

УДК 630*88

Ю. В. ДЗЯДИКЕВИЧ, д-р техн. наук, проф.

Р. І. РОЗУМ, канд. техн. наук, доцент

М. В. БУРЯК, канд. техн. наук, доцент

Тернопільський національний економічний університет, м. Тернопіль

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ

В работе отражены пути повышения эффективности использования отходов древесины. Показано, что наиболее эффективным способом переработки отходов древесины является изготовление из них топливных брикетов или гранул (пеллет), поскольку они являются экологически чистым энергоресурсом и позволяют потребителям не зависеть от энергокомпаний монополистов и внешних условий. Кроме этого, это экономически оправданный путь использования энергоресурсов.

В роботі висвітлено шляхи підвищення ефективності використання відходів деревини. Показано, що найбільш ефективним способом переробки відходів деревини є виготовлення з них паливних брикетів або гранул (пеллет), оскільки вони є екологічно чистим енергоресурсом і дозволяють споживачам не залежати від енергокомпаній монополістів і зовнішніх умов. Крім цього, це економічно виправданий шлях використання енергоресурсів.

Вступ

В Україні прийнятий і діє Закон про енергозбереження [1]. В ньому окреслені відносини між господарськими суб'єктами, державою та юридичними (фізичними) особами у сфері енергозбереження, що пов'язані з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробництвом і використанням паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), забезпечення зацікавленості підприємств, організацій і громадян в енергозбереженні, впровадженні енергозберігаючих технологій, розробці та виробництві менш енергоємних машин і устаткування, закріплені відповідальності юридичних і фізичних осіб у сфері енергозбереження.

Водночас сьогодні розробляється проект закону "Про ефективне використання енергетичних ресурсів". Законопроект передбачає, що основні відносини у сфері енергоефективності будуватимуться на загальноєвропейських засадах партнерства між державним і приватним секторами [2].

Серед основних принципів державної політики енергозбереження є такі [3–5]:

- створення економічних і правових умов зацікавленості в енергозбереженні юридичних і фізичних осіб;
- здійснення регулювання діяльності у сфері енергозбереження зі застосуванням економічних, нормативно-технічних заходів управління;
- популяризація економічних, екологічних і соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері;
- поєднання методів економічного стимулювання та фінансової відповідальності з метою раціонального використання і економії витрат ПЕР;
- модернізація паливно-енергетичного комплексу на базі технологій використання поновлюваних і альтернативних джерел енергії.

Втілення енергозбереження та використання альтернативної енергетики дозволить створити в Україні дійсно незалежну енергетику, зробивши енергетичну політику важливим чинником, який визначає її перехід до сталого розвитку [4].

Основна частина

Серед різних видів біопалива деревина займає особливе місце, оскільки за своїми енергетичними показниками вона рівноцінна бурому вугіллю [6]. Крім цього при спалюванні

деревини утворюється така кількість CO_2 , яка була вилучена в процесі фотосинтезу. Важливою особливістю деревної біомаси як палива є відсутність у ній сірки та фосфору. Отже, деревина є ще й екологічно чистим енергоносієм.

Існує декілька шляхів ефективного використання відходів деревини.

Одним із них є утилізація відходів для отримання тепла, що значно скорочує витрати на закупівлю енергоносіїв. Процес утилізації здійснюється за допомогою системи автоматичного спалювання (САС) та водяного або парового котла [7]. Комплект САС складається з бункера, в який засипаються відходи, шнекового механізму, керованого автоматикою, та газогенератора, в якому проходить процес перетворення відходів у газ. Утворений потужний факел вогню поступає з газогенератора у топку котла. Задана температура теплоносія (гаряча вода або пара) на виході з котла контролюється і підтримується автоматично. Залежно від потужності САС мають різні розміри та рівень механізації й автоматизації. З відходів деревини (тирса, стружка, кора, шматкові відходи розміром до 30 мм) в автоматичному режимі відбувається утворення газу. У процесі повного згоряння тверді частинки у вигляді золи практично не утворюються.

