



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **119208** (13) **C2**

(51) МПК (2019.01)

B08B 3/12 (2006.01)**D06F 18/00****H05B 6/64** (2006.01)**F26B 3/00**МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2018 02145	(72) Винахідник(и): Дем'янчук Борис Олександрович (UA), Колесниченко Наталя Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.03.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.05.2019	
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.06.2018, Бюл.№ 12	(73) Власник(и): Дем'янчук Борис Олександрович, вул. Академіка Вільямса, 50/3, кв. 80, м. Одеса, 65015 (UA), Колесниченко Наталя Олександрівна, вул. Торгова, 20, кв. 7, м. Одеса, 65000 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2019, Бюл.№ 9	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 89874 U, 12.05.2014 UA 79269 U, 25.04.2013 UA 233 U 30.10.1998 UA 34517 C2, 15.03.2001 RU 2536030 C2, 20.12.2014 FR 2612953 A1, 30.09.1988

(54) МІКРОХВИЛЬОВО-ТЕПЛОВА МАШИНА**(57)** Реферат:

Мікрохвильово-теплова машина містить корпус, камеру зі шлюзом та розташованою всередині неї горизонтальною перфорованою перегородкою. Додатково містить зону мікрохвильової активізації миття-сушіння і зону теплової активізації процесу сушіння у складі послідовно з'єднаних компресора, конденсатора, дросельного вентиля і випарника. Зони розділені вертикальною перегородкою з вентиляційними шлюзами, в які вмонтовані вентилятор нагнітання вологого повітря до випарника і вентилятор відбору теплого повітря від конденсатора. Блок живлення та управління підключений до вентиляторів та до компресора. Термоеластопластове феритове покриття-перетворювач баластової електромагнітної енергії в теплову енергію, що розташовано на горизонтальній перфорованій перегородці, є полімеризаційно наповненим та містить дисперсний магнітний електропровідний наповнювач, оксид перехідних металів, у вигляді сполуки з молекулярною структурою шпінелі оберненого типу.

