



УДК 636.085.002.61

АВТОМАТИЗАЦІЯ НВЧ-УСТАНОВКИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ КОМБІКОРМУ НА МАГНЕТРОНАХ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

Лобода О. І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-57-97

Анотація – в статті розглянуті питання автоматизації процесу знезараження комбікорму в технологічних комплексах з використанням магнетронів малої потужності (500-1000 Вт).

Ключові слова: автоматизація, знезаражування, комбікорм, магнетрон, мікроконтролер, потужність.

Постановка проблеми. Дослідженнями багатьох авторів [1-3] виявлена перспективність використання електромагнітного поля надвисокої частоти на сільськогосподарські матеріали (зерно, насіння, комбікорм) з метою їх нагріву, знезараження, підвищення схожості та ін. Для отримання цих впливів найбільш вигідні технічні пристрої на базі магнетронів.

Переваги малопотужних магнетронів від побутових мікрохвильових печей в їх конструктивній простоті, і як наслідок можливості застосовувати повітряне охолодження, їх прийнятності до потокового виробництва і питомої дешевизні, але основним недоліком їх мала потужність в межах 500...1000 Вт. Остання перешкода долається, як правило, підсумовуванням впливів декількох магнетронів.

Такий метод накладає певний відбиток на саму багатоманетронну конструкцію і на умови її експлуатації, які суттєво відрізняються від умов при використанні одного магнетрону в побутових мікрохвильових печах і вимагають додаткових заходів щодо забезпечення прийнятних режимів роботи і самих магнетронів і їх джерел живлення і систем керування.

Аналіз останніх досліджень. Такі умови, крім безперервності і великої тривалості роботи, включають в себе ще і випадкові впливи, викликані недостатньою якістю комбікорму [4,5], що знезаражується, якістю енергопостачання, станом навколишнього середовища, помилками персоналу та іншими. У результаті знижується термін служби магнетрону та його джерела живлення, а тому надійність технологіч-



ного процесу в цілому. Опосередковано це відбувається через підвищення понад допустимих меж температури магнетронів і високовольного трансформатору.

Формулювання цілей статті. Автоматизація процес знезаражування комбікорму електромагнітним полем надвисокої частоти при використанні багатоманетронних систем.

Основна частина. Найбільш доцільним способом вирішення питання автоматизації процесу є - побудова автоматизованої системи підтримки необхідних температур. Для подальшої оцінки причин та вибору впливів на них розглянемо детальніше теплові процеси в магнетроні і трансформаторі живлення.

Основною причиною виходу магнетронів з ладу є втрата емісійних властивостей його катоду. Оскільки термоелектронна емісія можлива при досить високих температурах, та подальше їх підвищення за певну межу призводить до руйнування емісійного шару. Катод повинен знаходитися в тепловому балансі. Для побутових НВЧ печей пристрої для затримки включення анодної напруги не застосовуються. Також відсутні дешеві засоби комутації для анодних ланцюгів. Тому, враховуючи тривалий характер роботи, цю затримку із завдань системи автоматики можна виключити.

Прискоренню нагріву катода буде сприяти затримка включення вентиляторів охолодження магнетронів, що є нескладним і економічно доцільним завданням.

Найбільш частою причиною перегріву катодів магнетронів є повернення НВЧ хвилі, а це можливо при обробці сухого продукту. Основний шлях вирішення цієї проблеми – постійна присутність оброблюваного матеріалу в зоні поглинання НВЧ, використання спеціальних пристроїв поглинання електромагнітної хвилі або досить швидке відключення магнетронів при виникненні подібних проблем. Тому автоматизована система повинна бути налаштована на контроль присутності комбікорму в зоні знезараження і відключення живлення магнетронів у разі його відсутності.

Іншою причиною перегріву катоду є недостатнє охолодження анода, в результаті чого його теплове випромінювання поглинається катодом додатково до власного нагрівання. Безпечні температури анодів магнетронів відомі з паспортних даних, тому треба підтримувати температуру магнетрону в заданому межі шляхом його обдування повітряним потоком і його відключенням при збільшенні температури. Обдув магнетронів можна зробити автоматично керованим, наприклад, використовуючи електропривод з ШІМ керуванням.

Трансформатор живлення магнетрона навантажений подвоювачем напруги. Його обмотки добре залиті і тому мають підвищену теплопровідність. Їх безкаркасне виконання покращує теплопередачу на



магнітопровід, який за рахунок щільного складання і просочення також вельми теплопровідні. Однак габаритна маса, а отже і його теплопровідні властивості не великі і достатні лише для режимів побутового використання мікрохвильових печей. Теплова перевантаженість трансформатора загрожує зменшенням терміну його служби. Для зменшення цієї завантаженості найбільш просто здійснити примусовий обдув, або додати радіатор. Так при температурі зовнішнього середовища $+27...30^{\circ}\text{C}$ температура трансформаторів менш ніж 90°C навіть при відсутності додаткових теплопроводів.

