

УДК 621.363

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДОЗУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ СУМІШЕЙ У ТВЕРДОБІОПАЛИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Рутило М.І., кандидат технічних наук

Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка

e-mail: rutmik@ukr.net

Обґрунтовано та розроблено фактологічні передумови для створення систем керування процесами дозування компонентів сумішей у твердобіопаливних технологіях. Запропоновано імітаційні моделі інтелектуальних систем керування технологічними процесами дозування компонентів сумішей під час виробництва твердого біопалива та використання його у теплогенераторах.

Ключові слова: дозатор, тверде біопаливо, продуктивність, дисперсія, імітаційна модель, паливна суміш, система керування, регульований електропривод, теплогенератор.

Визначальним напрямом модернізації твердобіопаливних технологій і покращення їх енергетичних та якісних показників є створення інтелектуальних систем керування технологічними процесами на базі мікропроцесорних систем обробки інформації, що формують керуючі дії за адаптованими до технологічних вимог алгоритмами [1].

Основними функціями систем керування процесами дозування компонентів сумішей у потокових лініях виробництва двокомпонентного твердого біопалива є забезпечення необхідної вологості суміші та відповідного масового співвідношення компонентів. У технологіях, пов'язаних із використанням твердого біопалива для отримання теплової енергії (теплогенераторах) – забезпечення подачі необхідної кількості палива та повітря з метою отримання стехіометричного складу паливної суміші. В першому і другому випадку це здійснюється шляхом автоматичного регулювання продуктивностей дозаторів компонентів суміші та вентилятора

для нагнітання повітря залежно від вхідних та вихідних параметрів технологій.

Тому розробка ефективних структур та алгоритмів керування процесами дозування компонентів сумішей у твердобіопаливних технологіях, що забезпечують їх повноцінні товарні та теплотехнічні характеристиками, а також зменшення питомих витрат електроенергії є актуальною задачею для відновлювальної енергетики України.

В контексті сказаного використання прикладного пакету MATLAB з комплектом імітаційного моделювання Simulink суттєво підвищує ефективність проведення комплексного дослідження складних електромеханічних систем [4].

Мето дослідження – обґрунтування та розробка фактологічних передумов для створення систем керування процесами дозування компонентів сумішей у твердобіопаливних технологіях шляхом імітаційного математичного моделювання.

Матеріали та методика дослідження. В існуючих вітчизняних та закордонних технологічних потокових лініях для виробництва твердого біопалива є вагомий спільний недолік – висока енергоємність процесу та низька якість кінцевого продукту, пов'язана з неможливістю механічними методами згладити недетерміновані характеристики потоків сировини. Іншим суттєвим недоліком цих технологій є неможливість формування якісних брикетів біопалива із сировини з критичною вологістю понад 16 % [2].

Крім цього у технологіях, пов'язаних із використанням твердого біопалива для отримання теплової енергії, зокрема біотеплогенераторах, необхідно забезпечувати ефективне згоряння повітро-біопаливної суміші під час її спалювання, що не можливо досягти звичайними методами регулювання продуктивності дозаторів палива та повітря.

Результати дослідження. Проведені нами випробування потокових ліній з виробництва твердого біопалива дозволили сформулювати основні вимоги до їх модернізації з метою зменшення енергозатрат та покращення теплотехнічних характеристик біопалива.

Встановлено, що загальна вологість w суміші сировини у бункері-

змішувачі, яка надходить у прес, має становити 12 – 16 %, а співвідношення масових часток сухих компонентів (подрібнені солома та кукурудзяні качани) у ній відповідно – 1:1 – 1:5. Для забезпечення вказаних вище умов дозування кожного із компонентів біопалива у необхідному співвідношенні доцільно здійснювати засобами частотно-регульованого асинхронного електропривода [3].

Для моделювання нейрорегулятора використано апарат гібридних мереж, виконаний на основі алгоритму Sugeno з набором евристичних правил, що ґрунтувались на результатах чисельного і фізичного моделювання [4]. Це дозволило розв'язати задачу синтезу керуючих впливів на основі застосування засобів нечіткої логіки та теорії нечітких множин у вигляді залежностей продуктивностей дозаторів Q_1, Q_2 від вологостей компонентів w_1, w_2 .

