

УДК 630.88

**Роман ГЕВКО,
Руслан РОЗУМ**

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

Представлено основні напрями ефективного використання поновлюваних джерел енергії, зокрема газоподібного, рідкого та твердого біопалива, застосування яких поліпшить екологію та ресурсо- й енергозабезпечення України, а також дасть змогу зменшити залежність від компаній-монополістів та зовнішніх умов.

The article considers the main directions of renewable energy sources, including gaseous, liquid and solid biofuels. This will improve the Ukrainian ecology and resource and energy endowment, and will help reduce dependence on monopoly companies and external conditions.

Ключові слова: біопаливо, біогаз, відходи деревини, деревні брикети, пелети.

Keywords: biofuels, biogas, wood waste, wood briquettes, pellets.

Енергозбереження визначено одним із пріоритетних напрямів державної політики України і має реалізуватися як довгострокова та чітко спланована програма дій.

Комплексне вирішення проблеми енергозбереження – один із найбільш вірогідних для України шляхів успішного подолання економічної та енергетичної криз. Вирішення цієї проблеми дозволить нашій державі різко зменшити залежність її економіки від імпорту енергоресурсів, сформувати оптимальні рівні самоенергозабезпечення регіонів і галузей, створити вітчизняну галузь із виробництва та впровадження конкурентоспроможного енергозберігаючого устаткування, суттєво обмежити вплив техногенних чинників на довкілля та забезпечити соціально-побутові потреби людини.

Розбудова державності України та входження її повноправним членом у світове співтовариство вимагають передусім вирішення проблеми організації сталих і надійних шляхів забезпечення її економіки паливно-енергетичними ресурсами, зменшення залежності від імпорту енергоресурсів та їх ефективного використання. Розвиток і оптимальне функціонування паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) нашої країни – один з основних чинників забезпечення життєздатності економіки та задоволення соціальних потреб людини. Одним з можливих напрямків вирішення завдань, які стоять перед ПЕК, є пошук перспективних нових джерел енергії (насамперед поновлюваних) [1 – 3]. Насамперед таке рішення зумовлене вичерпуванням горючих корисних копалин і високим рівнем впливу на довкілля продуктів їхнього згорання.

Необхідність розвитку енергетики України на базі поновлювальних джерел зумовлена такими причинами:

- дефіцит традиційних для України паливно-енергетичних ресурсів;
- дисбаланс у розвитку енергетичного комплексу України, який орієнтований на значне виробництво електроенергії на атомних електростанціях (до 30%) при фактичній відсутності виробництва ядерного палива, утилізації та переробці відходів, а також можливостей модернізації устаткування діючих АЕС;
- сприятливі кліматично-метеорологічні умови для використання основних видів поновлювальних джерел енергії;
- наявність промислової бази для виробництва устаткування для всіх видів поновлювальної енергетики.

Метою статті є обґрунтування необхідності пошуку шляхів підвищення ефективності виробництва та використання біопалива як екологічно чистого й енергоємного палива для енергозабезпечення країни.

Біопалива поділяють на такі види: газоподібні (біогази), рідкі (метилові ефіри, технічні спирти, оливи), тверді (дерево, солома).

Одним із шляхів поповнення і часткової заміни традиційних видів палива є використання біогазу, що дозволяє на сучасному рівні вирішити низку проблем, які виникають при утилізації відходів тваринницьких ферм.

Найбільш ефективними технологіями одержання біогазу є термохімічні: метанове зброджування, газифікація (піроліз), пряме спалювання [4].

Суттєвою перевагою переробки біомаси в реакторах є те, що у відходах біомаси міститься значно менше хвороботворних мікроорганізмів, ніж у вхідному матеріалі. Одержання біогазу економічно вигідне, особливо у випадку переробки постійного потоку відходів (стоки тваринницьких ферм, боєнь і потік рослинних відходів). Біогаз можна одержувати в установках різних розмірів. Особливо вигідно використовувати біогаз в агропромислових комплексах, які мають повний екологічний цикл.

