

УДК 674.8

**Жукова Н. І., Сергієнко М.І, ст. викл., Кутра К. Е. студент**  
**ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ**

*Висвітлено шляхи утилізації відходів деревини. Пропонується виготовлення паливних гранул з відходів деревини як енергетичного ресурсу з подальшим їх спалюванням для отримання теплової енергії. Наведено їх порівняння з іншими енергетичними джерелами. Також розглянуто можливість виготовлення «сендвіч-панелей» (SIP-панелі) з відходів деревини та їх використання в сучасному будівництві.*

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ**

*Рассмотрены пути утилизации отходов древесины. Предлагается изготовление топливных гранул из отходов древесины как энергетического ресурса с последующим их сжиганием для получения тепловой энергии. Проведено их сравнение с другими энергетическими источниками. Также рассмотрена возможность изготовления «сэндвич-панелей» (SIP-панели) из отходов древесины и их использование в современном строительстве.*

**PROMISING WAYS OF WOOD WASTE UTILIZATION**

*The ways of waste disposal timber. Offered production of fuel pellets from wood waste as an energy resource and their subsequent combustion to produce heat energy. Their comparison with other energy sources kami. Also consider the possibility of making a "sandwich panels» (SIP-panels) of wood waste and their use in modern construction.*

З кожним роком в Україні все гостріше постають питання енергозбереження, ефективного використання ресурсів та утилізації відходів. Розвиток промисловості і зростання споживання енергії спричиняє швидке зростання кількості і різноманітності відходів.

На сьогодні розвиток світової енергетики має бути спрямований на максимально можливе заміщення викопного палива альтернативними поновлюваними джерелами енергії, а також підвищення економічної ефективності їх використання. Одним із таких джерел є відходи деревини.

За даними зарубіжних фахівців, відходи деревообробки становлять у середньому 60% [1, 5, 6]. Переробка вторсировини деревообробної промисловості розв'язує питання утилізації відходів.

Відходи, що утворилися в результаті обробки деревини, пов'язані або з наявними властивостями та її якістю і технологією виробництва (технологічно обґрунтовані відходи), або із порушенням технологічних процесів та збоями в роботі обладнання (необґрунтовані відходи). Їх можна поділити на такі основні групи:

- горбиль і хвости підгорбильних дощок;
- кускові: обрізки (поздовжні і поперечні), які утворюються під час розпилюванні деревини і в деревообробці (торцеві зрізи колод і дощок), обрізки фанерних кряжів, сухих заготовок і деталей;
- фанерні і плиткові: обрізки шпону, клеєної фанери, деревоволокнистих і деревостружкових плит;
- всі види стружок, одержуваних при обробці заготовок і деталей на верстатах в деревообробних виробництвах;

- деревний пил і всі види тирси, отриманих під час розпилювання та розкроювання пиломатеріалів, клеєної фанери, а також в результаті оброблення заготовок і деталей на верстатах в деревообробних виробництвах; деревний пил, що отримується при шліфуванні деталей на верстатах і в інших процесах виробництва;

- шматки кори, одержувані в результаті окорювання круглого лісу в лісопилному, фанерному і целюлозно-паперовому виробництвах [2].

Загальний об'єм використання деревини у 2012 р. становив 22 млн. м<sup>3</sup>, з яких 9,24 млн. м<sup>3</sup> (42 %) становили вироби, 12,76 млн. м<sup>3</sup> – деревні відходи [3].

В останні роки розроблений ряд нових технологій переробки деревних відходів, до яких відносяться виробництва:

- плит типу ДСП;
- виробництво бруса;
- облицювальних плит;
- газифікація;
- стінових каменів і теплоізоляційних матеріалів;
- паливних брикетів [4].

Найбільш перспективними з економічної та з екологічної точки зору можна вважати метод виготовлення з відходів деревини паливних гранул (пеллет), а також один з найновіших способів використання вторсировини деревообробної промисловості – виготовлення термоізоляційних панелей (SIP-панелей).

