

Для подальших досліджень намітимо два узагальнені завдання:

- 1) підвищення продуктивності картоплезбиральних машин за умови дотримання всіх АТВ;
- 2) підвищення надійності удосконалених машин.

#### Список використаних джерел

1. Грушецький С.М. Аналіз сучасних технологій вирощування і збирання картоплі. Збірник наукових праць ПДАТУ. 2016. Вип. 24, час. 2 (технічні науки). С. 55-64.
2. Грушецький С.М. Обґрунтування конструкції і параметрів лемішно-полицевого картоплекопача з барабанним сепаратором картопляного вороху : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Грушецький Сергій Миколайович. Вінниця, 2008. 285 с.
3. Ставрук Д.В., Грушецький С.М. Удосконалення підкопуючих робочих органів для картоплезбиральних машин : наук. роб. : 05.05.11. Харків, 2015. 98 с.
4. Федоров Д.А. Повышение эффективности уборки картофеля путем совершенствования конструктивных и технологических параметров картофелекопателя. дис. ... канд. техн. наук. Великие Луки, 2005. 169 с.



**Гуцол Тарас**  
канд. техн. наук, доцент, проректор  
**Єрмаков Сергій**  
завідуючий навчально-наукової лабораторії «DAK GPS»  
Подільський державний аграрно-технічний університет  
Кам'янець-Подільський, Україна  
**Розкош Анна**  
директор компанії «DAK GPS»  
Silesia, Poland

### ТОРЕФІКАЦІЯ ЯК СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ СПОЖИВАЦЬКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БІОМАСИ

В останні роки вуглеводнева сировина рослинного походження (біомаса) все ширше використовується в енергетичних цілях. Аграрний сектор України виробляє велику кількість біомаси яка в повній мірі не піддається загосподарюванню, тож її використання в якості палива виглядає досить привабливо. Поштовхом для розвитку індустрії біопалив зумовлений також поширенням засобів автономної енергетики, підвищення уваги до екологічних аспектів виробництва тепло- та електроенергії, доступність і відновлювальний характер біомаси.

Методи енергетичного використання біомаси можна розділити на дві основні групи: пряме використання в якості твердого палива і переробка в палива з визначеними властивостями. Незважаючи на відмінність властивостей таких видів біомаси, як деревина, відходи сільськогосподарського виробництва (солота, луска соняшника, стебла), широке застосування отримала технологія виготовлення з біомаси

гранульованого твердого палива (пелетизація чи брикетування). Одним із основних недоліків такого палива є його висока гігроскопічність, що ускладнює його зберігання і транспортування і призводить до необхідності використання упаковки, що не пропускає вологу. Зниження гігроскопічності гранульованого палива з біомаси можна досягти за рахунок його термічної обробки. Термічна обробка в інтервалі температур до 300°C, яка проводиться в інертному газовому середовищі призводить до покращення споживацьких властивостей твердого палива із біомаси. Цей процес відомий як торефікація (від англ. – torrefy – обпалювати, обсмажувати, сушити) і може використовуватись на стадії підготовки вихідної сировини перед гранулюванням [1] і для обробки твердого гранульованого палива з біомаси [2].

**Таблиця 1. Технологія переробки біомаси**

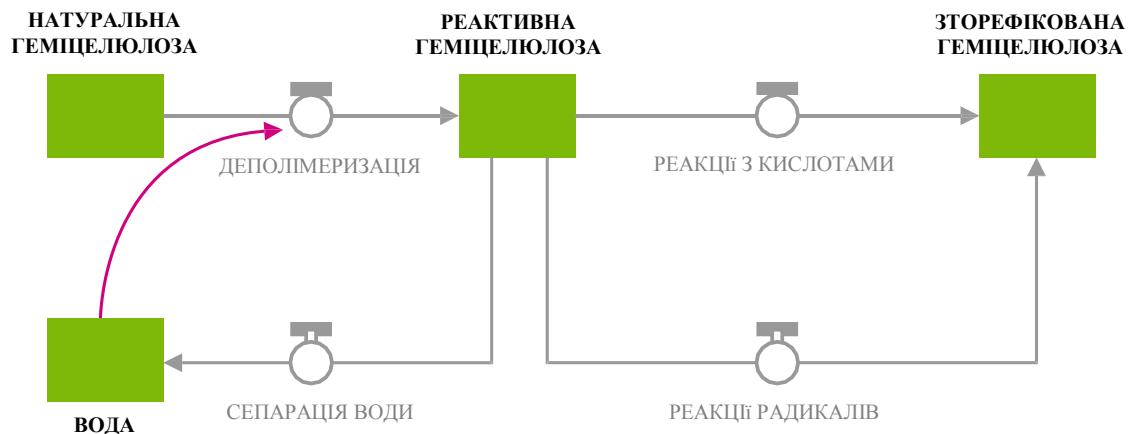
Крок 1 Деревна щепка	Крок 2 Сушіння	Крок 3 Торефікація	Крок 4 Грануляція
			