Біогаз утворюється внаслідок анаеробного зброджування органічних речовин (за відсутності кисню), для чого в реакторі повинні бути створені оптимальні умови: температура, анаеробні умови, достатня концентрація поживних речовин, допустимий діапазон значень рН і відсутність або низька концентрація токсичних речовин.

Найбільш сприятливою температурою для розвитку мезофільної бактеріальної флори є 30–40°C, а для термофільної флори – 50–60°C. Вибір мезофільного або термофільного режиму роботи визначається аналізом кліматичних і економічних умов [5].

Крім температурних умов, на процес метанового зброджування і на кількість одержаного газу впливає тривалість обробки відходів.

При експлуатації реакторів необхідно контролювати показник рН, оптимальне значення якого повинно бути в межах 6,7–7,6. Регулювання цього показника здійснюється шляхом додавання вапна.

Найбільш ефективними є реактори, що працюють у термофільному режимі при 43–52°C. Якщо тривалість обробки гною дорівнює 3 доби, то вихід біогазу становить 4,5 л

на кожний літр корисного об'єму реактора. Для інтенсифікації процесу виділення біогазу до вхідної маси додають органічні каталізатори (глюкоза, целюлоза).

Залишок, який утворюється в процесі одержання біогазу, містить у собі значну кількість поживних речовин і використовується як добриво.

При нагріванні біомаси вивільнюються леткі гази, які є основою соломи і деревини. Найбільш енергоємними є оксид вуглецю, водень і метан, однак порівняно з природним газом вони дають менше тепла. Паливо перетворюється на газ внаслідок перебігу хімічних процесів: висушування, піролізу, спалювання (окислення) і відновлення.

У найближчому майбутньому до 12% світової потреби у паливі буде задовольнятися за рахунок рідкого біопалива (біодизель, біоетанол) [6, 7]. Ефіри ріпакової олії застосовуються для виготовлення паливних сумішей із мінеральним дизельним паливом після метилової та етилової переробки. Біопаливо після метилової переробки є найбільш придатним паливом для дизельних двигунів. При його використанні значно знижується димність вихлопних газів, емісія твердих частинок, вуглеводів, альдегідів і сірки. Вплив біодизельних палив на довкілля більш ощадливий, ніж дизельного пального нафтового походження.

Технологічний процес переробки насіння ріпаку в дизельне паливо охоплює три етапи. Перший етап – це приймання насіння ріпаку, його зберігання та подача на дільницю пресування. Другий – пресування насіння на лінії вигнічування, фільтрування олії, її зберігання та подача на дільницю етерифікації, а третій – це виробництво біодизельного пального з олії, його зберігання та відвантаження замовнику [6].

Реакція етерифікації проходить під впливом каталізатора при додаванні метанолу. Олія етерифікується метанолом у метилові ефіри з утворенням гліцерину, який є цінним продуктом для харчової, фармацевтичної та косметичної галузі промисловості. Ріпакове дизпаливо перемішують із традиційним дизельним паливом і додають спеціальні присадки для стабілізації його якості.

Водночас при одержанні олії як побічний продукт утворюється макуха (шрот), яка є цінним кормом для тварин.

Особливу увагу необхідно приділити твердим видам біопалива, серед яких важливе місце займає деревина, оскільки вона за своїми енергетичними показниками рівноцінна бурому вугіллю. Крім цього, при спалюванні деревини утворюється така кількість CO_2 , яка була вилучена в ході фотосинтезу. Отже, деревина є екологічно чистим енергоносієм. Однак в Україні одержання тепла з деревини не отримало належного розвитку, тому що навіть на деревообробних підприємствах основним джерелом тепла є природний газ, тоді як у європейських країнах кількість енергії, що отримується з деревини, сягає 5%, а у деяких країнах (Фінляндія, Швеція, Португалія) цей показник становить 16% (в республіках колишнього СРСР – лише 0,8%) [8].