Тому при автоматизації можна обмежити відключенням трансформаторів при більш високих температурах ($+110...120^{\circ}\text{C}$). Це, звичайно, призведе до часткової або повної зупинки технологічного процесу, але збереже пристрій для експлуатації в кращих умовах.

Алгоритм функціонування автоматизованої системи керування багатоманетронної системи знезаражування комбікорму складається з таких напрямків:

- підтримка рівня комбікорму в приймальному бункері установки;
- контроль температури манетронів зі своєчасним включенням обдування і відключенням при її критичних величинах;
- підтримка технологічно обумовленої температури і вологості комбікорму виході з НВЧ-установки;
- відключення джерел живлення манетронів у разі їх перегріву.

Кожна з функцій передбачає виконання стандартних етапів:

- вироблення сигналу про стан регульованого параметра (виконується датчиками температури, вологості та іншими);
- обробка сигналу, тобто його порівняння з величиною, що відповідає тому чи іншому стану (виконується мікроконтролером);
- видача команди виконавчому пристрою про зміну регульованого параметра (виконується мікроконтролером);
- зміна регульованого параметра.

В якості мікроконтролера можливо використовувати пристрої серій PIC, AVR або їх аналоги, що мають достатнє число каналів регулювання. Виконавчі пристрої – завантажувальні механізми з електроприводом та датчики досить легко сполучаються з контролером.

В основному система автоматизації установки НВЧ знезаражування комбікорму може бути створена на типових елементах і блоках. Необхідне лише адаптивне доопрацювання деяких з них.

Блок-схема системи автоматизації представлена на рис.1, а алгоритм її роботи – на рис.2.

