

НЕЧІТКА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ДЕРЕВИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПАЛИВНИХ ГРАНУЛ

Курка Р.Р.

(Національний лісотехнічний університет України)

В роботі висвітлено проблеми технології переробки подрібнених відходів деревини листяних порід гранулятором із плоскою матрицею. Розглянуто елемент нечіткої експертної системи для прогнозування продуктивності процесу гранулювання залежно від характеристик сировини.

Ключові слова: гранулятор, паливні гранули, переробка відходів, нечіткі множини, експертна система.

Перехід до використання відновлюваних джерел енергії підвищує інтерес до паливних гранул. Особливо це стосується продукції із твердолистяних порід (hardwood pellet), оскільки вони мають стабільний попит в Європі та порівняно високу закупівельну ціну. Структура виробничих потужностей українських деревообробних підприємств орієнтована на перероблення великої кількості деревини листяних порід, що створює необхідність розроблення раціональних технологій знешкодження та утилізації специфічних деревинних відходів.

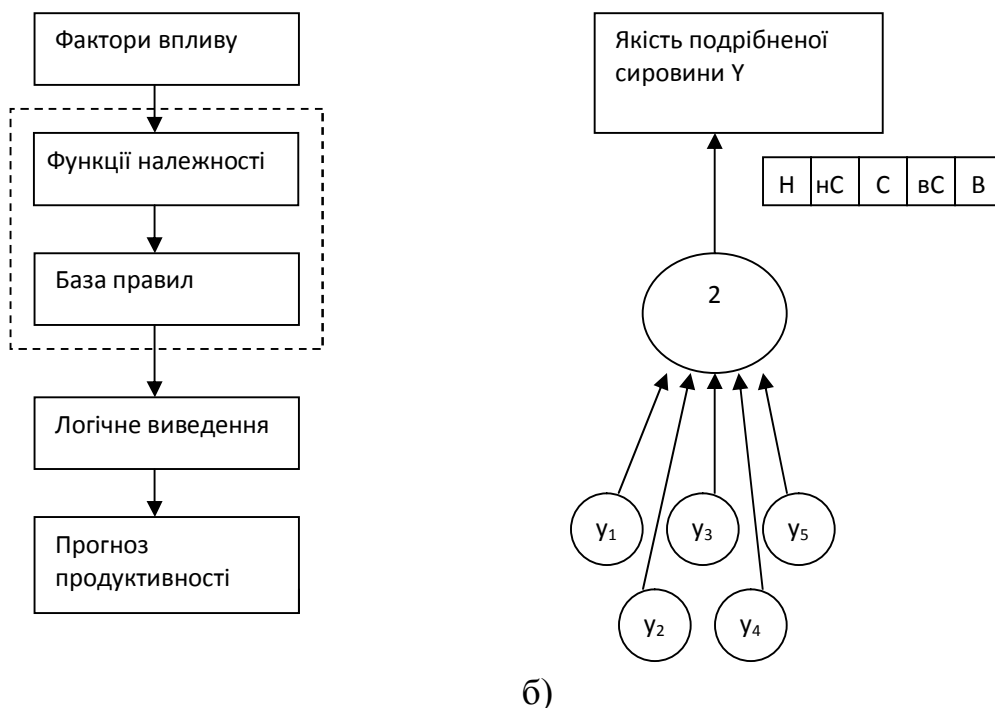
Поряд з іншими технологіями перероблення деревинних матеріалів листяних порід (брикетування, газифікація), гранулювання порівняно мало вивчене, тому необхідно окреслити основні напрямки проведення досліджень цього способу отримання високоякісного палива. Для виробництва паливних гранул із подрібненої деревини листяних порід доцільно використовувати гранулятори із плоскою матрицею і ротором та декількома роликками (Amandus Kahl). Однак паспортні дані, висвітлені в документації, при роботі із твердолистяною сировиною не відповідають дійсності. Отримання якісної продукції із мінімальними витратами та високою продуктивністю потребує виявлення раціональних режимів експлуатації грануляторів та розроблення рекомендацій щодо покращення їх конструкції.

Метою дослідження є ідентифікація взаємозв'язків між основними характеристиками сировини для забезпечення максимальної продуктивності технологічного процесу з метою подальшого розроблення ефективних алгоритмів керування системою завантаження гранулятора.

Функціонування грануляторів подрібнених деревинних відходів пов'язане з необхідністю здійснення постійного контролю та регулювання процесу оператором. Зважаючи на велику потужність приводу та значні навантаження у робочих органах гранулятора незначні, на перший погляд, відхилення в технологічних параметрах та мінливість характеристик сировини приводить до частих зупинок.

Для отримання масиву експериментальних даних на діючій установці було проведено моніторинг характеристик сировини. За допомогою комп'ютерного реєстратора фіксувалися основні параметри технологічного процесу та дії оператора. Динамічний контроль продуктивності та якості отриманих гранул утруднений в силу специфіки процесу. Тому для отримання даних характеристик проводилися експериментальні тестові заміри, в ході яких вихідний продукт відбирався в окремі ємності для зважування та визначення основних показників. Результати замірів вносились в таблиці, що доповнювалися даними із комп'ютерного реєстратора. Інтегральним показником ефективності роботи дільниці є кількість паливних гранул запакованих в одну зміну.