UA 119208 C2

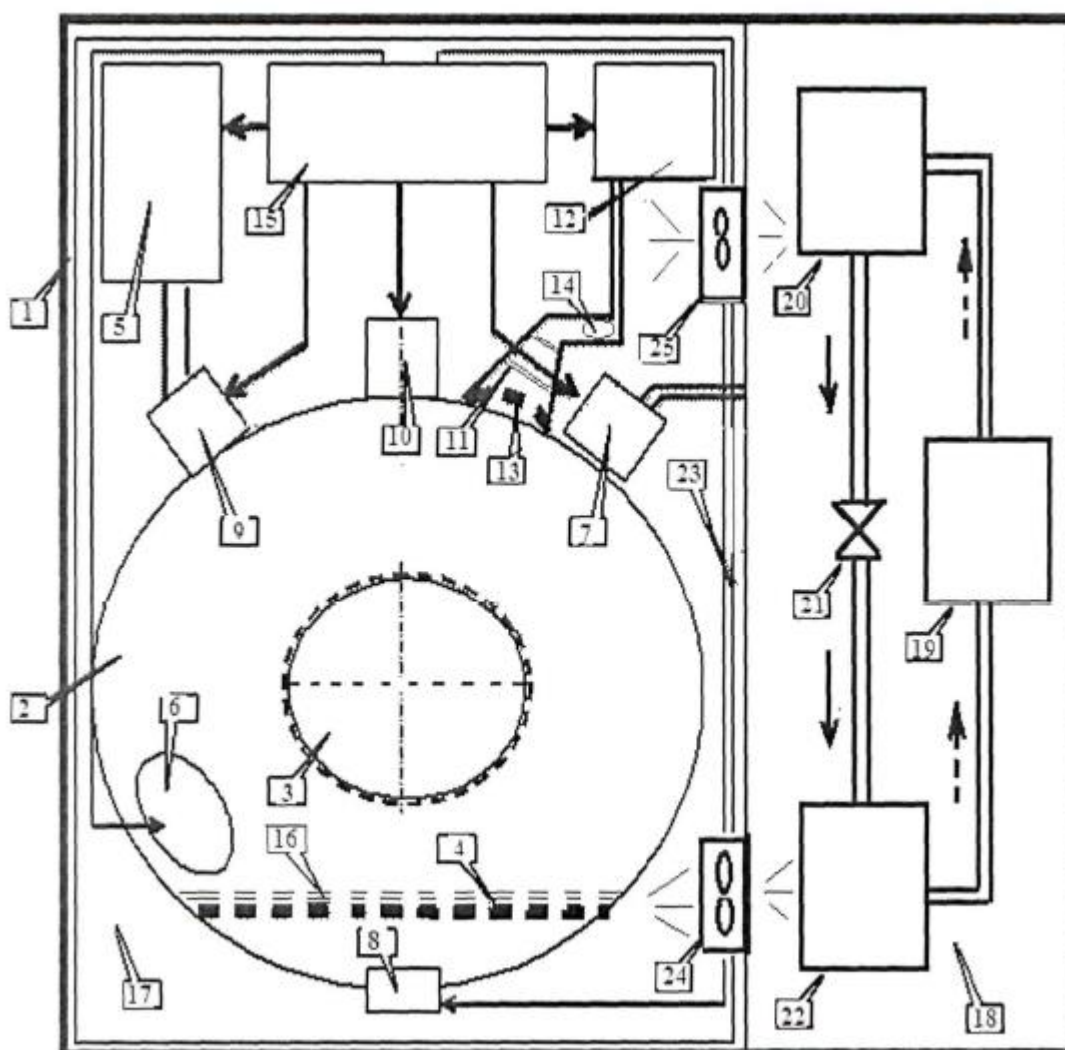


Fig. 1

Універсальна мікрохвильово-теплова (МХ-Т) машина належить до мийно-сушильного технологічного обладнання для активного, якісного і енергоекономічного миття і сушіння будь-якої продукції, наприклад фруктів, овочів і лікарських рослин в промислових, польових та побутових умовах, за допомогою води будь-якої початкової температури, без застосування

миючих засобів, з інтенсивним та повним сушінням продукції в камері після миття.

Відомі мийно-сушильні машини різного призначення з різними блоками, що зв'язані функціонально протягом циклу миття-сушіння.

Мобільна польова пральна машина TFL 25, CFL 60 фірми Karcher Futuretech GmbH, яка містить розташовані на трейлері: блок прання; блок віджимання; блок живлення; блок нагріву камери конвективного сушіння, які зв'язані функціонально протягом циклу прання.

Недоліком цього пристрою є низька енергетична ефективність миття і сушіння, необхідність використання миючих хімічних речовин, витрат великої кількості води для промивання виробів та додаткового сушіння виробів в повітрі після віджимання і конвективного сушіння в камері.

Відома пральна машина (Пат. Російської Федерації № 2010064 від 30.03.1994), що містить бак для мийного розчину зі з'єднаною кришкою; блок приводу, який закріплено на баку зверху і зв'язано з електродвигуном; активатор з ультразвуковою сиреною; консольний виступ у вигляді порожнистого конуса, що знаходиться на блоці приводу. Вісь двигуна розташовано з нахилом до горизонтальної площини і спрямовано на центр бака, а активатор розташовано в центрі порожнини бака.

Недоліками цієї машини є відсутність засобів для сушіння виробів і необхідність витрат великої кількості води для їх промивання після їх миття, а також принципова необхідність застосування миючих речовин.

Відомі мийно-сушильні мікрохвильові машини-аналоги, які оснащені мікрохвильовим генератором на частоті 2,4-2,5 ГГц і випромінювачем електромагнітних хвиль. Вхід випромінювача з'єднаний з виходом генератора, а вихідний розкрив випромінювача електромагнітних хвиль є жорстко з'єднаним з радіопрозорим кварцовим шлюзом з ущільненням в стінці камери (пат. №№: JP 2005095535 A; CN 201406589 Y; JP 2004081766 A).

Недоліки цих аналогів полягають у складності відпрацювання технологічного режиму миття-сушіння виробів, тому що в їх камерах реалізовано режим "стоячої хвилі" з випадковими для виробів різного виду локальними мінімумами і максимумами інтенсивності поля "стоячої хвилі" через відбиття хвиль від бокових стінок камери за умов відсутності узгодження розмірів розкриття випромінювача з відповідними поперечними розмірами тканих виробів для прання. Саме тому в мінімумах інтенсивності цього поля не гарантується якісне прання і сушіння, а в максимумах інтенсивності поля можливі неконтрольовані перегріву тканини.

Відома мийно-сушильна машина (Пат. Російської Федерації № 2154129 від 10.08.2000). Ця машина містить корпус; камеру зі шлюзом з ущільненням та з розташованою всередині камери горизонтальною перфорованою перегородкою, блок створення вакууму з розрідженням повітря 0,29-0,49 МПа, що з'єднано крізь клапан з верхньою частиною камери, вібропривід у вигляді ультразвукового випромінювача коливань на частотах 46-200 кГц, що розташований всередині камери, відсічні електрокеровані клапани подачі в камеру та скидання води і відкачки, а також клапани випуску-подачі повітря в камеру.

Недоліками цього аналога є:

- невисокі активність та якість миття виробів усередині обсягу виробів через відсутність блока нагріву води та додаткового рівномірного нагріву брудних виробів усередині обсягу виробів для миття і сушіння;

- великі витрати часу та енергії для миття та неможливість повноцінного досушування виробів до будь-якого ступеня вологості виробу;

- недостатнє рівномірне за обсягом миття через значне загасання енергії механічних коливань ультразвукового випромінювача в обсягу виробів та недостатнє рівномірне за обсягом сушіння виробів в камері після миття; сушіння виробів під тиском повітря, що потрапляє в камеру з розрідженням повітря, здійснюється шляхом прийнятного віджимання лише для поверхневих шарів вологих виробів. Це спонукає необхідність досушування виробів у відкритому просторі.