Використання САС на деревообробних підприємствах суттєво економить енергоносії (газ, електроенергію тощо). Наприклад, САС потужністю 100 кВт достатньо для обігрівання виробничих приміщень площею 700 м² при їх висоті 3,5 м або 3-х вакуумних сушильних камер об'ємом 30 м³. В умовах експериментального деревообробного виробництва у Львові САС потужністю 100 кВт відпрацювала безаварійно понад 4 роки, обігрівала 600 м² виробничих приміщень і дві вакуумні сушильні камери об'ємом 15 м³ і 6 м³. При цьому інші енергоносії для обігріву не використовувалися, фактична витрата електроенергії при сушінні пиломатеріалів становила 1,5 – 2 кВт/год•м³ [7].

В європейських країнах САС широко використовуються в упродовж останніх 20 років. Перелік європейських виробників САС перевищує чотири десятки. Проведений маркетинг показав [7], що найдешевшими, а отже, найшвидше окупними є САС: 100 – 500 кВт польського виробництва та 1000 – 3000 кВт італійського виробництва. САС потужністю понад 3000 кВт виготовляються виключно за індивідуальними проектами, на підставі конкретних технічних умов замовника.

Поруч із утилізаторами відходів деревини почали використовувати піролізні котли [8]. Зокрема, винахідник із м. Олександрії (Кіровоградська обл.) А. О. Лощенко, досліджуючи розкладання біомаси на молекулярному рівні, з метою найповнішого отримання енергії з речовини, встановив, що з 1 кг деревних та інших відходів (біомаса, сміття) можна одержати мінімум 25 кВт теплової потужності. У селі Никифорівка Кіровоградської області можна ознайомитися з роботою газогенераторного котла Лощенка, який з 1 кг лушпиння насіння соняшнику одержує 49 кВт. При впровадженні у виробництво котлів потужністю 200 кВт•год буде використовуватися до 8 кг деревних відходів.

Глухівський завод “Електропанель” розробив низку піролізних котлів ЕЛРА з тепловою потужністю від 12,5±1,5 до 250±25 кВт [9]. Згоряння деревини відбувається під дією високої температури в умовах відсутності кисню, внаслідок чого утворюється піролізний газ і твердий залишок – кокс. Під час такого горіння утворюється мінімальна кількість сажі та золи. Робоча температура води 40 – 85 °С. Піролізні котли мають ККД 85 – 90.

Однак при утилізації відходів деревини їх вологість може бути в межах від 50 % (свіжо зрізана деревина) до 20 % (повітряно-суха). Це дуже суттєво впливає на ефективність роботи котельних установок, а також на жаропродуктивність палива. Вона змінюється від 1420 °С до 1940 °С (при зольності деревини 3 %) [7]. Жаропродуктивність деревного палива залежить від його вологості та зольності. Дані роботи [7] свідчать про те, що зольність деревини слабо впливає на жаропродуктивність порівняно з вологістю. В зв'язку з тим, у котельних установках необхідно використовувати деревну біомасу з низькою вологістю, оскільки чим більша величина паропроодуктивності палива, тим вища якість теплової енергії, що утворюється при його згорянні, тим вища ефективність роботи парових і водогрійних котлів.

Водночас слід зазначити, що на ефективність процесу спалювання деревних відходів

впливають такі чинники: вологість деревини, її зольність і фракційний склад. У зв'язку з тим, велика увага як науковців, так і виробників приділена розробці технологій переробки деревних відходів, вдосконаленню конструкцій устаткування для ефективного використання деревини шляхом виготовлення з неї паливних брикетів або гранул (пеллетів) [10 – 20].

Деревні паливні брикети – це екологічно чистий продукт, який виготовляється з натуральних, необроблених хімічними препаратами деревних відходів [10]. 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, внаслідок чого вона стає водонепроникною. При згорянні брикетів утворюється до 1 % золи, що в 20 раз менше, ніж від вугілля. Крім того, 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 в 2 рази більшу, ніж дрова, а отже займають менше місця. Зазначені кількісні характеристики свідчать про те, що це зручний, чистий продукт для складування та транспортування і в процесі спалювання не має негативного впливу на довкілля [11].

