

УДК 662.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ОБРОБКИ БІОСИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

Снєжкін Ю.Ф., д-р техн. наук, чл.-кор. НАНУ,
Корінчук Д.М., канд. техн. наук, Безгін М.М., аспірант
Національна академія наук України «Інститут технічної теплофізики», м. Київ

Ефективність використання твердопаливного потенціалу України залежить від реалізації, розробки сучасних та дослідження нових технологій виробництва біопалива. Одним із актуальних напрямів альтернативної теплоенергетики є термічна обробка сировини. Дослідження в цій області дозволять визначити оптимальні режими, налагодити ефективну технологію виготовлення термічно обробленого біопалива.

The efficiency of the potential solid biofuel of Ukraine depends on the implementation, development advanced and research the new biofuel technologies. The thermal treatment of raw materials is one of the major branches of alternative thermal power engineering. Research in this area will determine the optimum conditions, establish effective technology of thermal treated biofuels.

Ключові слова: тверде біопаливо, термічна обробка, зневоднення, розкладання, теплота згорання

Україна активно впроваджує в теплоенергетичному секторі проекти заміщення природного газу твердим біопаливом. За даними біоенергетичної асоціації України твердопаливний щорічний потенціал складає близько 5 млн.т. н.е. На світовому ринку біоенергоресурсів представлені пелети та брикети з різної сировини, вироблені за різними технологіями і які, відповідно, мають різні характеристики та якість. Достатньо новим продуктом є вдосконалене висококалорійне термічно оброблене (торефіковане) біопаливо. В технології виробництва термічно обробленого (ТО) біопалива на якісні характеристики кінцевого продукту суттєво впливають температура та час обробки, початкова вологість сировини, її щільність та інші характеристики. Використання єдиного режиму температурної обробки для різної за характеристиками чи видом біомаси призведе до отримання продукції різної чи невідповідної якості.

Основною метою дослідження є визначення впливу технологічних параметрів обробки на процеси, що протікають під час ТО. В подальшому результати досліджень дозволять розробити оптимальні режими термообробки для різної біосировини, налагодити технології виготовлення ТО біопалива.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розробка та створення дослідного стенду експериментальних досліджень процесів термічної обробки біосировини;

- дослідження впливу температур та часу обробки на процеси, що протікають під час ТО.

Для досліджень ТО біосировини створено дослідний стенд (рис.1), який складається з трьох основних частин: блоків термообробки, вимірювання та збору інформації.



Рис. 1 – Дослідний стенд експериментальних досліджень температурної обробки

Щоб уникнути окиснення сировини перед початком експериментів кисень в камері печі (2) випалювався відкритим вогнем. Це дозволило наблизити модель до реальних умов обігріву топковими газами.

Сировину розміщували в циліндричній бюксі (3) висотою 38 мм та діаметром 50 мм. Через спеціальний отвір між кришкою бюкси та самою бюксою в середину шару матеріалу поміщаються термопари на різній відстані від стінки циліндричної бюкси. За допомогою підставки (4) заповнена матеріалом бюкса вводиться в камеру печі (2). На регуляторі-вимірювачі (1) встановлюється необхідна температура проведення експерименту. Попередньо відтаровані ваги (6) безперервно фіксують зміну маси та температури зразка в процесі його термообробки. Запис зміни маси матеріалу під час термообробки проводиться через постійні проміжки часу в автоматичному режимі системою збору інформації.

Проведена серія досліджень за різної температури печі (250 °С, 270 °С, 300 °С). В якості сировини були обрані деревинні гранули різної вологості, деревинно-торф'яні гранули, брикети з деревини та насіння соняшника. Отримані залежності впливу температури печі на швидкість термічного розкладання біосировини. На графіках представлені (рис.2) зміна температури та маси зразків під час термічної обробки за температури печі 250 °С та 270 °С. Графіки відображають ділянки прогріву, сушіння та термічного розкладання сировини (рис.2), які відрізняються швидкістю втрати маси зразків. При підвищенні температури печі від 250 °С до 270 °С швидкість втрати маси зразка зростає в 1,7...1,9 рази, а загальні масові втрати зростають у 1,5 рази. На рис.2 виділені ділянки графіків за температури обробки 250 °С та 270 °С, на яких виявлено підвищення температури сировини вище температури проведення експерименту. Явище перегріву сировини обумовлене наявністю екзотермічного ефекту розкладання. За температури печі 300 °С і вище виявлено неконтрольований перегрів сировини, початок процесу коксування і супроводжується значними втратами калорійної складової.