На основі поданих вище результатів досліджень розроблено імітаційну модель технологічної лінії для виробництва двокомпонентного твердого біопалива з використанням нейроконтролера для здійснення керування технологічним процесом (рис. 1).

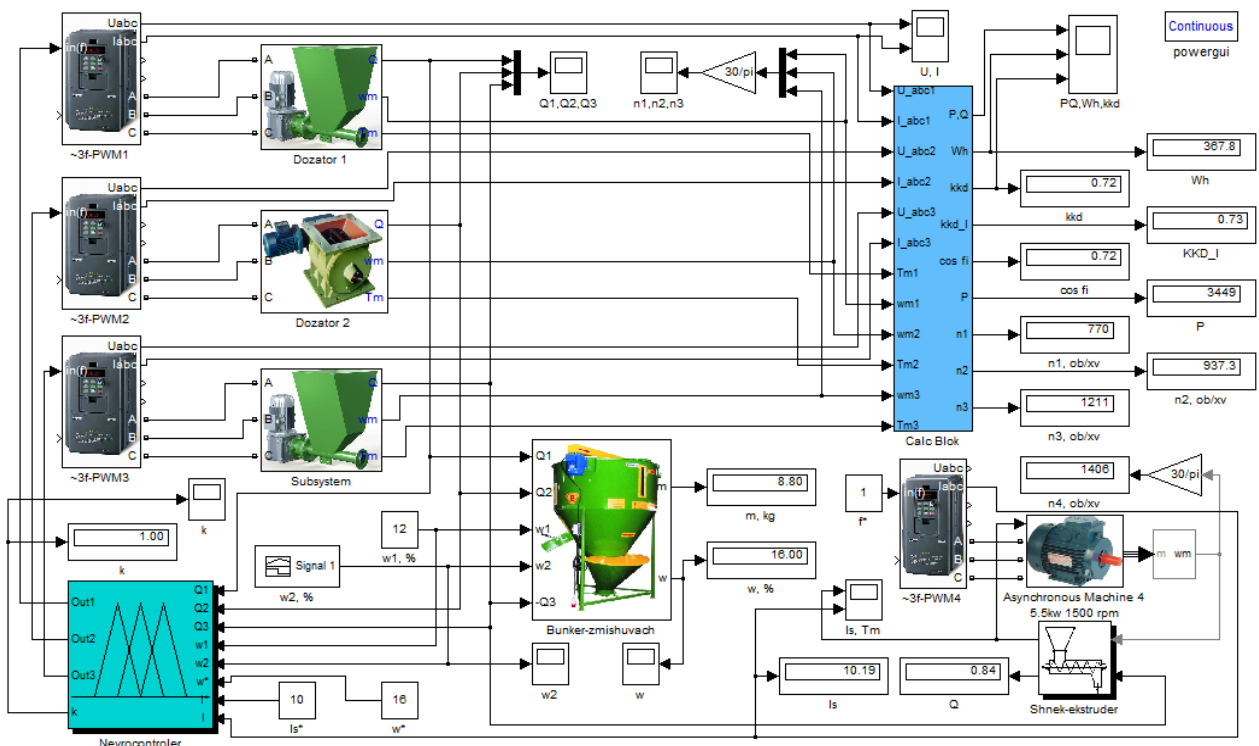


Рис. 1. Імітаційна модель потокової технологічної лінії.

Представлена імітаційна модель відтворює функціонування електроприводів дозаторів у технологічному процесі, зокрема величина Q_3 задається, виходячи із величини струму статора АД підпресовувального шнека і, в свою чергу, визначає сумарну продуктивність дозаторів Q_1 , Q_2 , яка встановлюється рівною продуктивності Q_3 .

