



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 131108

(13) C2

(51) МПК

F26B 17/10 (2006.01)

F26B 3/08 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2022 01816

(22) Дата подання заявки: 31.05.2022

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: 13.08.2026

(41) Публікація відомостей
про заявку: 06.12.2023, Бюл.№ 49

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: 12.08.2026, Бюл.№ 32

(72) Винахідник(и):

Корінчук Дмитро Миколайович (UA),
Снежкін Юрій Федорович (UA),
Дахненко Валерій Леонідович (UA)

(73) Володілець (володільці):

ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ,

вул. Марії Капніст (Желябова), 2-а, м. Київ,
03057 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

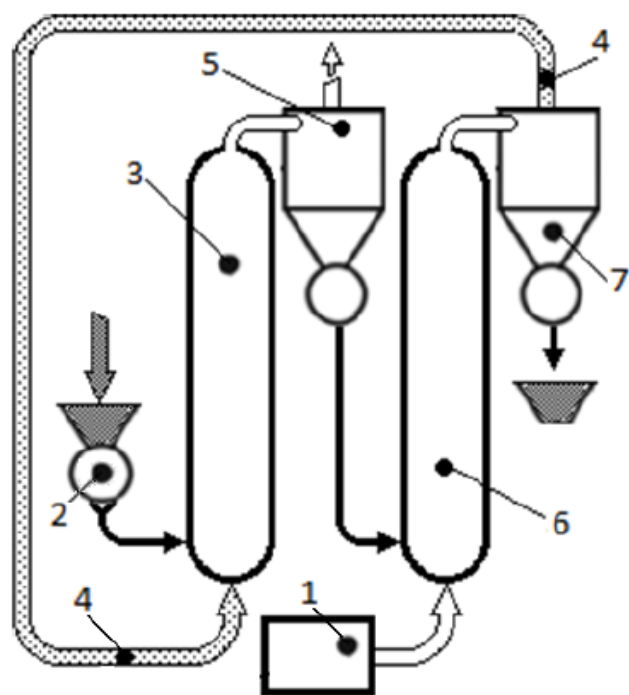
Хэбэшеску И.Ф. Сушка измельченного
растительного сырья в аэродинамических
сушилках. International conference "ENERGY
OF MOLDOVA-2016. REGIONAL ASPECTS
OF DEVELOPMENT" 29 September-1
October, 2016. / И.Ф.Хэбэшеску,
Ю.А.Молотков. - Chisinau, Republic of
Moldova. 2016. - С.508-515.
UA 88204 U, 11.03.2014
Drying technologies for an integrated
gasification bio-energy plant J.G. Brammer,
A.V. Bridgwater Bio-Energy Research Group,
Aston University, Aston Triangle, Birmingham,
B4 7ET, UK Renewable and Sustainable
Energy Reviews 3 (1999) 243-289
UA 14328 U, 15.05.2006
UA 99741 U, 25.06.2015
EP 1789740 B1, 29.02.2012
US 4125945 A, 21.11.1978
US 7960165 B2, 14.06.2011

(54) СПОСІБ АЕРОДИНАМІЧНОГО СУШІННЯ БІОМАСИ

(57) Реферат:

Спосіб аеродинамічного сушіння біомаси належить до галузі переробки продукції біологічного походження, зокрема сушіння сипких матеріалів і може бути використаний для зневоднення полідисперсних середовищ рослинного походження. За способом запропоновано здійснення процесу аеродинамічного сушіння подрібненої біомаси нагрітим сушильним агентом в сушильному блоці, який поділено не менше ніж на дві відокремлені зони, розташовані послідовно, при цьому сушильний матеріал подається в першу і наступні зони, а сушильний агент вводиться спочатку в другу зону, а з другої подається у першу зону блока сушіння. Таке виконання дає змогу вирівняти теплове напруження за випареною вологою по довжині сушарки та досягти зниження кінцевого вологовмісту суміші на 16...20 % та енерговитрат на сушіння на 12...15 % його однорідності незалежно від дисперсного складу.

UA 131108 C2



Фиг. 1

Винахід належить до галузі переробки продукції біологічного походження, зокрема сушіння сипких матеріалів, і може бути використаний для зневоднення полідисперсних середовищ рослинного походження, наприклад, при переробці відходів деревини, торфу та їх композицій при виробництві біопалива.