З відомих мийно-сушильних машин найбільш близькою до винаходу, що пропонується, є машина (Пат. України № 89874 від 12.05.2014). Ця машина містить корпус, камеру зі шлюзом і ущільненням та з розташованою всередині неї горизонтальною перфорованою перегородкою, блок створення вакууму з розрідженням повітря до рівня 0,29...0,49 МПа, що з'єднано крізь клапан з верхньою частиною камери, ультразвуковий випромінювач коливань на частоті 46...200 кГц, що розташований всередині камери, відсічні електрокеровані клапани подачі в камеру і скидання води та відкачки і випуску-подачі повітря, випромінювач електромагнітних

хвиль, мікрохвильовий генератор на частоті 2,4-2,5 ГГц, вихід якого з'єднаний зі входом випромінювача, радіопрозорий кварцовий шлюз з ущільненням в боковій стінці верхньої частини камери, який є жорстко з'єднаним з вихідним розкритом випромінювача електромагнітних хвиль, і блок живлення та управління, що підключений до блока створення вакууму, до мікрохвильового генератора, до ультразвукового випромінювача і до відсічних електрокерованих клапанів, термоеластопластове феритове покриття-перетворювач баластової електромагнітної енергії в теплову енергію, що розташовано на горизонтальній перфорованій перегородці камери, випромінювач електромагнітних хвиль містить лінзу корегування фронту хвилі, а розміри розкриву випромінювача електромагнітних хвиль обернено пропорційні відповідним розмірам горизонтальної перфорованої перегородки для концентрації електромагнітної енергії у кутовому секторі, розміри перерізу якого в картинній площині узгоджені з розмірами перерізу виробу для миття-сушіння.

Недоліками найближчого аналога є:

- низька активність процесу миття-сушіння продукції в камері та невисока якість продукції, що отримано на виході з камери, через непередбачені локальні її недогріви і перегріви, які виникають у разі застосування у складі термоеластопластового феритового покриття-перетворювача баластової електромагнітної енергії в теплову енергію, що розташовано на горизонтальній перфорованій перегородці камери, у разі застосування типового феритового наповнювача зі структурою звичайної шпінелі, яка є в цьому випадку діелектриком з питомою електропровідністю, що дорівнює 10^{-7} Сіменсів/м; це спричиняє незадовільні поглинаючі характеристики покриття-перетворювача та викликає відбиття електромагнітних хвиль від перфорованої перегородки камери, які складаються з хвилями, що потрапляють на покриття-перетворювач з протифазою та з фазою і спричиняють непередбачені локальні недогріви і перегріви продукції; навіть при збільшенні потужності мікрохвильового генератора, в місцях мінімумів активація миття-сушіння та інактивація мікрофлори продукції неможливі, а в місцях максимумів можливі неконтрольовані локальні деструкції продукції.

- великі енергетичні витрати на цикл миття-сушіння, які властиві процесу під час застосування лише мікрохвильового нагріву води і продукції, тому що коефіцієнт корисної дії мікрохвильового нагрівача частіше не перевищує 0,6-0,7.

Технічна задача, на рішення якої спрямовано винахід, що пропонується, це досягнення нового технічного результату, а саме шляхом застосування нової сукупності функціонально зв'язаних блоків суттєво вдосконалити якісні показники мийно-сушильного технологічного обладнання для більш активного, якісного і енергоекономічного миття і сушіння будь-якої продукції і виробів з більш великими їх забрудненнями, з будь-якою початковою температурою води, без використання мийних засобів та без необхідності досушування продукції або виробів у відкритому просторі навіть у разі, що потрібно доведення вологовмісту продукції до рівня, що є близьким до нульового.

Необхідний технічний результат досягається у винаході тим, що мікрохвильово-теплова машина містить корпус, камеру зі шлюзом і ущільненням та з розташованою всередині неї горизонтальною перфорованою перегородкою, блок створення вакууму з розрідженням повітря до рівня 0,30...0,50 МПа, який з'єднаний крізь клапан з верхньою частиною камери, ультразвуковий випромінювач коливань на частоті 25...30 кГц, що розташований всередині камери, відсічні електрокеровані клапани подачі в камеру і скидання з камери води та відкачки і подачі повітря, випромінювач електромагнітних хвиль, мікрохвильовий генератор на частоті 2,4-2,5 ГГц, вихід якого з'єднаний зі входом випромінювача, радіопрозорий кварцовий шлюз з ущільненням в боковій стінці верхньої частини камери, який є жорстко з'єднаним з вихідним розкритом випромінювача електромагнітних хвиль, випромінювач електромагнітних хвиль містить лінзу корегування фронту хвилі, а розміри розкриву випромінювача обернено пропорційні відповідним розмірам горизонтальної перфорованої перегородки з метою концентрації енергії у кутовому секторі, розміри перерізу якого в картинній площині узгоджені з розмірами перерізу обсягу завантаженої продукції, на горизонтальній перфорованій перегородці розташовано термоеластопластове феритове покриття-перетворювач баластової електромагнітної енергії в теплову, блок живлення та управління підключений до блока створення вакууму, до мікрохвильового генератора, до ультразвукового випромінювача і до відсічних електрокерованих клапанів, згідно з винаходом додатково містить зону мікрохвильової активації миття-сушіння і зону теплової активації процесу сушіння у складі послідовно з'єднаних компресора, конденсатора, дросельного вентиля і випарника, зони розділені вертикальною перегородкою з вентиляційними шлюзами, в які вмонтовані вентилятор нагнітання вологого повітря до випарника і вентилятор відбору теплого повітря від конденсатора, блок живлення та управління, підключений також до вентиляторів та до

компресора, а термоеластопластове феритове покриття-перетворювач баластової електромагнітної енергії в теплову енергію, що розташовано на горизонтальній перфорованій перегородці, є полімеризаційне наповненням та містить дисперсний магнітний електропровідний наповнювач, оксид перехідних металів, у вигляді сполуки $\text{Fe}_2\text{O}_3 = (\text{Fe})^{2+}(\text{Fe}_2)^{3+}(\text{O}_4)$ з молекулярною структурою шпінелі оберненого типу.

