



Національна академія наук України
Інститут технічної теплофізики НАН України

ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ НА ТЕРМІЧНЕ РОЗКЛАДАННЯ ПАЛИВНИХ ГРАНУЛ

Корінчевська Т.В.
Михайлик В.А.

XXII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА ОНЛАЙН–КОНФЕРЕНЦІЯ
"ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ У ХХІ СТОЛІТТІ"
20 – 21 травня 2021 р. Київ, Україна

Рослинна сировина для виробництва біопалива

Рослинна сировина

Сировина зі спеціальних плантацій енергокультур:

- верба;
- тополя;
- місканус тощо.



верба



тополя



місканус

Деревина та відходи її обробки та переробки (зокрема сосна).



стовбура дерева

тирса

тріска



Відходи сільсько-господарського виробництва:

- солома зернових культур;
- стебла кукурудзи;
- лушпиння соняшнику;
- лузга гречки тощо.



солома

лушпиння
соняшнику



стебла
кукурудзи

Гранулювання є ефективним способом виробництва твердого біопалива, яке дозволяє стабілізувати та гомогенізувати сировину, покращити механічні, термічні та горючі властивості, а також поліпшити умови транспортування.



На ефективність процесу гранулювання впливає багато факторів: вологість сировини її фракційний та гранулометричний склад, температурний режим гранулювання, тощо. За рахунок цих факторів сировина набуває властивостей, необхідних для виготовлення гранул.

При зміні фізико-механічних факторів отримання гранул може змінюватися хімічний склад біомаси. Зокрема активуються внутрішні зв'язуючі речовини, що суттєво впливають на механічну якість гранул.

Способи активації внутрішніх зв'язуючих сировини:

- **холодне пресування** – активація контактних центрів матеріалу в результаті дії високого тиску за температур зовнішнього середовища ($\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- **механоактивація** – технологічний процес диспергування сировини з метою одержання частинок з розміром $\leq 0,2\text{ мм}$, в результаті чого збільшується кількість контактних центрів матеріалу за рахунок зростання питомої поверхні;
- **термічна активація** подрібненої сировини здійснювалась під час її пресування в прогрітій до $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ камері матриці пристрою для пресування;
- **термоволога активація** перед пресуванням виконувалась шляхом інтенсивної обробки водяною парою. Перед пресування матрицю нагрівали до $150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Підготовка зразків для досліджень

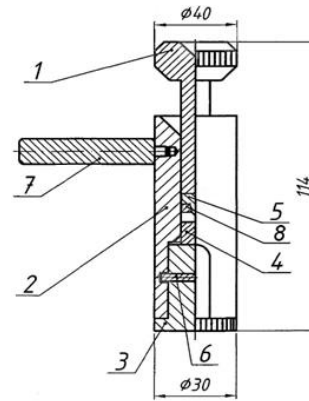
Сировина - тирса деревини сосни, лушпиння насіння соняшника та стебла міскантуса.

Подрібнена сировина з вмістом 30 % мікрофракції ($\leq 0,2$ мм) та 70% крупної фракції (2...3 мм) пресувалася за тиску 100 – 120 МПа.

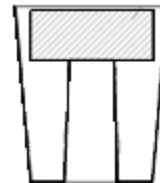
Отримували зразки в вигляді таблеток діаметром 8 мм та висотою 2,5 – 3,0 мм.



Стенд для отримання експериментальних гранул:
1 – рухома плита; 2 – опорна плита; 3 – вимірювач сили преса; 4 – пульт керування; 5 – пристрій для гранулювання.



