

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ШВИДКІСНИМ РЕЖИМОМ СУШІННЯ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ КОМПЛЕКСІ ВИГОТОВЛЕННЯ ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

Середин М. Ю.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Проведено аналіз існуючих комплексів виготовлення твердого біопалива, їх умови і режими роботи і запропоновано фаззи-регулятор швидкості обертання сушильного барабана для підвищення ефективності роботи та економії електричної енергії.

Постановка проблеми. Існуюча енергетична криза в Україні сприяє розвитку альтернативних джерел енергії, зокрема, виробництва різного виду біопалива. Експерти вважають перспективним саме тверде біопаливо на основі перероблених відходів деревини. На початок року, в країні існувало 155 підприємств з виробництва дерев'яних і солом'яних брикетів, 73 заводи з виробництва пелет з лушпиння насіння соняшника [1].

Традиційним видом сировини для виготовлення твердого біопалива є відходи деревообробки, лузга соняшника, солома і виноградна лоза.

Приготування дерев'яного борошна відбувається в основному на пневмобарабаних сушарках безпосередньої дії. Основними операціями підготовки матеріалу для гранулювання є сушіння попередньо подрібнених частинок тирси та їх подрібнення до меншої фракції на молотковій дробарці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для приготування дерев'яного борошна використовують агрегат АВМ продуктивністю 0,65 або 1,5 т/год. Агрегат працює на рідкому паливі, але у модифікації може працювати на твердому, що при нинішній ситуації в Україні більш економічно вигідно. Він складається з живильника тирси 1, транспортера 2, теплогенератора 4 з нагнітаючим вентилятором 6, сушильного барабана 3, дробарки 9, системи відведення борошна 8, шлюзових затворів, системи рециркуляції відпрацьованого теплоносія 5 та електроприводів (рис. 1).

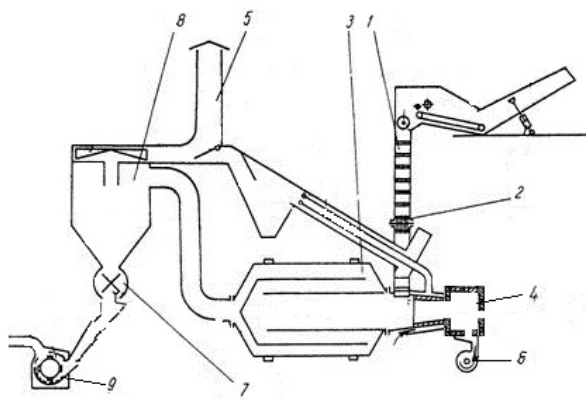


Рисунок 1 – Технологічна схема АВМ-0,65

Для правильного ведення технологічного процесу приготування борошна на агрегаті застосоване безступінчасте регулювання швидкості барабана в межах

від 2 до 10 об/хв, що встановлюється оператором лінії сушіння вручну за допомогою варіатора. При цьому вибирається раціональний режим сушіння різного роду сировини покладаючись тільки на кваліфікацію та досвід оператора. Тому якість отриманого матеріалу напряму залежить від людського фактору.

Виходячи із цього запропоновано систему регулювання процесом сушіння, що забезпечить стабілізацію вологості сухого дерев'яного. Вхідними параметрами системи є температура теплоносія і вологість дерев'яної січки (t_T, φ). 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.

Мета роботи. Розробка системи керування швидкісним режимом сушіння технологічного комплексу виготовлення твердого біопалива 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. Для ефективного прийняття рішень 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 діючій лінії виготовлення твердого біопалива на базі модернізованого агрегату АВМ-0,65, складемо функціональну схему керування часто-

тно-регульованим електроприводом сушильного барабана показану на рис. 2.

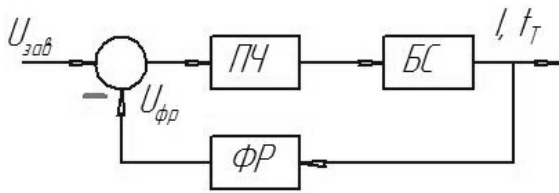


Рисунок 2 – Функціональна схема керування частотно-регульованим електроприводом сушильного барабана

Отримання тирси технологічної вологості φ 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 фазі-регулятора ФР. Входом фазі-регулятора є сигнали від датчика температури та потокового датчика вологості типу "КДК-моно".

На першому етапі сформується база правил для нечіткої системи. Ця задача зводиться до складання таких нечітких правил, які дозволяють 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. Для цього необхідно отримати множини навчальних пар з бази знань в наступному вигляді [3, 5]:

$$[x_1(i), x_2(i), d(i)], i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Комп'ютерну модель електроприводу з ФР створимо 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, серед яких нас цікавить метод Мамдані.

