

Юрій ДЗЯДИКЕВИЧ, Руслан РОЗУМ, Микола БУРЯК

ОСНОВНІ НАПРЯМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ
ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ

Проаналізовано основні напрями управління процесами використання деревних відходів. Показано, що найбільш ефективним напрямом управління, який дає змогу вирішити екологічну проблему й забезпечити підприємства лісового господарства і деревообробної промисловості енергоресурсами, є виготовлення із відходів деревини екологічно чистого палива – паливних брикетів або гранул (пеллет).

Basic directions of management of utilization of arboreal wastes processes are in-process analysed. It is rotined that the most effective direction of management, which allows to decide an ecological problem and provide the enterprises of forestry and woodworking industry by power resources, is making from wastes of wood ecologically clean fuel – fuel preforms or granules (pellet).

Одним із напрямів поліпшення енергозабезпечення України і зменшення викидів в атмосферу шкідливих газів підприємствами теплоенергетики є стимулювання виробництва теплової та електричної енергії на основі використання біопалива [1].

Серед різних видів біопалива особливе місце займає деревина, оскільки вона за своїми енергетичними показниками рівноцінна бурому вугіллю [2]. Важливою особливістю деревної біомаси як палива є відсутність у ньому сірки та фосфору. Утилізація відходів із деревини для отримання тепла значно скорочує витрати на закупівлю енергоносіїв і дає змогу вирішити важливу екологічну проблему – переробку відходів підприємств лісового господарства та деревообробної промисловості.

В Україні одержання тепла з деревини не дістало належного розвитку, оскільки навіть на деревообробних підприємствах основним джерелом тепла є природний газ. Водночас у європейських країнах кількість енергії, що отримується з деревини, сягає 5%, а у Фінляндії, Швеції, Португалії цей показник становить 16%, тоді як у республіках колишнього СРСР досягає лише 0,8% [3].

Все це стало підставою для вивчення можливості використання відходів деревини як екологічно чистого й енергоємного палива для енергозабезпечення країни, що визначило актуальність та мету дослідження.

Залежно від виробництва, в якому утворюються деревні відходи, їх можна поділити на два види: відходи лісозаготівель і відходи деревообробки [4].

Відходи лісозаготівель – це відокремлені частини дерева в процесі лісозаготівельного виробництва. До них належать: хвоя, листя, гілки, хмиз, верхів'я дерев, фаутні вирізки стовбура, кора, відходи виробництва, коліні баланси тощо. Оскільки в своєму природному вигляді відходи лісозаготівель малотранспортабельні, тому для енергетичного використання їх попередньо подрібнюють на тріски.

Відходи деревообробки – це відходи, які утворюються в деревообробному виробництві. До них належать: обапіл, рейки, зрізки, короткомір, стружка, тирса, відходи виробництва технологічної тріски, деревний порошок, кора. Наприклад, при розпилюванні колод утворюється 35% відходів від обсягу переробки деревини, при виробництві дверних і віконних блоків – 31%, паркету – 30%, а при виробництві меблів – 54% [4].

За характером біомаси деревні відходи, які в подальшому можна буде використати, поділяють на такі види: відходи з елементів крони, відходи зі стовбурної деревини та відходи з кори.

Залежно від форми та розмірів деревні відходи діляться на такі групи: *шматкові деревні відходи* та *м'які деревні відходи*. *Шматкові деревні відходи* – відкомлівки, козирки, фаутні вирізки, обапіл, рейки, зрізки, короткоміри. *До м'яких деревних відходів* належать тирса та стружка.

У процесі лісопиляння одержують різні шматкові відходи, які в більшості випадків використовують для енергетичних цілей. Шматкові відходи лісопиляння утворюються із периферійної частини колоди і при відсутності попереднього обкорування колод до їхнього складу входить така кількість кори, що її неможливо використати для варки целюлози і виробництва деревних плит.

Кількість кори, що є в деревині, залежить здебільшого від породи, а також віку дерева, умов, у яких воно росло, діаметра стовбура та інших чинників. Для практичних розрахунків приймають, що кількість кори становить 10% від об'єму обкорованої деревини. Такий великий вміст кори на деревині свідчить про важливість проблеми корисного використання відходів обкорування деревини.

Подрібненою деревиною називають деревні частини різної форми та розмірів, які одержані в результаті механічної обробки. До подрібненої деревини належать: тріска, дробленка, стружка, тирса, деревне борошно та деревний порошок.

