: фізичний ефект, який сприяє механічному перемішуванню та хімічний ефект, який пов'язаний з кавітацією і її дією на утворення радикалів.

### **Література**

1. The Nalco Water Handbook. / ed. Frank N. Kremmer. – 2nd Edition. – New York: McGraw-Hill Book. 1988. – 1120 p.
2. Ishitsubo T., Matsubara E., Kai S., Hirao M. Ultrasound-induced crystallization about the glass transition temperature for Pd40Ni40P40 metallic glass // Acta Material. – 2004. – № 52 – P. 423.
3. Wang J., Bao Y., Guo Z., Zhang M. Rapid sonocrystallization in the salting-out process // J. Cryst. Growth. – 2003. – № 247 – P. 192.
4. Чипрякова А. Н. Гибридный реагентно-ультразвуковой метод очистки воды: Дис. канд. тех. наук: 05.17.08 / Чипрякова Анастасия Павловна. – М., 2015. – 156 с.