ВАТ “Завод Форез” [12] пропонує прес механічний марки ПМ – 500, який призначений для виготовлення з відходів деревини, лузги соняшникового насіння та подрібненої соломи зернових культур, біопалива циліндричної форми діаметром 30 мм і довжиною до 150 мм. Продуктивність преса досягає 500 кг біопалива за годину.

ВАТ “Пресмаш” (м. Івано-Франківськ) випускає машини брикетувальні марки В – 80 і МБ – 01, які призначені для виготовлення палива у вигляді брикетів [13]. Сировиною є біомаса із відходів деревообробки та рослинного походження. Машини працюють у комплексі з устаткуванням для сушіння сировини та механізмами подачі її до машини. Машина марки В – 80 пресує брикети циліндричної форми діаметром 80 мм і довжиною від 25 до 350 мм. Допустима вологість сировини 12 – 14 %. Продуктивність брикетувальної машини є в межах від 500 до 1100 кг брикетів за годину. На відміну від машини марки В – 80, машина брикетувальна марки МБ – 01 призначена для виготовлення трубчастих брикетів квадратної форми довжиною до 300 мм. Допустима вологість сировини повинна бути в межах 8 – 12 %. Продуктивність машини не більше 350 кг брикетів за годину.

Компанія ВАТ «BIO TECHNOLOGY DEVELOPMENT», яка працює на ринку України з 2005 року, пропонує лінії для виготовлення паливних пеллет (рис. 1), вартістю 1,7 і 2,7 млн. грн., продуктивністю 1 і 2 т/год відповідно [14].

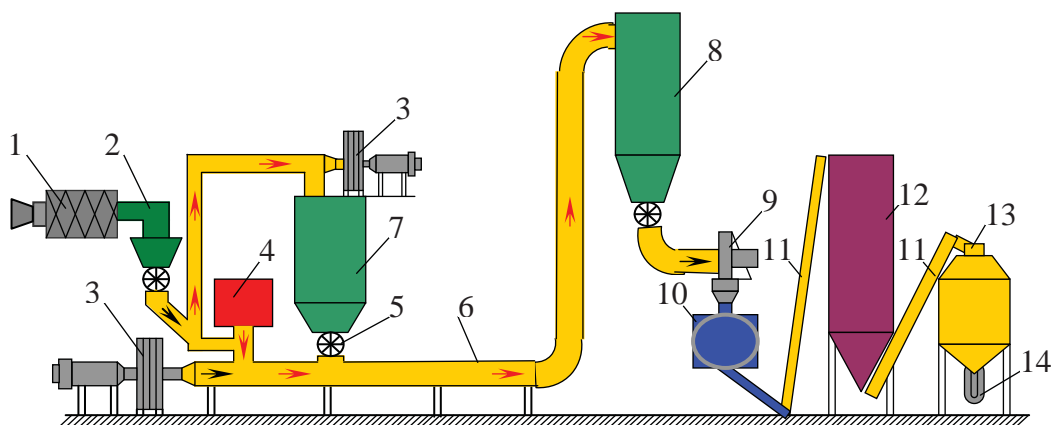


Рис. 1. Схема лінії для виготовлення пеллет:

- 1 – машина для подрібнення сировини; 2 – бункер подачі сировини;
- 3 – вентилятор; 4 – тепловий генератор; 5 – шлюзова заслінка; 6 – трубопровід сушарки;
- 7 – циклон-віддільник ЛПОТ-3; 8 – циклон-віддільник ЛПОТ-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 муки, а потім отримана маса поступає в сушарку, де висушується до вмісту вологи 8 – 12 %. Висушена мука 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 12 – 40 кг або доставляють споживачу насипом. На виробництво 1 т пеллет витрачається 4 – 5 м³ деревних відходів [11].

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

У роботі [15] проаналізовано способи переробки деревних відходів і пристрої, які забезпечують ефективне використання паливних заготовок. Показано, що це дає можливість здешевити лісосічні роботи, максимально повно використати деревні відходи та одержати екологічно чисте паливо для котелень і газоенергетичних установок. Розроблені конструкції установок покращують їх експлуатаційні характеристики та розширяють технологічні можливості переробки деревини.