Командою fuzzy у вікні Matlab викликаємо вікно Редактора фазі-інференційної системи (Fuzzy Inference System Editor), вибираємо тип системи - Мамдані, задаємо два входи.

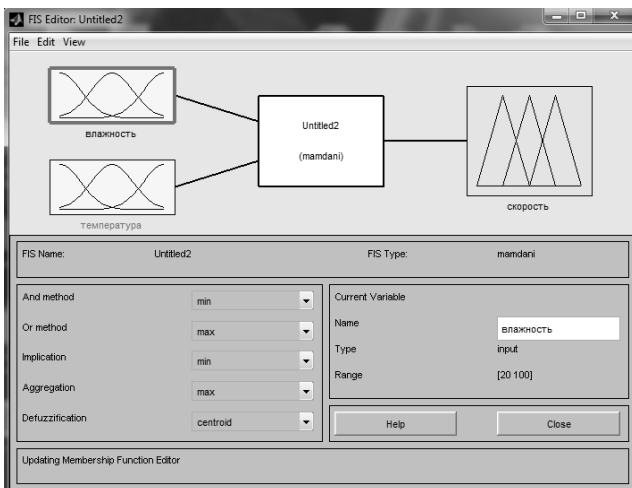


Рисунок 3 – Вікно Редактора фазі-інференційної системи

На другому етапі простору вхідних і вихідних сигналів розділяються в табличній базі даних таким чином:

$$X_1^- = \min(X_1), x^+ = \max(x_1); \quad (2)$$

$$X_2^- = \min(X_2), x^+ = \max(x_2); \quad (3)$$

$$D^- = \min(X), d^+ = \max(d). \quad (4)$$

Кожен певний інтервал лінгвістичних змінних розділяється на $(2N + 1)$ областей. Далі в кожній області зробимо фузифікацією параметрів. На основі візуального спостереження за графіками, що сформовані в таблиці на рис. 3, сформулюємо наступні дев'ять правил: та введемо їх до програми, як показано на рис.4:

- 1) Якщо " φ " = низька і " t_T " = холодно, то " n_ϕ " = швидка;
- 2) Якщо " φ " = низька і " t_T " = тепло, то " n_ϕ " = середня;
- 3) Якщо " φ " = низька і " t_T " = жарко, то " n_ϕ " = мала;
- 4) Якщо " φ " = норма і " t_T " = холодно, то " n_ϕ " = мала;
- 5) Якщо " φ " = норма і " t_T " = тепло, то " n_ϕ " = велика;
- 6) Якщо " φ " = норма і " t_T " = жарко, то " n_ϕ " = швидка;
- 7) Якщо " φ " = велика і " t_T " = холодно, то " n_ϕ " = низька;
- 8) Якщо " φ " = велика і " t_T " = тепло, то " n_ϕ " = середня;
- 9) Якщо " φ " = велика і " t_T " = жарко, то " n_ϕ " = швидка;

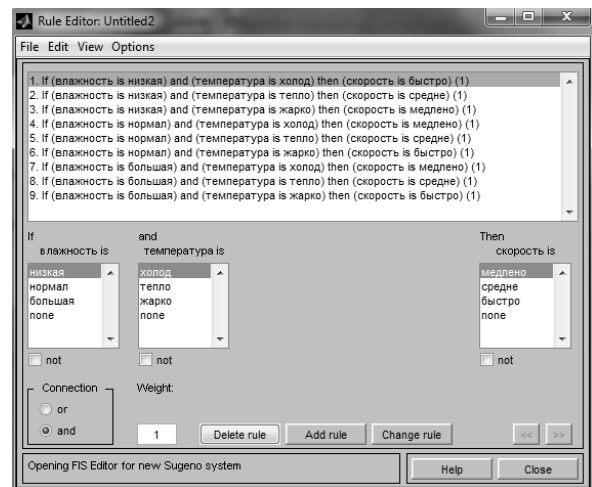


Рисунок 4 – Редактор бази знань

Нечіткі вхідні значення системи перетворюються на вихідні на основі правил нечіткої логіки, що характерно для експертних систем прийняття рішень. Не-

хай система прийняття рішень здійснює перетворення значень n вхідних лінгвістичних змінних $X = \{X_i \mid i = 1..n\}$ у вихідну лінгвістичну змінну $V = R(X)$ згідно з базою правил $R = \{R \mid x = I..n\}$, тоді правила R акумулюють знання експертів у вигляді нечіткої імплікації $n = A \cdot B$, яку можна розглядати як нечітку множину на декартовому добутку носіїв вхідних та вихідних розмитих множин. Процес отримання нечіткого результату B' з нечітких вхідних множин A' на основі знань $A \cdot B$ можна зобразити у наступному вигляді

$$B' = A' \cdot Y = A' \cdot (A \cdot B), \quad (5)$$

де \cdot - композиційне правило нечіткого виведення.