Важливою характеристикою подрібненої деревини є її *фракційний склад* – якісне співвідношення частинок визначених розмірів у загальній масі подрібненої деревини. Фракцією подрібненої деревини називають процентний вміст частинок певного розміру в загальній масі. Подрібнену деревину за розмірами частинок можна поділити на такі види:

– деревний порошок, який утворюється під час шліфування деревини, фанери та деревних плит; основна кількість частинок проходить через сито 0,5 мм;

– тирса, яка утворюється при розпилюванні деревини, її частинки проходять через сито з отворами 5–6 мм;

– тріски, які одержані при подрібненні деревини та деревних відходів у рубальних машинах, основна кількість трісок проходить через сито з отворами 30 мм і залишається на ситі з отворами 5–6 мм;

– великі тріски, розмір частинок яких більше, ніж 30 мм.

Фракційний склад деревних трісок, призначених для енергетичного використання, практично не нормується, але недопустимим є вміст у паливі частинок довжиною більше 100 мм, а також вміст частинок розміром менше 5 мм у кількості більше 30%.

Проведений аналіз свідчить про те, що в процесі лісозаготівель і деревообробки утворюється велика кількість відходів із деревини, тому подальше їхнє застосування є дуже актуальною проблемою.

Існує кілька напрямів ефективного використання відходів деревини.

Зокрема, на деревообробному та меблевому виробництвах успішно реалізується утилізація відходів деревини шляхом застосування системи автоматичного спалювання (САС) і водяного або парового котла [4]. Комплект САС складається з бункера, в який засипають відходи, керованого автоматично шнекового механізму та газогенератора, в якому проходить процес перетворення відходів у газ. Утворений потужний факел вогню надходить з газогенератора у топку котла. Задана температура теплоносія (гаряча вода або пара) на виході з котла контролюється і підтримується автоматично.

Ефективним напрямом використання відходів деревини є виготовлення із них паливних брикетів або гранул (пеллет).

Деревні паливні брикети – це екологічно чистий продукт, який виготовляється з натуральних, необроблених хімічними препаратами деревних відходів [5]. Процес відбувається при високому тиску і температурі. Зв'язуючою речовиною є лігнін, який міститься в деревині. Температура, що виникає під час пресування, сприяє ущільненню поверхні брикетів, в результаті чого вона стає водонепроникною. При згорянні брикетів утворюється до 1% золи, що в 20 разів менше, ніж від вугілля. Водночас золу можна використовувати як міңдобриво. Під час горіння паливних брикетів вуглекислого газу утворюється в 10 разів менше, ніж від природного газу і в 50 разів менше, ніж від вугілля, а сірки виділяється менше 0,08%. Брикети мають щільність у 2 рази більшу, ніж дрова, а отже займають менше місця. Зазначені кількісні характеристики свідчать про те, що це зручний, чистий продукт для складування й транспортування, і в процесі спалювання не справляє негативного впливу на довкілля. Крім цього, попит на паливні брикети зростає з кожним роком. Все це сприяло розширенню їхнього виробництва в Україні, а також виготовленню устаткування. Зокрема, Київське комунальне виробниче підприємство «Міськпаливо» пропонує паливні брикети довжиною 32 см і шириною 5 см, які мають 1% зольності, вологості 3–5% і ККД 90%. Вартість 1 т брикету – 2000 грн. [6]. ТОВ «Клінвуд-Тернопіль» виготовляє з відходів твердих порід дерев (дуб, бук, граб) паливні брикети діаметром 6 см і довжиною 30 см. Їхня вологість сягає 8–13%, теплотворність 4200–4650 ккал/кг, зольність – 0,7–1,2% і щільність – 0,95 г/см³. Брикети пакують по 10 кг. Вартість однієї тонни брикетів – 93 євро [7]. Компанія «Фора-Захід» пропонує проект виробництва паливних брикетів, який охоплює процес подрібнення сировини, її сушіння до вологості < 12% і подальше пресування шнековим методом брикетів [8].

Водночас необхідно зазначити, що велика увага як науковців, так і виробників була приділена розробленню технологій переробки деревних відходів, отримання брикетів (гранул) і вдосконаленню устаткування для ефективного використання відходів деревини [9–19].