Одним із видів альтернативного палива є паливні гранули (пеллети). Це найбільш екологічно чистий вид палива. Він не лише не забруднює навколишнє середовище, а й вирішує проблему утилізації деревних відходів. В країнах Європи це джерело енергії почало швидко розвиватися, і нині понад 200 підприємств виготовляють паливні гранули (рис. 1).

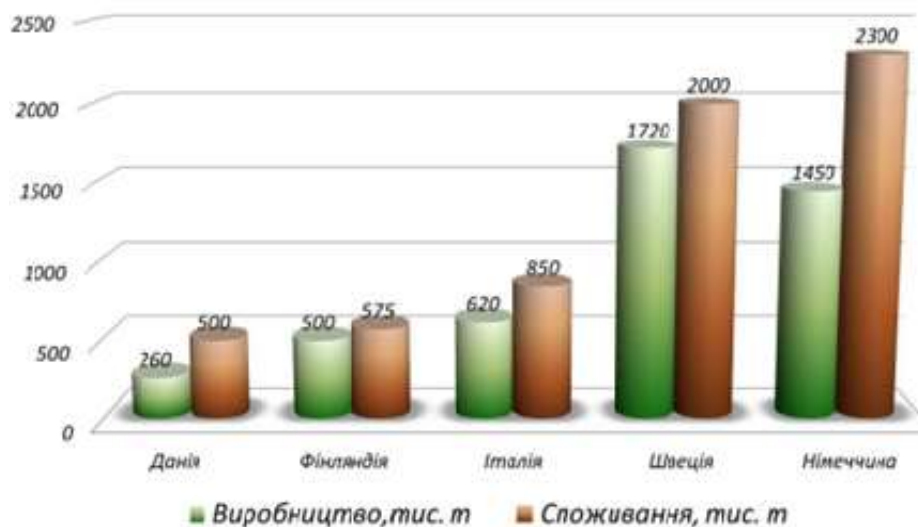


Рисунок 1 – Основні країни-виробники і споживачі пеллет в Європі

Виробництво гранул в Україні наведено на рис.2.

Деревні паливні гранули (pellets) – це пресований виріб циліндричної форми з висушених відходів деревини, таких як, стружка, обріз, деревне борошно (рис. 3).

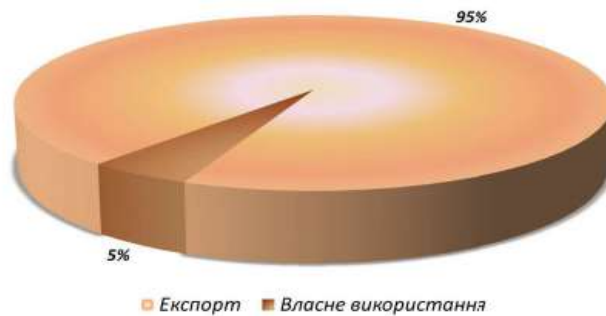


Рисунок 2 – Виробництво гранул в Україні



Рисунок 3 – Деревні пеллети

Характеристики гранул наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Основні показники, що характеризують деревні гранули

Показник	Значення
Теплота згоряння	4,9 кВт·год/кг
Щільність	1,2 – 1,3 т/м <sup>3</sup>
Діаметр	4 – 10 мм
Довжина	20 – 40 мм
Вміст вологи	7 %
Вміст золи	2 %
Вміст сірки	0,1 %
Вміст пилу	10 %

Теплотворна здатність такого палива є достатньо високою – 4,9 кВт·год/кг, що в 1,5 рази більше, ніж у деревини і близька до теплоти згоряння вугілля. Так, наприклад, внаслідок

спалювання 2000 кг паливних гранул виділяється стільки ж теплової енергії, як при спалюванні 957 м<sup>3</sup> газу, або 1000 л дизельного палива, або 1370 л мазуту.

Розвиток будівельних технологій потребує нових будівельних матеріалів, що відповідають сучасним вимогам з енергозбереження та екобезпеки. Однією з таких технологій є виробництво «сендвіч-панелей» (SIP-панелей).

SIP-панелі (рис. 4) є універсальним продуктом, незамінним для сучасного будівництва. Вони відрізняються унікальними властивостями і характеристиками: міцністю, низькою масою і високою несучою здатністю, швидкістю і зручністю монтажу, високими тепло- і звукоізоляцією, вологостійкістю і вогнестійкістю.

