

СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ РАДІОТЕХНІЧНОЇ НВЧ СИСТЕМИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ, РЕЧОВИН ТА ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Відзначено особливість побудови, визначено та деталізовано складові структурної моделі радіотехнічної системи надвисоких частот для технологічної обробки матеріалів та продуктів, що дозволить значно підвищити продуктивність системи за рахунок удосконалення роботи всіх складових традиційних технологічних систем.

В значному обсязі публікацій, присвячених проблемам створення технологічного мікрохвильового устаткування для обробки матеріалів, речовин та продуктів харчування відсутні роботи, що визначають головні структурні принципи побудови ефективних радіотехнічних НВЧ систем (РТС НВЧ) подібного призначення.

Визначимо спочатку основні складові позитивного ефекту, що створюється РТС НВЧ для технологічного застосування:

- висока продуктивність, яка значно перевищує продуктивність технологічних установок, що здійснюють традиційні технологічні процеси;
- збереження всіх застосовуваних енергоресурсів – газу, пару, палива, електроенергії;
- повне забезпечення екологічних вимог та норм по безпеці і охороні праці;
- забезпечення норм електромагнітної сумісності (ЕМС) з радіотехнічними пристроями та системами побутового, медичного, промислового і оборонного призначення [1].

Виділимо найбільш вагомі структурні блоки, необхідні для ефективної реалізації переваг для РТС НВЧ, що підлягає проектуванню (рис. 1).

Джерело НВЧ енергії необхідного рівня потужності створюється одним або декількома НВЧ генераторами випромінювання електромагнітного поля (ЕМП), при цьому їхнє застосування обмежене дозволеним діапазоном частот, ККД та вартістю.

Комплексоване, яке вміщує декілька різних генераторів, джерело НВЧ енергії має більшу живучість, тобто спроможність забезпечувати мінімально допустимий рівень потужності на протязі технологічного циклу при виході з ладу одного або декількох НВЧ генераторів, а також здатність забезпечити структурування рівномірного ЕМП в об'ємі взаємодії (ОВ) з ним матеріалу, що підлягає обробці.



Рис. 1

Конструкція пристрою, що являє ОБ об'єкта обробки з ЕМП, є другим за значенням вагомим структурним блоком РТС НВЧ. Це може бути об'ємний резонатор, уповільнююча система, хвилеводи стандартних або спеціальних виконань, металеві порожнини (камери) нерезонансного типу.

Система термоізоляції і рекуперації теплового розсіювання як самого джерела НВЧ енергії, так і об'єкта обробки. Досконалість цієї системи визначає, головним чином, енергоекономічність всієї РТС.

Перетворювач енергії НЧ/НВЧ є субблок джерела НВЧ енергії (рис. 2). До його складу входять пристрої, грамотне проектування яких створює передумови надійної та ефективної роботи всієї РТС НВЧ в цілому. Найбільш прийнятним генератором НВЧ для забезпечення більшого рівня потужності, високого ККД при порівняно низькій вартості є магнетронний генератор. В роботі [2] представлені характеристики магнетронів, що виробляються вітчизняною промисловістю, із яких видно, що їх ККД складає приблизно 50%, що визначає необхідність приділяти значну увагу конструюванню системі їх рідинного або повітряного охолодження.

Система рідинного охолодження – досить складний агрегат, вартість якого може перевищувати вартість самого магнетрона. Вона включає в себе циркуляційний насос, регулятори температури і витрат теплоносія, засоби аварійного захисту, очисні фільтри. В цілому система охолодження має ни-

зкий ресурс та надійність. Ось чому краще використовувати комплексироване джерело НВЧ енергії, де кожний з магнетронів забезпечений повітряним охолодженням, замість одного, наприклад, більше 5 кВт, потужного магнетрона з охолодженням рідиною.

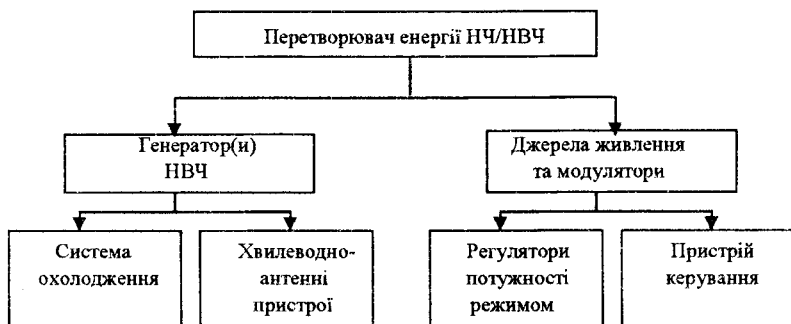


Рис. 2

Регулятори потужності магнетрона можуть створювати проблему як джерела радіоперешкод, якщо застосовують широтно-імпульсне регулювання. Найбільш прийнятний число-імпульсний регулятор НВЧ потужності магнетрона, який не породжує радіоперешкоди, оскільки виключає генерування в момент переходу анодної напруги магнетрона через нульовий рівень. На рис. 3 представлений склад контрольно-вимірювальної системи стану джерела НВЧ енергії, що забезпечує заданий режим експлуатації генератора НВЧ.