Однак недоліком зазначених пристроїв є те, що подрібнена маса деревних відходів, яка завантажується у причеп трактора, займає великий об'єм. Це призводить до значної кількості переїздів транспортного засобу від місця заготівлі сировини до місця виготовлення брикетів.

З метою усунення цього недоліку автори [16] запропонували спосіб і пристрій для виготовлення деревних брикетів (рис. 2). Відходи деревини збираються та направляються в пристрій 1, де відбувається подрібнення деревини. Далі подрібнена маса направляється в пристрій 2, в якому проходить процес пресування та формування паливних брикетів. Потім брикети завантажуються в кузов 3 транспортного засобу 4 і перевозяться до місця призначення.

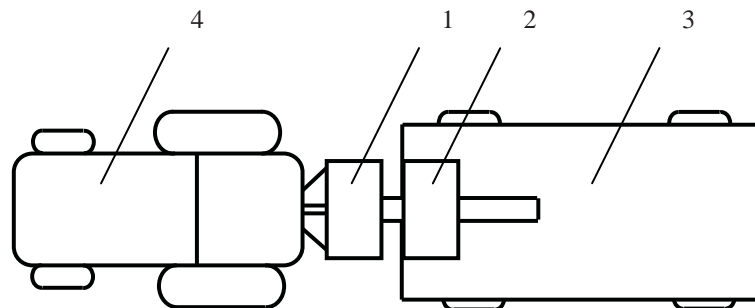


Рис. 2. Схема процесу виготовлення деревних брикетів:
1 – подрібнювальний пристрій; 2 – пресувальний пристрій;
3 – кузов транспортного засобу; 4 – транспортний засіб

Запропонований спосіб отримання паливних брикетів дає можливість підвищити продуктивність процесу збирання відходів і сухою внаслідок збільшення питомої маси подрібненої та спресованої деревини. При цьому зменшується кількість транспортних операцій, а також підвищується ефективність використання паливних заготовок, оскільки зростає теплотворна здатність виготовлених брикетів. Необхідно зазначити, що конструктивне виконання пристроїв для подрібнення і пресування деревних відходів, а також їх компонування з транспортним засобом (трактором) може мати безліч варіантів. Привод технологічних пристроїв доцільно використовувати від валу відбору потужності трактора. Спосіб дозволяє прибирати відходи деревини як в лісі, так і в лісопосадках, в парках і скверах.

Успішно використовують відходи деревини шляхом їх збирання, пакетування, ущільнювання, формування, в'язання і транспортування виготовлених паливних брикетів на фірмі «Істра-Ламбер Україна» [17]. 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. Пакуються виробы по 10 і 22 кг. Тривалість горіння брикету до 30 хв і під час якого утворюється мінімальна кількість диму та немає іскор. Теплотворна здатність паливних брикетів практично така сама, як у кам'яного вугілля.

Компанія “МWM – Київ” розробила устаткування для переробки тирси і рослинної біомаси в гранули розміром 6 – 8 мм [18]. Залежно від моделі устаткування продуктивність його є в межах від 0,2 до 2 т/год. У комплект до лінії гранулювання входить також охолоджувач гранул, який охолоджує гранули до кімнатної температури (перевищення температури може бути не більше, ніж 3 – 5 °С), а також просівач гранул. Його сито працює в трьох напрямках, внаслідок чого забезпечується ефективне сортування гранул. Продуктивність згаданих вище агрегатів досягає 5 т/год.

Приймаючи до уваги те, що вологість сировини для виготовлення брикетів і пеллет повинна бути в межах 8 – 12 %, а відходи лісо- та деревообробки мають вологість 50 – 60 %, то вони потребують додаткової сушки. З цією метою компанія [19] розробила два варіанти устаткування: барабанні сушарки, які за годину просушують до 2 т сировини вологістю від 60 % до 10 %, та аеродинамічні. Останні призначені для просушування матеріалу вологістю 30 %. Продуктивність їх не перевищує 400 кг/год.

Використання відходів деревини для виготовлення брикетів або пеллетів є дуже перспективним. Наприклад, пеллети використовуються для опалення житлових і виробничих приміщень, а також у котлах великої потужності (ТЕЦ). Це дає можливість не залежати від компаній монополістів (газ, електроенергія) і зовнішніх умов (пошкодження ліній електропередач, трубопроводів тощо).