На рис. 2 представлено результати моделювання, які відображають процес регулювання швидкості робочих органів дозаторів, дисперсії продуктивностей та вологості суміші w при фіксованій вологості подрібнених качанів кукурудзи $w_1 = 12\%$ та зміні вологості подрібненої соломи w_2 в межах 15–35% без корекції та з корекцією швидкості робочих органів дозаторів за поточними продуктивностями Q_1 , Q_2 , Q_3 .

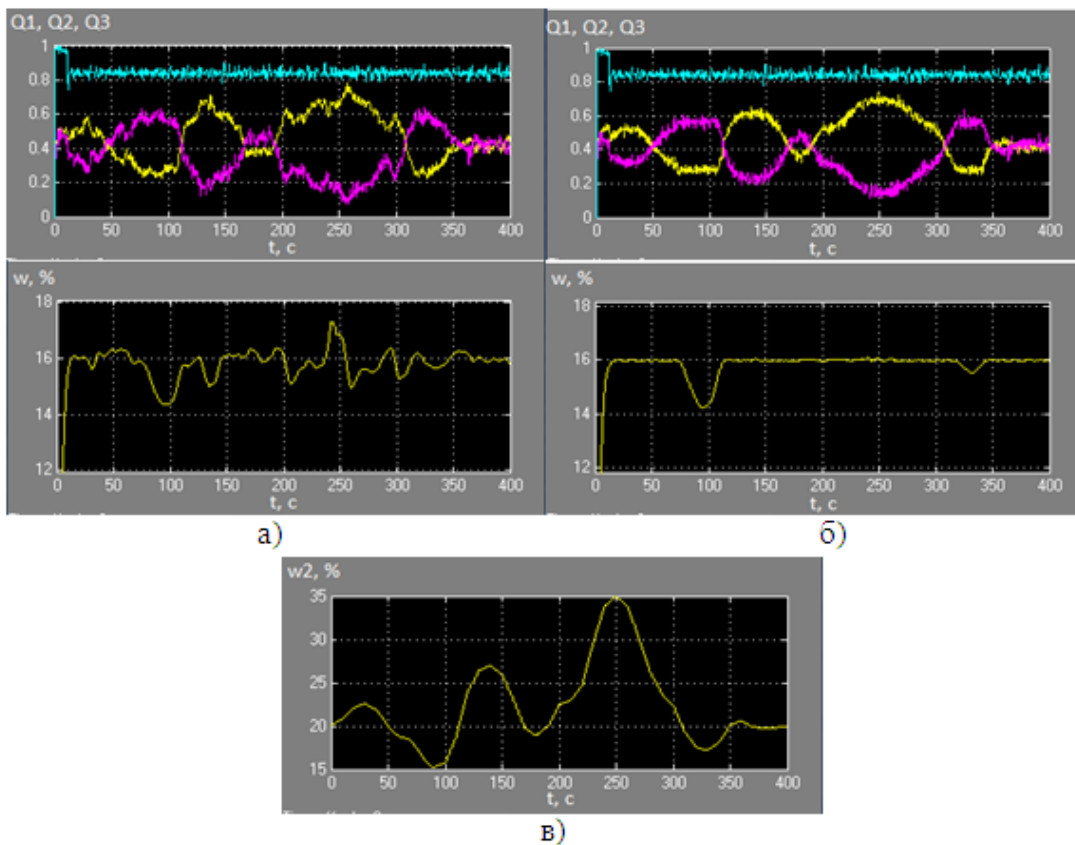


Рис. 2. Дисперсії продуктивностей дозаторів Q_1 , Q_2 , Q_3 і вологості суміші w :
а – без корекції, б – з корекцією швидкостей робочих органів дозаторів,
залежно від зміни вологості компонента w_2 (в)

Наступна імітаційна модель (рис. 3) створена для аналізу систем керування режимами роботи теплогенераторних установок, що працюють на

твердому біопаливі. Вона відтворює режими функціонування електроприводів шнекового дозатора та вентилятора у технологічному процесі подачі палива та повітря у необхідних співвідношеннях, які забезпечують стехіометричний склад суміші з урахуванням вихідної потужності теплогенератора.