Величезна кількість факторів впливу та відсутність аналітичних залежностей, що адекватно описують процеси формування паливних гранул, не дозволяють застосувати стандартні підходи та алгоритми автоматизації для процесу гранулювання. Більшість виробництв спираються на досвід операторів в налаштуванні режимних параметрів та керуванні технологічним устаткуванням. Складність забезпечення заданого фіксованого рівня ряду факторів впливу обмежує їх кількість до 3-5, що негативно впливає на достовірність отриманих результатів. Основою для побудови моделі процесу (рис.1.а) є експертна лінгвістична інформація, накопичена в результаті тривалих спостережень за роботою експериментальної установки – гранулятора із плоскою матрицею. Даний підхід є розвитком методів лінгвістичної ідентифікації [3], що дозволяє синтезувати модель процесу гранулювання.



а) Сировинний рівень дерева логічного виведення (б).
 Рис. 1. Експертна система із базою знань про процес гранулювання (а).
 Сировинний рівень дерева логічного виведення (б)

Експертні знання про структуру об'єкта упорядковуються за допомогою нечітких правил ЯКІЦО "входи" ТО "виходи". Основним параметром, за яким оцінюють роботу грануляторів є годинна продуктивність, що визначається за отриманою кількістю придатних паливних гранул. Однак її номінальне значення, вказане в документації на обладнання, далеке від реальних показників, навіть при використанні рекомендованої за документацією сировини.

Методики оцінки продуктивності обладнання при переробленні подрібненої деревини листяних порід на даний час взагалі відсутні. Ще більш проблематичним є перехід від одного виду сировини до іншого або від сировини з однією сукупністю параметрів до сировини з іншою.

Аналіз процесу гранулювання [1] дозволив побудувати ієрархічну систему нечіткого виведення із кількістю входів на кожному з рівнів, що не перевищує рекомендованого рівня 5 [3]. Отримане дерево логічного виведення містить сировинний рівень, що описує взаємозв'язок параметрів подрібненої деревини та визначає її якість у відносних величинах від 1-9 (рис.1.б). Рівні входних параметрів визначено у таблиці 1.

Таблиця 1. Фактори впливу на процес гранулювання як лінгвістичні змінні

Позначення	Фактор впливу	Універсаль на множина	Лінгвістичні терми	
у1	придатність сировини для гранулювання	1-9у.о	Низька	Н
			Нижче середнього	Н С
			Середня	С
			Вище середнього	В С
			Висока	В
у2	вологість сировини	6-20%	Низька	Н
			Нижче середнього	Н С
			Середня	С
			Вище середнього	В С
			Висока	В
у3	подрібнення (фракція) сировини	0.5-3мм	Низьке	Н
			Середнє	С
			Високе	В
у4	вміст пилу	0-3%	Низький	Н
			Допустимий	Д
			Високий	В
у5	сторонні включення	0-3%	Відсутні	В
			Допустимі	Д
			Небажані	Н

Для побудови функцій належності придатності сировини для гранулювання y_1 використовувався модифікований метод парних порівнянь запропонований в [2]. Її оцінку в межах від 1-9 балів проведено на основі експертних висновків зроблених при дослідному гранулюванні для деревини ялини, сосни, бука і дуба та їх сумішей сосна-бук в пропорції 50х50% та 70х30%. В результаті побудовано компонент ієрархічної експертної системи в середовищі MATLAB Fuzzy Logic Toolbox із структурою: name: 'kahl_y1-y5' type: 'mamdani' andMethod: 'min' orMethod: 'max' defuzzMethod: 'centroid' impMethod: 'min' aggMethod: 'max' input: [1x5 struct] output: [1x1 struct] rule: [1x79 struct], що містить 79 правил. Результати моделювання впливу вологості та подрібнення на інтегральний показник якості сировини наведено на рис.2.