Теплота згорання деревини залежить від її густини (залежно від породи) та вмісту в ній вологи. При спалюванні одного складометра бука (з вмістом вологи 15%) теплота згорання становить 2325 кВт·год, а ялини – лише 1490 кВт·год [8]. Теплота згорання

свіжозрізаної деревини, що містить до 60% вологи, становить 2 кВт·год/кг, після зберігання деревини протягом певного періоду часу вміст вологи в ній зменшується до 25% і нижче, а теплота згорання зростає до 4 кВт·год/кг.

Існує декілька напрямів ефективного використання твердого біопалива.

Одним із них є утилізація відходів із деревини для отримання тепла, що значно скорочує витрати на закупівлю енергоносіїв. Відомо [8], що на будь-якому деревообробному чи меблевому виробництві в процесі виготовлення виробів утворюється велика кількість деревних відходів (тирса, стружка, шматкові відходи). Наприклад, при розпилюванні колод утворюється 35% відходів від обсягу переробки деревини, при виробництві дверних та віконних блоків – 31%, паркету – 30%, а при виробництві меблів – 54%.

Утилізація відходів деревини на деревообробному та меблевому виробництві успішно реалізується шляхом застосування автоматичної системи спалювання (СС) і водяного або парового котла [8]. Використання СС на деревообробних підприємствах суттєво заощаджує енергоносії (газ, електроенергію тощо).

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

Деревні паливні брикети – це екологічно чистий продукт, який виготовляється з натуральних, не оброблених хімічними препаратами деревних відходів [9]. 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 згоранні брикетів утворюється до 1% золи, що в 20 разів менше, ніж від вугілля. Крім того, золу можна використовувати як мінеральне добриво. Під час згорання 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, тому займають менше місця. Зазначені кількісні характеристики свідчать про те, що це зручний, чистий продукт для складання і транспортування, а в процесі спалювання не має негативного впливу на довкілля.

Водночас необхідно зазначити, що велика увага науковців і виробників приділяється розробці технологій переробки деревних відходів, отримання брикетів (гранул) і вдосконаленню устаткування для ефективного використання деревини.

У працях (патенти Росії 2012486, 2120853, 2267257) пропонуються способи переробки деревних відходів і пристрої, які забезпечують ефективне використання паливних заготовок. 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.

Значна увага також приділяється удосконаленню пристроїв для подрібнення відходів деревини, що дає можливість для подальшого ефективного її використання (патенти України 40351, 40351, 40351). Однак недоліком зазначених пристроїв є те, що подрібнена маса деревних відходів, яка завантажується у причеп трактора, займає великий об'єм.

Це призводить до зростання числа переїздів транспортного засобу від місця заготівлі сировини до місця виготовлення брикетів.

З метою усунення цього недоліку автори праці [10] запропонували спосіб і пристрій для виготовлення деревних брикетів (рис. 1). Відходи деревини збираються та направляються в пристрій 1, де відбувається їх подрібнення. Далі подрібнена маса направляється у 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.

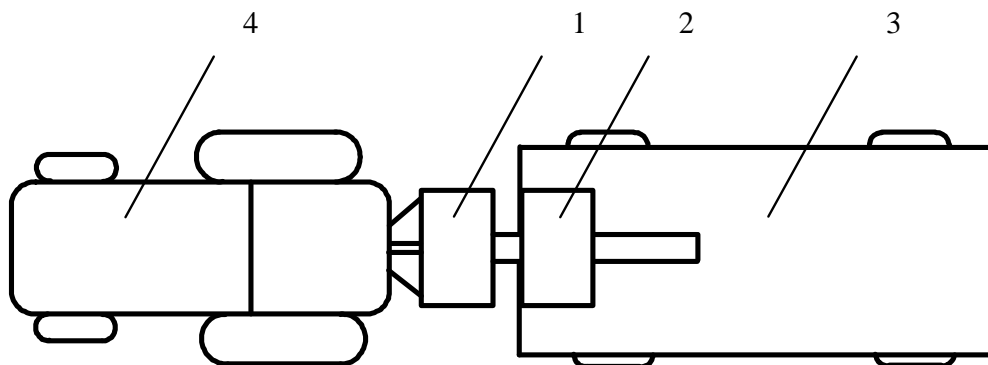


Рис. 1. Схема процесу виготовлення деревних брикетів

Однак конструктивне виконання пристроїв на основі розробленої схеми процесу виготовлення деревних брикетів є доволі складним, особливо на автономних пересувних установках. Для зменшення ресурсовитрат при виготовленні деревних брикетів, а саме – забезпечення одночасного подрібнення і попереднього ущільнення деревної маси, що дозволить зменшити транспортні витрати при очищенні лісосмуг, розроблено агрегати для заготівлі і транспортування деревної маси [11; 12].