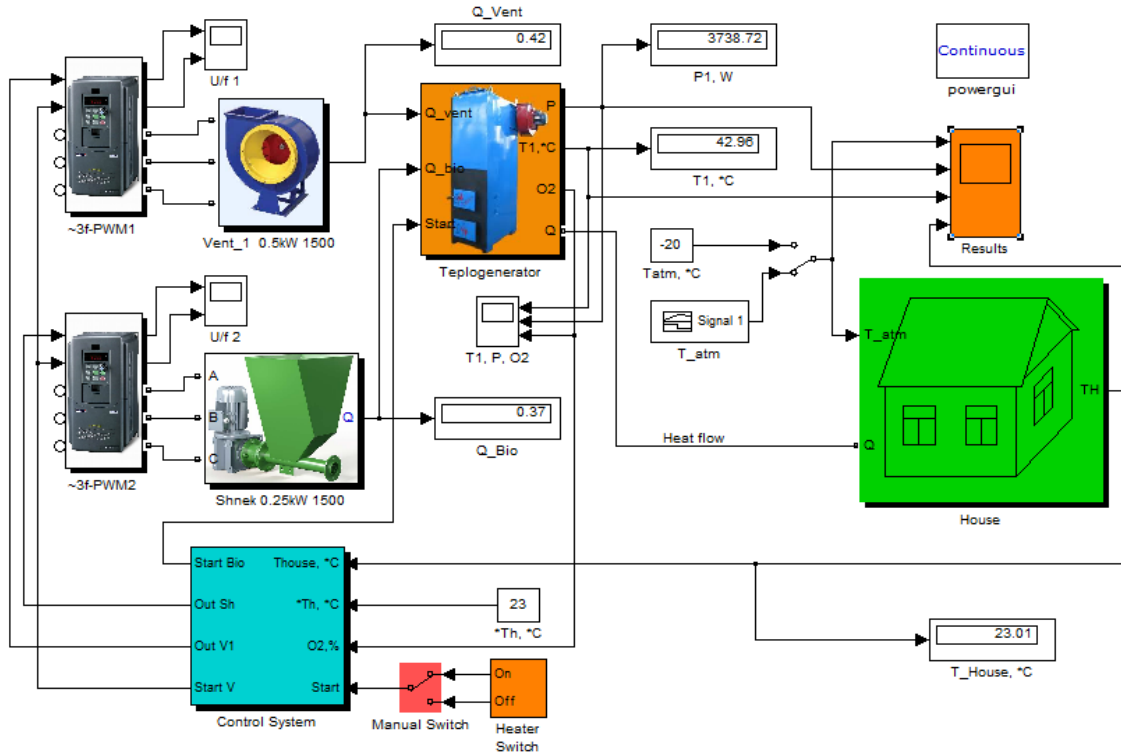


Рис. 3. Імітаційна модель теплогенераторної установки

Результати моделювання перехідних процесів функціонування теплогенераторної установки під час зміни теплового навантаження об'єкта споживання представлені на рис. 4.

Подальше налаштування fuzzy-регуляторів для систем керування вказаними технологічними процесами зводиться до підбору виду та взаємного розміщення термів у діапазонах зміни вхідних і вихідних величин, а також у корекції необхідних правил, що зв'язують вхідні та вихідні параметри.

Оптимальне керування на основі нейрорегулятора забезпечує заданий режим роботи системи та реалізує відображення:

$$u^{(j)} = f(z^{(j)}) = f(z_1^{(j)}, z_2^{(j)}, \dots, z_n^{(j)}), \quad j = 1, \dots, J,$$

при наявності навчальної множини $\{(z^1, u^1), \dots, (z^J, u^J)\}$.

