



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **140220** (13) **U**  
(51) МПК  
**C10L 5/40** (2006.01)  
**F26B 3/347** (2006.01)  
**H05B 6/64** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

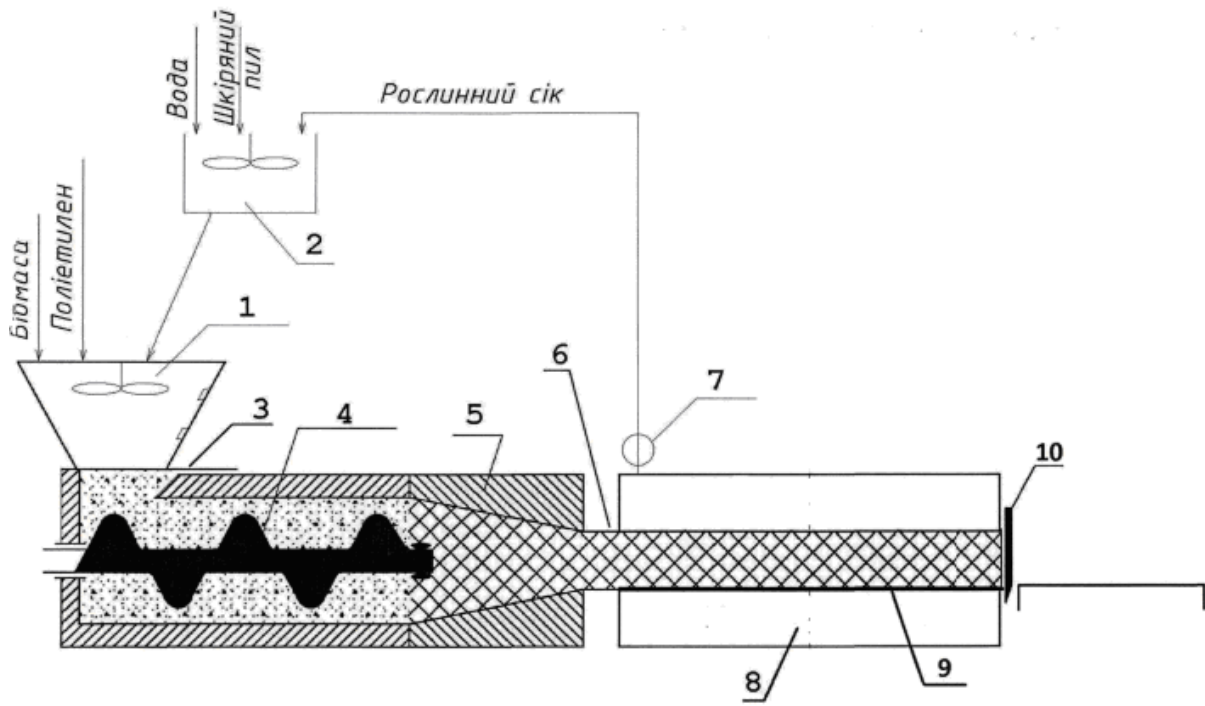
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2019 07719</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>08.07.2019</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.02.2020</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.02.2020, Бюл.№ 3</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Дьяконов Олексій Васильович (UA), Д'яконов Василь Іванович (UA), Полянський Олександр Сергійович (UA), Грязнова Світлана Аркадіївна (UA), Домбровська Алла Володимирівна (UA), Задорожня Вікторія Володимирівна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА, вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002 (UA)</b></p>
---	--

**(54) ГНУЧКА ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ ПІДВИЩЕНОЇ ЯКОСТІ**

**(57) Реферат:**

Гнучка технологічна лінія для виготовлення паливних брикетів із рослинних відходів підвищеної якості містить встановлені за ходом технологічного процесу і пов'язані між собою змішувач сировини з в'язучим, пов'язаний з ним шнековим транспортером пристрій для формування брикетів, який з'єднаний з встановленим вздовж лінії трубоподібним елементом, циліндричну теплоізоляційну камеру термообробки сформованих брикетів, насос для створення вакууму та відкачування рослинного соку в змішувач тиксотропної добавки, стіл приймання та упаковки брикетів. Циліндрична теплоізоляційна камера термообробки сформованих брикетів обладнана послідовно включеною секцією хвилевідного типу, яка проводить сушіння сформованих брикетів та вимірювача вологості брикетної суміші неперервної дії, який автоматично відключає дію НВЧ при вологості більше 5 %.