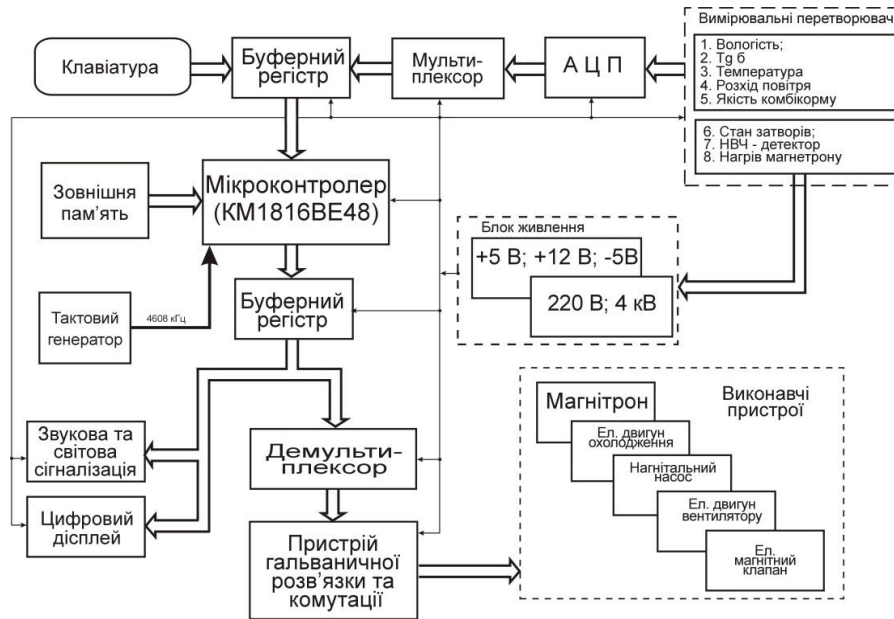


Рис. 1. Блок схема АСК знезараження комбікормів

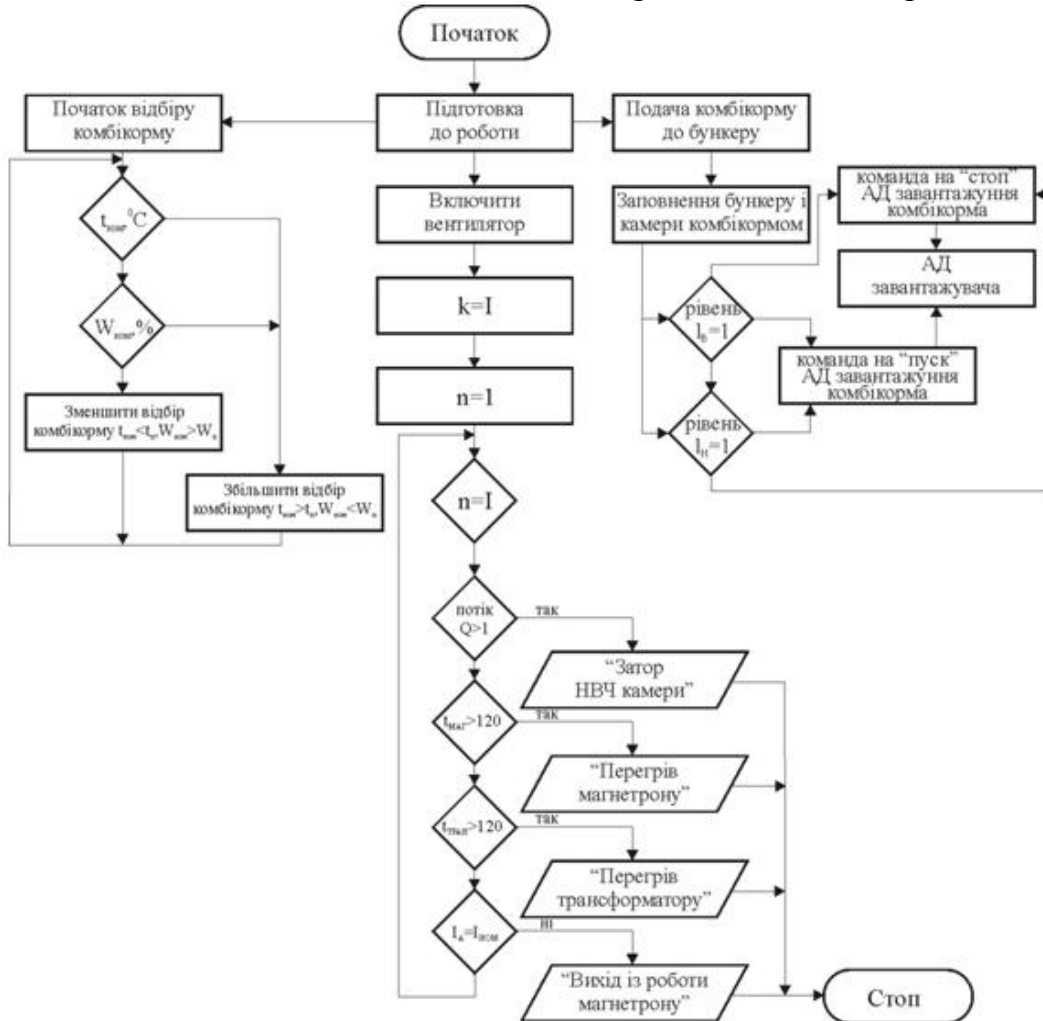


Рис. 2. Алгоритм автоматизованого керування установкою НВЧ знезаражування комбікорму

Алгоритм функціонування АСУ розроблений на підставі функціональної технологічної схемою рис. 3, принципової електричної

схеми, а також відповідність технологічним вимогам до процесу знезараження комбікормів надвисокочастотним електромагнітним полем в псевдозрідженому шарі.