Як миття, так і сушіння за допомогою постійного і рівномірного за обсягом мікрохвильового нагріву води і продукції здійснюється в камері інтенсивно, енергоекономічно, по-перше, за рахунок об'ємного нагріву вологої продукції або виробу електромагнітним полем без неконтрольованих локальних перегрівів і недогрівів цієї продукції, завдяки відсутності у камері стоячих хвиль, тому що у камері відсутні хвилі, що відбиті від перфорованої перегородки, завдяки застосуванню в камері термоеластопластового феритового покриття-перетворювача баластової електромагнітної енергії в теплову енергію, яке є полімеризаційно наповненням та містить дисперсний магнітний електропровідний наповнювач, оксид перехідних металів, у вигляді сполуки $\text{Fe}_2\text{O}_3 = (\text{Fe})^{2+}(\text{Fe}_2)^{3+}(\text{O}_4)$ з молекулярною структурою шпінелі оберненого типу. Такий дисперсний магнітний електропровідний наповнювач має питому електропровідність, що дорівнює $10^{+3} - 10^{+4}$ Сіменсів/м, тобто рівень, що перевищує відомі на сім порядків. Більш того, для збільшення коефіцієнта погонного поглинання енергії електромагнітного поля в тонкому шарі покриття-перетворювача, наприклад, до 10 дБ/мм без втрати її механічної потужності, у винаході, на відміну від прототипу, термоеластопластова основа покриття-перетворювача є полімеризаційно-наповненою, тобто містить хімічно зв'язані молекули полімеру і оксиду. Це дає можливість активізувати процес миття і сушіння без ризику пошкодити продукцію полем або механічно пошкодити продукцію важкою продукцією. По-друге, суттєвий вигреш в економії енерговитрат на сушіння продукції (приблизно у 3...4 рази) дає сумісна об'ємна дія електромагнітного поля і теплового насоса, завдяки відбору вологи з повітря в оточенні випарника з подальшим його значним нагрівом повітря в оточенні конденсатора і відбором тепла від конденсатора.

Суть винаходу пояснюється за допомогою креслення, де схематично показано мікрохвильово-теплову машину. Вона містить корпус 1. В корпусі 1 розміщена камера 2 зі шлюзом 3 з ущільненням та з розташованою всередині неї горизонтальною перфорованою перегородкою 4.

Блок створення вакууму 5 у вигляді вакуумного насоса з'єднаний з верхньою частиною об'єму камери 2 з метою запобігання прямому контакту каналу створення вакууму з водою для прання. Ультразвуковий випромінювач 6 розташований всередині камери 2, так щоб завжди був розташований нижче за мінімальний рівень води для миття продукції з високою масовою густиною і використанням кавітаційного ефекту на прийнятній для цього частоті механічних коливань, які дорівнюють 20-30 кГц. Відсічні клапани 7, 8, 9, 10 розташовані на вході (виході) камери 2 і забезпечують: 7 - подачу води в камеру 2; 8 - скидання води після прання; 9 - відкачку повітря із камери 2 за допомогою блока 5; 10 - випуску-подачі повітря. Випромінювач електромагнітних хвиль 11, що з'єднаний жорстко своїм входом з виходом мікрохвильового генератора 12, а виходом - з радіопрозорим кварцовим шлюзом 13 з ущільненням в боковій стінці камери 2.

Термоеластопластове феритове покриття-перетворювач 16 баластової електромагнітної енергії в теплову розташовано на горизонтальній перфорованій перегородці 4. Випромінювач електромагнітних хвиль містить лінзу 14 корегування фронту хвилі, а його розміри розкрити обернено пропорційні відповідним розмірам горизонтальної перфорованої перегородки 4, з метою концентрації енергії у кутовому секторі, розміри перерізу якого узгоджені з розмірами перерізу обсягу продукції, що завантажена для миття і сушіння. Блок 15 живлення та управління підключений до блока створення вакууму 5, до мікрохвильового генератора 12, до ультразвукового випромінювача 6 та до відсічних електрокерованих клапанів 7, 8, 9, 10.