UA 140220 U



Запропонована корисна модель належить до переробки вологих відходів органічного, зокрема, рослинного походження, а саме відходів лісового господарства, лісопереробної та легкої промисловості, деревообробки, рослинництва, комунального господарства, і може бути використана для виробництва паливних брикетів для промисловості і побутових потреб, наприклад, в котельнях будь-якої потужності, а також в домогосподарствах з твердопаливними котлами закритого типу і димохідною системою прямого виводу.

Відома технологічна лінія для виготовлення брикетів з відходів рослинної сировини [1]. Вона містить корпус з завантажувальним бункером, конічну камеру з пресуючим пристроєм, яка звужується в напрямку випускного каналу, формуючу втулку, термокамеру і механізм ділення на мірні відрізки. Два дзеркально розташовані привідні шнеки закріплені на стінках завантажувального бункера. Пресуючий пристрій (шнек) виконаний із змінним діаметром перетину, який зменшується в бік випускного каналу, і закінчується знімною частиною. Камера термообробки встановлена співвісно випускному каналу і конічній камери до її середньої частини і містить декілька кільцевих нагрівальних елементів. Механізм ділення на мірні відрізки встановлений на виході випускного каналу і виконаний у вигляді обмежувача, встановленого на напрямній, яка закріплена на виході випускного каналу.

Недоліком цієї технологічної лінії є значна її енергоємність. Вимоги до вологості сировини, яку використовують для виготовлення брикетів, досить високі (4-12 %), а це потребує у більшості випадків попереднього сушіння сировини. Крім того, використання для термообробки брикетів декількох кільцевих нагрівачів потужністю 2 кВт і наявність в завантажувальному бункері двох шнеків з автономними приводами призводить до додаткових витрат енергії. Недоліком цієї лінії є також те, що вона часто потребує заміни швидкозношуваних формуючої втулки і змінної частини шнека, на які в процесі формування брикетів діє великий тиск (100-200 МПа) і висока температура (до 350 °С), але навіть ці фактори не дають міцності виробу. При зберіганні такі паливні брикети розсипаються та беруться цвіллю та грибками. Можливості використання широкої номенклатури рослинних відходів обмежені.

Відома також технологічна лінія для виготовлення паливних брикетів [2], яка містить підготовчу камеру, що продувається газом, розігрітим до температури 300-500 °С для зниження вологості рослинних відходів, з встановленим в ній шнеком, яка з'єднана із завантажувальним бункером. В середині останнього розміщений дозуючий шнек. Завантажувальний бункер з'єднаний з циліндрично-конічним корпусом, у якому розміщений підшипниковий вузол, вал, на якому закріплений шнек, що пресує. У торці конічної частини корпусу встановлена формуюча фільтера. Недоліком цієї лінії є її висока енергоємність, яка обумовлена наявністю підготовчої камери для зниження вологості рослинних відходів, що продувається газом, нагрітим до високої температури. Окрім пресуючого двозахідного шнека, установка обладнана ще двома шнеками, що підвищує її енергоємність.

Недоліком цієї технологічної лінії є також те, що за її допомогою неможливо отримати паливні брикети стійкої форми: в процесі пресування вздовж циліндричної частини корпусу окремі фрагменти сировини лише злипаються та переплітаються. При зберіганні готова продукція такої технології низької якості, недостатньо міцна. Брикети розвалюються та беруться цвіллю і грибками. Це не дає можливість механізувати і автоматизувати процеси при використанні цих брикетів.

