

**Напрями удосконалення устаткування для бактерицидної  
дезактивації харчових продуктів імпульсною  
електронно-променевою обробкою**

Дубовенко К.В., Дубовенко Н.С., Соляр А.Я.

Миколаївський державний аграрний університет

Ключові слова: пастеризація харчових продуктів, електронний прискорювач

Однією з актуальних проблем розвитку агропромислового комплексу України є проблема розробки і впровадження нових технологій зберігання харчових продуктів. Фізико-біологічні дослідження, виконані в останні роки з вивчення впливу потоків електронів на життєдіяльність мікроорганізмів, свідчать про перспективи застосування цього методу для зберігання м'ясних, рибних, зернових, плодових та овочевих продуктів. Їх важливим результатом є визначення робочого діапазону енергії електронів (2...4 MeV), необхідного для реалізації технології імпульсної холодної пастеризації. Експериментальними дослідженнями показано, що такий метод має цілу низку безсумнівних переваг у порівнянні з методами термічної, хімічної та радіонуклідної обробки. Його повномасштабна реалізація дозволила б створити безпечний і надійний спосіб підвищення якості харчових продуктів без застосування високотемпературної обробки, небезпечних для здоров'я хімічних сполук, радіонуклідного устаткування. Так, електронна пастеризація м'ясних продуктів розфокусованими електронними променями з енергією 3 MeV збільшує тривалість зберігання продуктів без зміни температурного режиму, дозволяє застосовувати дешеву полімерну упаковку замість дорогої металеві, зберегти смакові властивості продукту, в п'ять разів знизити використання нітрідів і, в кінцевому рахунку, зменшити загальні витрати на обробку.

Технічно така технологія реалізується установками прискорення

електронів. Хоча електронні прискорювачі широко застосовуються в техніці фундаментальних фізичних досліджень, технічний рівень устаткування, що характеризується, головним чином, коефіцієнтом корисної дії (ККД), масогабаритними параметрами, ресурсом, надійністю та витратами на обслуговування до останнього часу залишається досить високим. Тому широке впровадження такої техніки через недостатню рентабельність продукції, обробленою з використанням такого устаткування, лишається проблематичним.

У зв'язку з цим метою даної роботи є обґрунтування напрямів і основних завдань удосконалення лінійних індукційних прискорювачів (ЛІП) для впровадження технології електронної пастеризації у виробничі процеси переробки харчових продуктів.

Спрощену схему ЛІП наведено на рис. 1. Згідно принципу дії прискорювача за командою системи керування (СК) високовольтні зарядні пристрої (ВЗП) забезпечують накопичення електричної енергії в ємнісних накопичувачах - формувальних лініях (ФЛ) прискорювача.

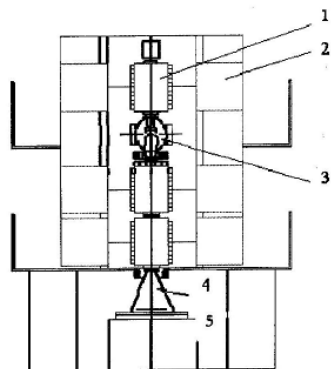


Рис. 1. Схема ЛІП для промислового застосування: 1 - індукторний модуль; 2 - імпульсні генератори; 3 - електронна гармата; 4 - розфокусований електронний потік; 5 - конвеєр

За командою синхронізації одночасно реалізується імпульс генерації електронного пучка електронною гарматою і розряд формувальних ліній на індуктори магнітної системи ЛІП, що розташовані уздовж осі руху електронного пучка. Під час розряду кожної формувальної лінії на

індуктор в ньому формується збурене електричне поле. Вектор його напруженості спрямований уздовж осі магнітної системи і напряму руху електронів і тому прискорює заряджені частки, В результаті цього підвищується енергія електронного потоку. На виході магнітної системи встановлено індуктори розфокусування пучка та алюмінієва фольга, що дозволяє утримати вакуум в робочій області і не є перешкодою для руху прискорених електронів. На основі такої схеми ККД прискорювача можна виразити співвідношенням:

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3,$$

де  $\eta_1$  - ККД високовольтних зарядних пристроїв;  $\eta_2$  - ККД перетворення електричної енергії в енергію магнітного поля індукторів;  $\eta_3$  - ККД перетворення енергії магнітного поля індукторів в енергію прискореного потоку електронів.

Виконаний аналіз сучасного стану розробки ЛПП дозволяє зробити висновок про актуальні напрями подальших досліджень удосконалення прискорювачів для електронної пастеризації, які полягають у:

- підвищенні ККД їх електротехнічних систем за рахунок розробки ВЗП з проміжним перетворенням частоти та резонансних методів заряджання з використанням імпульсних трансформаторів, що мають значення коефіцієнта корисної дії вищі, ніж 0,9;

- розробці ефективних алгоритмів і на їх основі гнучких систем синхронізації розрядів формувальних ліній в умовах змінної стабільності роботи комутаційної апаратури імпульсних генераторів наносекундного діапазону;

- оптимізації процесів імпульсного перемагнічування індукторів, виготовлених з використанням сучасних феромагнітних матеріалів типу Metglas;

- реалізації процесів розряду неоднорідних формувальних ліній на

індуктори з генерацією імпульсів прямокутної форми заданої тривалості.