Крім того, мікрохвильово-теплова машина додатково містить: зону 17 мікрохвильової активізації миття-сушіння і зону 18 теплової активізації процесу сушіння у складі послідовно з'єднаних компресора 19, конденсатора 20, дросельного вентиля 21 і випарника 22. Зони розділені вертикальною перегородкою 23 з вентиляційними шлюзами. В шлюзи вертикальної перегородки 23 вмонтовані вентилятор 24 нагнітання вологого повітря до випарника 22 і вентилятор 25 відбору теплого повітря від конденсатора 20. Блок 15 живлення та управління підключений також до вентиляторів 24, 25 та до компресора 19, а термоеластопластове феритове покриття-перетворювач 16 баластової електромагнітної енергії в теплову енергію, що розташовано на горизонтальній перфорованій перегородці 4, є полімеризаційне наповненням та містить дисперсний магнітний електропровідний наповнювач, оксид перехідних металів, у виді сполуки $\text{Fe}_2\text{O}_3 = (\text{Fe})^{2+}(\text{Fe}_2)^{3+}(\text{O}_4)$ з молекулярною структурою шпінелі оберненого типу.

Мікрохвильово-теплова машина працює наступним чином.

Вироби для миття-сушіння продукції завантажуються в камеру 2 на горизонтальну перфоровану перегородку 4. Шлюз 3 з ущільненням герметично зачиняється. За допомогою блока живлення і управління 15 вмикається програма миття-сушіння. Відчиняється клапан 10 випуску-подачі повітря і клапан 7 подачі води. Рівень заповнення камери 2 контролюється датчиком рівня (на кресленні його не показано). За його сигналом клапани 7 і 10 зачиняються, а клапан 9 відкачки повітря відчиняється.

Вмикається насос блока 5 створення вакууму. За сигналом реле часу (на кресленні не показано) у складі блока 15 живлення і управління, коли розрідження повітря в камері 2 досягає 0,3-0,5 МПа електроклапан 9 відкачки повітря зачиняється, блок 5 створення вакууму вимикається, ультразвуковий випромінювач 6 вмикається, створює механічні коливання води і продукції в камері 2 з частотою 25-30 кГц, а також вмикається мікрохвильовий генератор 12, який створює електромагнітні хвилі з частотою 2,4-2,5 ГГц. Ці хвилі потрапляють крізь лінзу 14 корегування фронту хвилі, випромінювач 11 електромагнітних хвиль і радіопрозорий кварцовий шлюз 13 у воду і у продукцію, що завантажена, та нагрівають їх рівномірно за обсягом. Завдяки розрідженню повітря в камері 2, що було попередньо створено з метою вилучити і відкачати з води частинки повітря, які звичайно розчинені та присутні в її об'ємі, ультразвукові хвилі розповсюджуються без обмежень у всьому об'ємі води і продукції, що завантажена в камеру 2.

Через ультразвукові хвилі безперервно створюються і лопаються у воді мікробульки високого тиску. Цей кавітаційний ефект сприяє вибиванню частинок забруднення з продукції в камері 2. В той же час, завдяки рівномірній за обсягом дії електромагнітних хвиль, тобто рівномірному об'ємному та активному нагріву води і продукції, ефект вилучення забруднень суттєво збільшується. Саме це забезпечує дійсно ефективне, у порівнянні з прототипом, миття продукції незалежно від її виду та ступеня її забруднення. Тривалість миття дорівнює декільком хвилинам і залежить від рівня забруднень продукції та потужності випромінювань. За сигналом реле часу ультразвуковий випромінювач 6 вимикається, електроклапан 8 скидання води відчиняється. Після чого відчиняється електроклапан 10 випуску-подачі повітря. За допомогою тиску повітря, який потрапляє в камеру 2 крізь електроклапан 10, здійснюється скидання води після миття продукції, вода віджимається із обсягу продукції та інтенсивне виливається із камери 2 крізь електроклапан 8. Після чого вмикається компресор 19.

Далі здійснюється процес ефективного мікрохвильово-теплого сушіння чистої продукції за допомогою мікрохвильового генератора 12, випромінювача 11, вентилятора 24, випарника 22, компресора 19, конденсатора 20, дросельного вентиля 21 і вентилятора 25. У зв'язку з тим, що більша частина зв'язаної та вільної води звичайно спостерігається у середині об'єму зразків продукції в камері 2, а також у зв'язку з тим, що внутрішня волога середовища зразків продукції гарно поглинає енергію електромагнітних хвиль, тепле повітря в камері 2 зони 17 стає насиченим вологою. За допомогою вентилятора 24 це вологе повітря потрапляє в зону 18, а саме, в оточення випарника 22, який інтенсивно відбирає вологу з теплового повітря. Під дією вентиляторів 24 і 25 сухе повітря подається до конденсатора 20 для додаткового нагрівання сухого повітря в оточення конденсатора 20 і далі із зони 18 в зону 17 для інтенсифікації процесу сушіння продукції в камері 2. Все це забезпечує дійсно інтенсивне, якісне і енергоекономічне сушіння.

Швидке сушіння спричиняється також природним погодженням напрямків градієнтів із середини зразків продукції, які сушаться, назовні трьох фізичних параметрів продукції, а саме: вологи, температури і тиску пари. Саме цей ефект досягається лише за умов відсутності у камері стоячих хвиль, перш за все, завдяки тому, що термоеластопластове феритове покриття-перетворювач 16, що нанесене на горизонтальну перфоровану перегородку 4, повністю поглинає баластову електромагнітну енергію поля, рівень якої суттєво збільшується на етапі до сушіння, тому що покриття-перетворювач 16 є полімеризаційне наповненим, а саме, на відміну від прототипу, містить концентрований дисперсний магнітний електропровідний наповнювач, оксид перехідних металів, у вигляді сполуки $\text{Fe}_2\text{O}_3=(\text{Fe})^{2+}(\text{Fe}_2)^{3+}(\text{O}_4)$ з молекулярною структурою шпінелі оберненого типу.