5 Відомий спосіб сушіння в аеродинамічній зерносушарці шляхом руху продукції по вертикальному гвинтовому конвеєрі при одночасному контакті із гарячим повітрям, котре подається з відповідного генератора (патент РФ № 2349383 кл. B02B 1/00 (2001.01) 20.03.2009 Бюл. № 8).

10 До недоліків способу слід віднести вузький спектр використання, орієнтований на продукцію вузького спектра розмірів гранул, а тому обмежений продукцією рослинного походження.

Також відомий спосіб, що реалізується в сушарці вихрового типу, в котрій процес сушіння проводиться в окремій камері, в яку подається матеріал для висушування та сушильний агент, а також циклон для вилучення просушеного матеріалу (патент України UA № 88204 кл. F26B 17/10 (2006.01), F26B 3/08 (2006.01), 11.03.2014 Бюл. № 5).

15 До недоліків вказаного рішення слід віднести низьку надійність сушарки з точки зору продуктивності за вихідним продуктом різної щільності і підвищеної вологості, зокрема, при щільності сировини більше 0,8 т/кубічний метр і вологості більше 50 %, виріб на такій системі не може підніматися і заповнює камеру. У разі неправильної подачі сировини (норма подачі кг/с) це призводить до зупинки руху сировини в камері. Окрім того, рішення характеризується значними енергетичними витратами, особливо при сушінні неоднорідного матеріалу із широким діапазоном дисперсності.

20 Найбільш близьким до рішення, що пропонується, є спосіб аеродинамічного сушіння біомаси що включає теплову генерацію сушильного агента, введення подрібненої сировини та сушильного агента в об'єм сушарки, відділення просушеного матеріалу від сушильного агента (Хэбэшеку И. Ф. Сушка измельченного растительного сырья в аэродинамических сушилках. International conference "ENERGY OF MOLDOVA-2016. REGIONAL ASPECTS OF DEVELOPMENT" 29 September-1 October, 2016. / И. Ф. Хэбэшеку, Ю. А. Молотков. - Chisinau, Republic of Moldova. 2016. - С.508-515. <http://www.em-2016.ie.asm.md/system/files/a-83.pdf>).

25 До недоліків способу слід віднести низьку ефективність сушіння поліфракційного матеріалу, що характерно для переважної більшості біологічної сировини, особливо такої, що перед сушінням проходять стадію подрібнення, а тому характеризуються широким діапазоном дисперсного складу матеріалу.

Наявність мікрофракцій в сировині, що надходить в сушарку, призводить до інтенсивного падіння швидкості і температури сушильного агента на "ділянці розгону" сушарки. Це призводить до збільшення кінцевого вологовмісту великих фракцій, як і до значної неоднорідності вологовмісту різних фракцій. Окрім того, за рахунок швидкісного зневоднення дрібної фракції матеріалу різко знижується температурний потенціал сушильного агента на початковій ділянці, що призводить до збільшення часу перебування частинок в сушильному апараті на 20 %, відповідно зростають енергетичні витрати на процес сушіння.

40 В основу винаходу поставлена задача вдосконалення способу аеродинамічного сушіння біомаси шляхом розподілення сушильного матеріалу по двох і більше зонах сушильного блока, а також подачі сушильного агента спочатку в другу зону сушіння, а з другої в першу зону сушильного блока, що забезпечить зменшення енергетичних витрат.

45 Поставлена задача вирішується тим, що за способом аеродинамічного сушіння біомаси, що включає теплову генерацію сушильного агента, введення подрібненої сировини та сушильного агента в об'єм сушильного блока, відділення просушеного матеріалу від сушильного агента, згідно з винаходом, зневоднення сировини здійснюється в сушильному блоці, який поділено не менше ніж на дві відокремлені зони, розташовані послідовно, при цьому сушильний матеріал подається в першу і наступні зони, а сушильний агент вводиться спочатку в другу зону, а з другої подається у першу зону блока сушіння.

50 Завдяки тому, що сушильний блок поділений не менше ніж на дві відокремлені зони, розташовані послідовно з подачею сушильного матеріалу в першу і наступні зони створюються умови для відокремленого термічного впливу на біологічну сировину для вилучення із неї надлишкової вологи.