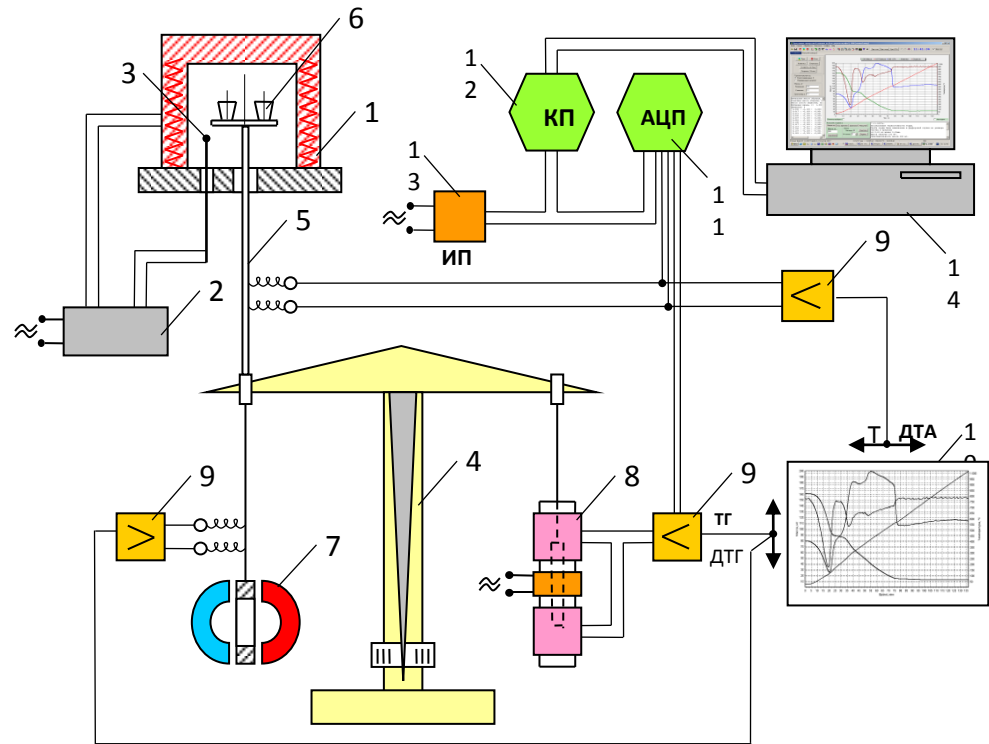
Пристрій для отримання гранул:
1 – пуансон, 2 – матриця, 3 – опора,
4 – пята, 5 – шайба, 6 – штифт,
7 – рукоятка