Цей наповнювач забезпечує, на відміну від прототипу, сумірні відносні діелектричну і магнітну проникності та високу електропровідність покриття-перетворювача, а це є необхідними і достатніми умовами для не відбиваючого поглинання баластної енергії електромагнітного поля в камері 2.

Розрахунки показують, що температура мікрохвильового нагріву вологого полімерного середовища продукції під час сушіння в камері-аналогу зі стоячою хвилею у максимумах електромагнітного поля може досягати 260 °C і більше. Це відповідає температурі локального неконтрольованого підпалення та деструкції продукції. Тому, на відміну від винаходу, що

пропонується, використання прототипу через неконтрольованість процесу мікрохвильового нагріву потребує щадного режиму сушіння, тобто занадто тривалого сушіння з малим рівнем потужності генератора. Активне сушіння з високим рівнем потужності генератора 12 за допомогою аналогів і прототипу є занадто ризикованим.

5 Процес ефективного миття і повного висушування продукції згідно з винаходом завершується всередині камери 2. На цьому заключному етапі досушування за допомогою МТ-машини практично радіопрозорій продукції починає активно функціонувати феритове покриття-перетворювач 16 баластної енергії поля, що забезпечує запобігання хвилям, які відбиті від горизонтальної перфорованої перегородки 4.

10 Після відчинення шлюзу 3 з ущільненням, суха продукція повністю готова для вживання або тривалого надійного зберігання.

Покажемо далі необхідність і можливості отримання потрібних властивостей мікрохвильово-теплової машини, тобто можливостей винаходу, на відміну від прототипу.

15 Реалізація переваг процесу миття-сушіння за допомогою сукупності суттєвих конструктивних ознак мікрохвильово-теплової машини, що пропонується, потребує, по-перше, запобігання відбиттю енергії електромагнітного поля від поверхні термоеластопластового феритового покриття-перетворювача 16 баластової електромагнітної енергії в теплову, що нанесений на горизонтальну перфоровану перегородку 4 камери, по-друге, потребує інтенсивного загасання баластової електромагнітної енергії поля в цьому покритті. Цим вимогам задовольняє покриття-перетворювач 16 для полімерної термоеластопластової основи з сумірними відносними рівнями діелектричної та магнітної проникності, що нормовані відповідними сталими повітря, завдяки феритовому магнітному наповнювачу з напівпровідниковою електропровідністю на рівні ($10^3 \dots 10^4$) Сіменсів/м (наприклад, згідно до нашого патенту МПК (2006) C01G 49/02 № 75749 України від 15.05.2006, Бюл. № 5).

25 Мінімум відбиття електромагнітної хвилі від межі розділу "повітря-покриття" забезпечують зрівнюванням характеристичних (хвильових) опорів W_1 , W_2 середовищ, що граничать, тобто повітря і покриття-перетворювач 16, а значне послаблення енергії поля в середовищі покриття-перетворювача 16 забезпечує лише електропровідний магнітний феритовий наповнювач зі структурою шпінелі оберненого типу.

30 Дійсно, визначимо спочатку необхідні умови для узгодження характеристичних (хвильових) опорів середовищ.

Врахуємо, що для повітряного середовища хвильовий опір залежить від магнітної та діелектричної проникності (практично, залежить від сталих вакууму) і дорівнює

$$\dot{W}_1 \approx \sqrt{\frac{\dot{\mu}_0}{\dot{\epsilon}_0}} = 120\pi \quad (1)$$

35 В середовищі з втратами електромагнітної енергії поля хвильовий опір має вигляд

$$\dot{W}_2 = \sqrt{\frac{\dot{\mu}_2}{\dot{\epsilon}_2}} \approx \sqrt{\frac{\mu' - i\mu''}{\epsilon' - i\epsilon''}}, \quad (2)$$

де складові проникності поля залежать від відповідних електропровідності σ_3 та магнітної провідності σ_M та дорівнюють:

$$\mu' = \mu_0 \mu; \quad \epsilon' = \epsilon_0 \epsilon; \quad \mu'' = \frac{\sigma_M}{\omega}; \quad \epsilon'' = \frac{\sigma_3}{\omega}; \quad (3)$$

40 де ω - кругова частота коливань електромагнітного поля.

