



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **100419** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
F26B 5/06 (2006.01)
A23N 12/00
A23L 3/44 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

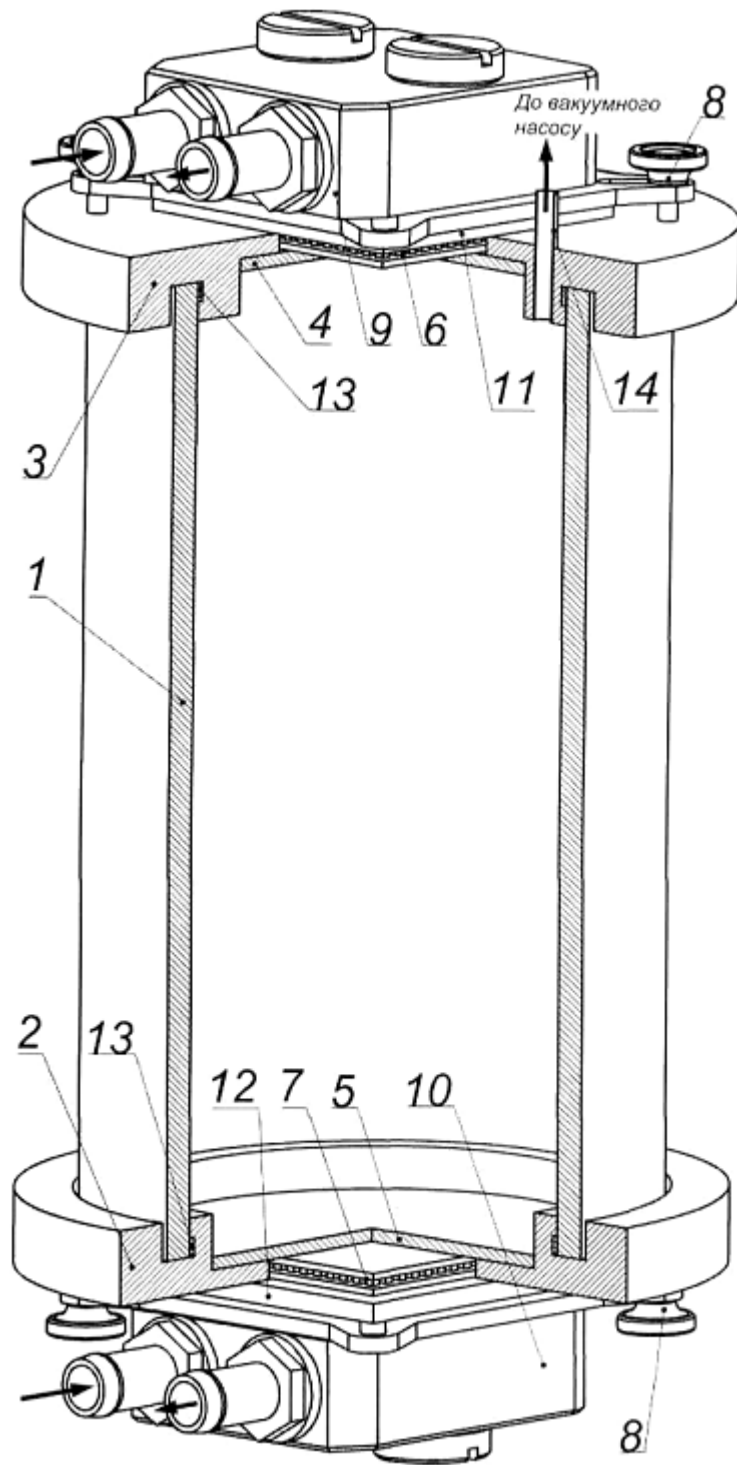
<p>(21) Номер заявки: u 2015 00827</p> <p>(22) Дата подання заявки: 02.02.2015</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.07.2015</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.07.2015, Бюл.№ 14</p>	<p>(72) Винахідник(и): Іванов Олег Миколайович (UA), Левчук Віталій Іванович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): Іванов Олег Миколайович, вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36000 (UA), Левчук Віталій Іванович, вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36000 (UA)</p>
--	--