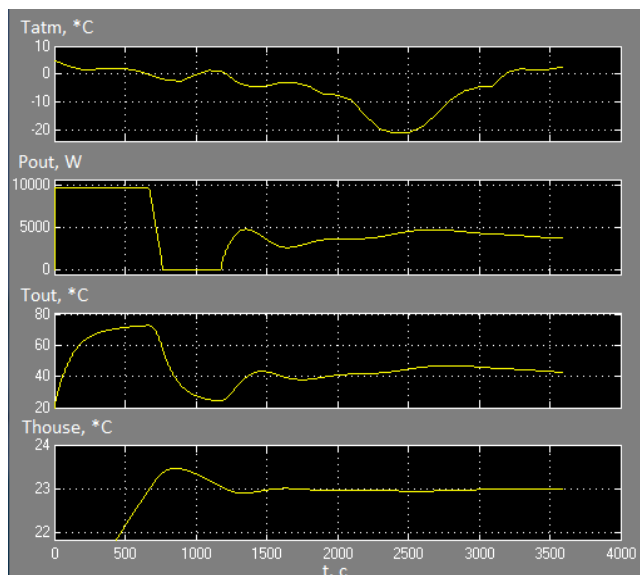


Рис. 4. Результати моделювання перехідних процесів функціонування теплогенераторної установки:

T_{atm} – температура навколишнього середовища, P_{out} – вихідна потужність теплогенератора, T_{out} – температура теплоносія, T_{house} – контрольована температура у приміщенні

Критерій оптимальності у вигляді функції помилки для j -го розглянутого значення виду $E_j = 0,5\|u - u^{\theta}\|^2$ дозволяє використовувати градієнтний метод оптимізації для підлаштування параметрів заданих предикатних правил.

Тестування системи керування довело коректність роботи блоків нечіткого регулятора в рамках створених моделей. Підтвердженням цього є аналіз перехідних процесів функціонування інтелектуальних систем зв'язного дозування компонентів сумішей на базі нейрорегулятора.

Висновки

За результатами імітаційного математичного моделювання процесів дозування компонентів сумішей у твердодіопаливних технологіях отримано залежності величин дисперсії продуктивностей дозаторів і вологості суміші без корекції та з корекцією швидкостей робочих органів дозаторів, що дозволило визначити швидкісні діапазони роботи електропривода та розробити алгоритми керування ними на базі нейротехнологій та нечіткої логіки, застосування яких у

потоків ліній виробництва дає змогу розширити вологісний діапазон базової сировини (соломи) до 35 %, а у теплогенераторних установках – забезпечити стехіометричний склад паливної суміші.

Список літератури

1. Бешта О.С. Використання регульованого електропривода в задачах підвищення енергоефективності технологічних процесів / О.С. Бешта. // Науковий вісник Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ. НГУ. – 2012. Вип. 4. – С. 98–107.

2. Федорейко В.С. Дослідження характеристик багатокомпонентного твердого біопалива / В.С. Федорейко, І.С. Іскерський // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Мелітополь. ТДАТУ. 2011. – Вип. 24. Т. 4. – С.80–88.

3. Федорейко В.С. Регулювання продуктивності дозаторів у технології брикетування біомаси / В.С. Федорейко, І.С. Іскерський. // "Енергетика і автоматика". [Електронний ресурс]. – 2010. – № 3(5). – Режим доступу до журн. : http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2010_3/10fvstbb.pdf.

4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB / С.Г. Герман-Галкин. – СПб. : Корона-принт. – 2001. – 320 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДОЗИРОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ СМЕСЕЙ В ТВЕРДОБИОТОПЛИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Н.И. Рутыло

Обоснованы и разработаны фактологические предпосылки для создания систем управления процессами дозирования компонентов смесей в твердобиотопливных технологиях. Предложено имитационные модели интеллектуальных систем управления технологическими процессами дозирования компонентов смесей при производстве твердого биотоплива и использования его в теплогенераторах.

Ключевые слова: дозатор, твердое биотопливо, производительность, дисперсия, имитационная модель, топливная смесь, система управления, регулируемый электропривод, теплогенератор.

MODELING OF DISPENSING COMPONENTS OF MIXTURES IN SOLID BIOFUEL TECHNOLOGIES

M. Rutylo

Grounded and developed factual preconditions for the creation of process control dispensing components of mixtures in solid biofuel technologies. A simulation model of intelligent process control systems batching mixtures in the production of solid biofuel and use it to heat generators.

Keywords: dispenser, solid biofuels, performance, dispersion, simulation model, the fuel mixture, control system, adjustable electric drive, heat generator.