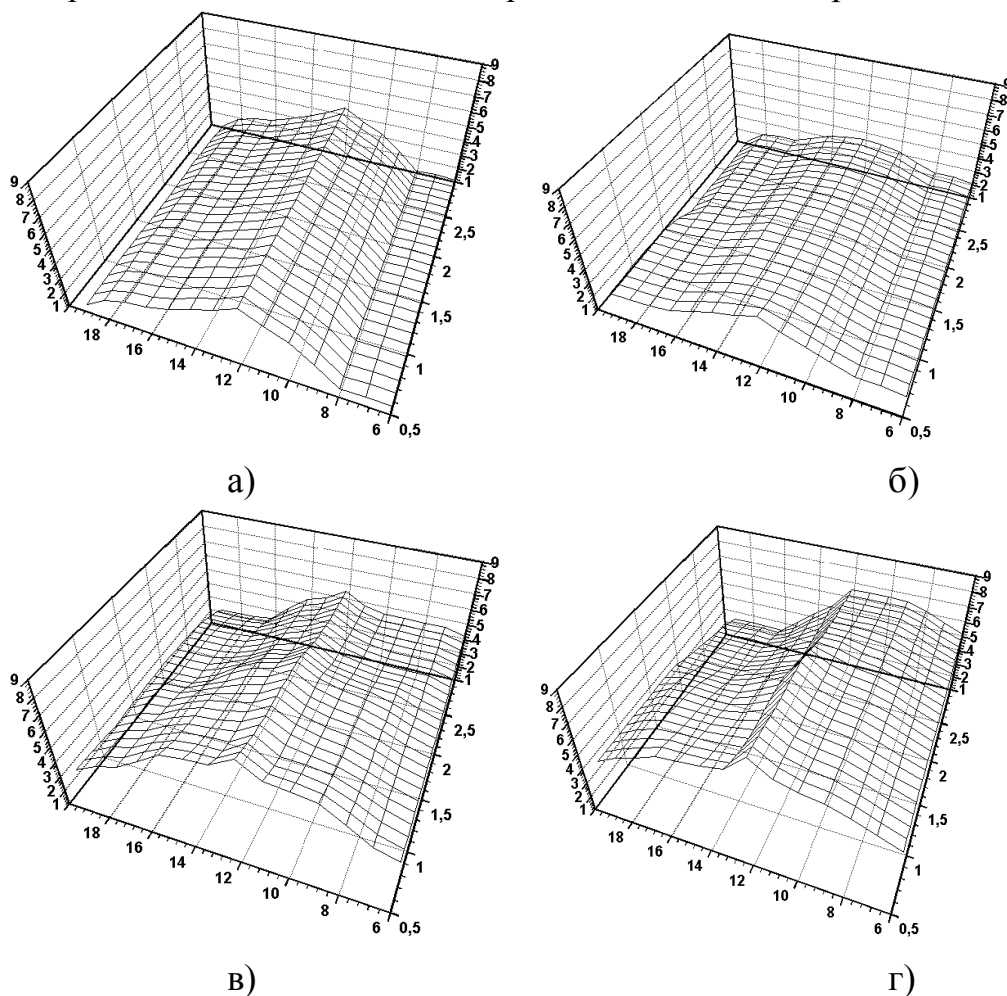


Рис.2. Залежність інтегрального показника якості подрібненої сировини у відносних одиницях (1-9) від вологості сировини W від 6 до 20 % та ступеня подрібнення S від 0.5 до 3мм для різних порід деревини: а) бук; б) дуб; в) сосна; г) ялина.

Аналіз впливу на процес вмісту пилу і сторонніх включень в деревинній суміші для гранулювання показав, що при їх концентрації в суміші більше 1% інтегральний показник якості знижується вдвічі, що підтверджено експериментами на реальній установці. Тому основні дослідження було

зосереджено на пошуку раціональної вологості та фракційного складу для заданої сировини.

Висновки. За результатами експериментальних досліджень процесу гранулювання подрібнених деревинних відходів листяних порід створено базовий варіант експертної системи. Вона спирається на дерево логічного виведення, яке описує взаємодію основних компонентів і факторів, що впливають на процес гранулювання. Накопичена база знань про вплив характеристик деревинної суміші на процес є необхідною передумовою для створення в подальшому автоматизованої системи керування гранулятором та оптимізації її основних параметрів.

Список літератури

1. Курка Р.Р. Особливості технології формування паливних гранул з подрібненої деревини листяних порід / Р.Р. Курка // Науковий вісник НЛТУ України: зб.наук.-техн.праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. Вип.21.13. ст.132-136.
2. Ротштейн О.П. Soft-Computing в біотехнології: багатофакторний аналіз і діагностика./Ларюшкін Є.П., Мітюшкін Ю.І.//.- Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 144с.
3. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / А.П. Ротштейн // – Винниця:УНІВЕРСУМ-Вінниця, 199.-320с.
4. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. / С.Д. Штовба //– М.:Горячая линия – Телеком, 2007. – 288с.

Аннотация

НЕЧЕТКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ

Курка Р.Р.

По результатам экспериментальных исследований процесса гранулирования измельченных древесных отходов лиственных пород создан базовый вариант экспертной системы. Она образует дерево логического вывода, описывающая взаимодействие основных компонентов и факторов, влияющих на процесс гранулирования. Накопленная база знаний о влиянии характеристик древесной смеси на процесс является необходимым условием для создания в дальнейшем автоматизированной системы управления гранулятором и оптимизации её основных параметров.

Ключевые слова: гранулятор, древесные топливные гранулы, переработка отходов древесины, нечеткие системы логического вывода.

Abstract

FUZZY IDENTIFICATION OF WOOD MATERIAL PROPERTIES FOR PELLETIZING

Kurka R.

According to the results of experimental studies of hardwood waste granulation process basic version of the expert system created. It is based on tree inference, describing the interaction of basic components and factors that affect the granulation. Accumulated knowledge base of the impact properties of wood mixture on the process is a prerequisite for create an automated control system and optimization pelleting process.

Keywords: pelleting press, hardwood pellet, hardwood particulate material.