За умов застосування недосконалих діелектриків в якості середовища з втратами енергії, справедливо вважати, що $\epsilon'' \ll \epsilon'$, $\mu'' \ll \mu'$. В цьому випадку розкладання (2) у ряд зі збереженням перших доданків дає формулу у вигляді

$$\dot{W}_2 = \sqrt{\frac{\mu_0 \mu}{\epsilon_0 \epsilon}} \cdot [1 + 0,5i(tg\delta_3 - tg\delta_M)], \quad (4)$$

45 де тангенси кута діелектричних і магнітних втрат дорівнюють

$$tg\delta_3 = \frac{\sigma_3}{\omega \epsilon_0 \epsilon}; \quad tg\delta_M = \frac{\sigma_M}{\omega \mu_0 \mu}. \quad (5)$$

З (1), (4) і (5) витікає, що середовища (повітря і з втратами) можуть бути погоджені за хвильовими опорами, а умови узгодження мають вигляд

$$\mu = \epsilon; \quad \sigma_3 / \epsilon_0 = \sigma_M / \mu_0 \quad (6)$$

Ці умови мають визначальне значення для вирішення на практиці завдань, а саме: 1) значне послаблення енергії відбитої хвилі поля від середовища; 2) послаблення відбиття енергії поля від середовища (покриття-перетворювача 16) і послаблення інтенсивності поля усередині цього середовища при допустимих значеннях товщини покриття-перетворювача 16 енергії поля в теплову.

Для вирішення першого завдання досить забезпечити виконання умови (6). Для вирішення другого завдання у разі, коли радіопоглинаючий матеріал є нанесеним на металеву підкладку, потрібно виконання і умови (6), і умови у вигляді нерівності

$$\operatorname{tg} \delta_{\text{э}} = \operatorname{tg} \delta_{\text{м}} \gg 1 \quad (7)$$

Саме це дозволяє забезпечувати необхідний малий рівень відбиття енергії поля.

Дійсно, коефіцієнт втрат енергії поля в товщі покриття-перетворювача 16 (у випадку погоджених середовищ), згідно з (1), (5), (6), дорівнює

$$K'' = \frac{\omega}{2c} \sqrt{\varepsilon \cdot \mu} \left(\frac{\sigma_{\text{э}}}{\omega \varepsilon_0 \varepsilon} + \frac{\sigma_{\text{м}}}{\omega \mu_0 \mu} \right) = 120 \pi \sigma \text{ (1/м)}. \quad (8)$$

Звідси витікає, що для забезпечення значного послаблення поля в погодженому середовищі з втратами енергії, при товщині шару покриття-перетворювача 16, напр., $z = 2$ мм, потрібно мати його питому провідність, сумірну з декількома Сіменсами на метр. Дійсно, при $\sigma = 5$ См/м з урахуванням (8) знаходимо необхідний показник міри загасання поля в покритті-перетворювачі, що дорівнює

$$K'' \cdot z = 120 \pi \cdot \sigma \cdot z = 3,77 \quad (9)$$

Такий необхідний рівень електричної провідності готового покриття-перетворювача 16 може бути досягнутий, як показує досвід, при застосуванні (як наповнювачі полімерної термоеластопластової основи) феритових оксидів перехідних металів із структурою шпінелі оберненого типу, F_3O_4 , з питомою електропровідністю на рівні $\sigma_{\text{м}} = (10^3 \dots 10^4)$ См/м.

В результаті в пропонованій МХ-Т машині, завдяки концентрації енергії поля за допомогою випромінювача, розміри якого узгоджені з розмірами перегородки, і завдяки запобіганню відбиттю електромагнітних хвиль від перфорованої перегородки, на відміну від прототипу і аналогів винаходу, який пропонується, забезпечується рівномірний за обсягом нагрів води і продукції та виробів як під час миття, так і під час її сушіння.

Завдяки рівномірному за обсягом електромагнітному полю нагріву в камері МХ-Т машини, що пропонується, забезпечується більш інтенсивна дія у воді кавітаційного ефекту вибивання навіть значних забруднень з поверхні продукції або із волокон виробів або, наприклад, із лікарських рослин.

Таким чином, застосування у складі запропонованого винаходу у вигляді мікрохвильово-теплової машини термоеластопластового покриття-перетворювача 16 баластової електромагнітної енергії в теплову з магнітним електропровідним феритовим наповнювачем, а також лінзи для корегування фронту хвилі у випромінювачі з розмірами його розкриття, що є узгодженими з розміром продукції, - все це забезпечує принципово рівномірне за обсягом в камері 2 нагрівання води і продукції та сприяє надійному отриманню із камери машини чистих і висушених зразків продукції. При цьому для миття не потрібні миючі засоби та значні витрати води, скорочуються витрати енергії та часу для миття та здійснюється якісне і екологічно чисте та енергоекономічне сушіння продукції.

Крім того, наявність у складі машини теплового насоса у складі компресора 19, конденсатора 20, дросельного вентиля 21 та випарника 22 сприяє суттєвому зменшенню витрат часу на сушіння у складі циклу миття-сушіння, а також зменшуються витрати енергії більш ніж у 3...4 рази.