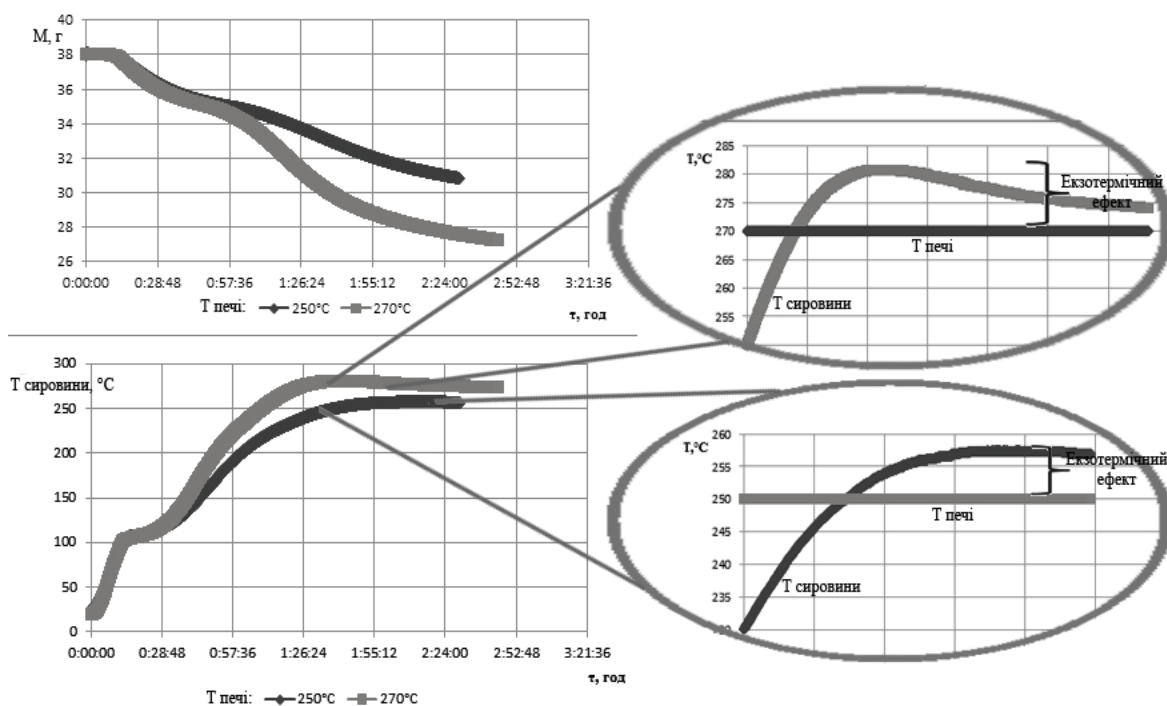


Рис. 2 – Вплив температури на протікання процесу ТО

До складу сировини для біопалива [4] входять геміцелюлоза, лігнін та целюлоза (табл. 1). Серед цих складових лише геміцелюлоза розкладається в температурному інтервалі 200...320 °С і має найменшу калорійність.

Процес розкладання геміцелюлози є екзотермічним, тобто супроводжується суттєвим виділенням теплоти. Так для деревини [1-2] виділення теплоти складають 8,0...8,5 МДж/кг втраченої маси.

В результаті проведення ТО в сухій біомасі зберігається близько 70 % маси і 90 % енергії. Можна припустити, що серед основних складових в досліджуваному температурному діапазоні (250...290 °С) розкладанню піддалася переважно геміцелюлоза.

