

УДК 620.952

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ГРАНУЛЮВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ РОСЛИННОГО І ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Комар А.С., інж.,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.

**Постановка проблеми.** Близько 95% всієї світової енергії сьогодні виробляється з непоновлюваних джерел (природний газ, нафта, вугілля). Наприкінці минулого століття розпочали застосовувати технології по видобуванню енергії з відходів органічного походження, до яких входять і паливні гранули (пелети) [1,2]. Зростання попиту на пелети в Європі останніми роками зумовлений політикою ЄС щодо клімату, зокрема, заходи щодо скорочення викидів парникових газів в атмосферу. Майже 85% світового ринку споживання ущільненого біопалива припадає на Європу.

Потужності виробництва пелет в Україні за типами сировини дуже різняться: деревина, солома, лушпиння, торф, очерет, макуха, люцерна, деревне вугілля, рис, відходи переробки борошна, кукурудза, лігнін, гідролізні смоли тощо.

Загальне виробництво пелет в Україні у 2015 р. становило 1 319 465 т на 494 підприємствах. Виробництво пелет з деревини становило до 390 000 т, лушпиння – 723 650 т, соломи – 146 000 т, торфу – 8400 т, інші – 51 835 т [1,3].

Гранули з органічних відходів є екологічно чистим видом твердого біопалива, яке широко використовується в розвинутих країнах.

Питання переробки пташиного посліду одне з найактуальніших в світі з точки зору екології. Сучасні птахівницькі комплекси є виробниками не лише м'яса і яєць птиці, але і відходів, причому в кількості набагато більшій, ніж основної продукції. Найбільш питому вагу серед них займає послід [3].

У низинах Дніпра, де річка ділиться на рукави, між якими поступово зникають ділянки суші, виростає один з найбільш швидко поновлюваних джерел енергії – очерет. Було б дивно, якби людина не скористалася цим природним матеріалом, зростаючим в надмірній кількості. За своєю теплотворною здатністю очерет нітрохи не поступаються вугіллю.

Вигідним способом утилізації очеретяної маси та пташиного посліду є виробництво з них паливних гранул.

**Основні матеріали дослідження.** Суттєвий внесок у вивчення питання ущільнення відходів органічного походження зробили такі вітчиз-

зняні та зарубіжні вчені, як: В. П. Горячкін, Є. М. Гутьяр, М. О. Пустигін, Г. Г. Гелетуха, Є. І. Сухін, Н. В. Зіновчук, В. І. Особов, І. О. Долгов, Є. І. Храпач, Некрашевич В. Ф., Х. Скальвейт, Дж.-Л.Батлер, Х.Ф. Мак-Коллі та інших [1, 4]. Основну увагу у своїх роботах науковці приділяли питанням пошуку найефективнішого способу використання біомаси, ущільненню органічних відходів і створенню комунікацій для транспортування сировини та готової продукції.

Проте питання ущільнення певних видів органічних відходів рослинного та тваринного походження при сучасній тенденції до переходу на відновлювальні джерела енергії залишається достатньо актуальним [5-6].

Не зважаючи на те, що відновлюваних джерел стає більше – потреба людства в енергії зростає. Вугілля й мазут необхідно замінювати випереджаючими темпами та виявляти ощадність до отриманої енергії, не опалюючи небеса зайвими джоулями і калоріями.

Україна зарекомендувала себе як експортер екологічних джерел енергії: дров, тріски, пелетів і в той же час країна імпортує паливо (вугілля, газ). Актуально використання власного біопалива у вигляді паливних гранул (пелетів), сировини для якого не бракує, адже вони виготовляються з відходів в основному сільськогосподарського і деревного виробництва. Найкраще для виробництва пелет підходять такі органічні відходи: деревна тріска, тирса, стружки, солома, соняшникове лушпиння, макуха, люцерна, відходи переробки борошна, кукурудзиння, лігнін, очерет тощо. Обладнання для грануляції займає не так багато місця.

У процесі згоряння гранул виділяється не надто багато золи та шкідливих газів, а в атмосферу викидається у 15 разів менше  $\text{CO}_2$ , ніж при спалюванні природного газу. До того ж пелети відносно недорогі та малодимні, виділяють достатньо тепла [1].

За всіма показниками паливні гранули, виготовлені з очерету, абсолютно не поступаються торф'яним, а також пелетам з пресованої соломи. Більше того, при згорянні гранул з очерету відбувається менше виділенням сірки і вуглекислого газу, що позитивно позначається на довкіллі. Даний вид палива рослинного походження не має неприємного запаху, і може використовуватися як природний адсорбент.

Основні переваги виготовлення паливних гранул з тростино-очеретяної маси обумовлюється наступним [1]:

1. У біомасі очерету вміст вологи може досягати 50%, однак після висушування на повітрі, а також завдяки збиранні в зимовий час її значення знижується до 20-25%. Дана обставина дозволяє виробляти з очерету пелети з мінімальними витратами енергії на висушування сировини.

2. Тростино-очеретяна маса має високу теплотворну здатність.

3. Очерет має високий рівень вмісту лігніну – полімеру, що є природним сполучним елементом, що поліпшує фізичні параметри паливних гранул (щільність, міцність, стійкість до стирання тощо).

4. На відміну від нафтопродуктів і вугілля, очерет має низький вміст сірки та інших шкідливих домішок.

