



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **113063** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**B01J 2/20** (2006.01)  
**A23K 30/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

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

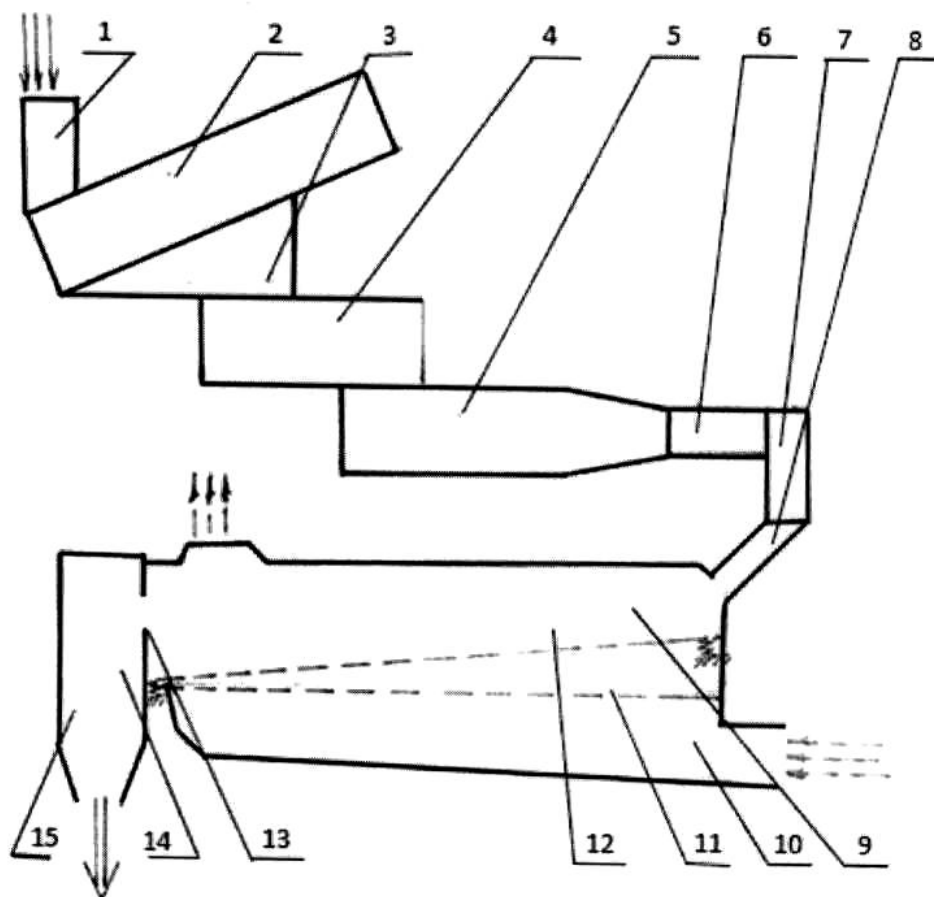
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2016 06977</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Карманов Віктор Васильович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>29.06.2016</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Бериславське шосе, 24, м. Херсон, 73008 (UA)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.01.2017</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.01.2017, Бюл.№ 1</b>	

**(54) ЛІНІЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ГРАНУЛ З БІОМАСИ**

**(57) Реферат:**

Лінія для виробництва гранул з біомаси включає живильний бункер з системою подачі сировини, пристрій для пресування та формування, гранулятор, котрий складається з корпусу із встановленою в ньому матрицею з фільтрними отворами, ніж для відрізання гранул, а також обладнання для сушіння, охолодження гранульованої маси та відділення гранул від пилу. В грануляторі встановлено динамічний шнек гвинт, який обертається, а діаметр матриці складає  $DM=(10-15)d$ , де  $d$  - діаметр фільтрного отвору матриці.

**UA 113063 U**



Корисна модель належить в першу чергу до переробного, сільськогосподарського, лісотехнічного виробництва та машинобудування. Вона може бути використана в переробній, текстильній, харчовій, комунальній, комбікормовій і біоенергетичній сферах агропромислового виробництва та деревообробній промисловості, а також при утилізації органічних відходів сільського й комунального господарства.

Відомий пристрій для гранулювання, котрий складається з корпусу із встановленими в ньому плоскою матрицею з фільєрними отворами, яка обертається на вертикальному валу, не менш, ніж двома, пресувальними роликами, кожен з яких має можливість обертання на нерухомій відносно корпусу осі, й приєднаного до корпусу ножа для відрізання гранул (Древо и топливные гранулы: справочник. - СПб.: Лесопромышленная конфедерация Северо-Запада России, 2005. - С. 37).