(54) ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНА ЛІОФІЛЬНА СУШАРКА

(57) Реферат:

Термоелектрична ліофільна сушарка містить вакуумну камеру, під'єднану через запірну та трубну арматуру до вакуумного насоса, десубліматор та генератор теплової енергії для протікання процесу сублімації, побудованих на основі термоелектричних модулів Пельтьє, систему рідинного охолодження з рекуперативними теплообмінними апаратами для нормалізації теплового режиму термоелектричних перетворювачів. При цьому вхідний патрубок теплообмінного апарата субліматора сполучається з вихідним патрубком теплообмінного апарата десубліматора гідравлічною лінією через розподільний клапан зі змінним прохідним перерізом.

UA 100419 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до харчової та переробної галузі, а саме до сублімаційного обладнання, що використовує термодинамічний процес сублімацію для висушування зволжених матеріалів та продуктів.

5 Сублімаційне сушіння є одним із найефективнішим способом отримання зневодненого продукту із збереженням максимальної кількості корисних та поживних речовин. Водночас, даний процес відноситься до одних із найбільш енергозатратних в технологічному ланцюгу виробництва. Дана характерна особливість процесу обумовлена потребами у значній кількості теплової енергії для реалізації фазового переходу рідини з твердого до газоподібного агрегатного стану. Тому, актуальною задачею є розробка, проектування та запровадження 10 різноманітних енергозберігаючих підходів, направлених на економію енергоресурсів при здійсненні сублімаційного сушіння.

Відома вакуумно-сублімаційна сушарка за патентом РФ № 2183307 (МПК F26B 5/06), яка являє собою каскадну сублімаційну установку з термоелектричними модулями (модулі Пельтьє чи термоелектричні перетворювачі), що використовуються для створення різних за своєю 15 направленістю теплових потоків. Дана сушарка містить багатосекційну вакуумну камеру, кожне сушильне відділення якої окремо під'єднано за допомогою запірної та трубної арматури до вакуумного насоса, камеру для конденсації водяних парів, набір термоелектричних модулів, розташованих на днищі кожної із секцій.

До недоліків даної сушарки слід віднести: складну будову, використання великої кількості 20 вартісних термоелектричних перетворювачів, не в повній мірі забезпечена теплова ізоляція між сушильними секціями, невирішеність у питанні продукування термоелектричними модулями більшої кількості виділеного тепла над кількістю виробленого холоду, що при рівності теплота сублімації та десублімації, може призвести до перегріву усієї системи та втрати її працездатності.

25 Аналогом до заявленої термоелектричної ліофільної сушарки є сублімаційна установка за патентом РФ RU 2320942 (МПК F26B 5/06).

Установка містить вакуумну камеру, на днище якої прикріплено термоелектричний модуль Пельтьє, вакуумний насос, приєднаний до камери через регулюючу арматуру. Як десубліматор 30 використовується верхня кришка камери з модулем Пельтьє, закріплений на її внутрішній стороні. Для забезпечення нормального теплового режиму роботи термоелектричних модулів застосовуються водяні теплообмінники, розташовані на їх вільних сторонах.

Недоліками відомої сушарки є недостатня теплова ізоляція між корпусами вакуумної камери та десубліматора, відсутність конструктивного розмежування між оболонкою корпусу сушарки та нагрівальним днищем, на якому відбувається сублімаційне висушування гігроскопічних 35 матеріалів, поєднання в одному корпусі десубліматора біполярних теплових елементів - рекуперативного теплообмінника та кришки десубліматора, сконцентрованість у використанні в процесі сублімаційного сушіння виключно теплової енергії з холодогенеруючої сторони термоелектричного модуля десубліматора.

