

РОЗДІЛ «ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ. БІОТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 662.65

БАРАННИК К.В., аспірант
ВОЛОШИН М.Д., д.т.н., професор

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯШНИКОВОГО ЛУШПИННЯ
У ЯКОСТІ ПАЛИВА

Вступ. У зв'язку зі збільшенням цін на традиційні енергоресурси виникає необхідність у пошуку альтернативних джерел отримання енергії. Одним з результатів пошуку є відходи рослинного походження у вигляді лушпиння насіння соняшника, яке за характеристиками не поступається традиційним енергоносіям.

Одночасно зі збільшенням обсягів переробки лушпиння насіння соняшника та виробництва основного продукту – соняшникової олії – на підприємствах збільшується і вихід залишків виробництва, а саме лушпиння соняшника. Раніш утилізація лушпиння була великою проблемою для підприємств, які переробляють соняшник, так як це потребує великих фінансових витрат і вирішення проблеми відсутності площі для зберігання [1]. Також лушпиння, яке не утилізується, наносить велику шкоду екології. Маючи схильність до самозаймання (в літній час) та тління (в осінньо-зимовий період), воно створює неприємний сморід.

Постановка задачі. Перспективним напрямом розвитку теплової енергетики України є використання альтернативних видів палива, виготовлених із сільськогосподарських відходів. Метою статті є вивчення потенційних можливостей отримання і використання біомаси соняшника, дослідження передумов для ефективного її використання в енергетиці.

Аналіз останніх досліджень. Сьогодні з появою нових можливостей переробники намагаються отримувати максимально можливу вигоду із соняшникового лушпиння (рис.1).

Однією з переваг соняшникового лушпиння є його висока теплотворна здатність, яка наближається до вугілля, а за зольністю – в десятки раз нижча, окрім того викиди сірки при спалюванні соняшникового лушпиння практично відсутні, що робить його екологічно чистим паливом (табл.1).

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика паливних ресурсів [2]

Параметр	Лушпиння гречки	Лушпиння соняшника	Дерев'яні ошурки	Кам'яне вугілля
Щільність, т/м ³	1,1 – 1,3	1,1 – 1,2	1,0 – 1,2	1,2 – 1,5
Теплотворність, ккал/кг	4800 – 5000	5000 – 5200	4600 – 4900	4400 – 5400
Волога, %	6 – 7	6 – 8	7 – 8	5 – 6
Зольність, %	0,5 – 1,6	2,7 – 4,5	0,5 – 1,5	14 – 19
Сірка, %	–	0,23 – 0,45	–	5 – 15

Існують недоліки, які утримують впровадження енергозберігаючої інноваційної технології на підприємствах олійно-жирової галузі. Це, передусім, високі капіталовкладення та великий строк окупності проекту, а також проблеми спалювання соняшникового лушпиння:

1) **екологічні проблеми:** при спалюванні соняшникового лушпиння викиди шкідливих речовин з димовими газами перевищують гранично допустимі норми. Для захисту атмосфери та зниження викиду шкідливих речовин необхідні наступні умови:

- високий ККД котла;
- низьке значення теплової напруги топки котла;
- зв'язування SO₂ оксидом Ca, який є в золі соняшникового лушпиння при низькотемпературному спалюванні;
- використання електрофільтрів, ціна яких перевищує ціну котлів, тому підприємці не готові інвестувати такі кошти в екологічний аспект.



Рисунок 1 – Напрямок та ефективність використання лушпиння соняшника на підприємствах України

У своїй більшості котли, які працюють на соняшниковому лушпинні, використовують високотемпературний режим спалювання. При використанні такого процесу утворюється велика кількість шлаків, які відкладаються на поверхні труб та тим самим знижують строк служби котлів. Це пов'язано з особливостями хімічного складу золи соняшникового лушпиння, представленого в табл.2.

