

### **СЕКЦІЯ 3. Автоматизовані системи керування теплогенераторами на базі альтернативних видів палива**

УДК 62.52: 004.89

#### **ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОНЕЧІТКИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОМ, ЩО ПРАЦЮЄ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДАХ ПАЛИВА**

*Луцик І. Б., к.т.н., доцент, Струганець Б. В., к.п.н., доцент  
Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка.  
Тернопіль, Україна*

Розробка програмного забезпечення для систем керування теплогенераторів, що працюють на альтернативних видах палива потребує комплексного науково-технічного дослідження, яке напрямлене на вирішення завдань мінімізації затрат енергії, витрат палива та інших ресурсів. Існуючі SCADA-системи пропонують використання стандартного набору алгоритмів на основі використання, наприклад, алгоритмів PID-регулювання чи методів визначення оптимальної швидкодії [3]. Проте такі алгоритми не дозволяють враховувати деякі характерні для енергозберігаючого керування обмеження, зокрема, вплив показників температури і вологості зовнішнього середовища чи біосировини а також враховувати запаси палива. Тому для реалізації адаптивних режимів керування виникає необхідність використання технологій штучного інтелекту, зокрема нейронечітких систем.

Спільне використання апарату штучних нейронних мереж і нечіткої логіки дозволяє проводити ідентифікацію складних нелінійних динамічних

об'єктів і синтезувати для них нелінійні закони управління, що дає можливість вирішувати задачу синтезу системи керування в умовах невизначеності на основі наявних експериментальних даних, отриманих безпосередньо в процесі експериментального дослідження роботи теплогенератора.

Для забезпечення плавного регулювання експлуатаційних параметрів в залежності від заданих величин та умов зовнішнього середовища необхідно передбачити ідентифікацію стану об'єкту, що дозволить адаптувати параметри системи керування з врахуванням вимог стійкості відносно параметричних і силових збурень.

Вирішення даного завдання можливе, зокрема, на основі визначення узгоджених режимів роботи окремих модулів електротехнологічного комплексу теплогенератора за допомогою контролера, який реалізовується на основі використання адаптивних нейронечітких систем виводу (ANFIS), що працюють згідно алгоритмів Сугено та Мамдамі [1]. Це дозволяє реалізувати адаптивне регулювання частоти обертання електроприводів шнека подачі твердого палива і вентилятора, які визначають об'єми дозування компонентів горіння.

Корекція швидкісних режимів електропривода вентилятора здійснюється за допомогою fuzzy-регулятора на основі аналізу відсоткового складу кисню в димових газах згідно показників лямбда-зонду [4].

Налаштування нейронечіткого регулятора здійснюється поетапно на основі загальних принципів системного аналізу та методології створення та використання ANFIS-систем [2].

На першому етапі здійснюється визначення вхідних та вихідних параметрів, їх допустимого діапазону. Після цього створюється продукційна нечітка база правил, що формується на основі експертних даних, отриманих при ручному налаштуванні параметрів регулятора.

Наступним є процес фазифікації вхідних та дефазифікації вихідних параметрів. Враховуючи специфіку вхідних параметрів та визначені правила, здійснюється розробка структури нейро-нечіткої мережі та визначається метод, згідно якого проводиться навчання мережі.

Завершальним етапом налаштування є апробація результатів навчання за допомогою імітаційного моделювання з подальшою перевіркою на експериментальному стенді.

Таким чином, підвищення енергоефективності теплогенератора, що працює на альтернативних видах палива можливе шляхом мінімізації затрат енергії, витрат палива та інших ресурсів на основі визначення адаптивних режимів керування, що базуються на основі нейронечітких технологій. Для узгодження роботи окремих модулів електротехнологічного комплексу теплогенератора доцільним є використання контролера, що забезпечує функціонування шнека-дозатора та вентилятора, режими роботи яких визначаються відповідними fuzzy-регуляторами згідно визначених продукційних правил.

### **Література**

1. Луцик І. Б. Моделювання системи керування біотеплогенератором з використанням адаптивних fuzzy-регуляторів / І. Б. Луцик // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2014. - Вип. 154. - С. 46-47.
2. Михайленко В. С. Алгоритм настройки адаптивного нейро-нечеткого ПИ-регулятора / В.С. Михайленко // Праці Одеського політехнічного університету, 2011. Вип.2(36) – С.149–153.
3. Муромцев Д. Ю. Информационные технологии проектирования систем энергосберегающего управления / Д. Ю. Муромцев – Вестник ТГТУ – 2007 – Том 13. – №3 – С. 735–740.
4. Федорейко В. С. Підвищення енерго-ефективності біотеплогенератора шляхом раціонального дозування компонентів горіння / В. С. Федорейко, І. Б. Луцик,

Р. І. Загородній, І. С. Іскерський // Науковий вісник Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ : НГУ, 2014. – № 4. – С. 27–32.

УДК 681.5, УДК 621.3

**АДАПТИВНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РЕГУЛЬОВАНИМ  
ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ДОЗАТОРІВ КОМПОНЕНТІВ ГОРІННЯ  
НЕСЕРТИФІКОВАНОГО БІОПАЛИВА**

*Рутило М.І., к.т.н., доцент,*

*Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка.*

*Тернопіль, Україна*

На сьогодні недостатньо розглянуто аспекти використання систем керування регульованим електроприводом дозаторів компонентів горіння у системах теплогенерації, що базуються на використанні несертифікованого твердого біопалива [1, 2]. Адже у вказаних системах використовується паливо з нестабільними параметрами вологості, щільності, теплотворної здатності, що зумовлює використання адаптивних та нейронечітких систем для керування процесом горіння палива [3]. Недостатньо досліджені закордонними та вітчизняними науковцями або зовсім відсутні моделі систем керування у зазначених технологіях на базі штучного інтелекту.

Дослідження передбачає комплексну автоматизацію процесів генерації теплової енергії з несертифікованих видів палива на базі систем штучного інтелекту, регульованих асинхронних електроприводів [4], спеціально адаптованих давачів: температури, вологості, тиску, рівня тощо.

Враховуючи недетермінований характер зміни технологічних параметрів, передбачається створення моделей процесів, розробка