У роботах [9–11] запропоновано способи переробки деревних відходів і пристрої, які забезпечують ефективне використання паливних заготовок. Це дає змогу здешевити лісосічні роботи, максимально повно використати деревні відходи та одержати екологічно чисте паливо для котелень і газоенергетичних установок. Розроблені конструкції установок поліпшують їхні експлуатаційні характеристики і розширюють технологічні можливості переробки деревини.

Низка патентів [16–19] присвячена проблемі економічного використання відходів деревини шляхом їхнього збирання, пакування, ущільнювання, формування, в'язання і транспортування виготовлених паливних брикетів. Зокрема, фірма «Істра-Ламбер Україна» із відходів деревних виробів (дерев'яні будинки, дерев'яні двері, паркетна дошка, клеєний брус) виготовляє паливні брикети діаметром 100 мм і довжиною до 150 мм [16]. Вироби пакують по 10 і 22 кг. Тривалість горіння брикету – до 30 хв., під час якого утворюється мінімальна кількість диму і немає іскор. Теплотворна здатність паливних брикетів практично така сама, як у кам'яного вугілля.

Українські підприємства приділяють також увагу вдосконаленню устаткування для виготовлення паливних брикетів. Наприклад, ПП «Майстерня своєї справи» (м. Олександрія, Кіровоградської обл.) з 2008 р. виготовляє для виробництва паливних брикетів екструдер EB-350 [20]. Його продуктивність сягає 350 кг брикетів за годину. Вологість брикетів – у межах 2–8%. Для екструзійного виробництва паливних брикетів підприємство «ЕлеваторМаш» (м. Черкаси) пропонує екструдер EB-350 Bronto потужністю 50,5 кВт/год. [21]. Продуктивність установки – 350 кг брикетів за годину. Їхня теплотворність – у межах 4400–4900 ккал/кг. Щільність паливного брикету – 1,1–1,2 т/м³.

Розроблено також пристрої [17–19], які мають високу продуктивність і одночасно подрібнюють тирсу, перемішують її та сушать. Це дає змогу в подальшому успішно використати відходи деревообробного виробництва для виготовлення паливних гранул (пеллет). Пеллети – це паливні гранули, які мають форму циліндра діаметром від 6 до 14 мм і довжиною до 20 мм [22].

Компанія ВАТ «BIO TECHNOLOGY DEVELOPMENT», яка працює на ринку України з 2005 р., пропонує лінії для виготовлення паливних пеллет (рис. 1), вартістю 1,7 і 2,7 млн. грн., продуктивністю 1 і 2 т/год. відповідно [23].

