

2) дозволяє інтенсифікувати процес отримання ріпакових ефірів, оскільки за часом він займає не більше однієї години, тоді як в розглянутих вище схемах – не менше 2 годин;

3) передбачає використання етилового спирту, що з одного боку суттєво зменшує агресивний корозійний вплив на кольорові метали, а з іншого – підвищує нижчу температуру згоряння біопального.

За даною технологією з 1 тонни насіння ріпаку можна отримати 300 літрів ефірів з орієнтованою вартістю 22,5 грн. за 1 літру.

Вадим ОНІЩУК

Магістрант

Науковий керівник:

завідувач навчально-наукової

лабораторії «DAK GPS» Сергій ЄРМАКОВ

Подільський державний аграрно-технічний університет

м. Кам'янець-Подільський

ПЕРСПЕКТИВИ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ БІОМАСИ (БІОВУГІЛЛЯ, ТОРЕФІКАТ)

Енергія біомаси є однією з найперспективніших з точки зору можливостей нарощування потужностей галузь відновлювальної енергетики. Проте такі недоліки сировини біомаси як низька щільність, гігроскопічність, димність, тощо дедалі частіше змушують звертати увагу на переробку біомаси, зокрема термічним способом.

Отримання вугілля, це одна з найдавніших технологій. Вплив на сировину високою температурою без доступу повітря дозволяє отримати залишок на 80–90 %, що складається з вуглецю. Якщо теплотворна здатність вихідної деревини в перерахунку на повітряно-суху становить 14–16 мДж/кг, абсолютно суху 18–20 мДж/кг; то у деревного вугілля вона 30–33 мДж/кг.

Але, якщо ми врахуємо вихід вугілля (близько 32 % від абсолютно-сухої деревини), то виявимо, що частка енергії, що перейшла з деревини у вугілля, становитиме: $(30 \dots 33 \text{ мДж/кг}) \times 32\% / (18 \text{--} 20 \text{ мДж/кг}) = 48,0 \dots 58,7 \%$.

Решта енергії перетворюється на газ чи втрачається під час екзотермічної реакції терморозпаду. Перевага деревного вугілля – висока теплотворна здатність, супроводжується такими недоліками, як низька густина, крихкість. Зараз у ЄС активно розвивається напрямок з використання деревного вугілля як палива для котелень. Підтримуваний лідерами багатьох держав і «зеленими» напрямок, змушене орієнтуватися на країни з великими запасами сировини.

Чимало уваги відновлювальним джерелам енергії і зокрема використання енергії біомаси приділяється сільському господарству, як потужного постачальника сировини для цієї галузі енергетики.

Ще один великий напрямок споживання енергії біомаси, а в основному деревного вугілля, це використання у промисловому виробництві.

Прагнення зберегти велику частку тепла в кінцевому продукті та позбавити його недоліків вугілля, призвело до ідеї торефікації. Цей процес був відомий давно. В Енциклопедичному словнику Брокгауза та Ефрона згадується «червоне вугілля», яке селяни привозили до міста. Це були дрова – дуже сухі, трохи побурілі. Вони мали попит у забезпечених городян. Дослівно цей термін перекладається як «обсмажування». Суть процесу полягає в тому, що деревина глибоко висушується і піддається вкрай м'якому піролізу. Відщеплюються лише бічні ланцюги.

Експериментальні роботи з вивчення різних ступенів термічної переробки деревини проводилися багаторазово. Можна назвати енциклопедичну роботу проф. В.М. Козлова «Піроліз деревини», вид. АН СРСР, М., 1952. З цієї роботи випливає, що при кінцевій температурі обвуглювання берези 250 °С вихід продукту становить 73 % при вологості 3,6 % і зольності 0,4 %, при кінцевій температурі 300 °С, відповідно 41 %, 2,9 %, 0,6 %. При тривалості процесу 3 години досягається різке зниження гігроскопічності матеріалу вже за 250 °С.