Агрегат для заготівлі і транспортування деревної маси (рис. 2а) [11] складається з енергетичного транспортного засобу 1, причепа 2, горизонтальних ножів 3, встановлених збоку транспортного засобу, подрібнювального пристрою, що містить радіальні ножі 4, закріплені на горизонтальних валах 5, падаючих лопатей 6, встановлених у соплі вивантажувального пристрою 7, пресувального пристрою 8, який виконаний у вигляді плоскої плити, що має можливість пересуватись в осьовому напрямку вздовж причепа. В задній частині причепа встановлена стінка 9, закріплена шарнірно, з можливістю повертання і фіксації. Пересувна заслонка 10 забезпечує два режими подачі деревної маси: або від горизонтальних ножів (рис. 2в), або з бункера 11 (рис. 2г) для завантаження негабаритних відходів або тих, що не зібрані ножами.

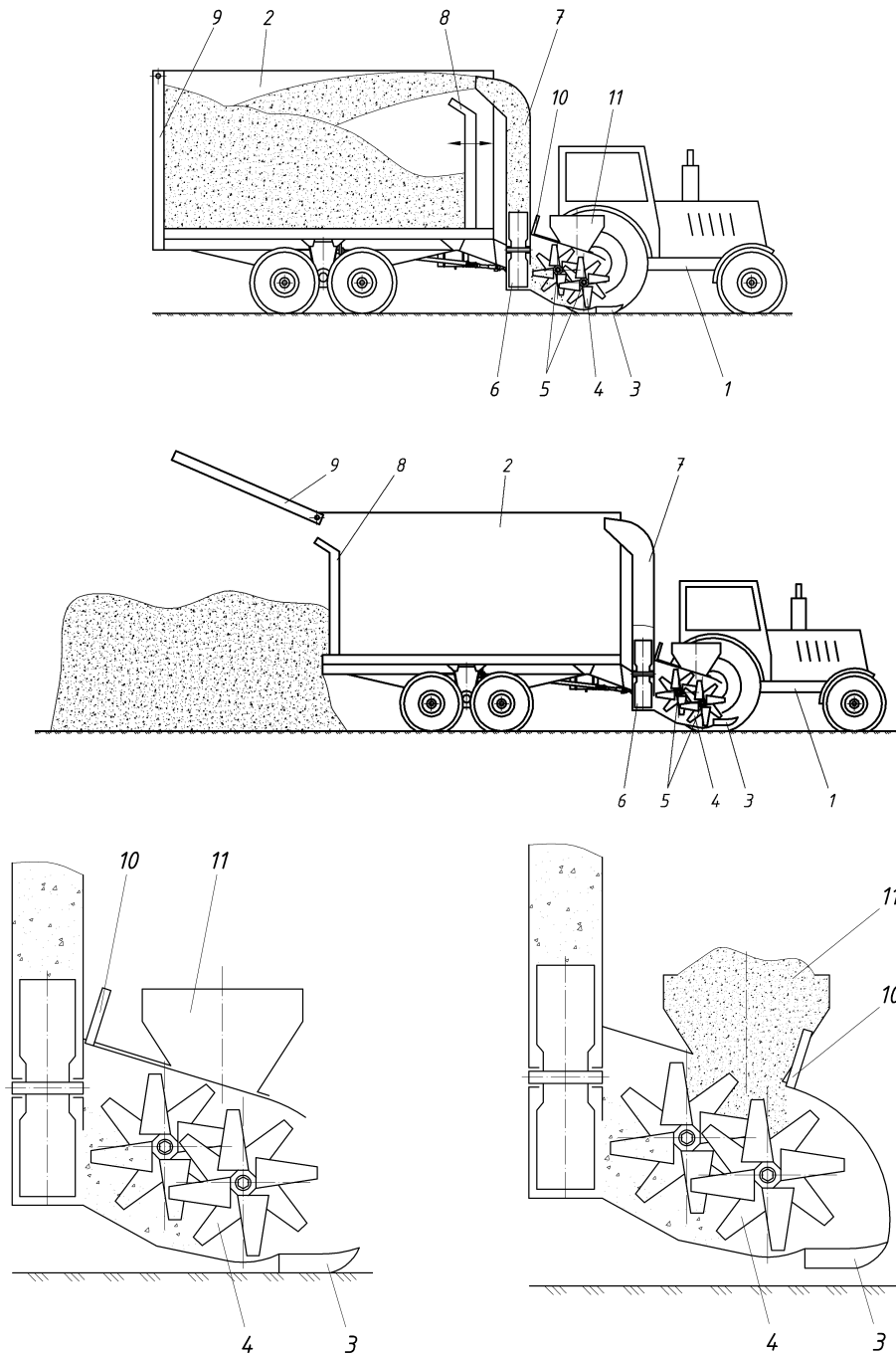


Рис. 2. Конструктивна схема агрегату для подрібнення та пресування деревної маси за допомогою пересувної плити

При переміщенні транспортного засобу горизонтальні ножі зрізають і підбирають гілки та залишки деревної маси, які подрібнюються радіальними ножами. Далі лопатями 6 подрібнена деревна маса через сопло вивантажувального пристрою подається в причіп. В міру наповнення причепа деревна маса підпресовується переміщенням плоскої плити в осьовому напрямі до стінки 9. Далі пресувальний пристрій 8 повертається у вихідне положення.

При заповненні причепа 2 деревна маса транспортується до місця виготовлення брикетів, де проводиться її вивантаження через задню стінку 9, яка розташована в задній частині причепа і виконана з можливістю повертання і фіксації (рис. 2б).