Найбільш близькою по суті до запропонованої технологічної лінії є лінія для виготовлення паливних брикетів [3], що містить встановлені за ходом технологічного процесу і пов'язані між собою засобами транспортування змішувач сировини з в'язким, пов'язаний з ним шнековим транспортером пристрій для формування брикетів, який з'єднаний з встановленим вздовж лінії трубоподібним елементом, циліндричну теплоізоляційну камеру термообробки сформованих брикетів з вхідним і вихідним отворами для підключення трубопроводів, розташованими відповідно в нижній і верхній її частинах, а також рекуператор, сполучений з вищезазначеною камерою, стіл приймання та упаковки брикетів. Крім того, лінія обладнана охолоджувачем, встановленим після камери термообробки, що містить послідовно встановлені вакууматор і заспокоювач з системою розрідження, кожний з яких має свій насос; термокамерою для сушіння брикетів, сполученою з трубопроводом підведення тепла. За допомогою шнекового транспортера підіймають суміш, яка утворилася в змішувачі, до пристрою для формування брикетів; останній виконаний у вигляді бункера з силовою гідроустановкою і пресувальною гільзою. Камера термообробки сформованих брикетів сполучена з теплогенератором, виконаним з можливістю спалювання переважно вироблених паливних брикетів. Трубоподібний елемент встановлений усередині покритої захисним кожухом камери термообробки, на внутрішній поверхні якої закріплений теплоізолятор. Недоліком цієї лінії для виготовлення паливних брикетів є складність її конструкції. Вона оснащена бункером з силовою

гідроустановкою з пресувальною гільзою для запресовки порцій сировини у трубоподібний елемент; двома термокамерами, вакууматором і заспокоювачем. В першій термокамері брикети обробляють гарячим повітрям, температура якого близька до 450 °С. Після першої термокамери брикети охолоджуються за рахунок випарювання води, а далі - у заспокоювачі, кожний з яких оснащений насосом. Далі брикети потребують остаточного осушування в другій термокамері. Таким чином, відома лінія відрізняється своєю складністю. Як правило готова продукція такої технології низької якості, недостатньо міцна. Брикети розвалюються, беруться цвіллю і грибами, що знижує їх теплотворну здатність. Можливості використання широкої номенклатури рослинних відходів обмежені.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалити лінію для виготовлення паливних брикетів підвищеної якості шляхом конструктивних змін і використання НВЧ-енергії для сушіння брикетів, що забезпечить спрощення її конструкції.