40 Виконаний заявником аналіз рівня техніки, в який включається пошук по патентних і науково-технічних джерелах інформації, виявлення джерел, які містять відомості про аналоги заявленого технічного рішення корисної моделі, дозволив встановити, що заявник не виявив аналог, який характеризувався би ознаками, ідентичним істотним ознакам технічного рішення.

45 Визначення із переліку виявлених аналогів прототипу, як найбільш близького до істотних ознак корисної моделі, дало можливість виявити сукупність суттєвих ознак корисної моделі, дало можливість виявити сукупність істотних відносно до передбаченого результату, відмінних ознак в заявленому рішенні, яке виявлено в формулі корисної моделі.

50 Задачею корисної моделі є створення термоелектричної ліофільної сушарки, яка забезпечує повноцінне та комплексне використання теплих та холодних енергетичних потоків, що генеруються термоелектричними перетворювачами, задіяних у здійсненні процесів сублімації та десублімації, та сприяє зростанню рівня енергоощадності та енергоефективності сублімаційного сушіння.

Поставлена задача вирішується тим, що в термоелектричній ліофільній сушарці, що складається з вакуумної камери, закритої з торцевих боків кришками, термоелектричних перетворювачів, охолоджувальних рекуперативними теплообмінними апаратами, вихідний 55 патрубок теплообмінного апарата десубліматора сполучений гідравлічною лінією через розподільний клапан зі змінним прохідним перерізом з вхідним патрубком теплообмінного апарата субліматора, тим самим направляючи в необхідній кількості конвективний потік рідини, насиченого від тепловипромінювальної сторони термоелектричного перетворювача десубліматора тепловою енергією, до місця сублімації зволоженого матеріалу або продукту, що 60 дозволяє уникнути потреби у генерації необхідної кількості теплоти для процесу сублімації

термоелектричним перетворювачем сублиматора, що значним чином позначається на зменшенні рівня енергоспоживання та підвищенні енергетичної ефективності ліофільної сушарки.

5 Суть корисної моделі пояснюється представленими кресленнями, де на Фіг. 1 зображений четвертий аксонометричний розріз ліофільної сушарки; на Фіг. 2 наведена принципова схема функціонування рідинної системи охолодження в режимі заморожування продуктів; на Фіг. 3 - принципова схема рідинної системи охолодження в режимі сублимаційного сушіння.

10 Ліофільна сушарка (Фіг. 1) складається з циліндричної вакуумної камери 1, закритої зверху та знизу знімними кришками 2, 3. З внутрішнього простору вакуумної камери на кришках розташовані теплопровідні елементи 4, 5 круглого профілю. На протилежній стороні цих елементів розміщені термоелектричні перетворювачі 6, 7. Конструктивне поєднання теплопровідного елемента 4 та термоелектричного перетворювача 6 виконує роль десублиматора, а, відповідно, елемент 5 та перетворювач 7 - роль сублиматора.

15 Зверху над перетворювачами 6, 7 змонтовані на кришках вакуумної камери 1 за допомогою різьбових кріпильних елементів 8 водяні теплообмінні апарати 9, 10, які своїми тепловідвідними елементами 11, 12 торкаються до термічних поверхонь термоелектричних перетворювачів 6, 7.

Для герметизації внутрішнього об'єму вакуумної камери 1 від навколишнього середовища в її кришках маютья гумові кільцеві елементи 13, що щільно прилягають до внутрішньої циліндричної оболонки камери.

20 На верхній кришці 3 виконано вивід 14 для під'єднання вакуумного насоса через електромагнітний клапан (не вказаний на Фіг. 1) та електричного сенсора (не вказаний на Фіг. 1) вимірювання розрідження всередині сублимаційної камери.

Для відстеження та керування температурним режимом роботи термоелектричних перетворювачів на їх обох термічних сторонах розташовані датчики температури (не вказані на Фіг. 1).