Схематичне розташування в тиглі гранул

Дослідження термічного розкладання

Дериватограф Q-1000

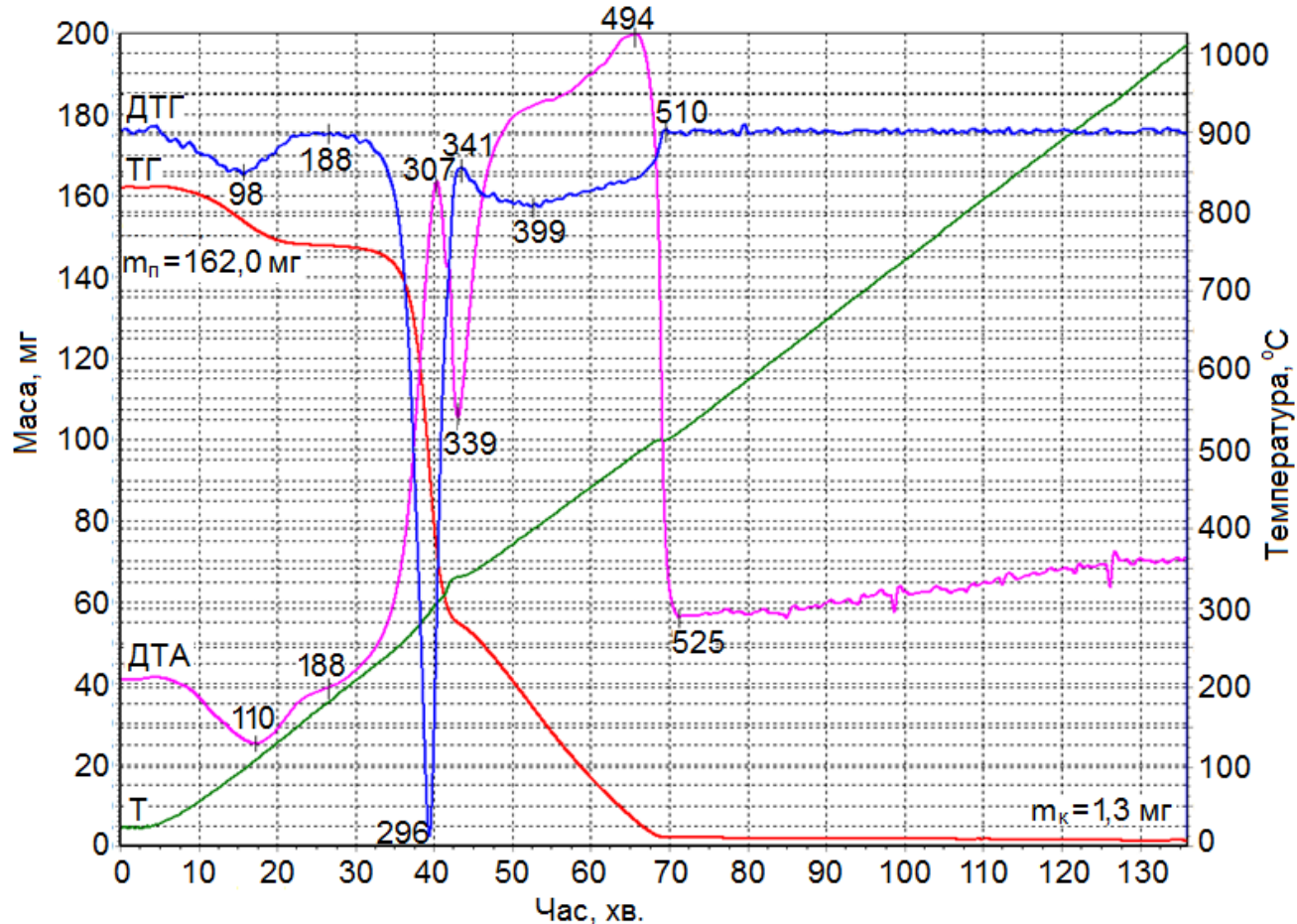


- 1 – піч; 2 – програматор температури в печі; 3 – термопара контролю температури;
4 – ваги; 5 – керамічна стійка; 6 – зразок; 7 – пристрій для виміру швидкості видалення
вологи; 8 – пристрій для виміру зміни маси зразка; 9 – підсилювач сигналу;
10 – самопис; 11 – аналогово-цифровий перетворювач; 12 – конвертер інтерфейсу;
13 – джерело живлення; 14 – комп'ютер.

**Рєсстрація: температури (Т); маси зразка (ТГ); швидкості зміни маси (ДТГ);
теплового ефекту (ДТА).**

Діапазон температур 19...1009 °С. Швидкість нагрівання 7,4 К/хв.