55 Запропоноване рішення забезпечує оптимізацію енерговитрат на процес сушіння матеріалу, коли на першій стадії рослинна сировина із сумішшю обох фракцій подається в першу зону сушіння, в якій сушиться газовим агентом, котрий надходить із другого ступеня сушіння і збагачений вологою, що попереджає термічну деструкцію дрібнодисперсної фракції, а також досягається більш рівномірне попереднє просушування полідисперсної біомаси.

В наступній зоні (по руху біосировини) матеріал піддається сушінню агентом із більш високими показниками температурного потенціалу, який, в основному, витрачається на просушування крупнодисперсної фракції, адже дрібнодисперсна фракція практично просушена.

Запропонована технологія забезпечує вже після другої секції кондиційну вологість сировини та зниження енерговитрат процесу сушіння.

Кількість зон, на які поділений сушильний блок залежить від поля дисперсного складу біомаси.

На фіг. 1 наведена загальна схема способу аеродинамічного сушіння біомаси.

На фіг. 2 зображені залежності зміни вологовмісту сировини композиційної поліфракційної суміші торфу і деревини по довжині сушарки при односпрямованому русі біосировини і сушильного агента (традиційна схема).

На фіг. 3 зображені залежності зміни вологовмісту сировини композиційної поліфракційної суміші торфу і деревини по довжині сушарки для схеми з комбінованим рухом сушильного агента.

Приклад здійснення способу

Технологія реалізації способу включає теплову генерацію сушильного агента 1, за який можуть використовуватися димові гази від згорання палива або нагріте повітря. Подрібнена поліфракційна біомаса через зону подачі сировини 2 надходить у висхідний канал першої зони 3 об'єму аеродинамічного сушіння, разом із тепловим агентом комунікаційні лінії 4 із другої зони сушіння 6. Поліфракційна суміш біосировини просушується до майже максимального насичення сушильного агента вологою (залежить від температури), при цьому досягається більш рівномірний прогрів усієї маси сировини. Із зони вилучення насиченого вологою теплоносія сушіння 5, попередньо просушена сировина подається в другу зону сушіння 6, де просушується до необхідної якості тепловим агентом, що надходить із теплогенератора 1, та здійснюють відділення просушеного матеріалу від сушильного агента 7 (згідно з Фіг. 1).

Порівняльні дослідження традиційного способу сушіння при односпрямованому введенні сировини та сушильного агента та запропонованого способу із комбінованою подачею у відокремлені зони сировини та сушильного агента приведені на фіг. 2-3.

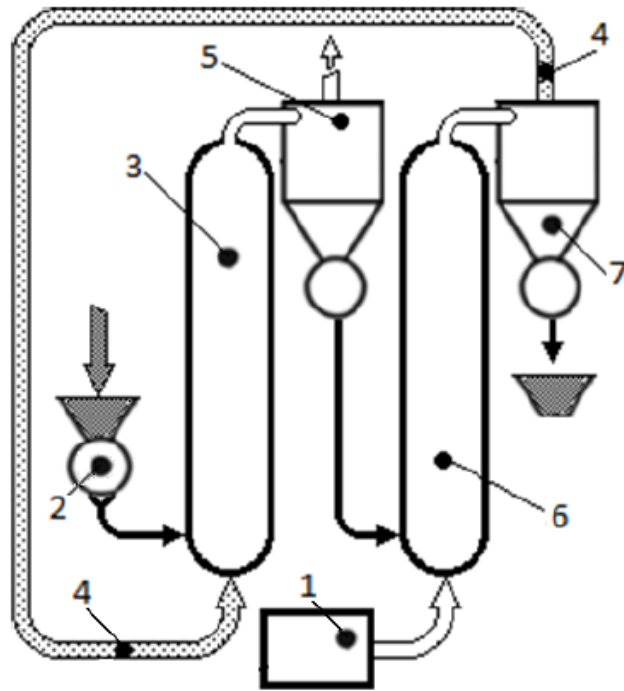
Вихідні дані відповідають умовам технології виробництва пресованого твердого біопалива: температура сушильного агента $T_{\text{cao}}=400-800\text{ }^{\circ}\text{C}$, вологовміст торфу та біомаси $W_{\text{т0}}=W_{\text{б0}}=1,0\text{ кг вол. /кг с. р.}$, співвідношення витрати сухої речовини та сухого сушильного агента $X=0,2-0,4\text{ кг с р./кг с пов.}$, швидкість сушильного агента $V_{\text{го}}=25\text{ м/с}$, діаметр корпусу сушарки $D_{\text{корп}}=0,3-0,4\text{ м}$, початковий вологовміст сушильного агента $D_{\text{cao}}=0,025\text{ кг вол./кг с. р.}$, вміст торфу в композиційній суміші $\chi_1=40\text{ \%}$.