Недоліками даного пристрою для пресування є недостатня якість гранул, що обумовлена невідповідністю параметрів плоскої матриці, пресувального ролика та фільєрних отворів. Це вимагає встановлення більш інтенсивного температурного режиму пресування біомаси (при 100 °С і вище), який призводить до незворотних змін якості сировини. Крім цього в даному пристрої для гранулювання відсутні відповідні системи охолодження гранульованої маси та її розділення на високоякісні гранули та пил. Комплектація ж пристрою для гранулювання додатковими пристроями для здійснення охолодження, кондиціювання і сепарації призводить до виникнення перехідних процесів при використанні такої лінії для виробництва гранул, що негативно впливає на кінцеву стабільність показників якості пресованої рослинної біомаси в біопаливі.

Найбільш близькою за своєю технічною суттю до лінії виробництва біопалива і гранулювання, що пропонується, є лінія для виробництва гранул, що включає живильний бункер з системою подачі сировини, пристрій для пресування та формування, гранулятор, котрий складається з корпусу із встановленими в ньому матрицею з фільєрними отворами, ніж для відрізання гранул, а також обладнання для сушіння, охолодження гранульованої маси та відділення гранул від пилу (Патент України № 35096 Кл. В01J 2/20. Лінія для виробництва гранул з біомаси, опубл. 2008. - прототип)

Недоліками даної лінії для виробництва гранул є використання кільцевої матриці, що призводить до нагріву біомаси при пресуванні до 100 °С і вище, а також послідовне проведення процесів охолодження гранульованої маси та її розділення на гранули й пил. Останній недолік спричинює додаткові коливання теплового режиму й збільшує механічне ушкодження гранул, знижуючи їх показники якості та цільності.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення лінії для виробництва біопалива, гранул з біомаси шляхом введення нових технологічних обмежень, обґрунтування раціональних режимних і конструктивних параметрів при розширенні сировинної бази в сферах виробництва й застосування біопалива, гранул, у комплексній взаємодії суттєвих ознак нової технологічної лінії.

Поставлена задача вирішується тим, що в лінії для виробництва гранул з біомаси, що включає живильний бункер з системою подачі сировини, пристрій для пресування та формування, гранулятор, котрий складається з корпусу із встановленою в ньому матрицею з фільєрними отворами, ніж для відрізання гранул, а також обладнання для сушіння, охолодження гранульованої маси та відділення гранул від пилу, в грануляторі встановлено динамічний шнек-гвинт, який обертається, а діаметр матриці складає  $DM=(10-15)d$ , де  $d$  - діаметр фільєрного отвору матриці; при цьому до корпусу гранулятора приєднано сушарку, охолоджувач-сепаратор, який являє собою закритий короб теплоізолюваний з системою кондиціювання повітря, в якому під кутом  $\alpha=5-15^\circ$  до горизонталі встановлено коливальну динамічну решітку, що коливається з частотою 60-90 коливань за хвилину; окрім того об'єм закритого короба складає  $V_{oc}=(80-85)V_{rp}$ , де  $V_{rp}$  - об'єм над матричним простором у закритому коробі, а діаметри отворів коливальної динамічної решітки становить  $D_{oc}=(0,5-0,6)d$ , крім того закритий короб сушарки, охолоджувача-сепаратора додатково має систему подачі під тиском повітря та відводу відділеного від гранул пилу до живильного бункера.

За певних конструктивних й режимних параметрів і умов роботи пристрій для формування, гранулювання з матрицею дає більш однорідну структуру палива, ніж із кільцевою. Зокрема те, що в пристрої для гранулювання діаметр плоскої матриці має визначене співвідношення з діаметрами пресувального шнека-гвинта та фільєрного отвору і складає  $DM=(10...15)d$ , дозволяє ефективно здійснити переробку біомаси при вологості  $10\pm 2\%$  з обмеженням максимального термічного впливу на біологічну сировину на температурному рівні не вище +60 °С. При збільшенні діаметра пресувального шнека-гвинта відбувається швидке зростання зони активного контакту і, як наслідок, питомих енергетичних витрат. Водночас, за межами

