



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **95739** (13) **U**  
(51) МПК  
**F26B 17/12** (2006.01)  
**H05B 6/64** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

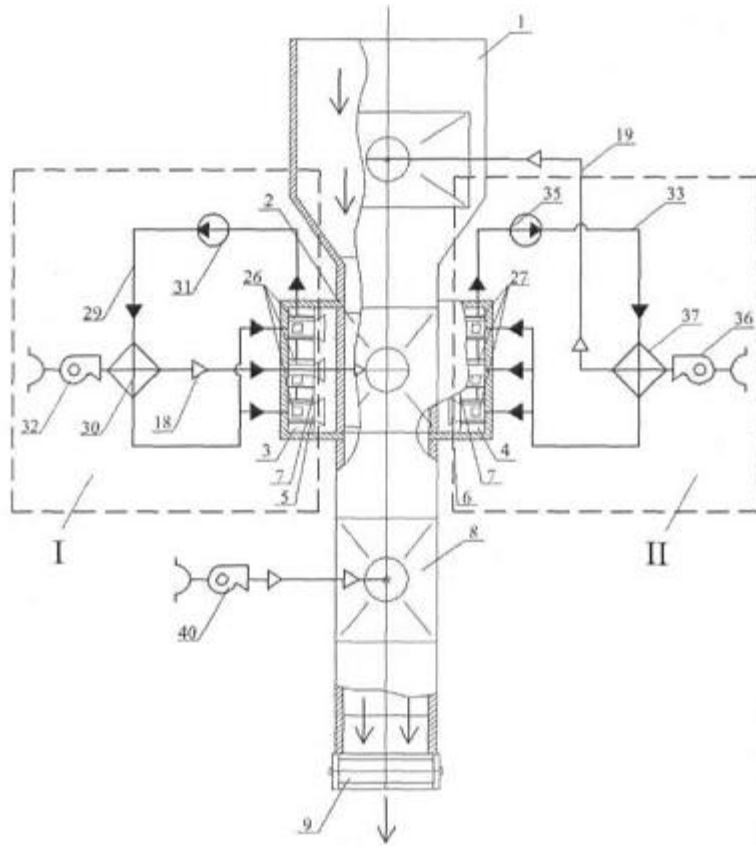
(21) Номер заявки: <b>u 2014 05855</b>	(72) Винахідник(и): <b>Бошкова Ірина Леонідівна (UA), Георгієш Катерина Вікторівна (UA), Дементьєва Тамара Юріївна (UA), Угольнікова Наталія Павлівна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>30.05.2014</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>12.01.2015</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.01.2015, Бюл.№ 1</b>	(73) Власник(и): <b>ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)</b>

## (54) МІКРОХВИЛЬОВА КОНВЕКТИВНА СУШАРКА ДЛЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

### (57) Реферат:

Мікрохвильова конвективна сушарка для сипких матеріалів містить засипний бункер, всередині якого розташований підігрівач сипкого матеріалу, камеру сушіння з відсіками НВЧ-модулів, що містять магнетрони й антени випромінювачі. Відсіки НВЧ-модулів розміщені на двох протилежних стінках камери сушіння, виконані вологонепроникними і відділені від внутрішнього простору камери сушіння радіопрозорими перегородками, контактний охолоджувач, розташований між камерою сушіння і випускним пристроєм, вентилятор, повітропроводи і вертикальний канал в середній частині камери сушіння для відводу повітря. Додатково сушарка містить дві системи рідинного охолодження магнетронів, кожна з яких має сполучені між собою насос, вентилятор і повітряно-рідинний теплообмінник, рідинні канали якого сполучені з охолодними оболонками магнетронів, а повітряні канали - з повітропроводом. Повітропровід першої системи рідинного охолодження сполучений з камерою сушіння, а повітропровід другої системи рідинного охолодження - з підігрівачем сипкого матеріалу.

UA 95739 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до радіотехніки та галузі сільського господарства, зокрема до пристроїв надвисокочастотної електромагнітної обробки продуктів, і може використовуватися для сушіння зернових матеріалів рослинного походження: пшениці, вівса, гречки й т.п. перед закладанням на зберігання.