Рідинна система охолодження (Фіг. 2) ліофільної сушарки складається з рекуперативних теплообмінних апаратів 9, 10, розташованих на термоелектричних перетворювачах 6, 7, електронно-керованих гідравлічних клапанів 15, 16, розподільного клапана зі змінним прохідним перерізом 17, нагнітального циркуляційного насоса відцентрового типу 18 та водяного радіатора 19 із закріпленням на його корпусі вентилятором 20.

30 Керування термоелектричними перетворювачами й електромагнітними клапанами здійснюється мікроконтролерною системою управління, яка відслідковує зміну електричних, термодинамічних та фізичних параметрів роботи сублимаційної сушарки. На підставі отриманих інформаційних сигналів від відповідних вимірювальних датчиків (температури, тиску, сили струму) здійснюється корегувальний вплив на роботу виконуючих електронних засобів (електромагнітних клапанів, силових електронних ключів) для переведення системи сублимаційного сушіння на необхідний режим роботи.

Ліофільна сушарка працює таким чином.

40 Процес сублимаційного сушіння відбувається в два етапи. На першому етапі продукт, який потребує висушування, піддається впливу низьких температур (заморожуванню). Для цього він поміщається всередину вакуумної камери 1 на теплопровідний елемент 5 кришки 2. Відповідно до вольт-амперної характеристики термоелектричних перетворювачів здійснюється підвід до них належної кількості електричної енергії для забезпечення необхідного рівня холодопродуктивності для заморожування поміщених до сушарки продуктів. Отримання охолоджувального ефекту від термоелектричних перетворювачів відбувається на основі ефекту Пельтьє і супроводжується одразу обома перетворювачами на нижній 2 і верхній кришці 3 вакуумної камери 1.

45 Після вмикання відцентрового циркуляційного насоса 18 та переведення запірних клапанів 15, 16, 17 у відповідне положення (Фіг. 2), забезпечується одночасне та паритетне надходження охолоджуючої рідини до теплообмінників 9, 10. Тим самим, задіюється система рідинного охолодження, що забезпечує належний відвід продукуюваної цими перетворювачами теплової енергії для недопущення їхнього перегріву та зменшення їх термодинамічної ефективності. Відібрана теплова енергія надходить до радіатора 19, де віддається в навколишнє середовище. Для інтенсифікації процесу теплообміну радіатор 19 продувається вентилятором 20.

55 Контроль за температурою всередині вакуумної камери 1 здійснюється температурними сенсорами на термоелектричних перетворювачах.

Після досягнення температури продукту значення, обумовленого технологічними вимогами сублимаційного сушіння, настає другий (основний) етап сублимаційного висушування.

60 Внутрішній простір вакуумної камери 1 через вивід 14 та електричний запірний клапан сполучається з вхідним патрубком вакуумного насоса. Внаслідок цього, при вмиканні вакуумного

насосу, відбувається вакуумування камери 1. Вакууметричний тиск камери 1 контролюється сенсором тиску, за сигналом якого мікроконтролерна система управління здійснює керування роботою насосу.

Після досягнення належного рівня вакууму в камері 1, мікроконтролерна система управління
 5 вимикає вакуум-насос та змінює схему живлення термоелектричних перетворювачів 6, 7. Перетворювач 6 на верхній кришці камери 3 зберігає свій принцип під'єднання до джерела електричної енергії, а перетворювач 7 на нижній кришці 2 камери 1 зовсім відключається від системи живлення. В цих умовах коректується і робота системи рідинного охолодження (Фіг. 3). Потік охолоджувальної рідини, що виходить з теплообмінника 9, відібравши теплову енергію від
 10 нагрівальної поверхні перетворювача 6, поступає до розподільного клапану 17. В ньому потік розподіляється на два канали: один доправляє рідину до радіатора 19, а інший - через клапан 16, при відсутності потоку від циркуляційного насоса 18, всередину теплообмінного апарата 10 термоелектричного перетворювача 7. Кількість перенаправленої рідини, в той чи інший напрямок, визначається прохідним перерізом регулюючого органу клапана 17.

