

**Е.В. Білецький**, д-р техн. наук, проф. (ХТЕІ КНЕУ, Харків)

**О.В. Петренко**, канд. техн. наук, доц. (ХДУХТ, Харків)

## **КРІОКОНЦЕНТРУВАННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ ГРАНУЛЬОВАНИМ ДІОКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ**

Велика частина рідин рослинного та тваринного походження є або розчинами, або суспензіями, в яких частка твердих речовин становить від 5% до 40%. Збільшити термін зберігання, зменшити обсяг продукту дозволяє видалення частки води з рідини (процес згущення). Ефективним способом згущення рідин є кріоконцентрування з використанням природних холодоагентів.

Процес кріоконцентрування базується на утворенні кристалів льоду. В процесі льодоутворення виділяється тверда фаза з підвищенням концентрації у поверхні твердого кристала. При цьому швидкість виділення твердої фази при відсутності перемішування більше швидкості дифузійного видалення розчиненої речовини від межі розділу зростаючого кристала льоду. Надлишок розчиненої речовини видаляється конвекцією і дифузією. При більшій швидкості росту кристалів, що перевищує швидкість дифузії розчиненої речовини, збільшується концентрація розчину на межі поділу фаз. Цим пояснюється високий відсоток вмісту сухих речовин в кристалах льоду.

Важливе значення має форма фронту кристалізації. Порушення лінійної форми призводить до утворення окремих кристалічних виступів, що негативно впливає на «чистоту» кристала який утворюється. Вирівнювання кордону розділу фаз (зростання кристалів льоду у вигляді пластин з лінійною формою фронту) відбувається при рівності швидкостей виділення твердої фази і дифузійного видалення розчиненої речовини від кордону розділу:

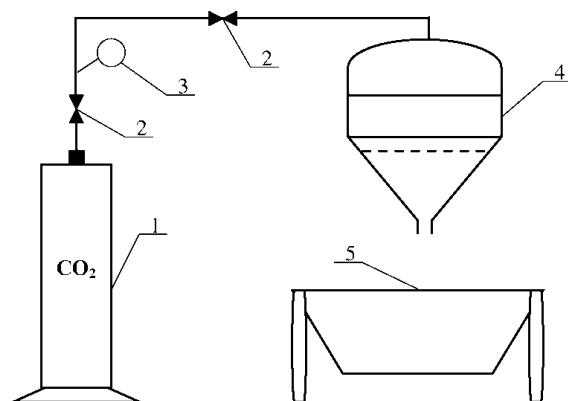
$$V_k j_k = V_d C_d,$$

де  $V_k$  – лінійна швидкість просування меж фазового переходу;  $j_k$  – густина льоду, який наможується;  $V_d$  – швидкість дифузії розчинених речовин;  $C_d$  – концентрація розчину в прикордонному шарі.

На формування кристалів істотно впливають умови і інтенсивність відводу тепла, а також швидкість дифузії розчинених речовин.

Сучасним і перспективним для галузі харчової та переробної промисловості є спосіб контактного виморожування і, як одна з його прогресивних форм – кріоконцентрування гранульованим діоксидом вуглецю.

Головною ланкою в технологічному ланцюгу процесу кріоконцентрування гранульованим  $\text{CO}_2$  є гранулятор. Пристрій являє собою дросельну голку, що переміщується в корпусі за допомогою регулювальної гайки, з сальником. Для поділу газоподібного і твердого діоксиду вуглецю передбачений збірник діоксиду вуглецю, який представляє ємність з отворами в днищі, що закритими фільтром. Ємність знаходиться в герметично закритому кожусі з швидкознімною кришкою. Під час роботи пристрою, газоподібний діоксид вуглецю видаляється через отвори в днищі, а тверда фаза затримується на фільтрі, подпресо- вивалісь і потім після зняття кришки видаляється у вигляді пластини сухого льоду. Гранулятор дозволяє перетворити рідкий діоксид вуглецю в твердий. Це відбувається за рахунок переходу діоксиду вуглецю в атмосферний тиск і за рахунок конструкції самого гранулятора. Адже відомо, що при атмосферному тиску діоксид вуглецю перетворюється частково в газоподібну та частково в снігоподібну масу, після чого випаровується, при цьому не залишаючи крапель рідини. Принципова схема роботи гранулятора представлена на рис.



**Рис. Принципова схема роботи гранулятора: 1 – балон з  $\text{CO}_2$ , 2 – вентиль, 3 – манометр, 4 – гранулятор  $\text{CO}_2$ , 5 – кріоконцентратор**

Наведена на рис. принципова схема роботи гранулятора умовна. Залежно від мети використання гранулятора в схемі нижче нього може бути розташована камера заморожування продуктів, ємність для кріоконцентрування та інші види обладнання згідно технологічної лінії.