

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ БАРАБАННИХ СУШАРОК ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ШВИДКІСНИМ РЕЖИМОМ

Хандола Ю. М., к.т.н., доц., e-mail: xandola@ukr.net

Гузенко В. В., к.т.н., ст.викл., e-mail: hnaghv@btu.kharkov.ua

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. Система сушіння зерна за допомогою нагрітого повітря була розроблена досить давно і залишається актуальним варіантом у сьогоденні [1]. Станом на 2021 рік у сільському господарстві найбільшою популярністю користуються барабанні сушарки.

Барабанні сушарки набули широкого поширення для сушіння сипучих відходів виробництв: бурякового жому, зерно-картопляної барди спиртових заводів, кукурудзяних паростків і мезги на крохмале-патокових заводах. Вони застосовуються також для сушіння зерна та цукру-піску. Барабанні сушарки є атмосферними сушарками. Як сушильний агент в них використовується повітря або топкові газу. Майже у всіх сушарках процес відбувається ідентично: один цикл складається з чотирифазного процесу: завантаження (верхнє/нижнє), сушка, охолодження і вивантаження.

Для сушки насіння в масложировій промисловості застосовують барабанні сушарки з диференційованими режимами сушки, залежно від вологості насіння. Для правильного ведення технологічного процесу застосовується безступінчасте регулювання швидкості барабана в межах від 2 до 10 об/хв, що встановлюється оператором лінії сушіння вручну за допомогою варіатора. Так, при цьому вибирається раціональний режим сушіння будь-якого роду сировини покладаючись тільки на кваліфікацію та досвід оператора. Тому якість отриманого матеріалу напряму залежить від людського фактору.

Мета досліджень. Розробка системи керування швидкісним режимом сушіння технологічного комплексу передбачає адаптивне керування технологічним процесом з метою компенсації збурюючих впливів (теплових втрат), стохастичного характеру зміни величини вхідних параметрів сировини та підвищення продуктивності комплексу.

Основні матеріали досліджень. Особливість сушіння насіння соняшнику в барабанних сушарках полягає в тому, що чим вища вологість насіння, тим вища температура нагрівання. Недолік — часткове самообвалення насіння [1]. Тому барабанні сушарки переобладнують так, щоб насіння в них перебувало протягом 14 хв (удвічі менше), температура теплоносія на вході становила 250 – 350 °С, на виході 50 - 80 °С, а температура нагрівання насіння не перевищувала 50 °С [2].

В барабанних сушарках можна регулювати також тривалість перебування насіння в сушарці, змінюючи частоту обертів барабана. Виходячи із цього запропоновано систему регулювання процесом сушіння, що забезпечить стабілізацію вологості. Вхідними параметрами системи є температура теплоносія і вологість (t_T). Оптимальні режимні параметри сушіння нагрітим газом повинні бути вибрані з врахуванням технологічних змін матеріалу в процесі сушіння. Керування здійснюється шляхом зміни швидкості обертання (n_0) сушильного барабана. В залежності від основних технологічних вимог виконується визначення режиму сушіння. Безумовно, оптимальний режим сушіння даного матеріалу визначається шляхом ретельних та глибоких досліджень по переносу тепла та вологи всередині матеріалу, що висушується, з використанням громіздких систем рівнянь з великою кількістю змінних. Тому прийняття рішень класичною системою керування здійснюється в умовах апріорної невизначеності, обумовленої неточністю або неповнотою вхідних даних, стохастичною природою зовнішніх впливів, відсутністю адекватної математичної моделі функціонування, нечіткістю мети, людським фактором та ін. [3]. Невизначеність системи призводить до зростання ризиків від прийняття неефективних рішень, результатом чого можуть бути негативні економічні та технічні наслідки.

Для ефективного дослідження при невизначеності умов функціонування системи застосовують методи на основі правил нечіткої логіки. Важливим застосуванням теорії нечітких множин є контролери нечіткої логіки, які використовуються у різноманітних системах керування, зокрема у керуванні барабанною сушаркою.

Використовуючи проаналізовані експертні знання, отримані на діючих лініях приготування сухої якісної продукції, складемо функціональну схему керування частотно-регульованим електроприводом сушильного барабана показано на рис. 1.

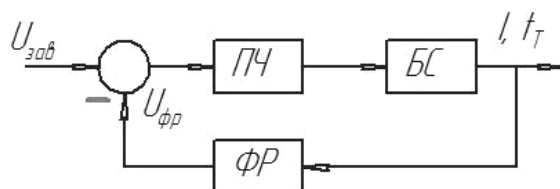


Рис. 1 – Функціональна схема керування частотно-регульованим електроприводом сушильного барабана

Отримання насіння технологічної вологості здійснюється за допомогою барабанної сушарки *БС* з частотно-регульованим електроприводом *ПЧ*, керованого сигналом завдання $U_{зав}$ та сигналом зворотного зв'язку $U_{фр}$, який уявляє собою вихідний сигнал фаззі-регулятора *ФР*. Входом фаззі-регулятора є сигнали від датчика температури та потокового датчика вологості типу "КДК-моно".

Під час дослідження на початковому етапі була сформована база правил для нечіткої системи. Ця задача зводиться до складання таких нечітких правил, які дозволяли б за значеннями вхідних сигналів температури $x_1(i)$ і вологості сировини $x_2(i)$ отримати вихідні сигнали $d(i)$ пропорційні швидкості обертання барабана сушки.

Комп'ютерну модель електроприводу з *ФР* створили за допомогою інструментів графічного інтерфейсу користувача (GUI) пакета "Fuzzy Logic Toolbox". Зазначимо, що за допомогою пакета "Fuzzy Logic Toolbox" можна будувати нечіткі системи різних типів.

Після визначення індивідуальних вихідних правил здійснюється дефазифікація агрегованого виходу. В загальному етапі дефазифікація є необов'язковим і використовується за необхідності перетворення виведених нечітких лінгвістичних змінних до точного значення. Для дефазифікації результатів роботи фаззі-регулятора частотно-регульованим електроприводом сушильного барабана скористаємось інструментарієм пакету Matlab /Fuzzy Logic Toolbox. В результаті моделювання отримали поділ просторів вхідних змінних на області і відповідні їм функції приналежності.

Висновок. В результаті моделювання для системи керування частотно-регульованим електроприводом сушильного барабана отримане чітке вихідне значення сигналу, що використовується у контурі зворотного зв'язку частотного перетворювача для вироблення керуючих дій.

Система регулювання має забезпечувати плавність переходу від однієї швидкості обертання сушильного барабана до іншої в межах 2...10 об/хв. при високій стабільності вологості вихідної сировини.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Терехов В. М. Системы управления электроприводов: Учеб. для студ. вузов / В. М. Терехов, О. И. Осипов. – М.: Академия, 2005. – 304 с.
2. Белов М. П. Автоматизированный электропривод типовых производных механизмов / М. П. Белов, В.А. Новиков, - 3-е изд., вып. - М.: Издательский центр Академия, 2007. – 576 с.
3. Усынин Ю. С. Системы управления электроприводов / Ю. С. Усынин.: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 328 с.