Дериватограма гранули з деревини сосни, отримана холодним пресуванням

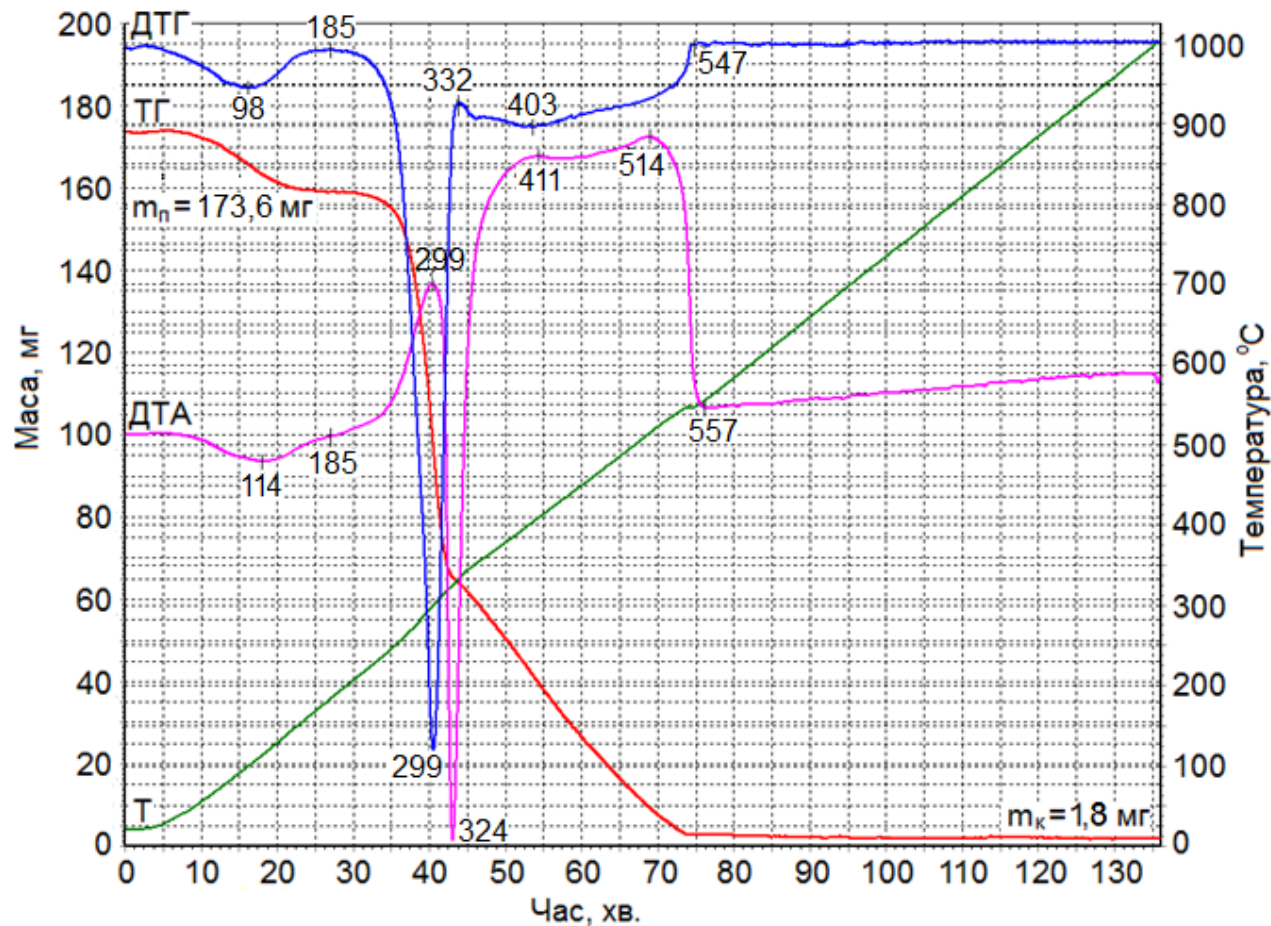


Вологість – **8,89 %**

Вміст органічних речовин, що розкладаються – **98,51 % до маси СМ**

Зольність – **0,88 % до маси СМ**

Дериватограма гранули з деревини сосни, отримана за допомогою термічної активації