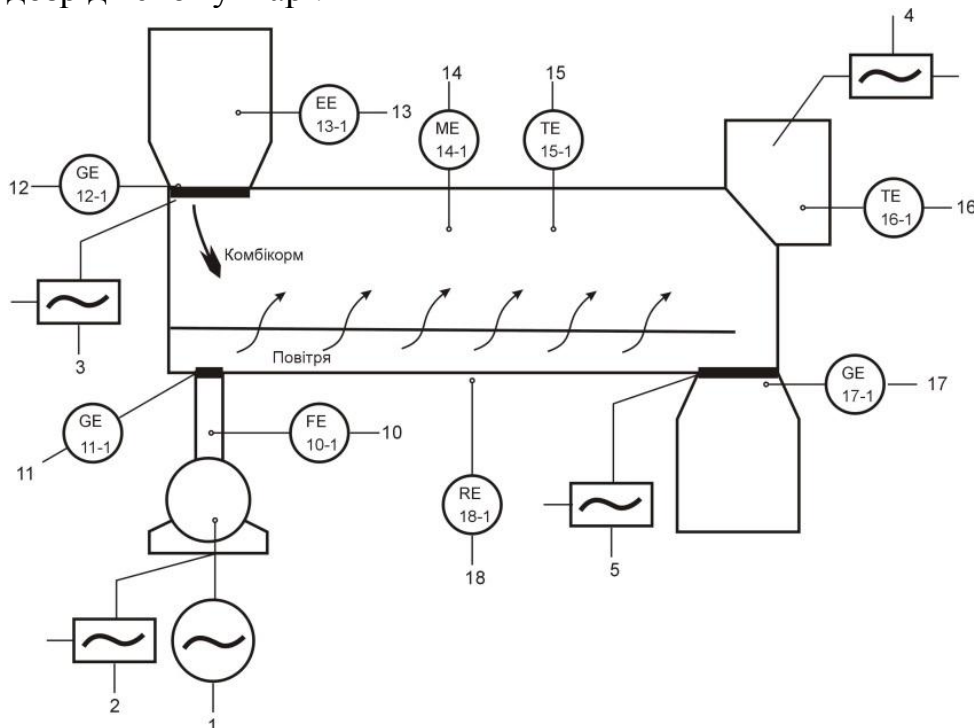


Рис. 3. Функціонально технологічна схема АСК знезараження комбікорму

В алгоритмі можна виділити три основних блоки: перевірки готовності обладнання до роботи, розрахунку та встановлення оптимальних параметрів робочих машин і механізмів, контролю над технологічним обладнанням.

Функціонування АСК знезараження комбікорми можна поділити на 3 етапи і відбувається наступним чином:

- на першому етапі здійснюється введення інформації з вимірювальних перетворювачів електрофізичного стану комбікорму (вологість, температура і тангенс кута діелектричних втрат) EE13, після обробки інформації відбувається включення електродвигуна NS1 - вентилятора дачі повітря для псевдозрідження комбікорму. За допомогою первинного перетворювача FE 10 контролюється швидкість повітря, що подається вентилятором, а за допомогою електромеханічної засувки НС 3 здійснюється регулювання його подачі.

- на другому етапі відбувається опитування первинних перетворювачів положення засувки GE11 - GE12. У разі негативного результату виводиться повідомлення про "разгерметизацію" камери, при цьому блокується робота магнетрону, а виконавчі механізми НС2 та НС5 закривають засувки. При позитивному результаті опитування первинних перетворювачів положення засувки АСК переходить до тре-

того етапу;

- на третьому етапі обробляється інформація про якісні показники комбікорму, визначається потужність випромінювання та час обробки і по команді мікроконтролера відбувається включення магнетрону (НС 4) при цьому відбувається процес знезараження комбікорму. В цей же час відбувається опитування первинних перетворювачів вологості і температури в камері МЕ 14 і ТЕ 15, температури магнетрона ТЕ 16 і щільності НВЧ випромінювання поза камерою РЕ 18. При різкому збільшенні вологості в камері і досягненні рівня 50 %, включається витяжний вентилятор відведення вологи. При підвищенні температури магнетрона до 120 °С або збільшення щільності НВЧ - випромінювання поза камери вище 10 мкВт/см² – відбувається відключення магнетрону і висновок інформації на цифровий дисплей. По завершенню знезараження відбувається відключення всіх виконавчих механізмів.

Отримані в роботі дані використані при розробці і проектуванні НВЧ-установки безперервної дії для знезараження комбікорму. Дослідно-промислова установка безперервної дії представлена на рис. 4.



Рис. 4. Дослідно-промислова установка НВЧ знезараження комбікорму у псевдозрідженому шарі

Установка знезараження представляє з себе горизонтальний короб, розділений всередині перегородкою. Блок НВЧ встановлений у верхній частині корпусу і складається з чотирьох магнетронів, встановлених попарно по довжині камери псевдозрідження. Загальна потужність НВЧ - джерела становить 2,0 кВт. Для зменшення втрат, а також для створення спрямованого опромінення, блоки НВЧ забезпечені конусними рупорними антенами. Блок НВЧ має наступні розміри: довжина вздовж стрічки транспортеру 800 мм, ширина - 500 мм. Повітря для псевдозрідження, попередньо очищене подається через регулюю-

чий клапан в нижню камеру. Клапан дозволяє змінювати швидкість струму повітря.

Вихідний комбікорм безперервно надходить у камеру псевдозрідження через захисну решітку (поза межний хвилевід рис. 5) з бункеру-дозатору. Комбікорм, минулий НВЧ-обробку поступає в приймальний бункер.