Таблиця 1 – Основні складові сировини для біопалива

Компонент	Склад сировини для біопалива (середні значення), %(мас.)							Теплота згоряння, МДж/кг	Інтервал термічного розкладання, °С
	Вільха, дуб	Сосна, піхта	Міскантус	Солома	Лушпиння соняшника	Лушпиння гречки	Торф		
Лігнін	21	26	16	12	21	19	15	25	280-430
Целюлоза	46	50	44	41	52	33,9	10	17,5	300-380
Геміцелюлоза	22	17	24	17	24	40	18	13	200-320

Пресована біосировина може мати різну вологість (6...30%). Для спрощення аналізу процесів ТО та ідентифікації оптимальних режимних параметрів за видом біомаси було запропоновано розрахувати втрати маси зразків відносно сухої речовини (рис. 3). Від'ємні значення вертикальної шкали показують втрати вологи матеріалом (W,%), а додатні – характеризують втрати маси відносно сухого матеріалу (K,%) під час термообробки.

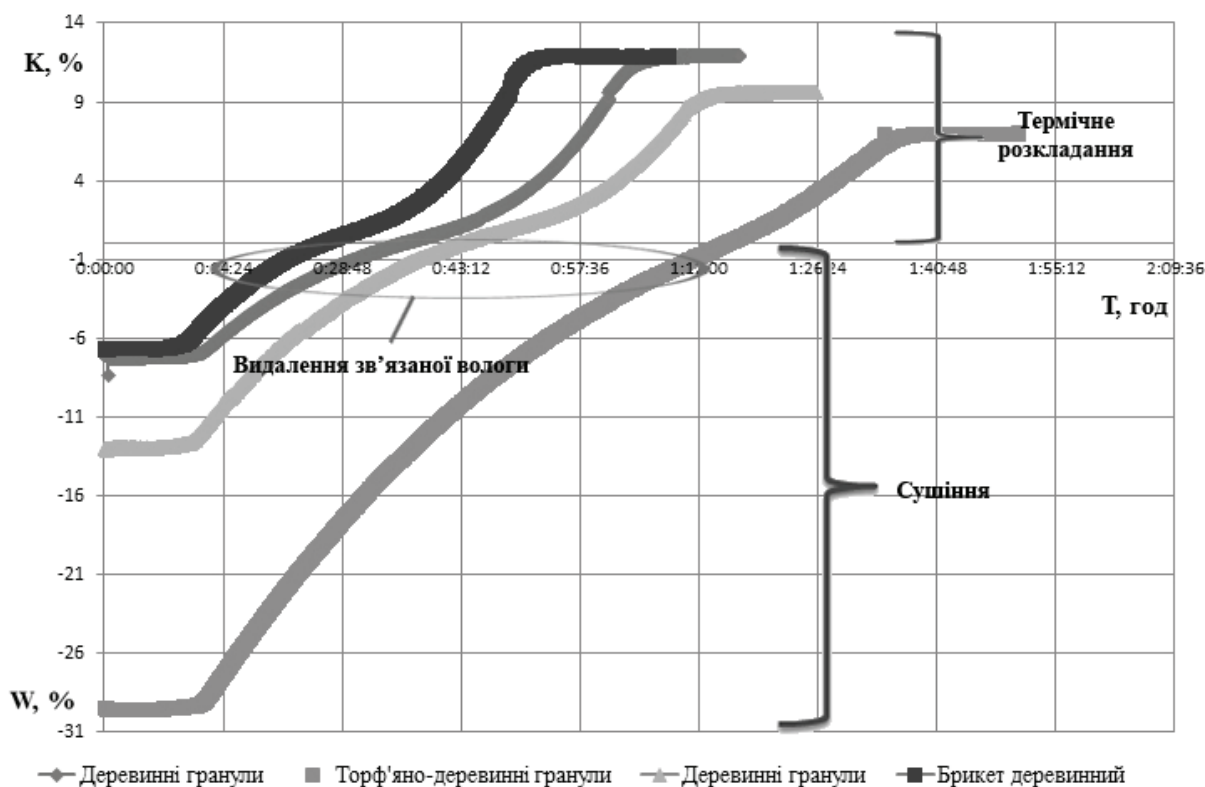




Рис. 3 – Термообробка зразків різної біосировини за температури печі 300 °С

Криві незалежно від виду та властивостей сировини характеризуються зменшенням швидкості втрати маси на ділянці сушіння, та зростанням швидкості термічного розкладання сухого матеріалу. Перехідною ланкою, що єднає ці процеси нижче вісі абсцис, є ділянка видалення зв'язаної вологи.

За теоретичними розрахунками [3] теплота згоряння термічно обробленої сировини підвищиться на 12...23 % в порівнянні з необробленою. Низький вміст баластних газів при спалюванні термічно оброб-

леного біопалива робить його енергоефективним паливом, яке може використовуватися для газогенераторного обладнання та є перспективною сировиною для виробництва рідких палив методом швидкого піролізу. Після термообробки висококалорійне паливо характеризується рівномірністю горіння, високою жаропродуктивністю (вище 2200 °С). Останнє дає змогу замінювати ним рідке паливо, газ та вугілля у високотемпературних технологічних процесах. Чим вище жаропродуктивність палива, тим вища якість теплової енергії, що виділяється при його спалюванні, тим вища ефективність роботи парових та водогрійних котлів. Крім того ТО паливо має подовжений строк зберігання завдяки набутій гідрофобності [5]. Натомість ТО гранул знижує їх об'ємну щільність на 32% в порівнянні з необробленими гранулами. В процесі ТО спостерігається зміна