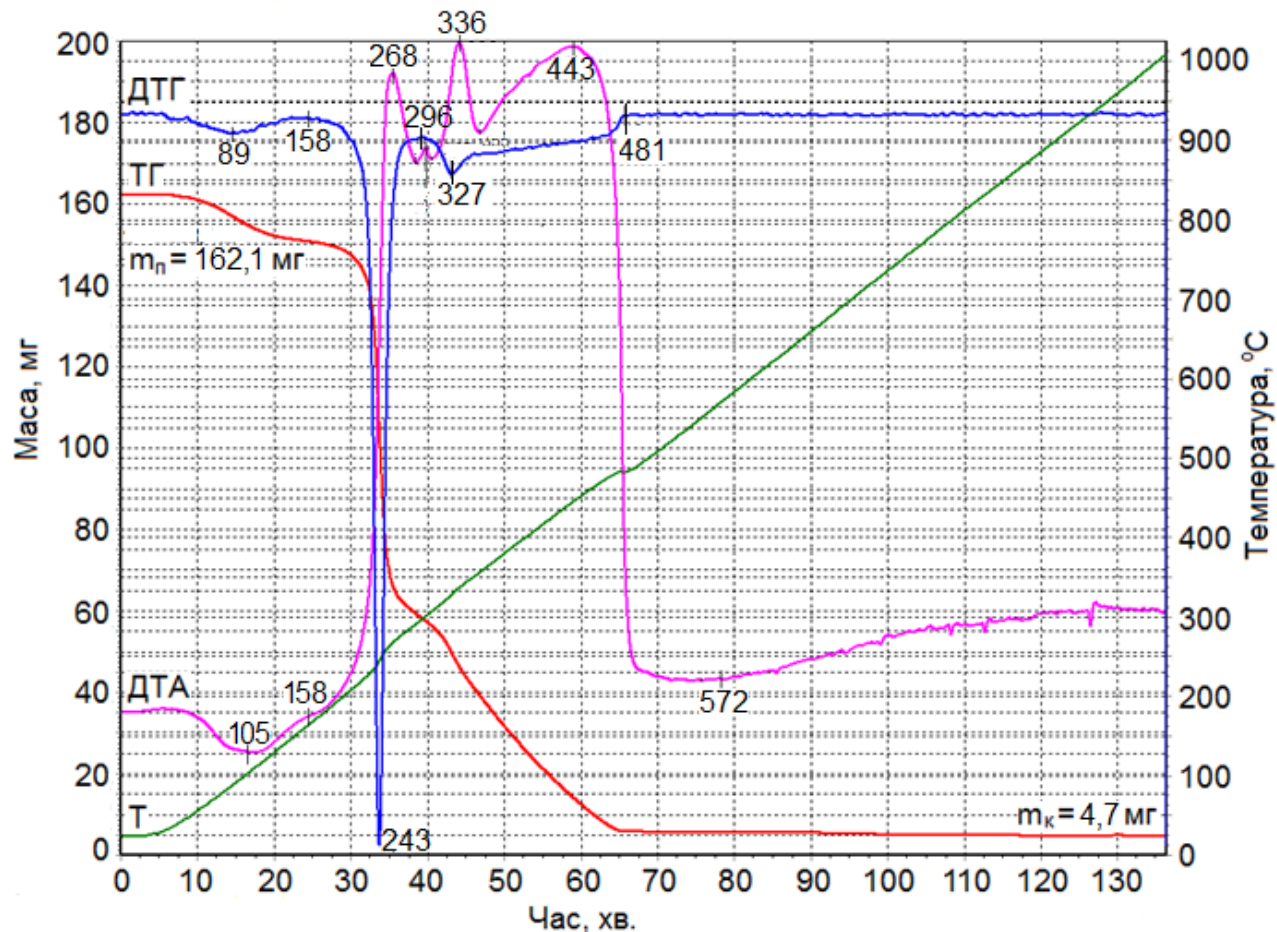


Вологість – **8,41 %**

Вміст органічних речовин, що розкладаються – **98,30 % до маси СМ**

Зольність – **1,13 % до маси СМ**

Дериватограма гранули з лушпиння соняшнику, отримана холодним пресуванням