5 Відомий мікрохвильовий пристрій [див. патент України на корисну модель № 19550, "Мікрохвильовий пристрій передпосівної обробки насінням А01С1 1/00, опубл. 15.12.2006], у якому для обробки матеріалів застосовується технологія опромінення продукту надвисокими частотами (НВЧ) електромагнітного поля. У такому пристрої для переміщення продукту використано розміщений в камері вібротранспортер, кут нахилу якого можна регулювати, а опромінення продукту здійснюється через щілинну антену, що розташована над вібротранспортером.

10 Недоліком пристрою є те, що застосування вібротранспортера ускладнює конструкцію, збільшує матеріалоємність, а використання щілинного випромінювача не дозволяє забезпечити ефективне поглинання мікрохвильової енергії шаром матеріалу, що призводить до підвищення енерговитрат.

15 Відома також установка для сушіння сипких матеріалів [див. патент РФ № 2267067, "Установка для сушки сыпучих материалов и вертикальная сушильная камера" F26B17/12, F26B3/347, опубл. 27.12.2005], яка містить засипний бункер, секцію нагріву, секцію охолодження висушеного матеріалу, випускний пристрій для регулювання продуктивності, вентилятор і систему повітропроводів.

20 У відсіках секції нагріву розташовані НВЧ-модулі, кожен з яких складається з магнетрона й антенного випромінювача рупорного типу. В секції нагріву також розміщені: в нижній частині - перфорований підвідний короб гарячого повітря, у верхній частині -  $\Lambda$ -подібні відвідні коробки гарячого повітря. В секції охолодження розміщені: в нижній частині - перфорований підвідний короб холодного повітря, у верхній частині -  $\Lambda$ -подібні відвідні коробки холодного повітря. НВЧ-модулі встановлені в секції нагріву таким чином, що вертикальний антенний випромінювач рупорного типу і його хвилевід розміщені всередині центрального  $\Lambda$ -подібного відвідного короба гарячого повітря, а горизонтальні випромінюючі рупори розміщені на бокових стінках і сполучені з внутрішнім простором установки через радіопрозори заглушки, вмонтовані в стінку. Система охолодження магнетронів за допомогою повітропроводу сполучена з перфорованим підвідним коробом гарячого повітря.

25 Розташування джерела НВЧ-енергії та хвилеводу зовні камери і застосування складної системи хвилеводів для передачі випромінювання від магнетрона до матеріалу, що обробляється, ускладнює конструкцію й погіршує ефективність пристрою через довгий шлях і складні умови транспортування НВЧ-енергії. Крім того, застосування режиму псевдокиплячого шару зерна призводить до зниження енергетичного ККД установки та обмежує її продуктивність.

30 Найбільш близькою до корисної моделі, що заявляється, є установка для мікрохвильового конвективного сушіння дисперсних матеріалів у щільному рухомому шарі [див. патент України на корисну модель № 38205 "Установка для микровильового - конвективного сушіння дисперсних матеріалів у щільному рухомому шарі" F26B 17/12, опубл. 25.12.2008], що містить засипний бункер, встановлений над шахтною сушаркою. По обидва боки сушарки розташовані відсіки, в яких розміщені НВЧ-модулі, що складаються з магнетронів, хвилеводів й антенних випромінювачів. Відсіки НВЧ-модулів, що виконані вологонепроникними, розміщені на двох протилежних стінках сушарки, та відділені від внутрішнього простору шахтної сушарки радіопрозорими перегородками. Конструкція НВЧ-модуля виконана переважно з примусовим повітряним охолодженням. Під сушаркою розташований контактний охолоджувач висушеного матеріалу, а в нижній частині установки - випускний пристрій для регулювання продуктивності установки та забезпечення руху матеріалу у вигляді щільного шару. В засипному бункері розміщений рекуперативний трубчастий підігрівач вологого матеріалу.