15 З врахуванням зміни функціонування основних активних складових ліофільної сушарки відбувається зміна характеру протікання термодинамічних процесів всередині неї.

Теплота охолоджувальної рідини, яка поступає всередину теплообмінника 10 термоелектричного перетворювача 7, завдяки достатньої теплопровідності контактної пари - термоелектричний перетворювач 7 та теплопровідний елемент 5 - передається до
 20 замороженого продукту і сприяє виникненню та протіканню процесу сублимації. Регулювання кількості рідини, що надходить до теплообмінника 10, сприяє досягненню потрібного рівня інтенсифікації процесу висушування.

За рахунок подачі до термоелектричного перетворювача 6 постійного струму з полярністю, що забезпечує поглинання теплоти ззовні в кількості, обумовленої його холодопродуктивністю,
 25 досягається конденсація водяних парів. Керуючи величиною щільності струму живлення перетворювача 6, можна досягти не тільки варіативного значення холодопродуктивності, але й сприяти виділенню достатньої кількості тепла, що буде поглинатися охолоджувальною рідиною та згодом використовуватися на сублимаційний процес.

Після досягнення продуктом проценту вологості, регламентованого технологічними умовами
 30 до висушених продуктів, камеру 1 сушарки девакуумують і вивантажують висушений продукт назовні. Видалення льоду з поверхні елементу 4 здійснюють або механічним способом, або змінюючи полярність живлення термоелектричного перетворювача 6 на зворотну, тим самим нагріваючи холодну сторону перетворювача та розплавляючи утворений лід.

Після цього сушарка переводиться в початковий режим роботи для повторного
 35 заморожування та висушування наступної партії продукту.

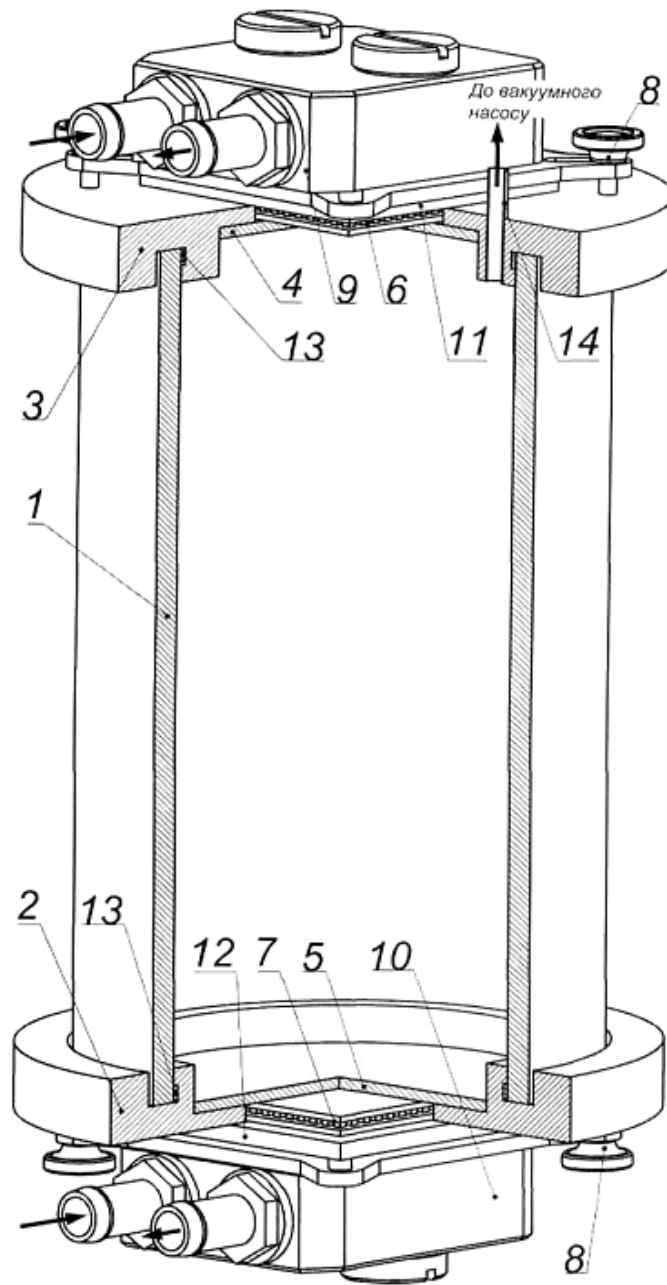
Таким чином, при застосуванні термоелектричної ліофільної сушарки можна на більш
 40 якісному рівні керувати та контролювати перебіг сублимаційного сушіння, а використання гідравлічного поєднання між вхідним патрубком теплообмінного апарата сублиматора та вихідним патрубком теплообмінного апарата десублиматора дозволить раціональніше використовувати продуковану десублиматором теплоту для процесу сублимації, уникаючи тим самим залучення для генерації необхідної теплоти сублимації інших термоелектричних засобів, що в кінцевому випадку підвищить економічну ефективність та знизить рівень енергозатрат на здійснення сублимаційного сушіння.