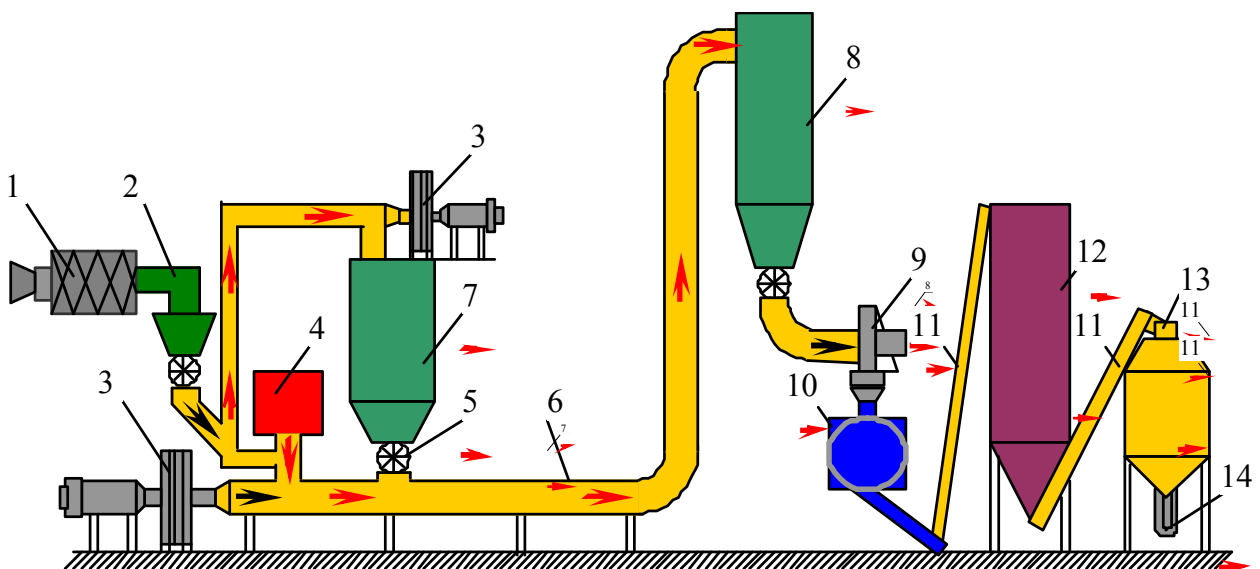


Рис. 1. Схема лінії для виготовлення пеллет

1 – машина для подрібнення сировини; 2 – бункер подачі сировини; 3 – вентилятор; 4 – тепловий генератор; 5 – шлюзова заслінка; 6 – трубопровід сушарки; 7 – циклон-віддільник ЛІОТ-3; 8 – циклон-віддільник ЛІОТ-4; 9 – млин; 10 – пеллетний прес; 11 – шнековий транспортер; 12 – охолоджувач; 13 – бункер готової продукції; 14 – пакування готової продукції.

Процес виготовлення паливних пеллет можна описати таким чином. Сировиною для виробництва пеллет є деревні відходи (тирса, стружка, кора, тріски). Відходи спочатку подаються в дробарку, в якій подрібнюються до стану борошна, а потім отримана маса надходить у сушарку, де висушується до вмісту вологи 8–12%. Висушене деревне борошно надходить у прес-гранулятор, в якому відбувається формування пеллет. Під час пресування тиск підвищує температуру матеріалу, а лігнін, який міститься у деревині, розм'якшується і склеює частинки в щільні циліндри. Готові гранули охолоджують, пакують у стандартну тару по 12–40 кг або доставляють споживачеві насипом. На виробництво 1 т пеллет витрачається 4–5 м³ деревних відходів.

Популярність гранул як «домашнього» палива зумовлена й тим, що тепло з деревини сприймається набагато приємніше, ніж тепло, одержане з мазуту або природного газу.

Необхідно також зазначити, що використання пеллет як палива дає змогу не залежати від компаній-монополістів (газ, електроенергія) і зовнішніх умов (пошкодження ліній електропередач, трубопроводів тощо).

Деревні гранули є стандартизованим видом палива і для них існують нормативи. У різних країнах запроваджені різні стандарти на виробництво паливних гранул (пеллет) [24]. Стандарти обумовлюють щільність, розміри гранул, вологість, вміст пилу та інших речовин. Наприклад, у США діє Standard Regulations & Standards for Pellets in the US: The PFI (pellet), які дозволяють виробляти гранули двох сортів – «Преміум» і «Стандарт». Відповідно до цих стандартів паливні гранули не можуть бути більше 1 1/2 дюйма довжиною, а їхній діаметр має бути в межах від 1/4 до 5 1/16 дюйма. Гранули «Преміум» повинні містити не більше 1% золи, а «Стандарт» – не більше 3%. У США випускається 95% гранул сорту «Преміум», який можна застосовувати для опалювання будь-яких будівель. Стосовно гранул сорту «Стандарт», то вони містять великий об'єм кори або сільськогосподарських відходів, що зумовлює обмежену кількість їхнього випуску.

У Німеччині на паливні гранули прийнято стандарт DIN 51731. Довжина гранул не більше 50 мм, діаметр – від 4 до 10 мм. Вологість пеллет не має перевищувати 12%, а вміст пилу – не більше 0,5% тощо.

У зв'язку з надходженням на європейський ринок низькосортних деревних гранул, які виготовлені переважно за кордоном, із весни 2002 р. гранули в Німеччині одержали новий стандарт – DIN plus. Цей сертифікат об'єднав німецький і австрійський стандарти.

В Україні та Росії стандартів на пеллети немає, тому виробники гранул орієнтуються на європейські стандарти.