35 40 45 50 В установці передбачено використання додаткового тепла, яка утворюються в системі повітряного охолодження магнетронів, для підігрівання матеріалу. Відсіки НВЧ-модулів, охолоджувач, сушарка та рекуперативний трубчастий підігрівач з'єднані між собою, послідовно або паралельно, системою повітропроводів для продувки через них повітря вентилятором. У середній частині сушарки та охолоджувача розташований вертикальний канал для підводу повітря з охолоджувача в сушарку. Бокові стінки сушарки та охолоджувача, обернені до повітряних каналів, виконані в виді жалюзі. В верхній частині сушарки для відводу вологого повітря встановлені  $\Lambda$ -подібні коробки.

55 60 У верхній засипний бункер установки завантажується вологий матеріал, який надходить у рекуперативний підігрівач, та підігрівається теплим повітрям, яке продувається крізь труби підігрівача. Під дією сили гравітації матеріал переміщується вниз і попадає в сушарку, де

опромінюється від НВЧ-модулів. Повітря з вертикального каналу надходить через жалюзі до шару матеріалу, що переміщується відповідно в лівій і правій секціях сушарки, продуває шар в горизонтальному напрямку і через зовнішні жалюзі відводиться в повітропроводи, і далі - в рекуперативний підігрівач.

5 Після сушарки висушений матеріал надходить до контактної охолоджувача, де здійснюється продувка через нього повітря з зовнішнього простору. В охолоджувач повітря надходить через дифузори, проходить через жалюзі, далі - продуває матеріал, видаляючи з нього надлишки тепла, і через жалюзі відводиться до вертикального каналу, звідки попадає в сушарку.

10 Після охолоджувача матеріал переміщується униз до випускного пристрою, а звідти - до висипного бункера для подальшого використання.

Дану установку вибрано за прототип. Прототип і корисна модель, що заявляється, мають наступні спільні ознаки:

15 засипний бункер з підігрівачем сипкого матеріалу (у прототипі - рекуперативний трубчастий підігрівач);

камера сушіння (у прототипі - шахтна сушарка);

відсіки НВЧ-модулів, що виконані вологонепроникними;

НВЧ-модулі містять магнетрони й антенні випромінювачі;

радіопрозорі перегородки;

20 контактний охолоджувач;

випускний пристрій;

вентилятор;

повітропроводи;

вертикальний канал в середній частині камери сушіння.

25 Недоліком цієї установки є використання для охолодження магнетронів системи повітряного охолодження, що вносить обмеження при їх виборі: забезпечити тепловий режим магнетронів потужністю більш ніж 3 кВт (з урахуванням того, що сушарка є безперервної дії) за допомогою повітряного охолодження неможливо. Наслідком цього є необхідність розміщення великої кількості малопотужних магнетронів по висоті шахтної сушарки, що призводить до суттєвого збільшення висоти установки.

Крім того, використання теплого повітря, яке надходить до шахтної сушарки крізь контактний охолоджувач, не є раціональним у зв'язку з тим, що це тепло є низько-потенційним та містить вологу, що віддає дисперсний матеріал при охолодженні.

35 Окрім того, використання рекуперативного теплообмінника для підігрівання зерна потребує значного збільшення габаритів засипного бункера.

В основу корисної моделі поставлена задача створити мікрохвильову конвективну сушарку для сипких матеріалів, в якій шляхом введення двох систем рідинного охолодження магнетронів та іншої системи сполучення повітропроводів, забезпечити збільшення продуктивності, зниження висоти сушарки та підвищення енергетичної ефективності сушарки за рахунок перерозподілу теплових потоків від систем охолодження магнетронів.