Заявлене технічне рішення корисної моделі пройшло лабораторні та напіввиробничі
 45 випробування, підтвердило свою ефективність і може використовуватись в переробній та харчовій галузі для сублимаційного висушування зволжених матеріалів або продуктів. Технічне рішення описане в матеріалах заявки повністю, а отже відповідає критерію патентоспроможності корисної моделі "промислова придатність".

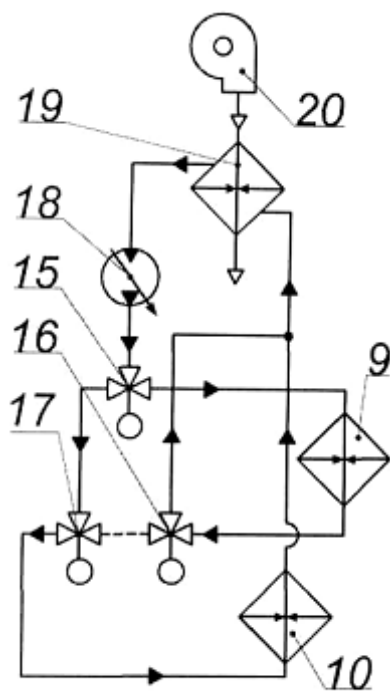
50

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

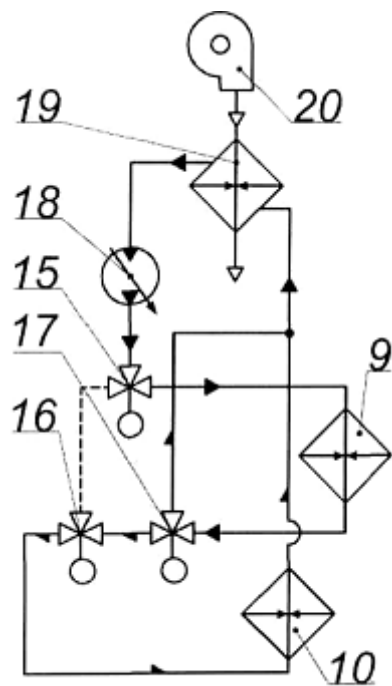
Термоелектрична ліофільна сушарка, що містить вакуумну камеру, під'єднану через запірну та
 55 трубку арматуру до вакуумного насоса, десублиматор та генератор теплової енергії для протікання процесу сублимації, побудованих на основі термоелектричних модулів Пельтьє, систему рідинного охолодження з рекуперативними теплообмінними апаратами для нормалізації теплового режиму термоелектричних перетворювачів, яка **відрізняється** тим, що вхідний патрубок теплообмінного апарата сублиматора сполучається з вихідним патрубком теплообмінного апарата десублиматора гідравлічною лінією через розподільний клапан зі змінним прохідним перерізом.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка О. Рябко

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