Поставлена задача вирішується тим, що циліндрична теплоізоляційна камера термообробки сформованих брикетів обладнана мікрохвильовим сушінням та вимірювачем вологості брикетної суміші неперервної дії, який автоматично відключає дію НВЧ при вологості більше 5 %. Розміщення змішувача 1 над циліндричною камерою шнекового транспортера 4 сприяє тому, що сировина самозсувом після відкриття засувки 3 попадає до камери, що спрощує конструкцію лінії. Шнековий транспортер 4 і зв'язаний з ним пристрій для формування брикетів, виконаний у вигляді формуючої головки 5 з конічним отвором, який звужується в бік тефлонової труби 6 з отворами, забезпечує просте формування паливного брикету. Використання НВЧ енергії в циліндричній теплоізоляційній камері 8 термообробки сформованих брикетів забезпечує рівномірне сушіння паливних брикетів по їх товщині. Дійсно, електромагнітне поле надвисокої частоти проникає в глибокі шари брикету, що осушується. Волога, яка міститься в достатній кількості в матеріалі брикету і має високу реактивну складову діелектричної константи, поглинає електромагнітну енергію і перетворює її в теплову [4]. Всередині брикету утворюється більш високий тиск водяної пари, і його сушіння здійснюється зсередини назовні. Розподіл температури по об'єму брикету має рівномірний характер, а це забезпечує рівномірне його сушіння. Примусове видалення водяної пари з циліндричної теплоізоляційної камери 8 термообробки сформованих брикетів та створення там вакууму здійснюють за допомогою насоса 7. В змішувачі тиксотропної добавки 2 готується розчин для подачі в змішувач 1. Циліндрична теплоізоляційна камера 8 термообробки сформованих брикетів обладнана мікрохвильовим сушінням та вимірювачем вологості брикетної суміші неперервної дії 9, який автоматично відключає дію НВЧ при вологості більше 5 %. Лінія обладнана механізмом 10 для розрізання брикетів на рівні частини та охолодження. Гнучка технологічна лінія виготовлення паливних брикетів із рослинних відходів підвищеної якості працює таким чином. Відходи рослинного походження (гілки, опале листя, деревна стружка, деревна тирса, солома, обрізки деревини і кори дерев, лузга, отримана при обрушенні насіння соняшника, качани і стовбури кукурудзи, очерет тощо або їх суміш) попередньо здрібнюють до фракції 13-16 мм. Здрібнену сировину (біомасу) подають у змішувач 1, туди ж подають і в'язуче (відходи подрібненого поліетилену) та тиксотропну добавку (розчин шкіряного пилу) із змішувача 2 при такому співвідношенні компонентів, мас. %: сировина рослинного походження - 80, в'язуче - 20 (подрібнений поліетилен - 18, шкіряний пил - 2). Компоненти змішують до рівномірного розподілу в'язучого та тиксотропної добавки по поверхні часток сировини. Після чого вмикають шнековий транспортер 4 і відсувають засувку 3. Суміш самозсувом попадає до циліндричної камери шнекового транспортера 4 і піддається пресуванню. При пересуванні суміш ущільнюється, пресується, зменшується в об'ємі і продавлюється через конічний отвір формуючої головки 5 в тефлонову трубу 6 з отворами, яка проходить через циліндричну теплоізоляційну камеру 8 термообробки сформованих брикетів. Циліндрична теплоізоляційна камера 8 термообробки сформованих брикетів обладнана мікрохвильовим сушінням та вимірювачем вологості брикетної суміші неперервної дії 9, який автоматично відключає дію НВЧ при вологості більше 5 %. Таким чином циліндрична теплоізоляційна камера 8 термообробки сформованих брикетів забезпечує рівномірне сушіння паливних брикетів по їх товщині. Через тефлонову трубу 6 електромагнітне поле надвисокої частоти проникає в глибокі шари брикетної маси, і волога, яка міститься в достатній кількості всередині брикету і має високу реактивну складову діелектричної константи, поглинає електромагнітну енергію і перетворює її в теплову. При вологості 2-3 % кількості молекул недостатньо для відводу надлишків енергії. Вона витрачається вже на розрив водневих зв'язків між макромолекулами, рухливість яких різко зростає. Це призводить до збільшення молекулярного тертя і, відповідно до додаткового нагрівання. Перевищення рівня енергії розриву ковалентних зв'язків призводить до руйнування макромолекули на її складові, які, в свою чергу, будуть мати ще більшу полярність і рухомість.