40 Поставлена задача вирішена в мікрохвильовій конвективній сушарці для сипких матеріалів, що містить засипний бункер, всередині якого розташований підігрівач сипкого матеріалу, камеру сушіння з відсіками НВЧ-модулів, що містять магнетрони й антенні випромінювачі, причому відсіки НВЧ-модулів розміщені на двох протилежних стінках камери сушіння, виконані вологонепроникними і відділені від внутрішнього простору камери сушіння радіопрозорими перегородками, контактний охолоджувач, розташований між камерою сушіння і випускним пристроєм, вентилятор, повітропроводи і вертикальний канал в середній частині камери сушіння для відводу повітря, тим, що, на відміну від прототипу, вона додатково містить дві системи рідинного охолодження магнетронів, кожна з яких включає сполучені між собою насос, вентилятор і повітряно-рідинний теплообмінник, рідинні канали якого сполучені з охолодними оболонками магнетронів, а повітряні канали - з повітропроводом, при цьому повітропровід першої системи рідинного охолодження сполучений з камерою сушіння, а повітропровід другої системи рідинного охолодження - з підігрівачем сипкого матеріалу.

Окрім того, підігрівач сипкого матеріалу виконаний у вигляді контактної теплообмінника.

55 Корисна модель, що заявляється, пояснюється кресленням, де Фіг. 1 - схема мікрохвильової конвективної сушарки; Фіг. 2 - мікрохвильова конвективна сушарка в перерізі.

Мікрохвильова конвективна сушарка містить засипний бункер 1, в якому розміщений підігрівач сипкого матеріалу 10. Засипний бункер 1 установлений над камерою сушіння 2, на протилежних стінках якої розташовані два вологонепроникних відсіки 3, 4 з НВЧ-модулями,

що відділені від внутрішнього простору камери сушіння 2 радіопрозорими перегородками 7. НВЧ-модулі складаються з магнетронів 5 і антенних випромінювачів 6.

Бокові стінки 12, 13, 14, 15 камери сушіння 2 виконані в вигляді жалюзі, перфорованої решітки або сітки, і утворюють кільцевий канал, в якому знаходиться шар сипкого матеріалу. У середній частині камери сушіння 2 розташований вертикальний канал 11 для відводу повітря з системи охолодження магнетронів в камеру сушіння 2. Зверху вертикального каналу 11 розташований Л-подібний короб 20 для відводу повітря, що надходить з повітряних каналів 16, 17 від першої системи рідинного охолодження (СРО I).

Під камерою сушіння 2 розташований контактний охолоджувач 8 для охолодження висушеного матеріалу, а в нижній частині сушарки - випускний пристрій 9.

В контактному охолоджувачі 8 для продування сипкого матеріалу зовнішнім повітрям передбачені вентилятор 40, дифузор 28 та конфузор 25, а сипкий матеріал обмежений жалюзями 23, 24.

Охолодження НВЧ-модулів здійснюється за допомогою двох систем рідинного охолодження (СРО I та СРО II).

До складу СРО I входить замкнений рідинний контур 29, що містить повітряно-рідинний теплообмінник 30, насос 31, охолодні оболонки 26 магнетронів 5 та розімкнений повітряний контур, що містить об'єднані повітропроводом 18 вентилятор 32, а також повітряні канали 16, 17, що з'єднані з дифузорами 21 та 22.

СРО II конструктивно аналогічна СРО I, і складається з замкнутого рідинного контуру 33, що містить повітряно-рідинний теплообмінник 37, насос 35, охолодні оболонки 27 магнетронів 5 та розімкнений повітряний контур, що містить вентилятор 36, дифузор 34, жалюзі 38, 39 і конфузор 41. Повітропровід 19 з'єднує повітряно-рідинний теплообмінник 37 з дифузorzом 34. Дифузор 34, жалюзі 38, 39 і конфузор 41 є конструктивними частинами контактного теплообмінника 10.

Заявлена установка працює таким чином.

У засипний бункер 1 завантажують вологий сипкий матеріал, наприклад, зерна пшениці, та частково підігривають його у підігривачі сипкого матеріалу 10 теплим повітрям від СРО II.

Під дією сили гравітації сипкий матеріал надходить у камеру сушіння 2. В камері сушіння 2 з сипкого матеріалу видаляють вологу шляхом опромінювання його енергією мікрохвильового поля, що випромінюється магнетронами 5 через антенні випромінювачі 6.