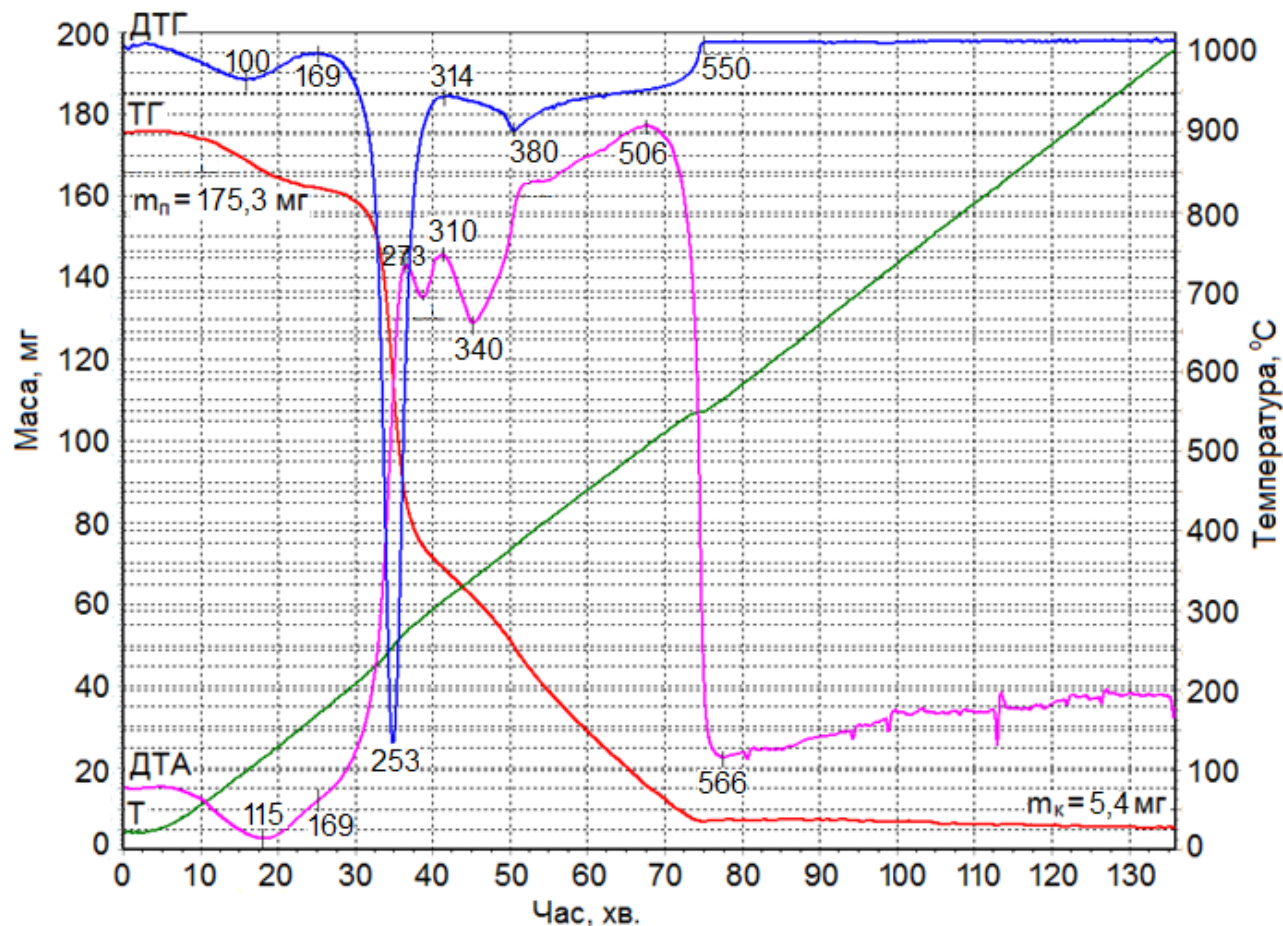


Вологість – **6,90 %**

Вміст органічних речовин, що розкладаються – **96,16 % до маси СМ**

Зольність – **3,11 % до маси СМ**

Дериватограма гранули з **лушпиння соняшнику**, отримана за допомогою термічної активації