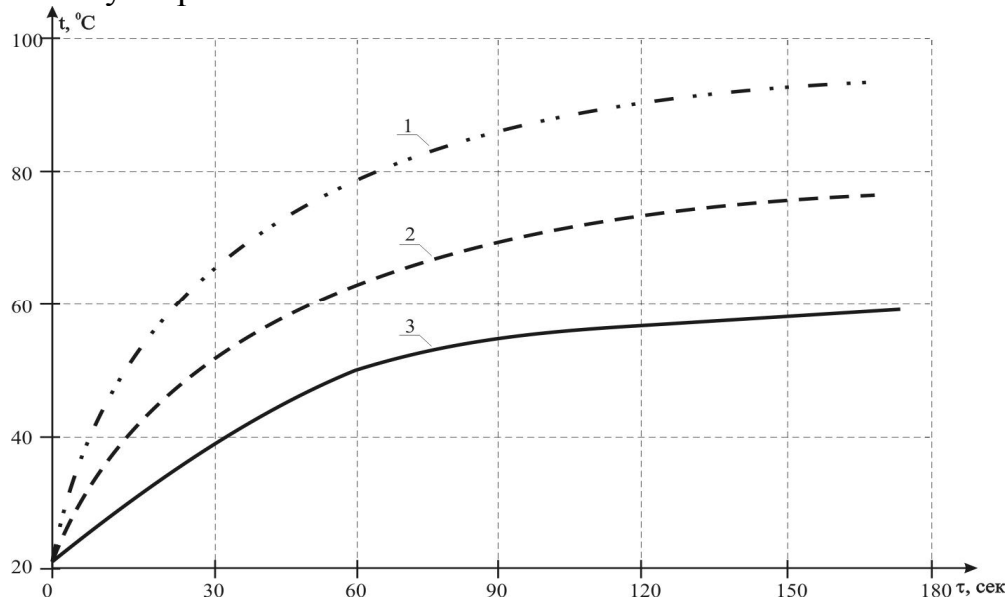


Рис. 5. Криві нагріву комбікорму: 1 - на поверхні; 2 - на глибині 0,03 м; 3 - на глибині 0,07 м

Для вимірювання температури комбікорму по довжині камери встановлені десять термопар, які дозволяють замірювати температуру комбікорму при його русі на глибинах 0,03 та 0,07 м.

На рис. 5 наведені криві нагріву комбікорму при пересуванні у псевдозрідженому шарі. Як видно з рис. 5, температура в шарі комбікорму, що відповідає знезараженню комбікорму, досягається за 60...90 с. перебування комбікорму в зоні опромінення, що відповідає швидкості руху комбікорму, рівній 0,013...0,009 м/с. Така швидкість забезпечує продуктивність установки рівною 2312 - 1537 кг/годину.

Висновок. В результаті виконаної роботи запропонована функціональна схема автоматизації. Визначені критичні параметри для основних складових НВЧ пристрою по знезараженню комбікорму – магнетрону і трансформатору живлення. Складено блок схему алгоритму функціонування та структурну схему блока керування.

Література

1. Касьяненко В. П. Обеззараживания зерна и комбикормов в поле СВЧ. : диссертация: дисс. на соиск. научн. степени. канд. техн. наук: спец. 05.18.12 "Процессы и аппараты пищевых производств" / В.П. Касьяненко.-М : [б.в.], 2002. - 107 с..

2. Юсупова, Г.Г. Обеспечение микробиологической безопасно-



сти зерновых культур в технологиях производства муки и хлебобулочных изделий: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 05.18.01 " Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства " / Г. Г. Юсупова. – Красноярск: КрасГАУ, 2010. – 26 с.

3. Цугленок В. Н. Обоснование технологического процесса и эффективных режимов СВЧ-обеззараживания зерна при производстве зернового хлеба. : дисс. на соиск. научн. степени.канд. техн. наук: спец.: 05.20.02. «Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве» / В. Н. Цугленок - Красноярск, 2004 - 124 с.

4. Лобода А.И. Обоснование технологических параметров и режимов процесса обеззараживания комбикормов электромагнитным полем сверхвысокой частоты : дисс. на соиск. научн. степени.канд. техн. наук: спец.:05.09.03 - "Электротехнические комплексы и системы" / А.И. Лобода.- Мелитополь : [б.в.], 2014. - 107 с..

5. Данилин А. А. Измерения в технике СВЧ: Учеб.пособие для вузов / А.А. Данилин. – М.: Радиотехника, 2008. -184 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СВЧ-УСТАНОВКИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ КОМБИКОРМА НА МАГНЕТРОНАХ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Лобода А. И.

Аннотация – в статье рассмотрены вопросы автоматизации процесса обеззараживания комбикорма в технологических комплексах с использованием магнетронов малой мощности (500-1000 Вт).

AUTOMATION OF MICROWAVE DECONTAMINATION OF FEED THE MAGNETRONS AT LOW POWER

A. Loboda

Summary

In the article the questions of automation of process of decontamination of feed in technological complexes with the use of a magnetron of low power (500-1000 watts).