

*Сергій ЄРМАКОВ*

*Завідувач навчально-наукової лабораторії “DAK GPS”  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
м. Кам'янець-Подільський, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ СПАЛЮВАННЯ ТОРЕФІКОВАНОЇ БІОМАСИ**

Основними джерелами біомаси є відходи і залишки сільського господарства (солома, стебла та стрижні кукурудзи, стебла та лушпиння соняшника), а також енергетичні культури (верба, тополя, міскантус), що вирощуються спеціально з цією метою. Нарощування обсягів такої сировини є агрономічним питанням, а у сфері покращенні енергетичних властивостей біомаси уже теж є вагомими успіхами, проте до сьогодні ведуться наукові пошуки. Основними перешкодами застосування рослинної біомаси в якості твердого палива є її фізичні характеристики, такі як невелика теплота спалювання, гетерогенна структура, збільшена вологість, гідрофільність, тощо. Ці недоліки виправляються за допомогою переробки сировини – висушування, подрібнення, ущільнення та ін. Ще кращого ефекту можна досягти застосовуючи термічну обробку. Така обробка в діапазоні температур 180-300°C називається торефікацією. При таких температурах крім виведення усіх летких речовин починають відбуватись зміни у структурних одиницях біомаси, зокрема у геміцелюлозі. Таким чином отриманий продукт значно змінює свої властивості в плані збільшеної густини енергії, гідрофобності, бездимності і відсутності запахів, гомогенності структури, тощо. Торефікований продукт під час спалювання починає поводити себе не як сировина, а подібно до вугілля.

Процес горіння торефікованої біомаси під час спалювання було досліджено під час проведення 2-го Міжнародного круглого столу «Альтернативні джерела енергії в контексті розвитку зеленої економіки». Для досліду було відібрано однакові порції сирової соломи ячменю і цієї ж солому піддану термічній обробці 220°C. Солому ячменю було вибрано тому, що процес горіння будь-якої соломи злакових культур загально відомий і особливістю є його швидкоплинність, тоді як відповідно до висунутої гіпотези після торефікації цей процес мав би протікати з меншою інтенсивністю полум'я, але з більшою тривалістю самого процесу горіння.

Після підпалу спостерігалось загальні особливості горіння, температура продукту, зміни у часі під час спалювання.



**Рис. 1. Зразки необробленої і торефікованої соломи ячменю до спалювання (а) і під час дослідження (б).**

В результаті дослідження було виявлено, що на початковій фазі обидва зразки починають горіти досить ефективно. Активна фаза завершується за 3-5 хвилин, після чого зразки продовжують зберігати високу температуру проте горіння відбувається в вигляді тління. Через 10-15 хвилин після підпалу зразок торефікованої соломи продовжував інтенсивно догорати (тліти), тоді як зразок з необробленою соломкою ззовні уже не горів і не зберігав температуру, тоді як середина ще продовжувала тліти. Це пояснюється тим, що при помірно ущільненій структурі зразка під час зовнішнього обгорання середина була піддана тій же термічній обробці і ця серцевина поводити себе як торефікований продукт. За 15-20 хвилин зразок з необробленої соломи повністю припинив процес горіння і охолонув до температури навколишнього середовища. Тоді як торефікована солома в цей час ще не до кінця обгоріла і продовжувала зберігати температуру понад 200°C. Остаточне припинення горіння і охолодження цього зразка відбулось орієнтовно через годину після підпалу.

Таким чином, дослідом підтверджено, що торефікація змінює не лише зовнішні ознаки біомаси (на прикладі соломи ячменю), а й вносить зміни у характер протікання процесу горіння, його температурні показники на різних

етапах спалювання, загальну тривалість горіння і підтримання температури продукту.

### Список використаних джерел

1. Гук Я.В. Перешкоди для енергетичного використання агробіомаси на ринку України. «Ефективне використання енергії. Стан і перспективи». Кам'янець-Подільський. 2021. С.60-62.
2. Єрмаков С. Вплив торефікації біомаси на гігроскопічні властивості її продуктів. Бюлетень «DAK GPS»: «Альтернативні джерела енергії в контексті розвитку зеленої економіки» Вип.1. м.Кам'янець-Подільський, ЗВО «ПДУ», 2022. С.38-39.
3. Гуцол Т., Єрмаков С., Rozkosz A. Торефікація як спосіб покращення споживацьких характеристик біомаси. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції. 2019.С.21–23.
4. Hutsol T., Glowacki S., Mudryk K. Agrobiomass of Ukraine – Energy Potential of Central and Eastern Europe (Engineering, Technology, Innovation, Economics). Monograph. Warsaw: 2021. – 136 p.
5. Єрмаков С.В. Кучер О.В., Пустова З.В. Огляд найкращих доступних технологій спалювання твердих палив. ХІХ-й Міжнародний форум молоді "Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті". Збірка матеріалів форуму. Харків: ДБТУ. 2023. С.165