раціонального використання шнека-гвинта, виявлено підвищену неоднорідність структури біопалива гранул. Це супроводжується за умови, коли  $d = DM/(10...15)$ . Якщо ж  $d > DM/15$ , енергомісткість пресування істотно зростає, а при  $d < DM/15$  якість гранул знижується, бо в такому випадку необхідне більш тонке подрібнення біомаси. Визначено, що запропоновані співвідношення діаметрів отворів матриці, пресувального шнека-гвинта та фільтрального отвору більш ефективніші за умови приєднання до корпусу сушарки охолоджувача-сепаратора з параметрами, які забезпечують збереження енергетичного та економного режиму виробництва біопалива гранул. Суміщення процесів охолодження та сепарації відбувається в теплоізольованому з системою вентиляції кондиціювання повітря в закритому коробі, в якому під кутом  $\alpha = 5...15^\circ$  до горизонталі встановлене коливальне сито, що коливається з частотою 60...90 коливань за хвилину. Зменшення кута  $\alpha < 5$  і коливань сита до менш ніж 60 коливань за хвилину створює умови до комкувань гранульованої біомаси, а збільшення  $\alpha > 15^\circ$  та коливань понад 90 за хвилину - до більших механічних пошкоджень гранул біопалива. В обох випадках сушіння та охолодження гранульованої біомаси різко погіршується. Вибір взаємного відношення об'ємів закритого короба і простору на решіткою в межах  $V_{oc} = (80...85)V_{gr}$  відповідає збалансованому відбору тепла без зайвих витрат енергії і продуктивності лінії. При цьому, це справджується тоді, коли діаметри отворів сита взаємопов'язаний з параметрами матриці залежністю  $D_{oc} = (0,5...0,6)d$ . Енергетичну ефективність та ресурсну заощадливість додатково забезпечують за рахунок того, що закритий короб сушарки, охолоджувача-сепаратора має систему подачі відділеного від гранул пилу до живильного бункера.

Досягнення істотного енергозбереження та покращення якості гранул з біомаси при надійній конструкції лінії можливе лише в результаті комплексного застосування наведених ознак. Відхилення від вказаних меж конструктивно-технологічних параметрів лінії для виробництва гранул з біомаси призводить до порушень якості гранул, зниження надійності й енергомісткості роботи конструкції в цілому.

Отже, запропоноване технічне рішення лінії для виробництва гранул з біомаси дозволяє вирішити поставлену задачу шляхом введення нових технологічних обмежень, обґрунтування раціональних режимних і конструктивних параметрів при розширенні сировинної бази в сферах виробництва й застосування гранул, у комплексній взаємодії суттєвих ознак нової технологічної лінії, поліпшити енергетичні і технологічні показники якості гранул та продуктивності роботи власне лінії гранулювання.

Суть корисної моделі пояснено графічно: на кресленні зображено схему лінії для виробництва біопалива гранул з біомаси.

Лінія для виробництва гранул з біомаси включає живильний бункер з системою подачі сировини 1; класифікатор-сушарка 2; накопичувач 3; живильник сировини 4; прес-формувавч 5; розподілювач 6; накопичувач 7; систему подачі 8; камеру теплообміну, сушіння, охолодження сепарації 9; систему подачі під тиском повітря чи газу 10; нерухому решітку 11; рухому динамічно решітку 12; пристрій розвантаження 13; охолоджувач-утилізатор 14; ємкість розвантаження та упакування 15.

Лінія для виробництва біопалива гранул з біомаси працює наступним чином. Живильний бункер з системою подачі сировини 1 подає подрібнену біомасу фракцією до 8 мм до класифікатора-сушарки 2, який дозволяє використовувати багатокomпонентну біомасу, в тому числі з різною вихідною вологістю в межах  $10 \pm 2\%$ . В окремих випадках у класифікаторі 2 проводять додаткове сушіння біосировини. Після біосировина накопичується у ємкості 3, дозується і подається живильником сировини 4 у прес-формувавч 5, котрий складається з корпусу із встановленими в ньому шнеком-гвинтом та матриці з фільтрними отворами, ножі для відрізання сформованого біопалива гранул. При цьому в пресі-формувавчі 5 діаметр матриці складає  $DM = (10...15)d$ , що дозволяє обмежити максимальний термічний вплив на біологічну сировину температурою не вище  $+160^\circ\text{C}$ . Гранульована біомаса, що складається з гранул та пиловидних часток, які уникли пресування або виникли унаслідок механічного пошкодження, підлягає наступному сушінню, охолодженню та сепарації в приєднаних до корпусу 5 розподілювачі 6, накопичувачі 7, системі подачі 8 в сушарку охолоджувача-сепаратора, який являє собою теплоізольований з системою охолодження кондиціювання повітря закритий короб 9. Сформована гранульована біомаса поступово сушиться, охолоджується і сепарується при просуванні усередині охолоджувача-сепаратора 9 по встановленій під кутом  $\alpha = 5...15^\circ$  до горизонталі рухомій динамічній решітці 12, що коливається з частотою 60...90 коливань за хвилину. Окрім цього об'єм закритого короба 9 складає  $V_{oc} = (80...85)V_{gr}$ , а діаметр отворів коливальної решітки 12 становить  $D_{oc} = (0,5...0,6)d$ . До того ж, закритий короб сушарки охолоджувача-сепаратора 9 додатково має систему подачі під тиском повітря чи газу 10 через нерухому решітку 11 на рухому решітку 12. Отже, процеси сушіння, охолодження і сепарації, що