У сучасному виробництві для стінок «сендвіча» використовуються плити ОСП/OSB або «орієнтовано-стружкові плити». Як утеплювач застосовується спінений пінополістирол (пінопласт) щільністю 15, 25, 35 кг/м<sup>3</sup>. Характеристики SIP-панелей наведено в табл. 2.



Рисунок 4 – Конструктивні особливості SIP-панелей

SIP-панелі придатні до використання в усіх кліматичних зонах. Панелі мають високі теплоізоляційні властивості та розраховані на температурні коливання від – 50 до + 50 °С. Щоб досягти таких само низьких тепловтрат, цегляна стіна повинна бути в 15 разів товща (2 – 3 метри) або додатково утеплюватися (рис.5).

Таблиця 2 – Характеристики SIP-панелей

Показник	Значення
Міцність	5-10 кг/см <sup>2</sup>
Щільність	30-50 кг/м <sup>3</sup>
Теплопровідність	0,03-0,09 Вт/(м·К)
Морозостійкість	20-50 циклів
Усадка	0,5-1 % мм/м
Водопоглинання	5-10 %

На прикладі ДП МО України «Київський деревообробний завод» було проведено порівняльну характеристику еколого-економічної ефективності впровадження розглянутих вище технологій утилізації деревних відходів.

Завод використовує 2200 м<sup>3</sup> деревини на рік. Частка відходів (тирса, стружка, обрізки, деревне борошно) становить 350 т/рік і використовується в якості палива в котловому агрегаті ДКВР 4/13, призначеному для теплопостачання сушильного господарства. Величина викидів оксидів азоту в атмосферне повітря перевищує нормативні значення. Для зменшення антропогенного навантаження на довкілля було запропоновано методи утилізації відходів деревини.