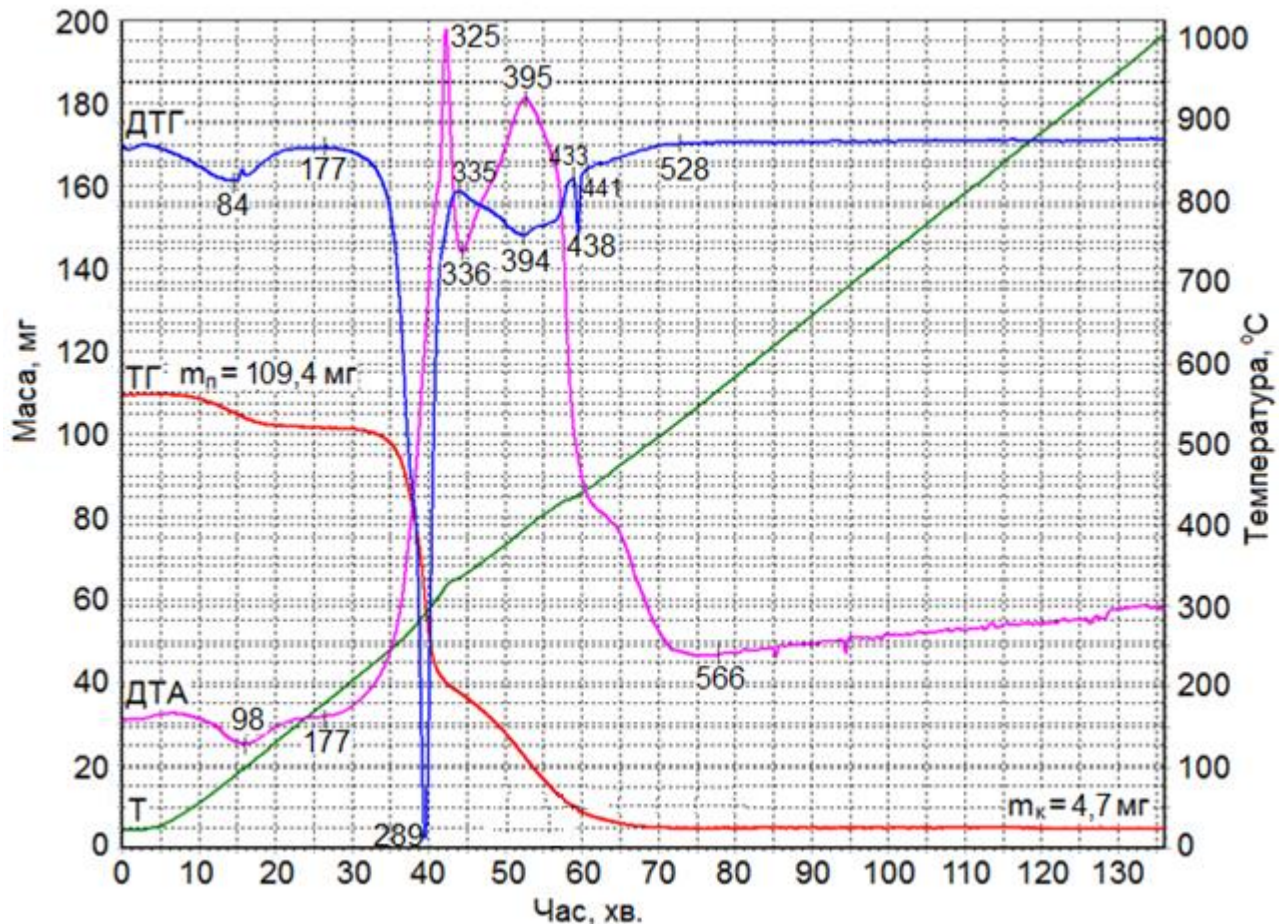


Вологість – **7,64 %**

Вміст органічних речовин, що розкладаються – **95,74 % до маси СМ**

Зольність – **3,33 % до маси СМ**

Дериватограма гранули з стебел міскантуса, отримана холодним пресуванням

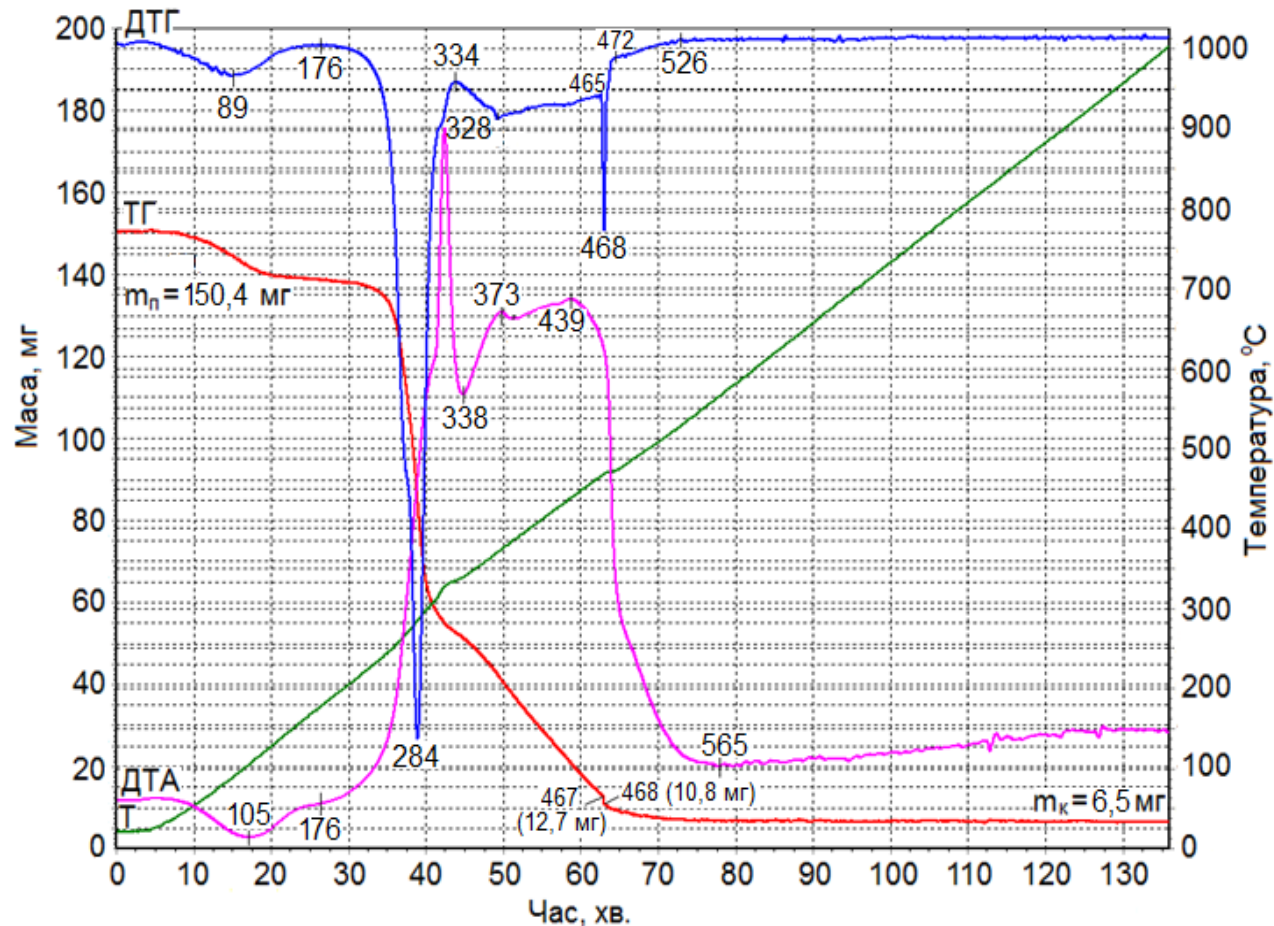


Вологість – 7,22 %

Вміст органічних речовин, що розкладаються – 95,27 % до маси СМ

Зольність – 4,63 % до маси СМ

Дериватограма гранули з стебел міскантуса, отримана за допомогою термічної активації



Вологість – **7,78 %**

Вміст органічних речовин, що розкладаються – **95,02 % до маси СМ**

Зольність – **4,69 % до маси СМ**

Зневоднення та розкладання органічних речовин палива з деревини. Температурні інтервали та вміст

Умови отримання гранул	Видалення води		Термічне розкладання речовин				Зола
			органічних		мінеральних		
	інтервал, °С	вологість, %	інтервал, °С	вміст, % СМ	інтервал, °С	вміст, % СМ	% до маси СМ
Деревина сосни							
Холодне пресування	23-188	8,89	188-510	98,51	510-1009	0,61	0,88
Термічна активація	19-185	8,41	185-547	98,30	547-1002	0,57	1,13
Лушпиння соняшнику							
Холодне пресування	22-158	6,90	158-481	96,16	481-1007	0,73	3,11
Термічна активація	20-169	7,64	169-550	95,74	550-1002	0,93	3,33
Стебла міскантуса							
Холодне пресування	20-177	7,22	177-528	95,27	528-1006	0,10	4,63
Термічна активація	19-176	7,78	176-526	95,02	526-1001	0,29	4,69

Кінетика термічного розкладання органічних сполук гранульованого біопалива