здійснюються в охолоджувачі-сепараторі 9, суміщені у часі, завдяки чому вдається уникнути злипання гранул та пилу, які могли б утворити нестійкі конгломерати й погіршити якість основного продукту - власне гранул. Таке охолодження з паралельною сепарацією є раціональним щодо збереження енергії та одержання високої якості гранул. Нарешті гранули, відділені від пилу й охолоджені в охолоджувачі-сепараторі 9, подають пристроєм розвантаження 13 через охолоджувач-утилізатор 14 на упаковку 15, а пил - повертають до подрібненої біомаси за допомогою системи відводу відпрацьованого повітря до живильного бункера 1.

Конкретним прикладом промислового застосування запропонованого технічного рішення служить реалізована в пілотному проекті спеціалізована технологічна лінія для виробництва біопалива гранул з біомаси. Зауважимо, що окремі режими роботи і параметри обладнання при застосуванні рослинної сировини істотно обумовлені видом біомаси (костра, хміль, лікарські рослини, відходи переробки деревини, суміші різних видів біомаси і т.д.), що надійшла на переробку, її кондиціями, часом проведення окремих процесів тощо. Від відомої лінії дана технологічна лінія для виробництва біопалива гранул з біомаси відрізняється тим, що всі процеси, що супроводжують трансформацію біомаси в гранули для енергетичного використання, а саме: її подачу з живильного бункера з системою подачі сировини 1 до класифікатора з попередньою сушкою 2, накопичувача 3, живильника сировини 4, пресування, формування в пристрої для гранулювання 5, а також сушіння, охолодження та виділення пилу з гранульованої біомаси високоякісних гранул в охолоджувачі-сепараторі 9, проводять під підвищеним тиском, а температуру утримують в межах від +110 °C до +160 °C. Параметри пристрою для гранулювання 5, що визначаються співвідношенням  $DM=(10...15)d$ , обумовлюють обмеження нагріву біологічної сировини не вище +160 °C. Охолодження гранульованої маси в охолоджувачі-сепараторі 9 проводять до температури +40 °C і нижче, одночасно здійснюють її розділення на гранули й пил. При цьому параметри, режими роботи сушарки охолоджувача-сепаратора 9 визначені певним чином й узгоджені з параметрами та режимами роботи пристрою для гранулювання 5, а саме: в теплоізолюваному з системою кондиціонування повітря закритому коробі 9 і під кутом  $\alpha=5...15^\circ$  до горизонталі встановлене рухоме динамічне сито 12, що має частоту коливань у межах 60...90 коливань за хвилину, при об'ємі закритого короба 9, що складає  $V_{oc}=(80...85)V_{rp}$ , та діаметрі отворів рухомого сита 12, який становить  $D_{oc}(0,5...0,6)d$ , знижуються енергозатрати на виготовлення та зростає якість гранул. Покращує якість і ефективність роботи лінії для виробництва гранул з біомаси те, що закритий короб 9 охолоджувача-сепаратора додатково має систему подачі під тиском повітря чи газу 10 та відділеного від гранул пилу до живильного бункера 1. Всі процеси в запропонованій технологічній лінії для виробництва гранул з біомаси виконують при додатковому тиску та тиску, близькому до атмосферного.