Робота агрегату в режимі подачі деревної маси з бункера 11 здійснюється так: пересувну заслонку 10 встановлюють у положення, при якому дно бункера 11 відкрите, а горизонтальні ножі 3 в передній частині подрібнювального пристрою закриті, подача маси здійснюється через бункер 11 (рис. 2г).

Інший варіант агрегату для пресування і транспортування деревної маси зображено на рис. 3 [12]. Агрегат складається з енергетичного транспортного засобу 1, причепа 2 з рухомим дном 6. Подрібнювальний пристрій виконаний аналогічно до раніше описаного конструктивного варіанта. Завантажувальний пристрій має вигляд двох шнекових конвеєрів 5 і 7. Перший шнековий конвеєр 5 розташований безпосередньо за подрібнювальним пристроєм горизонтально і перпендикулярно до напрямку руху транспортного засобу. Другий шнековий конвеєр встановлено вертикально по центру передньої частини причепа. Пресувальний пристрій виконано у вигляді горизонтального шнекового валу 8, центральна вісь якого спрямована у напрямі руху транспортного засобу, і розташовано у верхній частині причепа. В задній частині причепа встановлена рухома стінка, закріплена шарнірно, з можливістю повертання і фіксації.

Суть даної розробки полягає у тому, що подрібнена деревна маса потрапляє на горизонтальний шнековий конвеєр і ним подається на вертикальний шнековий конвеєр. Далі подрібнена деревна маса потрапляє в причеп, де за допомогою пресувального пристрою, виконаного у вигляді горизонтального шнекового валу, розподіляється і в міру заповнення пресується.

При заповненні причепа деревною масою проводиться її вивантаження рухомим дном через задню стінку, яка виконана з можливістю повертання і фіксації (рис. 3в).

Дані методи отримання паливних брикетів з деревини [10 – 12] дозволяють прибирати відходи деревини в лісі і в лісопосадках, у парках і скверах.