Умови отримання гранул	Низькотемпературна стадія		Високотемпературна стадія		Загальна середня швидкість розкладання, % СМ/хв.
	інтервал, °С	швидкість розкладання, % СМ/хв.	інтервал, °С	швидкість розкладання, % СМ/хв.	
Деревина сосни					
Холодне пресування	188–341	3,98	341–510	1,37	2,39
Термічна активація	185–332	3,61	332–547	1,23	2,09
Лушпиння соняшнику					
Холодне пресування	158–296	3,98	296–481	1,31	2,28
Термічна активація	169–314	3,51	314–550	1,13	1,91
Стебла міскантуса					
Холодне пресування	177–335	3,56	335–528	1,12	2,05
Термічна активація	176–334	3,54	334–526	1,15	2,05

ВИСНОВКИ

1. Методами термогравиметрії та диференціально-термічного аналізу виконано дослідження термічного розкладання гранульованих біопалив з деревини сосни, лушпиння соняшнику та стовбурів міскантуса. Визначено температурні інтервали зневоднення, термічного розкладання органічних і мінеральних речовин, вологість та зольність палив.

2. Отримані результати свідчать, що внаслідок термічної активації тирси сосни та лушпиння соняшника утворюється більш щільна та міцна, в порівнянні з холодним пресуванням, структура гранул, розширюються інтервали термічного розкладання органічних речовин, швидкість розкладання таких гранул зменшується.

3. Водночас для гранул з міскантуса інтервали термічного розкладання органічних речовин та швидкість розкладання залишаються практично незмінними.

4. Енергетична ефективність термічної активації сировини перед пресуванням вимагає додаткових досліджень.