На даний час пеллети використовують для опалення житлових і виробничих приміщень, а також у котлах великої потужності (сучасні ТЕЦ). Котли, що працюють на пеллетах, – порівняно новий і дуже популярний в Європі вид опалювальних систем. Вони бувають різних типів, але всі мають високий рівень автоматизації. Загальними принципами роботи котлів є автоматична подача палива з бункера (за необхідності) та підтримування заданої температури. Затрати на придбання і встановлення устаткування окупуються за 1–2 роки. Котельня на пеллетах може тривалий час (від одного до кількох місяців) працювати без втручання людини. Потужність побутових котлів – у межах від 15 до 100 кВт, промислових – до 1200 кВт. Пеллетні котли мають високий ККД (до 95%). Деякі моделі котлів можуть мати додатковий контур гарячого водопостачання. Котли не потребують спеціального обслуговування. Очищення від золи проводиться один раз у місяць.

В Україні ринок пеллет ще дуже молодий. Виробництво гранул з'явилося в 2005 р. і нині їх виробляють 15 підприємств. Річний обсяг виробництва пеллет становить 200 тис. т, із них 95–97 % експортується в Європу [24].

Таким чином, утилізація відходів деревини, виробництво паливних гранул і брикетів дає змогу вирішити важливу екологічну проблему переробки відходів підприємств лісового господарства, деревообробної промисловості та агропромислового комплексу. На сьогоднішній день – це екологічно й економічно виправданий напрям ресурсо- та енергозабезпечення різних галузей народного господарства.

Отже, в процесі лісозаготівель і деревообробки утворюється велика кількість деревини, яка ускладнює екологічну проблему; утилізувати відходи деревини можна шляхом застосування систем автоматичного спалювання (САС) і водяного або парового котла; ефективним напрямом управління процесами використання відходів деревини є виготовлення із них екологічно чистого палива – паливних брикетів або гранул (пеллет).

Література

1. Стратегія енергозбереження в Україні / за ред. В. А. Жовтянського. – Т. 1. – К. : Академперіодика, 2006. – 510 с.
2. Дзюпин О. В. Утилізація відходів деревини з отриманням тепла / О. В. Дзюпин // Будмайстер. – 2000. – № 8. – С. 8–11.
3. Закон України «Про енергозбереження» від 01. 07. 1994 р. № 74/94-ВР.
4. Головкин С. И. Энергетическое использование древесных отходов / С. И. Головкин, И. Ф. Коперин, В. И. Найденов. – М. : Лесн. пром-сть, 1987. – 224 с.
5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.evrobriquet.ru/>
6. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kmv.gov.ua/>
7. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://cleanwood.biz.ua/>
8. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://fora-zakhid.com.ua/>
9. Пат. 2012486 Россия. Передвижная машина для переработки древесины / М. В. Гомонай. – Оpubл. 15. 05. 1994.
10. Пат. 2120853 Россия. Способ отделения древесной зелени и устройство для его осуществления / В. И. Ягодин, Л. В. Свиринов, В. И. Рощин. – Оpubл. 27. 10. 1998.
11. Пат. 2267257 Россия. Способ получения и использования древесных топливных заготовок и устройство для его осуществления / А. М. Способ. – Оpubл. 10. 10. 2003.
12. Пат. 40351 А Україна. Пристрій для подрібнення матеріалів / Ю. Ю. Лукач, І. О. Мікульонюк, Г. Л. Рябцев, М. В. Сезонов. – Оpubл. 16. 07. 2001.
13. Пат. 40351 А Україна. Пристрій для подрібнення деревини / П. А. Бехта. – Оpubл. 16. 02. 2004.
14. Пат. 40351 А Україна. Пристрій для подрібнення відходів / І. О. Мікульонюк. – Оpubл. 17. 07. 2006.
15. Пат. 45069 А Україна. Спосіб отримання паливних брикетів з деревини / Р. Б. Гевко, Р. І. Розум. – Оpubл. 26. 10. 2009.
16. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.istra-lumber.ru/ua/site/briquettes/>
17. Пат. 66232 Россия. Устройство для сушки и измельчения опилок / П. П. Слипченко. – Оpubл. 10. 09. 2007.
18. Пат. 77561 Россия. Устройство для сушки и измельчения опилок / П. П. Слипченко. – Оpubл. 27. 10. 2008.
19. Пат. 78442 Россия. Устройство для сушки и измельчения опилок / П. П. Слипченко. – Оpubл. 27. 11. 2008.
20. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://msd.in.ua/tkstrudev350/>
21. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.bronto.ua/ua/products>
22. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.zorg.ua/print.php?id=68>
23. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.biotechnology.net.ua>
24. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.korrdon.info>