структурно-механічних властивостей зразків. Виявлено розтріскування, відшолушування та втрата циліндричної форми гранул, що свідчить про руйнування зв'язків між частками, які були утворені при пресуванні. Складові біосировини можна віднести до природних біополімерів. Подібна поведінка часток сировини під час нагрівання наштовхує на припущення, що частки гранульованого палива під час ТО повертають свою попередню форму (реформування) та властивості, які вони мали перед пресуванням. Особливо схильні до зворотніх деформацій пересушені (<8 %) гранули та брикети (табл. 2) через руйнування занадто слабких зв'язків між частками матеріалу виникаючими пружними напруженнями. Процес реформування пересушених зразків призводить до збільшення їх об'єму до 3 разів, підвищення крихкості чи навіть руйнування виробу. Гранули та брикети з більшим вмістом води (8...10 %) залишились міцними, але деформувалися локальними розпушеннями (табл. 2).

Таблиця 2 – Порівняльно-оцінювальна характеристика зразків з різною вологістю до та після ТО

Деформації зразків занадто сухого пресованого палива (W<7%) після ТО	Локальне розпушення зразків (W=8...10%)
	

В процесі ТО спостерігається інтенсивне газовиділення (пари та продукти розкладання), що також може викликати деформації. Варто зазначити, що порушення оптимальних технологічних режимів виробництва твердого біопалива та виготовлення брикетів і гранул з пересушеної сировини може призводити до передчасного їх руйнування, порушення режимів спалювання, суттєвого недопалу неякісної продукції, виносу часток з камери горіння, що загалом зменшує ККД котельного обладнання та може стати причиною пожежі. Відповідно при виготовленні твердого біопалива відхилення вологості сировини від оптимального її значення в меншу сторону не допустиме.

Висновки

При підвищенні температури печі в досліджуваному інтервалі температур швидкість втрати маси зразка зростає в 1,7...1,9 рази, а загальні масові втрати зростають у 1,5 рази. Виявлено явище перегріву сировини обумовлене екзотермічним розкладанням сировини під час термообробки. Процес слід проводити при максимальній температурі, але з урахуванням перегріву температура сировини не повинна перевищувати температуру початку процесу коксування.