Дійсно, для типових умов практичного функціонування блоків теплового насоса: компресора, конденсатора, дросельного вентиля і випарника, в конденсаторі звичайно встановлюється температура $T_1 = 320$ К, а у випарнику вона дорівнює $T_2 = 240^\circ\text{К}$, тому типовий коефіцієнт перетворення енергії за допомогою теплового насоса у складі: компресора 19; конденсатора 20; дросельного вентиля 21; випарника 22 становить

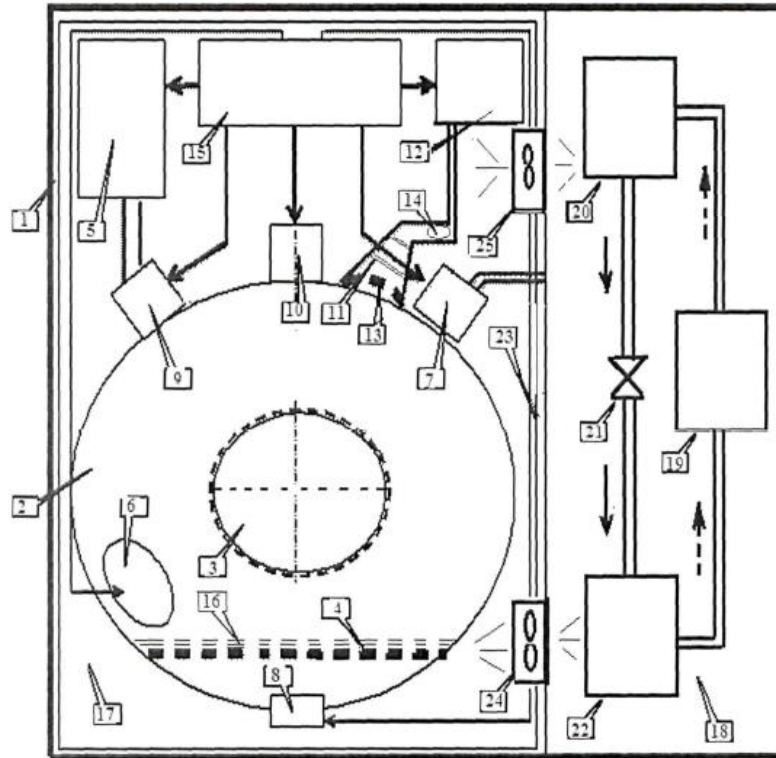
$$\xi = T_1 / (T_1 - T_2) = 4. \quad (10)$$

Це показує, що під час процесу мікрохвильово-теплового сушіння, за умов прийнятних значень коефіцієнта відбору вологи від вологого повітря випарником 22 за допомогою вентилятора нагнітання повітря 24 та прийнятних значень коефіцієнта тепловіддачі сухому повітрю від конденсатора 20 за допомогою вентилятора 25 в камеру 2, на 1 кВт потужності, що є витраченою на роботу компресора 19, камера 2 буде додатково отримувати 4кВт теплової потужності.

Цей позитивний для активного сушіння МХ-Т машиною ефект, в порівнянні з прототипом і аналогами, дозволяє суттєво інтенсифікувати процес сушіння в камері 2, зменшити непродуктивні витрати енергії і витрати часу сушіння продукції або виробів. Зрозуміло, це потребує збільшення площі поверхні вологовідбору з повітря випарником 22 та площі поверхні тепловіддачі сухому повітрю від конденсатора 20.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Мікрохвильово-теплова машина містить корпус, камеру зі шлюзом і ущільненням та з розташованою всередині неї горизонтальною перфорованою перегородкою, блок створення вакууму з розрідженням повітря до рівня 0,30-0,50 МПа, який з'єднаний крізь клапан з верхньою частиною камери, ультразвуковий випромінювач коливань на частоті 25-30 кГц, що розташований всередині камери, відсічні електрокеровані клапани подачі в камеру і скидання з камери води та відкачування і подачі повітря, випромінювач електромагнітних хвиль, мікрохвильовий генератор на частоті 2,4-2,5 ГГц, вихід якого з'єднаний зі входом випромінювача, радіопрозорий кварцовий шлюз з ущільненням в боковій стінці верхньої частини камери, який є жорстко з'єднаним з вихідним розкритом випромінювача електромагнітних хвиль, випромінювач електромагнітних хвиль містить лінзу корегування фронту хвилі, а розміри розкриття випромінювача обернено пропорційні відповідним розмірам горизонтальної перфорованої перегородки для концентрації енергії у кутовому секторі, розміри перерізу якого в картинній площині узгоджені з розмірами перерізу обсягу завантаженої продукції, на горизонтальній перфорованій перегородці розташовано термоеластопластове феритове покриття-перетворювач баластової електромагнітної енергії в теплову, блок живлення та управління, підключений до блока створення вакууму, до мікрохвильового генератора, до ультразвукового випромінювача і до відсічних електрокерованих клапанів, яка **відрізняється** тим, що містить зону мікрохвильової активізації миття-сушіння і зону теплової активізації процесу сушіння у складі послідовно з'єднаних компресора, конденсатора, дросельного вентиля і випарника, зони розділені вертикальною перегородкою з вентиляційними шлюзами, в які вмонтовані вентилятор нагнітання вологого повітря до випарника і вентилятор відбору теплого повітря від конденсатора, блок живлення та управління підключений також до вентиляторів та до компресора, а термоеластопластове феритове покриття-перетворювач баластової електромагнітної енергії в теплову енергію, що розташовано на горизонтальній перфорованій перегородці, є полімеризаційно наповненим та містить дисперсний магнітний електропровідний наповнювач, оксид перехідних металів, у вигляді сполуки $\text{Fe}_2\text{O}_3=(\text{Fe})^{2+}(\text{Fe}_2)^{3+}(\text{O}_4)$ з молекулярною структурою шпінелі оберненого типу.



Комп'ютерна верстка В. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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