Як критерій оцінювання пропонується залежність зміни вологовмісту сировини композиційної поліфракційної суміші торфу і деревини по довжині сушарки для частинок суміші $\delta=0,25\text{ мм}$ та $\delta=1\text{ мм}$.

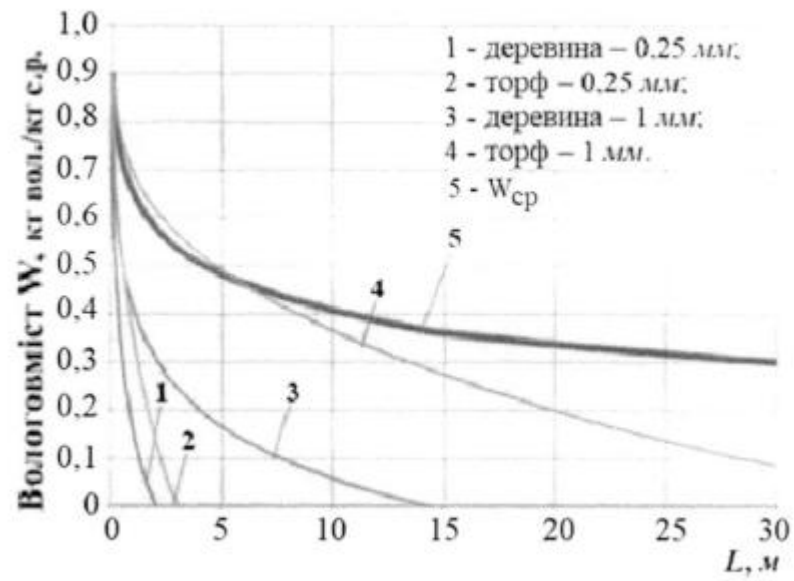
Запропоноване технологічне рішення, завдяки комбінованому руху матеріалу та сушильного агента у відокремлені зони сушіння (I і II фіг. 3) дозволяє скоротити довжину сушарки в 1,3...1,5 рази, зменшити час сушіння та витрату теплового сушильного агента.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

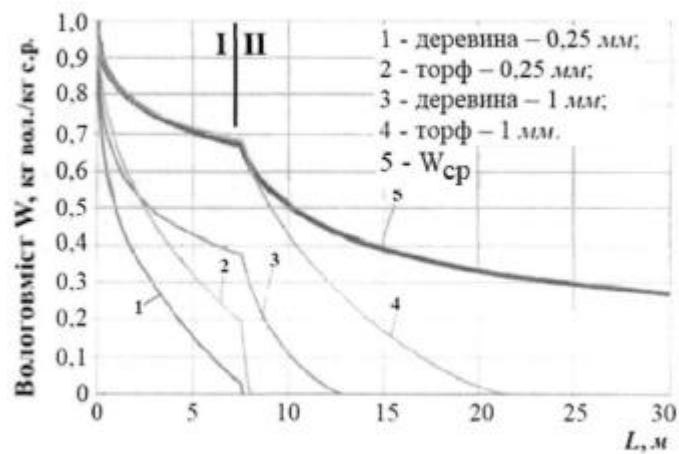
Спосіб аеродинамічного сушіння біомаси, що включає теплову генерацію сушильного агента, введення подрібненої сировини та сушильного агента в об'єм сушильного блока, відділення просушеного матеріалу від сушильного агента, який **відрізняється** тим, що зневоднення сировини здійснюється в сушильному блоці, який поділено не менше ніж на дві відокремлені зони, розташовані послідовно, при цьому сушильний матеріал подається в першу і наступні зони, а сушильний агент вводиться спочатку в другу зону, а з другої подається у першу зону блока сушіння.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фіг. 3