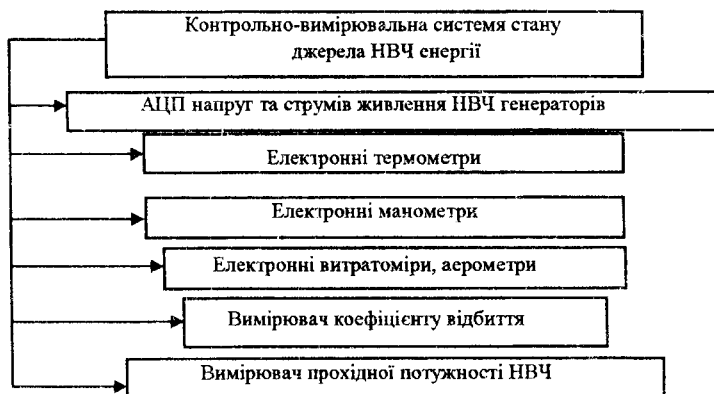


Рис. 3

Переборення психологічного бар'єру несприйнятливості обслуговуючим та експлуатаційним персоналом ЕМП НВЧ, вплив якого шкідливий для організму людини, є головним завданням впровадження мікрохвильової технології в широку практичну сферу. Щільність потоку просочування НВЧ потужності повинна бути не більше 10 мкВт/см^2 , що відповідає санітарним нормам для побутових мікрохвильових печей. На рис. 4 зображений склад засобів забезпечення біологічного захисту персоналу від впливу ЕМП НВЧ, поданий на основі досвіду розробки та експлуатації НВЧ установок, надбаного авторами.

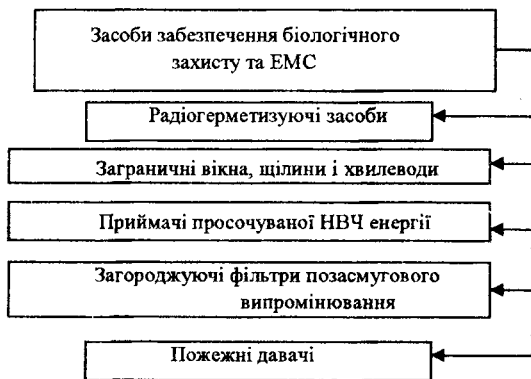


Рис. 4

Необхідною складовою частиною РТС НВЧ є засоби [3], що забезпечують ЕМС на всіх частотах – як основній, так і позасмугових, випромінюваних магнетроном [4].

Якість продукції після мікрохвильової технології, значно перевищує нормативи, встановлені для традиційних технологічних процесів, що не виключає необхідності створення *контрольно-вимірювальної системи стану об'єкта обробки* в ході технологічного процесу. Її склад, представлений на рис. 5, уточнюється для конкретного виду оброблюваного матеріалу або продукту.

В процесі розробки контрольно-вимірювальної системи стану об'єкта обробки виникають труднощі у виборі методу та засобів вимірювань параметрів оброблюваного об'єкта. Проблема в тому, що сильне ЕМП не допускає розміщення у ньому багатьох відомих первинних вимірювальних перетворювачів (сенсорів), а також провідників чи кабелів, приєднаних до них. Наприклад, для вимірювання температури об'єкта не придатні термомпари чи термістори, а для вимірювання вологості – дієлькометричні низькочастотні

вологоміри. Аналіз можливостей вимірювальних засобів для роботи в ЕМП – предмет окремого обговорення. Однак слід підкреслити, що найбільш прийнятними для даної мети є оптичні вимірювальні пристрої.

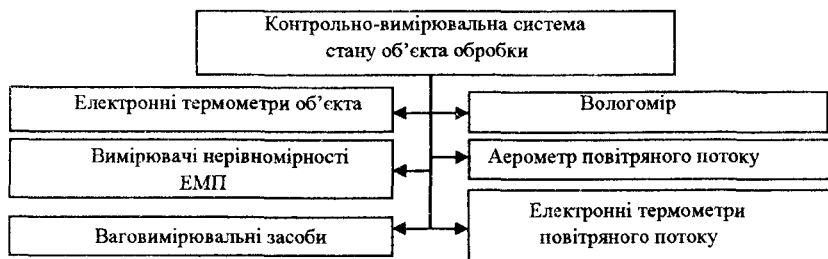


Рис. 5

Зрештою належить визначити, якою повинна бути *система керування* РТС НВЧ. Відповідь, яка одразу спадає на думку, – керування повинно здійснюватися через ПЕОМ, є на сьогоднішній день оптимістичним проектним варіантом, оскільки конструктивне виконання розповсюджених іноземних ПЕОМ не дозволяє застосовувати їх у жорстких умовах експлуатації, наприклад, в переробній промисловості або у деревообробній та інших галузях. Доречно також постановка задачі розробки відповідних пристроїв зв'язку і спряжиння виконавчих та вимірювальних пристроїв з ПЕОМ.

Таким чином, структурна модель РТС визначена та достатньо деталізована, щоб зорієнтувати направилення досліджень і поставити проектні задачі для подальшого удосконалення засобів мікрохвильової технології.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Бадалов А. Л., Михайлов А. С.* Нормы на параметры электромагнитной совместимости РЭС : Справочник. – М. : Радио и связь, 1990. – 272 с.
2. *Балюк В. С., Тузов Д. М., Водотюк В. И., Дзюба В. П.* Опыт разработки приборов СВЧ энергии народно-хозяйственного назначения // Микроволновые технологии в народном хозяйстве : Внедрение. Проблемы. Перспективы. – Одесса : ОКФА, 1996. – 108 с.
3. *Куц С. Н., Рена Ф. М.* Малогабаритные фильтры преселекторы для решения задач ЭМС // Труды международного симпозиума по ЭМС (Санкт-Петербург). – 1993. – Т. 1. – С. 343–348.
4. *Савин В. Б., Кузьмина В. Г.* Развитие и применение вакуумных приборов СВЧ в зарубежных странах // Зарубежная радиоэлектроника. – 1990. – № 6. – С. 72–73.

Надійшла до редколегії 15.04.98.