Криві зміни маси зразків можна розділити на ділянки прогріву-сушіння та термічного розкладання сухої сировини. Незалежно від виду та характеристики сировини ділянка сушіння характеризується зменшенням швидкості, а ділянка термічного розкладання зростанням швидкості втрати маси.

Встановлено факт збільшення об'єму пересушених зразків брикетів та гранул до 3 разів. Відповідно при виготовленні твердого біопалива відхилення вологості сировини від оптимального її значення в меншу сторону не допустиме.

Література

1. Никитин В. М., Оболенская А. В., Щеголев В. П. Химия древесины и целлюлозы. —М., Лесная промышленность, 1978,— 176 с
2. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы // Московский государственный университет леса – 2006. – С. 65.
3. Равич М.Б. Упрощенная методика теплотехнических расчетов. – М: «Наука», 1966,— 403с.
4. Гупало О.П., Тушницький О.П. Хімія деревини//Львів, Лісохімічні виробництва, 1997. – 197 с.
5. Katarina Håkansson. Torrefaction and Gasification of Hydrolysis Residue from the Wood to Ethanol Pilot Plant in Örnköldsvik // Master of Science Thesis in Energy Engineering // Umeå Institute of Technology – Örnköldsvik 29 may 2007, – 49 p.
6. Alligno Maschinen export GmbH Практическое руководство по созданию пеллетного производства (по материалам западных публикаций)// Австрия, 2006. –18с.

УДК [662.7; 57]: 663.26.068 – 027.33.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ ИЗ ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК

¹Перетяка С.Н., канд. техн. наук, доцент

²Осадчук П.И., канд. техн. наук, доцент

¹Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

²Одесский государственный аграрный университет, г. Одесса

В статье рассмотрена технология производства пеллет из виноградных выжимок. Представлены результаты исследований по дроблению и прессованию выжимок. Определены удельные расходы энергии на дробление и прессование пеллет из выжимок.

In current paper the technology of pellet producing from grape pomace is considered. The results of researches of pomace grinding and pressing are given. Specific power inputs on grinding and pressing the pellets of grape pomace are determined.

Ключевые слова: биотопливо, виноградные выжимки, дробление, прессование.

Даже при слабом уровне развития возобновляемой энергетики, Украина имеет хорошие условия для внедрения этого направления, прежде всего биотоплива. Страна обладает громадным потенциалом биомассы, которая доступна для производства энергии. Основными составляющими этого потенциала являются отходы сельского хозяйства, древесины, а в перспективе – энергетические культуры, которые активно выращивают в последние годы. Объем энергетического потенциала биомассы составляет 25-38 млн. тонн условного топлива в год. По данным энергетического баланса Украины, для получения энергии в стране используется около 1,3 млн. тонн биомассы, что составляет 0,7% от общего потребления энергии. В основном это шелуха семян подсолнечника, отходы древесины и дрова для населения. Таким образом, такое потенциальное сырье для производства биотоплива как лузга риса, стебли кукурузы, солома пшеницы, биомасса подсолнечника, бытовые отходов, торф, лузга гречки, лигнин гидролизный, кофейный шлам практически не используются [1,2]. Отходы пищевой и перерабатывающей промышленности легко перерабатываются в биотопливо в виде пеллет или брикетов.

Согласно с данными Государственной службы статистики в Украине в 2014 году было переработано 228,93 тысяч тонн винограда. Процент выжимок составляет 10 – 20 % от общей массы винограда. Такое количество отходов создает значительную нагрузку на окружающую среду. Кроме того, предприятия должны расходовать средства на транспортировку и захоронение выжимок на мусорных полигонах. Известно, что в развитых винодельческих странах из виноградных выжимок получают:

- спирт-сырец содержит значительные примеси высших спиртов, альдегидов, летучих кислот, средних эфиров. В некоторых странах его используют непосредственно при изготовлении специальных типов вин (портвейн, мадера, марсала), а также для приготовления граппы, ракии и других крепких алкогольных напитков;