При опромінюванні матеріалу енергією електромагнітного поля (ЕМП) полярні молекули, а найбільш вираженими властивостями полярності володіють молекули води, перетворюють електромагнітну енергію в теплову завдяки переорієнтації їх з частотою електромагнітного поля, наслідком чого є підвищення температури та вихід вологи з середини зерен до їх поверхонь та її часткове випаровування.

Для інтенсифікації видалення вологи з простору між частками сипкого матеріалу, шар одночасно продувають повітрям, що надходить з СРО I по повітропроводам 16, 17 через дифузори 21, 22. Повітря надходить в камеру сушіння 2 через бокові стінки 14, 15, та після продувки щільного рухомого шару матеріалу виходить у вертикальний канал 11 через бокові стінки 12, 13, після чого видаляється через Л-подібний короб 20.

Після камери сушіння 2 сипкий матеріал подають до контактного охолоджувача 8, де продувають зовнішнім повітрям і охолоджують. Повітря до контактного охолоджувача 8 нагнітають з зовнішнього простору вентилятором 40 через дифузор 28, та подають до шару сипкого матеріалу через жалюзі 23, а відпрацьоване повітря видаляють через жалюзі 24 та конфузор 25.

Щільний шар матеріалу після контактного охолоджувача 8 подають униз до випускного пристрою 9, а звідти в висипний бункер (на кресленнях не показано) для подальшого використання.

З метою підвищення енергетичної ефективності в запропонованій установці передбачено використання додаткового тепла від роботи НВЧ-модулів. Надлишки тепла, що утворюються в результаті роботи магнетронів 5, відводять рідиною (наприклад, водою), яка циркулює в охолодних оболонках 26 та 27.

Утилізація теплоти від СРО I організована наступним чином.

Рідину в охолодні оболонки 26 подають насосом 31 для охолодження магнетронів 5. Нагріту в охолодних оболонках 26 рідину повертають до замкнутого рідинного контуру 29, охолоджують в повітряно-рідинному теплообміннику 30 за рахунок теплообміну з повітрям, що надходить від вентилятора 32, і знову подають в охолодні оболонки 26.

Повітря після підігріву в повітряно-рідинному теплообміннику 30 надходить по повітропроводу 18 в повітряні канали 16, 17 для продувки рухомого шару сипкого матеріалу, що

дозволяє додатково підігріти шар матеріалу та інтенсифікувати процес видалення вологи з нього.

В засипному бункері для попереднього підігріву сипкого матеріалу передбачено використання теплоти від СРО II. Це здійснюється наступним шляхом.

5 Рідину в охолодні оболонки 27 подають насосом 35 для охолодження магнетронів 5. Нагріту в охолодних оболонках 27 рідину повертають до замкнутого рідинного контуру 33, охолоджують в повітряно-рідинному теплообміннику 37 за рахунок теплообміну з повітрям, що надходить від вентилятора 36, і знову подають в охолодні оболонки 27.

10 Повітря після підігріву в повітряно-рідинному теплообміннику 37 надходить по повітропроводу 19 в підігрівач сипкого матеріалу 10 через дифузор 34 і жалюзі 38, та відводиться в навколишнє середовище через жалюзі 39 і конфузор 41.

Робота такої мікрохвильової конвективної сушарки дозволяє суттєво зменшити кількість магнетронів завдяки тому, що здійснюється безпосередній контакт підігрітого в СРО I та в СРО II повітря з матеріалом, що потребує сушіння.

15 Це також дозволяє забезпечити стабілізацію теплового режиму магнетронів, що підвищує термін їх служби, та використовувати магнетрони більшої потужності, завдяки чому зменшити їх кількість, що призведе до зменшення висоти камери сушіння.