Таблиця 2 – Хімічний склад золи соняшникового лушпиння

№ п/п	Хімічна назва	Емпірична формула	Вміст, мкг/кг
1	Кремній діоксид	SiO ₂	2,37
2	Алюміній триоксид	Al ₂ O ₃	0,068
3	Залізо триоксид	Fe ₂ O ₃	0,8
4	Кальцій оксид	CaO	15,4
5	Магній оксид	MgO	16,6
6	Оксид калію	K ₂ O	42,18

2) **технологічні проблеми:** утворення відкладень золи на поверхнях теплообміну котла. Співвідношення у складі золи наведених у табл.2 оксидів є причиною існування залежності поведінки компонентів золи від організації топкового процесу;

3) **технічні проблеми**, а саме, відсутність котлів вітчизняного виробництва, які мог-

ли б працювати на соняшникову лушпинні. Вартість закордонних котлів у 2-4 рази вища від аналогічного котла, який працює на рідкому або газоподібному виді палива. Тому на підприємствах олійно-жирової галузі вимушені переробляти лушпиння та додавати його в існуючі котлові установки, але, як показує практика, котли мають дефекти при роботі, наприклад, на Волчанському маслоекстракційному заводі виникає необхідність чистити відкладення золи на поверхні труб через кожні 26-30 годин роботи;

4) **економічні проблеми:** систематизуючи викладене вище, можна сказати, що справа полягає у високих капітальних витратах, які зумовлені:

- високою вартістю основного обладнання для спалювання лушпиння – котлів;
- необхідністю встановлювати природоохоронні системи (електрофільтри, циклони, зололовлювачі) також високої вартості;
- більшими витратами на технічне обслуговування і ремонт котлів та фільтруючих пристроїв.

Результати роботи. Деякі підприємства, наприклад, ВАТ «Кіровоградолія», окрім забезпечення виробництва теплової енергії, хочуть бути незалежними і від електричної енергії, використовуючи когенераційні установки (когенерація – це комбінований процес одночасного виробництва теплової та електричної енергії).

Основним стимулом слугують зміни до Закону України «Об електроенергетике» [3], прийняті у 2009 році, відповідно до яких електроенергія, вироблена з використанням альтернативних джерел енергії, повинна бути отримана за більш високими цінами порівняно з традиційною генерацією. Для кожного виду альтернативного джерела енергії встановлюється та затверджується Національною комісією регулювання електроенергетики України «зелений» тариф. Мінімальний «зелений» тариф для установок, які працюють на біомасі, складає 534,43 коп./кВт·год (дані за 2015 р.) [4].

Оцінка технічно-досяжного теплоенергетичного потенціалу лушпиння соняшника виконується за наступних припущень:

- лушпиння соняшника використовується тільки для генерації теплоти в системах теплопостачання;
- на олійно-жирових комбінатах України переробляється 70% соняшникового насіння.

З урахуванням зазначеного технічно-досяжний теплоенергетичний потенціал лушпиння соняшника розраховується за наступною формулою [5]:

$$E = \frac{M_{\text{соняш}} \times K_1 \times K_2 \times Q_{\text{н, лушп.}}^{\text{p}}}{Q_{\text{н, у.п.}}^{\text{p}}}, \quad (1)$$

де $M_{\text{соняш}}$ – валовий збір насіння соняшника, визначається за статистичними даними;

K_1 – коефіцієнт, що визначає кількість лушпиння, яку можливо отримати з 1 тони насіння соняшника, згідно з інформацією Асоціації «Укроліяпром» становить 15% або 0,15;

K_2 – коефіцієнт, що врахує долю соняшникового насіння, яка переробляється на олійно-жирових комбінатах України, дорівнює 0,7.

$Q_{\text{н, лушп.}}^{\text{p}}$ – теплота згоряння лушпиння соняшника, приймається рівною 16 МДж/кг (3850 ккал/кг) згідно з роботою [5];

$Q_{\text{н, у.п.}}^{\text{p}}$ – теплота згоряння умовного палива, приймається рівною 29,3 МДж/кг (7000 ккал/кг).