Після визначення індивідуальних виходів правил здійснюється дефазифікація агрегованого виходу. В загальному етап дефазифікації є необов'язковим і використовується за необхідності перетворення виведених нечітких лінгвістичних змінних до точного значення. Для дефазифікації результатів роботи фаззи-регулятора частотно-регульованим електроприводом сушильного барабана скористаємось інструментарієм пакету Matlab /Fuzzy Logic Toolbox. На рис. 5 приведено вікно візуалізації нечіткого логічного висновку.

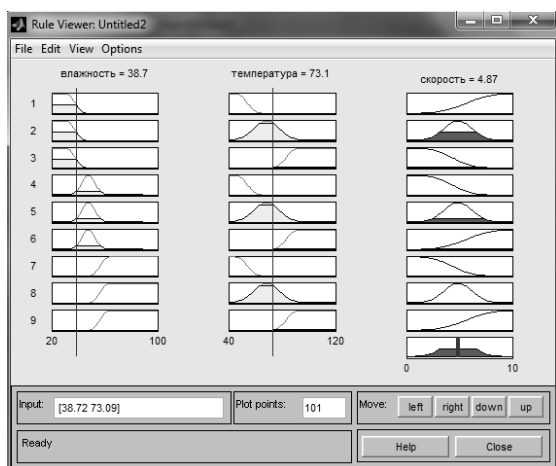


Рисунок 5 – Вікно візуалізації нечіткого логічного висновку

В результаті моделювання отримуємо поділ просторів вхідних змінних на області і відповідні їм функції приналежності. На рис. 6 приведена поверхня "входи-вихід", відповідна синтезованою нечіткої системи

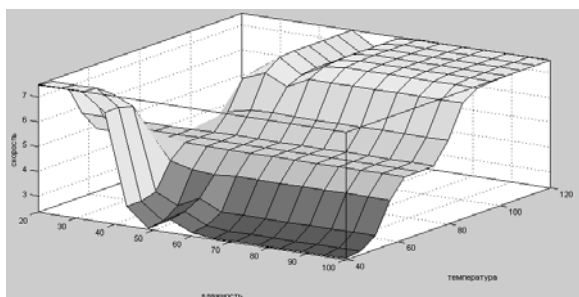


Рисунок 6 – Поділ просторів вхідних змінних на області і відповідні їм функції приналежності

Висновки. 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.

Список використаних джерел

1. Калетник Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні / Г. М. Калетник : монографія. – К. : Аграрна наука, 2013. – 464 с.
2. Гицявичус К.-С.А. Комплексно - механизированные линии по производству травяной муки. / К.-С. А. Гицявичус. - М.: Колос, 1984. - 160 с.
3. Клепиков В. Б. Динамика электромеханических систем с нелинейным трением: монография / В. Б. Клепиков. Харьков. – Изд-во "Підручник НТУ "ХП""", 2014. – 408 с.
4. Терехов В. М. Системы управления электроприводов: Учеб. для студ. вузов / В. М. Терехов, О. И. Осипов. – М.: Академия, 2005. – 304 с.
5. Лыков А. В., Тепло- и массообмен в процессах сушки. / А. В. Лыков. - М: Госэнергоиздат, 1956. – 315 с.
6. Усынин Ю. С. Системы управления электроприводов / Ю. С. Усынин.: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 328 с.

Аннотация

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТНЫМ РЕЖИМОМ СУШКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТВЕРДОГО БИОТОПЛИВА

Середин М. Ю.

Проведен анализ существующих комплексов изготовления твердого биотоплива, их условий и режимов работы и предложено фаззи-регулятор скорости вращения сушильного барабана для повышения эффективности работы и экономии электроэнергии.

Abstract

DEVELOPMENT CONTROL SYSTEMS SPEED MODE DRYING PROCESS MANUFACTURING COMPLEX SOLID BIOFUELS

M. Seredin

Analysis of existing production systems of solid biofuels, terms, and modes of operation and proposed fuzzy controller rotational speed of the drying drum to increase efficiency and save electricity.