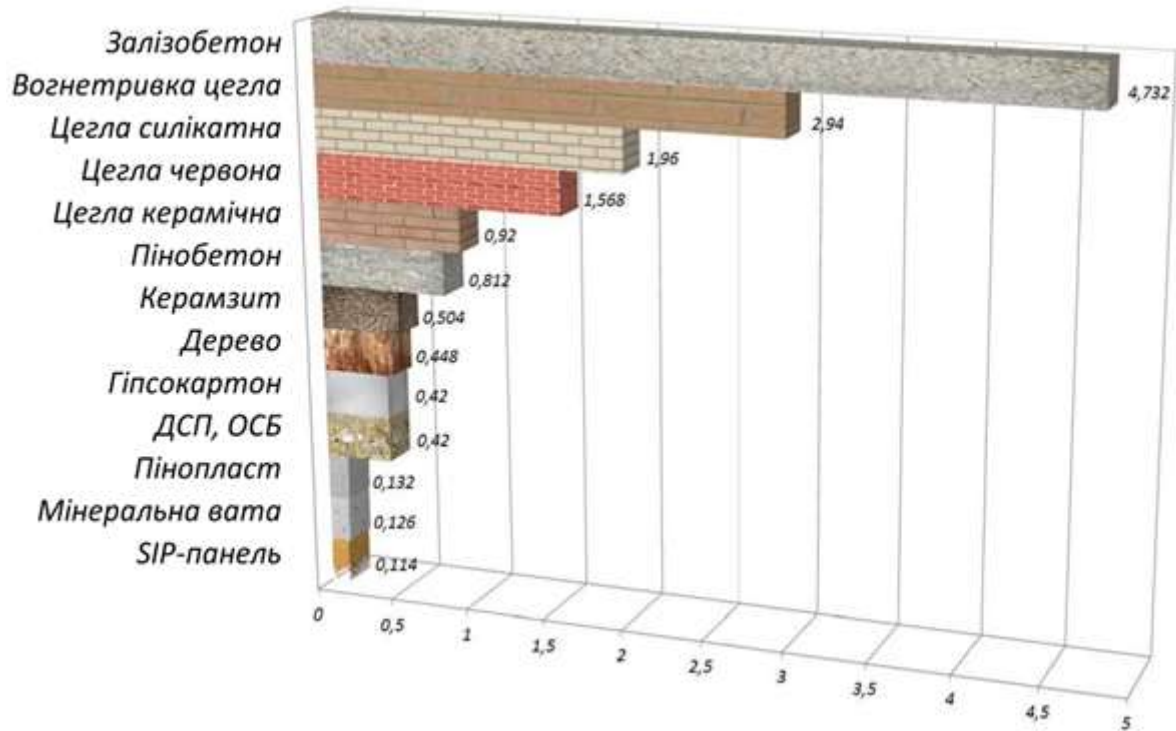


Рисунок 5 – Порівняльна товщина будівельних матеріалів (м)

В результаті розрахунків було отримано наступні дані:

- розмір компенсації збитків до реконструкції підприємства – 6361,553 грн.
- зменшення щорічних витрат після реконструкції при спалюванні деревних пеллет – 6306,499 грн., а при спалюванні природного газу – 6304,981 грн.

Для виготовлення деревних пеллет запропоновано встановлення прес-гранулятора КАНЛ 38-600, а також твердопаливного котла Viadrus Hercules ECO/10 SD для їх спалювання з метою тепло забезпечення сушильного господарства.

Для виготовлення SIP-панелей було запропоновано встановлення формувальної лінії для OSB панелей «Crown Former» з пресом «ContiRoll» та лінії «МКМ-2» для пресування SIP-панелей.

Капітальні витрати на встановлення технологічного обладнання наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Витрати на матеріали та устаткування

Устаткування	Ціна (В <sub>м.у.</sub> ), грн.
<b>Виготовлення деревних пеллет</b>	
Прес-гранулятор KANL 38-600	250000
Твердопаливний котел Viadrus Hercules ECO/10 SD	46071
Усього	$\Sigma = 296071$
<b>Виготовлення SIP-панелей</b>	
Формувальна лінія «Crown Former» та прес «ContiRoll»	500000
Лінія «МКМ-2»	650000
Усього	$\Sigma = 1150000$

Таким чином, термін окупності технології виготовлення деревних пеллет становить 2 роки 9 місяців, технології виготовлення SIP-панелей – 1 рік 8 місяців.

Чистий економічний ефект становить:

- при виробництві деревних пеллет – 98195,231 грн./рік;
- при виробництві SIP-панелей – 4239271,013 грн./рік.

#### **Висновки:**

1 Отримані в результаті проведення еколого-економічного розрахунку дані ефективності впровадження розглянутих технологій утилізації відходів деревини (виготовлення деревних пеллет та SIP-панелей) дозволяють зробити висновок про доцільність реалізації обох технологій в екологічному аспекті (практично 4-кратне зниження викидів NO<sub>x</sub>).

2 Впровадження технології виготовлення SIP-панелей є більш доцільним, оскільки термін окупності на 40 % нижчий, ніж при реалізації технології виготовлення деревних пеллет, як методу утилізації відходів деревини на підприємстві.

#### **Література**

1. Сафонов А. О. Тенденции развития производства композиционных материалов из отходов древесины / А. О. Сафонов // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 75 (01).
2. С. В. Гайда. Ефективне використання вживаної деревини як основа для зменшення викидів CO<sub>2</sub>. // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.14. – С. 72 – 88.
3. Ветошкин А.Г. Защита литосферы от отходов: учебное пособие. / А. Г. Ветошкин. – Пенза.: Издательство Пенз. гос. ун-та, 2005. – 250 с.
4. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования / В. Е. Лотош. – Екатеринбург : Полиграфист, 2007. – 503 с.
5. Міщук І.С. Природокористування в контексті цивілізаційного розвитку / І.С. Міщук // Економіка природокористування і охорони довкілля : [зб. наук. праць]. – К. : РВПС України НАН України, 2006. – С. 147–153.
6. Новак У.П. Оцінка впливу діяльності деревообробних підприємств в контексті забезпечення екологічної безпеки / У.П. Новак // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: зб. наук. праць VII Міжнар. наук.-практ. конф., (1-5 вересня 2008 р.). – Київ-Харків-АР Крим, 2008. – С. 94-97.