Стружка, заготовля з метою використання в якості палива з біомаси	Стружка висушуєт просторі перед процесом торефікації	Стружка термічній температурі від 220 до 300 С	Зторифіков; подрібнена пелети, в яких закумуляовано на ≈15% більше енергії, ніж в непереробленій деревині

У процесі торефікації відбувається не лише видалення вологи з вихідної сировини, тобто його висушування, а й часткова термічна деструкція органічної складової біомаси. В результаті утворюється твердий гідрофобний продукт (т. зв. торефікат), а також леткі продукти (т. зв. торгаз). Таким чином біомаса набуває нових фізико-хімічних властивостей.

У процесі торефікації вихід маси складає в середньому 65-80% по відношенню до маси початкової сировини. В отриманому продукті акумулюється витрачена в процесі енергія. Крім того, термічне розкладання біомаси призводить до змін в її хімічному складі (рис. 1). По відношенню до сирого біопалива в біомасі, що піддавалася торефікації спостерігається зменшення вмісту водню і кисню, та одночасно зростання вмісту первинного вуглецю. З твердого продукту кисень видаляється передусім в реакціях дегідратації, а також зв'язками в органічних сполуках (таких як оцтова кислота, фурани чи метанол) і продуктах газоподібних, в основному CO<sub>2</sub> і CO. Кількість азоту залишається сталою.

Ці зміни призводять до зниження співвідношення Н/С і О/С, що наближає властивості торефікату до вугілля, так само з погляду складу, енергетичної цінності так і паливних властивостей.

Важливою перевагою торефікації є те, що питома теплота згорання Q<sub>T</sub> продукту вища аналогічних показників для вихідної сировини. У випадку використання в якості вихідної сировини деревних відходів в залежності від умов, в яких відбувається торефікація величина Q<sub>T</sub> може досягати 19-23 МДж/кг [1], тоді як теплота згорання сухої деревини і звичайних пелет не перевищує 18 МДж/кг. Крім того торефікована біомаса відрізняється кращою однорідністю продукту.



**Рис. 1. Хімічні процеси в процесі торефікації**

З огляду виробничих умов, процес торефікації мінімізує також сезонні зміни сировини. Ця риса є дуже привабливою в аспекті загальної оптимізації процесу, його контролю і стандартизації.

Таким чином, процес торефікації є актуальним напрямком переробки і використання біомаси в енергетичних цілях, а визначення параметрів термічної обробки для конкретного виду сировини є важливою науково-дослідною задачею на найближчі роки. В зв'язку з цим у вересні 2018 р. в Подільському державному аграрно-технічному університеті почала діяти навчально-наукова лабораторія «DAK GPS», одним з напрямків якої є дослідження процесу торефікації доступної біосировини.

#### Список використаних джерел

1. Bergman P.C.A. Combined torrefaction and pelletisation — the TOP process. *ECN Report, ECN-C-05-073*. 2005. P. 1–29.
2. Felfi F.F., Luengo C.A., Suarez J.A., Beaton P.A. Wood briquette torrefaction. *Energy and Sustainable Development*. 2005. Vol. 9. P. 19–22
3. Dziedzic, K. Łapczyńska-Kordon, B. Mudryk, K. Decision support systems to establish plantations of energy crops on the example of willow (*Salix Viminalis L.*). *Scientific achievements in agricultural engineering, agronomy and veterinary medicine polish ukrainian cooperation*. Vol. 1, No. 1, 2017. p.150-160
4. Yermakov S., Hutsol T., Horetska I. Prospects for automation of energy willow planting mashines. *Renewable Energy Sources. Engineering, Technology, Innovation*. p.92
5. Yermakov S., Hutsol T. Features of the heterogeneous rod-like materials outflow. *Technological and methodological aspects of agri-food engineering in young scientist research*. Krakow, 2018, p. 55-68
6. Dziedzic K., Mudryk K., Hutsol T. Impact of grinding coconut shell and agglomeration pressure on quality parameters of briquette. *Engineering for rural development*. Jelgava, 23.-25.05.2018. p.1884-1889