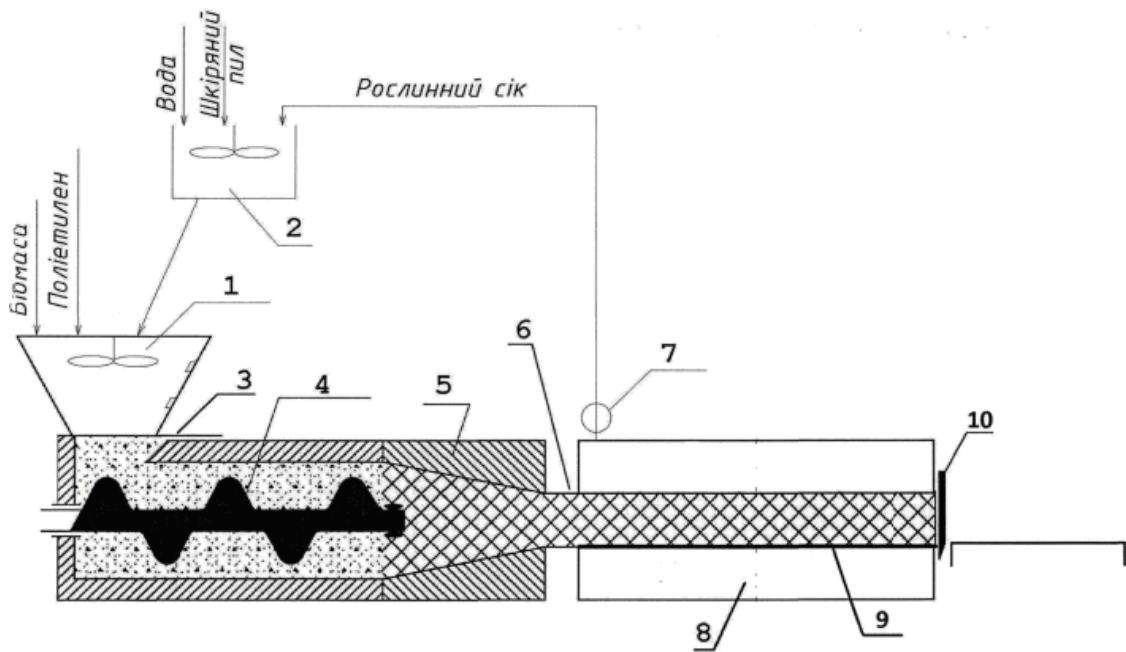
Таким чином, починається каскадне руйнування молекулярної структури рослинних відходів - деструкція. Наші дослідження показують, що припинення подачі енергії вже не може зупинити розпочатий процес, оскільки він супроводжує окислення радикалів із вивільненням додаткової енергії. При цьому рослинні відходи тліють без спалаху. Запобігти руйнуванню можна, відімкнувши джерело НВЧ випромінювання при вологості 5 %, за допомогою вимірювача вологості брикетної суміші неперервної дії 9. Під дією високої температури всередині брикету подрібнений поліетилен розплавляється, розтікається, рівномірно скріплюючи фракції рослинної сировини. Волога (рослинний сік), яка випарюється через повздовжні розрізи тefлонової труби 6, видаляється з циліндричної теплоізоляційної камери 8 термообробки сформованих брикетів за допомогою насоса 7, який створює також вакуум в теплоізоляційній камері 8 термообробки сформованих брикетів. В змішувач тиксотропної добавки 2 подається насосом 7 рідина (вода та рослинний сік) та шкіряний пил та шляхом змішування йде підготовка розчину для змішувача 1. Сигароподібний висушений брикет виходить з тefлонової труби 6 та розділяється на рівні частини механізмом 10, які потім охолоджують та упаковують. Запропонована гнучка технологія нескладної модульної конструкції може бути покладена в основу створення перспективних підприємств нового покоління з отриманням брикетів підвищеної вологостійкості теплоємністю 4000-4500 ккал/кг і щільністю 1,3 кг/дм<sup>3</sup>.

Джерела інформації:

1. Способ получения брикетов и установка для изготовления брикетов: Патент на изобретение, RU, № 2364617, C10 L5/00 (Российская Федерация), Пыщечкин А.Н., Коняшин С.В. №107785/04; Заявл. 01.03.2007; Опубл. 10.09.2008, Бюл. № 8.
2. Установка для одержання паливних брикетів: Деклараційний патент на корисну модель, UA, № 8251, МПК В30В 11/22, С10L 5/40, (Україна), Кіриченко О.М. Заявл.25. 02.2005; Опубл. 15.07. 2005, Бюл. № 7.
3. Лінія виготовлення паливних брикетів: Деклараційний патент на корисну модель, UA, № 64567, МПК С10L 5/40, (Україна), Жигалов О.А. Заявл. 19.04.2011; Опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21.
4. Именохоев И. Технология СВЧ-нагрева: потенциал и границы, 2012, стр.4-6. Режим доступу: [www.linn-high-therm.de](http://www.linn-high-therm.de)

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Гнучка технологічна лінія для виготовлення паливних брикетів із рослинних відходів підвищеної якості, що містить встановлені за ходом технологічного процесу і пов'язані між собою змішувач сировини з в'язучим, пов'язаний з ним шнековим транспортером пристрій для формування брикетів, який з'єднаний з встановленим вздовж лінії трубоподібним елементом, циліндричну теплоізоляційну камеру термообробки сформованих брикетів, насос для створення вакууму та відкачування рослинного соку в змішувач тиксотропної добавки, стіл приймання та упаковки брикетів, яка **відрізняється** тим, що циліндрична теплоізоляційна камера термообробки сформованих брикетів обладнана послідовно включеною секцією хвилевідного типу, яка проводить сушіння сформованих брикетів та вимірювача вологості брикетної суміші неперервної дії, який автоматично відключає дію НВЧ при вологості більше 5 %.



---

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

---

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601