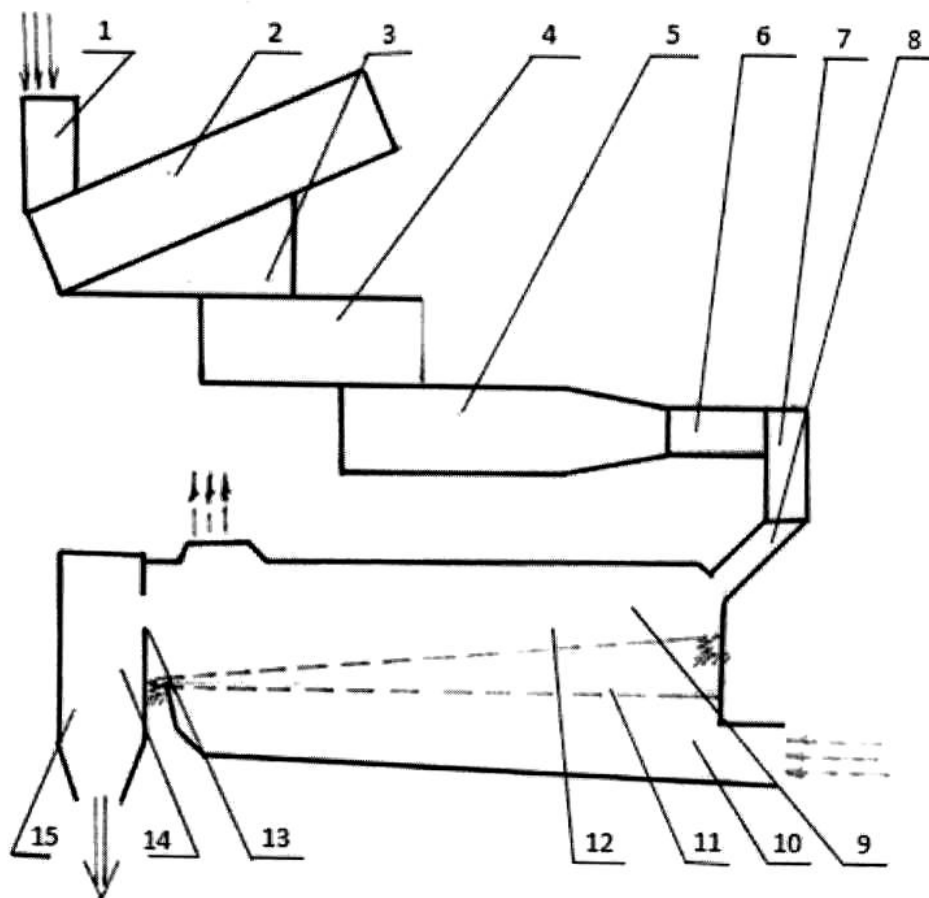
Таким чином, запропонована лінія для виробництва біопалива гранул з біомаси, шляхом введення нових технологічних обмежень, обґрунтування раціональних режимних і конструктивних параметрів при розширенні сировинної бази в сферах виробництва й застосування гранул, у комплексній взаємодії суттєвих ознак нового технічного рішення, дозволяє істотно не змінювати основні показники якості вихідної рослинної біомаси, окрім її щільності.

Така лінія для виробництва гранул з біомаси, обумовлена запропонованим технічним рішенням, дозволяє в процесі роботи скоротити не менш, ніж на 20 % енергетичні витрати при дотриманні необхідної якості сировини в гранули біопалива, наприклад при гранулюванні відходів та остатків костри, соломи, деревини, лікарських рослин, іншої рослинної біомаси для енергетичного використання.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Лінія для виробництва гранул з біомаси, що включає живильний бункер з системою подачі сировини, пристрій для пресування та формування, гранулятор, котрий складається з корпусу із встановленою в ньому матрицею з фільтрними отворами, ніж для відрізання гранул, а також обладнання для сушіння, охолодження гранульованої маси та відділення гранул від пилу, яка **відрізняється** тим, що в грануляторі встановлено динамічний шнек-гвинт, який обертається, а діаметр матриці складає  $DM=(10-15)d$ , де  $d$  - діаметр фільтрного отвору матриці; при цьому до корпусу гранулятора приєднано сушарку, охолоджувач-сепаратор, який являє собою закритий короб теплоізолюваний з системою кондиціонування повітря, в якому під кутом  $\alpha=5-15^\circ$  до горизонталі встановлено коливальну динамічну решітку, що коливається з частотою 60-90 коливань за хвилину, окрім того об'єм закритого короба складає  $V_{oc}=(80-85)V_{rp}$ , де  $V_{rp}$  - об'єм

надматричного простору у закритому коробі, а діаметр отворів коливальної динамічної решітки становить  $D_{os}=(0,5-0,6)d$ , крім того закритий короб сушарки, охолоджувача-сепаратора додатково має систему подачі під тиском повітря та відводу відділеного від гранул пилу до живильного бункера.




---

Комп'ютерна верстка Т. Вахричева

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

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