Котли, що працюють на пеллетах порівняно новий і дуже популярний в Європі вид опалювальних систем [20]. Вони бувають різних типів, але всі мають високий рівень автоматизації. Загальними принципами роботи котлів є: автоматична подача палива з бункера (за необхідністю) та підтримування заданої температури. Затрати на придбання та встановлення устаткування окуповуються за 1 – 2 роки. Котельня на пеллетах може тривалий час (від одного до декількох місяців) працювати без втручання людини. Потужність побутових котлів є в 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 появилось в 2005 році і сьогодні їх виробляють 15 підприємств. Річний обсяг виробництва пеллет становить 200 тис. тонн, із них 95 – 97 % експортується в Європу [11].

Висновки

Таким чином, ефективним напрямком використання відходів деревини є виробництво із них паливних гранул або брикетів. Це дозволяє вирішити важливу екологічну проблему переробки відходів підприємств лісового господарства, деревообробної промисловості та агропромислового комплексу. На сьогоднішній день є економічно виправданий шлях ресурсо- та енерговикористання.

Список літератури

1. Закон України „Об энергосбережении// Ведомости Верховного Совета Украины.– 1994. – № 30.—.893–904.
2. Пашкевич М. НАЕР: перехід до нових методів підвищення рівня енергоефективності – вимога часу // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2010. – № 10. – С. 2 – 3.
3. Разумный Ю.Т., Заїка В.Т., Степаненко Ю.В. Энергосбережения. – Дніпропетровськ: НГУ, 2008. – 164с.
4. Маляренко В. А., Гриб О. Г., Малєєв О. І. Энергосбережения і поновлювані енергоресурси – важливий шлях розвитку систем енергопостачання // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. - №11. –С. 38-48.
5. Тимофеев В. Н., Немировский И. А. Энергоменеджмент и энергосбережение – общность

и отличия // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит – 2007. № 5. – С. 32 – 37.

6. Дзюпин О. В. Утилізація відходів деревини з отриманням тепла // Будмайстер. 2000. – № 8. – С. 8 – 11.

7. Головков С. И., Коперин И. Ф., Найденов В. И. Энергетическое использование древесных отходов. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 224 с.

8. <http://msd.in.ua/economkotel/>

9. <http://www.elpa.com.ua>.

10. <http://www.evrobriket.ru/>

11. Дзяди́кевич Ю. В., Розум Р. І., Буряк М. В. Особливості процесу спалювання деревної біомаси та шляхи його покращення // Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит. – 2010. № 10. – С. 41 – 45.

12. <http://www.forez.kharkov.ua>.

13. <http://www.presmash.if.ua>.

14. <http://www.biotechnology.net.ua>

15. Дзяди́кевич Ю. В., Розум Р. І., Буряк М. В. Управління енергозабезпеченням шляхом використання вторинних енергоресурсів. Всеукраїнський науково-виробничий журнал Інноваційна економіка. - № 2 Тернопіль, 2010 р. [16] – С. 44 – 50.

16. Пат. 45069 А Україна. Спосіб отримання паливних брикетів з деревини / Р.Б. Гевко, Р.І.Розум. – Опубл. 26.10.2009.

17. <http://www.istra-lumber.ru/ua/site/briquettes/>.

18. <http://www.mwm-kiev.com.ua>.

19. <http://juschin.com.ua/c/plyusy-i-minusy>

20. <http://www.korrdon.info>

WAYS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF UTILIZATION OF WASTES OF WOOD

Yu. V. DZYADYKEYVYCH, Dr. Scie. Tech., Pf.

R. I. ROZOOM, Cand. Tech. Scie., M. V. BURIK, Cand. Tech. Scie.

In work ways of increase of efficiency of use of a waste of wood are reflected. It is shown that the most effective way of processing of a waste of wood is manufacturing from them fuel briquettes or granules as they are a non-polluting power resource and allow consumers not to depend on the power companies of monopolists and external conditions. Besides, it is economically defensible way of use of power resources.

Поступила в редакцію 09.03 2011 г.