20 Розміщення в засипному бункері контактного теплообмінника для попереднього підігрівання вологого сипкого матеріалу за рахунок утилізації теплоти повітря, що відводиться з системи рідинного охолодження магнетронів, підвищує енергетичну ефективність роботи при виконанні вимог компактності. Ці заходи дозволяють суттєво зменшити витрати енергії на сушіння та габарити установки.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25

1. Мікрохвильова конвективна сушарка для сипких матеріалів, що містить засипний бункер, всередині якого розташований підігрівач сипкого матеріалу, камеру сушіння з відсіками НВЧ-модулів, що містять магнетрони й антенні випромінювачі, причому відсіки НВЧ-модулів розміщені на двох протилежних стінках камери сушіння, виконані вологонепроникними і відділені від внутрішнього простору камери сушіння радіопрозорими перегородками, контактний охолоджувач, розташований між камерою сушіння і випускним пристроєм, вентилятор, повітропроводи і вертикальний канал в середній частині камери сушіння для відводу повітря, яка **відрізняється** тим, що вона додатково містить дві системи рідинного охолодження магнетронів, кожна з яких має сполучені між собою насос, вентилятор і повітряно-рідинний теплообмінник, рідинні канали якого сполучені з охолодними оболонками магнетронів, а повітряні канали - з повітропроводом, причому повітропровід першої системи рідинного охолодження сполучений з камерою сушіння, а повітропровід другої системи рідинного охолодження - з підігрівачем сипкого матеріалу.

35

2. Мікрохвильова конвективна сушарка для сипких матеріалів за п. 1, яка **відрізняється** тим, що підігрівач сипкого матеріалу виконаний у вигляді контактного теплообмінника.

40

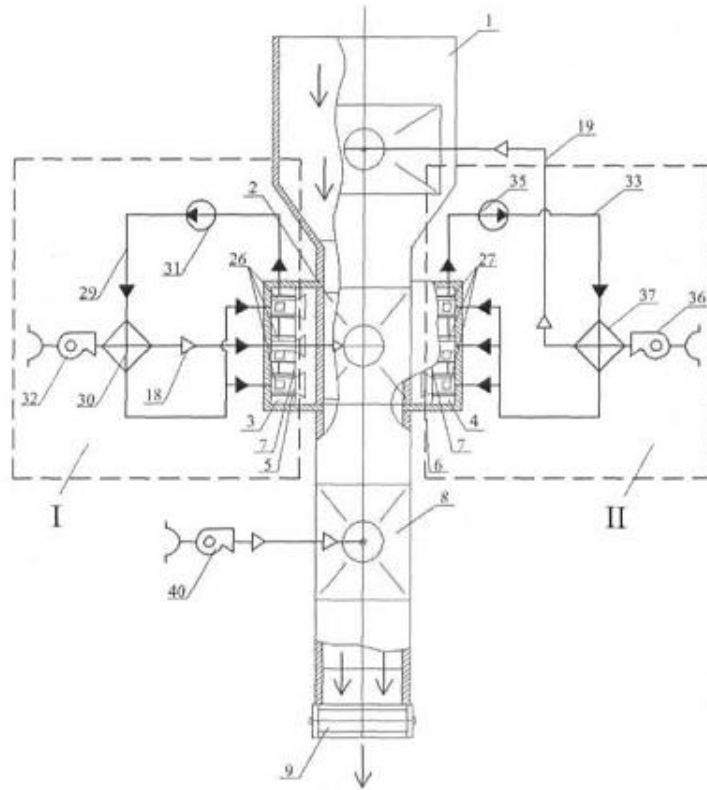


Fig. 1

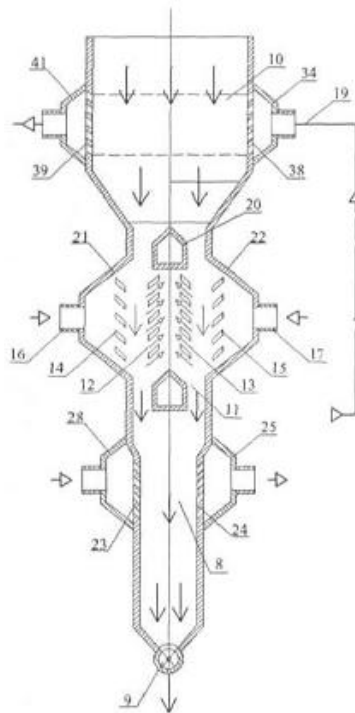


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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

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