Використання паливних гранул або брикетів як альтернативного, екологічно чистого та ефективного виду палива є доволі перспективним. Аналітики вважають, що споживання біопалива для отримання енергії в Європі виросте у 2010 р. з 3 до 12 млн. т, а в 2020 р. досягне 21 млн. т. Найбільшими країнами-виробниками та споживачами пелет (тис. тонн на рік) є: США – 2000, Швеція – 650, Росія – 600, Данія – 500, Австрія і Канада – по 110, Німеччина і Фінляндія – по 100, Англія – 10, Японія – 3.

В Україні ринок пелет ще доволі молодий. Виробництво гранул з'явилося в 2005 р., і сьогодні їх виробляють 15 підприємств. Річний обсяг виробництва пелет становить 200 тис. т, із них 95–97% експортується до Європи [13].

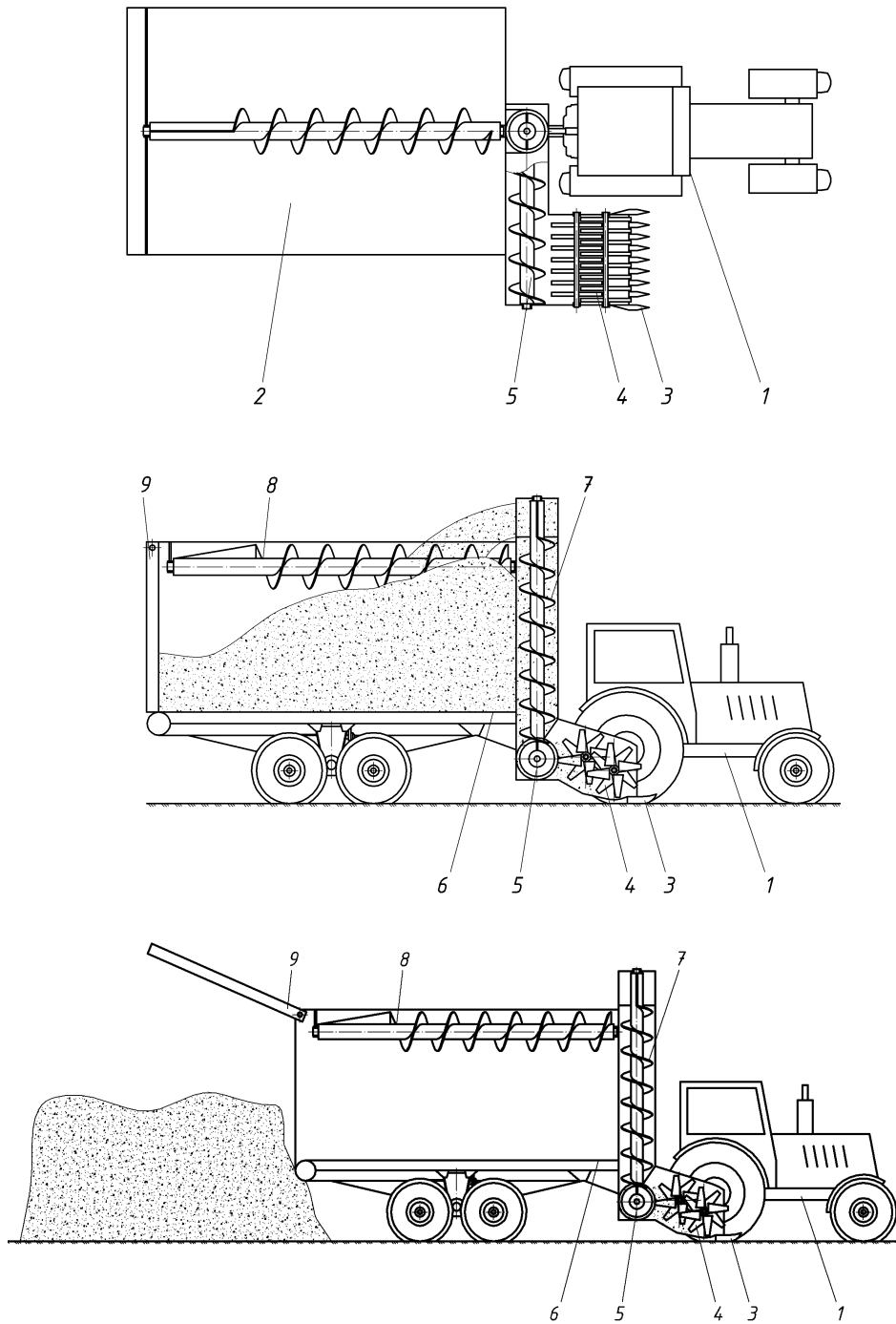


Рис. 3. Конструктивна схема агрегату для подрібнення та пресування
деревної маси за допомогою пересувної плити

Отже, використання біопалива (твердого, рідкого та газоподібного) є екологічно й економічно виправданим шляхом ресурсо- та енергозабезпечення. Утилізація відходів деревини шляхом виробництва паливних гранул і брикетів дозволяє вирішити важливу екологічну проблему переробки відходів підприємств лісового господарства, деревообробної промисловості та агропромислового комплексу і одночасного забезпечення їх енергоресурсами.

Література

1. *Перспективи енергозбереження України в контексті світових тенденцій / за ред. А. І. Шевцова. – Дніпропетровськ, 2008. – 208 с.*
2. *Енергетична безпека України: оцінка та напрямки забезпечення / за ред. Ю. В. Продана, Б. С. Сточна. – К. : КНТУУ «КПІ», 2008. – 282 с.*
3. *Ковалко М. Розвинута енергетика – основи національної безпеки України / М. Ковалко, О. Ковалко. – К. : Бізнес-поліграф, 2009. – 164 с.*