Теплотворна здатність матеріалу, витриманого протягом 3 годин при 250 °С становить 22–23 мДж/кг. Таким чином, продукт переходить з вихідної деревини $22 \times 73 / 19 = 84$ % теплової цінності вихідної деревини.

Ця обставина робить продукт привабливим як паливо. Важливо забезпечити можливість експорту, так як попит на паливо з відновлюваної сировини в ЄС високий, а Україна має необхідні ресурси. Тому бажано такий «підсмажений» продукт ущільнити. Якщо торефікат спресувати аналогічно пелетам, то отримаємо гранули зручні для перевезення. Їх гігроскопічність знижується при торефікації та пресуванні. Це створює додаткові зручності при транспортуванні та зберіганні.

Накопиченого на даний час досвіду та наукових даних у роботах науковців, достатньо, щоб планувати необхідну технологію та розрахувати необхідне устаткування. За нашими попередніми міркуваннями, привабливий варіант оформлення технології виглядає так:

Сира деревина надходить на виробництво у формі щепи. У цьому випадку, пересувні щепорубки на тракторному ході можуть перетворити на зручну для транспортування щепу безпосередньо на лісозаготівлях не тільки стовбурову деревину, а й порубкові залишки, забезпечивши безвідходне використання сировини. Далі, тріска висушується і піддається низькотемпературному піролізу.

Тріску, що пройшла торефікацію, можна направити на дробарки і перетворити на борошно, придатне для пресування. Таке виробництво, складене з відомих та перевірених практикою компонентів, буде працездатним та високопродуктивним при правильному доборі співвідношення частин, що виконують окремі процеси.

Брикетування та гранулювання вугілля та торефікатів дозволяє отримати більш щільний та зручний у застосуванні продукт. Це суттєво і з погляду логістики. Різні способи попереднього брикетування деревини з подальшим перевуглюванням та брикетування вугілля розвиваються і мають гарну перспективу.

У Подільському державному аграрно-технічному університеті в навчально-науковій лабораторії «ДАК-GPS» уже третій рік триває робота над піднятими вище питаннями. Розробляється тема «Агробіомаса України, як енергетичний потенціал Центральної та Східної Європи» (державний реєстраційний номер 0119U103056), яка включає такі компоненти як технології вирощування біомаси та пошуку можливостей нарощування енергетичного потенціалу, механізації і автоматизації процесів при виробництві біомаси, її переробки шляхом торефікації, сертифікації біопалив і можливого збуту його у країни Європейського Союзу.

Список використаних джерел

1. 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.
2. Юдкевич Юрий Давидович *Углежжение, торрефикация, активация. Тенденции развития.* Энергия из биомассы: котельные и ТЭЦ на биотопливе, производство пеллет, брикетов, биогаза в России и мире. Санкт-Петербург, 2012. С.6
3. Yermakov S. Application of the laplace transform to calculate the velocity of a two-phase fluid modulated by the movement of cuttings of an energy willow (*Salix Viminalis*). Тека. Quarterly journal of agri-food industry. 2 (19), 2019. pp. 71-78.
4. Єрмаков С.В., Гуцол Т.Д. Исследование процесса гравитационного выгрузки черенков энергетической ивы в условиях статических и динамических сводообразований. Науковий журнал «Інженерія природокористування». Вип.3. 2021. С. 97-109.
5. Гуцол Т., Єрмаков С., Розкош А. Торефікація як спосіб покращення споживацьких характеристик біомаси. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції. 2019.
6. Yermakov S., Hutsol T., Glowacki S. Primary Assessment of the Degree of Torrefaction of Biomass Agricultural Crops. Environment. Technologies. Resources. 2021. pp.264-267. <https://doi.org/10.17770/etr2021vol1.6597>
7. Yermakov S., Hutsol T., Rozkosz A. Evaluation Of Effective Parameters Of Biomass Heat Treatment In Processing For Solid Fuel. Engineering For Rural Development. 2021. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF241>