У якості прикладу розрахунків технічно-досяжного енергетичного потенціалу лушпиння соняшника за формулою (1) наведемо алгоритм його обчислення в цілому по Україні. Згідно зі статистичним щорічником [6] у 2015 році в Україні було зібрано 8670,5 тис. тон насіння соняшника. Тоді згідно з формулою (1) маємо:

$$E = \frac{8670,5 \times 0,15 \times 0,7 \times 3850}{7000 \times 1000} = 500,7 \text{ тис. т у.п.}$$

Висновки. Встановлено, що зі збільшенням обсягів виробництва та переробки соняшника збільшується вихід залишків рослинного походження – соняшникового лушпиння. Утилізація лушпиння вирішує одночасно кілька проблем: покращує екологічну обстановку, забезпечує підприємство тепловою, а деякі – частково електричною енергією, а також носить комерційний характер. Технічно-досяжний теплоенергетичний потенціал лушпиння соняшника в Україні становить 500,7 тис. т умовного палива при переробці 8670,5 тис. тон насіння соняшника. Однак, існує ряд проблем, вирішення яких значно підвищить ефективність використання соняшникового лушпиння і тим самим збільшить конкурентоздатність галузі. Основною проблемою була і залишається екологічна проблема (викиди димових газів), для вирішення якої пропонується використання соняшникового лушпиння у якості одного із складників субстрату в процесі метанового бродіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Листопад В.Л. Рынок лузги подсолнечника в Украине и реализация проектов по производству твердого топлива в масложировой отрасли. [Текст] / В.Л.Листопад, В.Г.Кухта // Масложировой комплекс. – 2010. – №2 – С.16-20.
2. Брикетирование отходов из биомасс. [Текст] / Семенов В.Г., Марченко А.П., Алехин С.А., Грицюк А.В. // Масложировой комплекс: ежеквартальный научно-практический журнал. – Днепропетровск: ООО ИА «АПК-Информ». – 2006. – №4 – С.61-62.
3. Энергетика. Оборудование. Документация. [Электронный ресурс]. – Закон Украины «Об электроэнергетике». – Режим доступа: <http://forca.ru/knigi/pravila/zakon-ukrainy-ob-elektroenergetike.html>.
4. Энергетика. Альтернативная энергетика. [Электронный ресурс]. – Зеленый тариф и альтернативное будущее Украины. – Режим доступа: <http://jkg-portal.com.ua/ru/publication/one/alternativne-majbutne-ukrajini>.
5. Матвійчук О.С. Експериментальне дослідження фізико-хімічних і теплотехнічних властивостей соломи та лушпиння як твердого біопалива. [Текст] / Матвійчук О.С., Рудавіна О.В., Чернявський М.В. // Відновлювана енергетика. – 2015. – №1 – С.58-67.
6. Статистичний щорічник України за 2015 рік. – К.: Інформаційно-аналітичне агентство, 2016. – 566с.

Надійшла до редколегії 06.03.2017.

УДК 661.152.3

БЄЛЯНСЬКА О.Р., к.т.н., ст. викладач
КЛИМЕНКО І.В., викладач
ВОЛОШИН М.Д., д.т.н., професор

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ЗБРОДЖУВАЛЬНОЇ СИРОВИНИ НА ЯКІСТЬ МЕТАНОВОГО БРОДІННЯ (НА ПРИКЛАДІ м. КАМ'ЯНСЬКОГО)

Вступ. Проблеми накопичення та утилізації твердих побутових відходів (ТПВ) виникають і потребують свого вирішення в Україні на протязі трьох останніх століть. На сьогоднішній день щорічний обсяг твердих побутових відходів в нашій державі становить близько 50,5 млн. тонн [1]. Найкращим методом утилізації твердих побутових відходів є збирання відходів, що дає змогу оптимально вирішувати проблему всебічного використання вторинних ресурсів сировини та матеріалів [1, 2]. Іншими шляхами утилізації ТПВ є: вивіз відходів до санітарних зон, де вони сортуються для одержання вторинної сировини і спалюються в спеціальних печах для отримання енергії; захоро-