4. *Грушка О. Г. Альтернативні джерела електричної енергії / О. Г. Грушка, З. М. Грушка. – Чернівці : Рута, 2008. – 84 с.*
5. *Энергетический менеджмент / под. ред. А. В. Праховника. – К. : ИЕЕ НТУУ «КПИ», 2001. – 472 с.*
6. *Сиротюк М. І. Поновлювані джерела енергії / М. І. Сиротюк. – Львів : Вид. центр ЛНЦ ім. І. Франка, 2008. – 248 с.*
7. *Сибикін Ю. Д. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии / Ю. Д. Сибикін, М. Ю. Сибикін. – М. : Радио Софт, 2008. – 228 с.*
8. *Головков С. И. Энергетическое использование древесных отходов / С. И. Головков, И. Ф. Коперин, В. И. Найденов. – М. : Лесн. пром-сть, 1987. – 224 с.*
9. *Режим доступу : <http://www.evrobriket.ru/>.*
10. *Патент 45069 UA, МПК А01G 23/00, В65В 13/00, В27N 3/08. Спосіб отримання паливних брикетів з деревини / Р. Б. Гевко, Р. І. Розум (UA) ; заявник і патентовласник : Тернопільський національний економічний університет (UA). – № и 200904887; заявл. 18.05.2009; опубл. 26.10.2009, Бюл. № 20.*
11. *Патент 64106 UA, МПК В27L 11/00, В65F 3/00. Агрегат для заготівлі і транспортування деревної маси / Б. Р. Гевко, Р. Ф. Бруханський, І. Г. Ткаченко, Б. Я. Свинтух, Р. І. Розум (UA) ; заявник і патентовласник Тернопільський національний економічний університет (UA). – № и 201104837; заявл. 19.04.2011; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.*
12. *Патент 66584 UA, МПК В27L 11/00, В27M 1/00, В65F 3/00. Агрегат для пресування і транспортування деревної маси / М. І. Шинкарик, Б. Р. Гевко, Б. Я. Свинтух, І. Г. Ткаченко, А. О. Вітровий (UA) ; заявник і патентовласник Тернопільський національний економічний університет (UA). – № и 201107529; заявл. 14.06.2011; опубл. 10. 01.2012, Бюл. № 1.*
13. *Режим доступу : <http://www.korrdon.info>.*