5. Мінімальні витрати на культивування очерету (навіть до їх відсутності), необхідні витрати тільки по його збору (заготівлі). Очерет повною мірою відноситься до поновлюваних джерел енергії. Це багаторічна рослина здатна дати перший урожай, придатний для збирання, вже через два-три роки після його посадки або самостійної появи. Надалі «урожай палива» можна збирати щорічно, при цьому зарості очерету мають стійку тенденцію до розростання.

Паливо в вигляді гранул з очерету може широко використовуватися для опалення приватних будинків, топки в каминах і котлах. Крім цього такі гранули цілком успішно використовуються в опалювальному обладнанні, яке забезпечує теплом цілі вулиці і квартали. За теплотворною здатністю пелети з очерету поступаються гранулам з деревини [1], однак і вартість такого палива істотно нижча.

Виготовлення пелет з пташиного посліду є другим за популярністю методом утилізації після використання посліду на добриво, але в чистому вигляді це сировина вимагає занадто великих енерговитрат. Гранули ж з посліду навпаки можуть служити джерелом енергії, наприклад, в системі опалення тваринницьких комплексів. Після спалювання таких гранул залишається зола з високим вмістом корисних елементів (кальцію, калію і фосфору). Ця зола може застосовуватися для удобрення ґрунту. Основною вимогою до виготовлення гранул з пташиного посліду є попереднє висушування сировини до вологості 10-20%.

Для гранулювання органічних відходів рослинного і тваринного походження, маємо універсальний гранулятор з нерухомо закріпленою плоскою матрицею та активними прикочувальними роликками (рис. 1).



**Рис. 1. Гранулятор [7, 8]**

Вибір такої конструкції зумовлений високою механічною міцністю основних частин гранулятора із дотриманням рекомендацій [8,9]

Процеси підготовки сировини до гранулювання складається з подрібнення і сушіння. Сортування з видаленням домішок виконано не буде, хоча це дасть змогу отримати стабільні параметри подрібненої суміші (фракційний склад, насипна густина, вологість, температура та відсутність побічних включень) для гранулювання.

Виходячи із номенклатури доступних стандартних елементів, сформульовано таблицю 1.

Таблиця 1

### Основні технологічні характеристики гранулятора [1]

№ за/п	Елемент дослідної установки	Параметри елементів	Од. вим.	Діапазон зміни
1	Матриця	діаметр отворів	мм	10
		крок отворів	мм	4-8
		кут зінкування	град	15
		відношення довжини каналу матриці до його діаметра	–	5
		діаметр матриці	мм	200
		ширина робочої частини	мм	48
2	Ролики	діаметр	мм	100
		кількість	шт	2
		ширина	мм	50
3	Привідний механізм	швидкість обертання двигуна	с-1	1500
		передавальне відношення	–	1:6, 6:1
4	Регулювання відстані між матрицею і роликом	безступеневий механізм із механічним переміщенням	мм	0-2



а)



б)

**Рис. 2. Отримані експериментальним шляхом гранули з: а) очерету б) пташиного посліду**

На грануляторі (рис. 1) є можливість отримувати паливні гранули як рослинного (рис. 2, а) так і тваринного (рис. 2, б) походження.

Після гранулювання отримані гранули необхідно охолодити та запакувати.

**Висновки.** Таким чином, нами показано можливість отримання палива із органічних відходів рослинного та тваринного походження, а саме очерету та пташиного посліду у вигляді гранул в лабораторних умовах. Утилізація тростино-очеретяної маси дозволить знизити антропогенне навантаження на довкілля, за рахунок переведення її із категорії відходів у категорію – палива. Утилізація відходів продукції життєдіяльності птахів знизить забруднення території та шкоду для здоров'я тварин і людей; отримати високоефективне паливо для власних потреб та цінне добриво (зола після згоряння пелет).

#### **Список використаних джерел**

1. Комар А.С. Гранулювання органічних відходів рослинного походження на прикладі очерету. Науковий вісник ТДАТУ: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 1. URL: <http://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik>.

2. Болтянська Н.І., Комар А.С. Визначення умови економічної доцільності підвищення надійності прес-гранулятора. Вісник ХНУСГ, «Проблеми надійності машин». 2019. Вип. 205. С. 398-405.

3. Болтянська Н.І., Комар А.С. Переробка пташиного посліду на добриво шляхом його гранулювання. Тези V Міжн. наук.-практ. конф. «Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва». Умань, 2019. С. 18-20.

4. Комар А.С. Доцільність гранулювання і брикетування кормів для тварин і птиці. Матеріали VII-ї Наук.-техн. конф. «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» (5-28 грудня 2018 року). Глеваха, 2019. С. 47-49.

5. Комар А. С. Огляд способів ущільнення порошкоподібних та дрібних сипких матеріалів. Матер. I Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 238-243.

6. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Драгнев С. В. Аналіз можливостей виробництва та використання брикетів з агробіомаси в Україні. Аналітична записка БАУ № 20. «Біоенергетична асоціація України». Київ, 2018. 48 с.

7. Гранулятор: пат. 129109 Україна: МПК В 01 J 2/20. №201803046; заявл. 26.03.18; опубл. 25.10.18, Бюл. № 20. 4 с.

8. Комар А. С. Взаємодія пресуючого ролика і матеріалу в прес-грануляторі. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 4. С. 260-269.

9. Болтянська Н.І., Комар А.С. Обґрунтування шляхів вдосконалення процесу гранулювання у прес-грануляторах з кільцевою матрицею. Вісник ХНТУСГ. 2019. Вип. 199. С. 176-185.