

**УКРАЇНА**

(19) **UA** (11) **112133** (13) **C2**
(51) МПК
H01P 1/06 (2006.01)
F26B 3/347 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

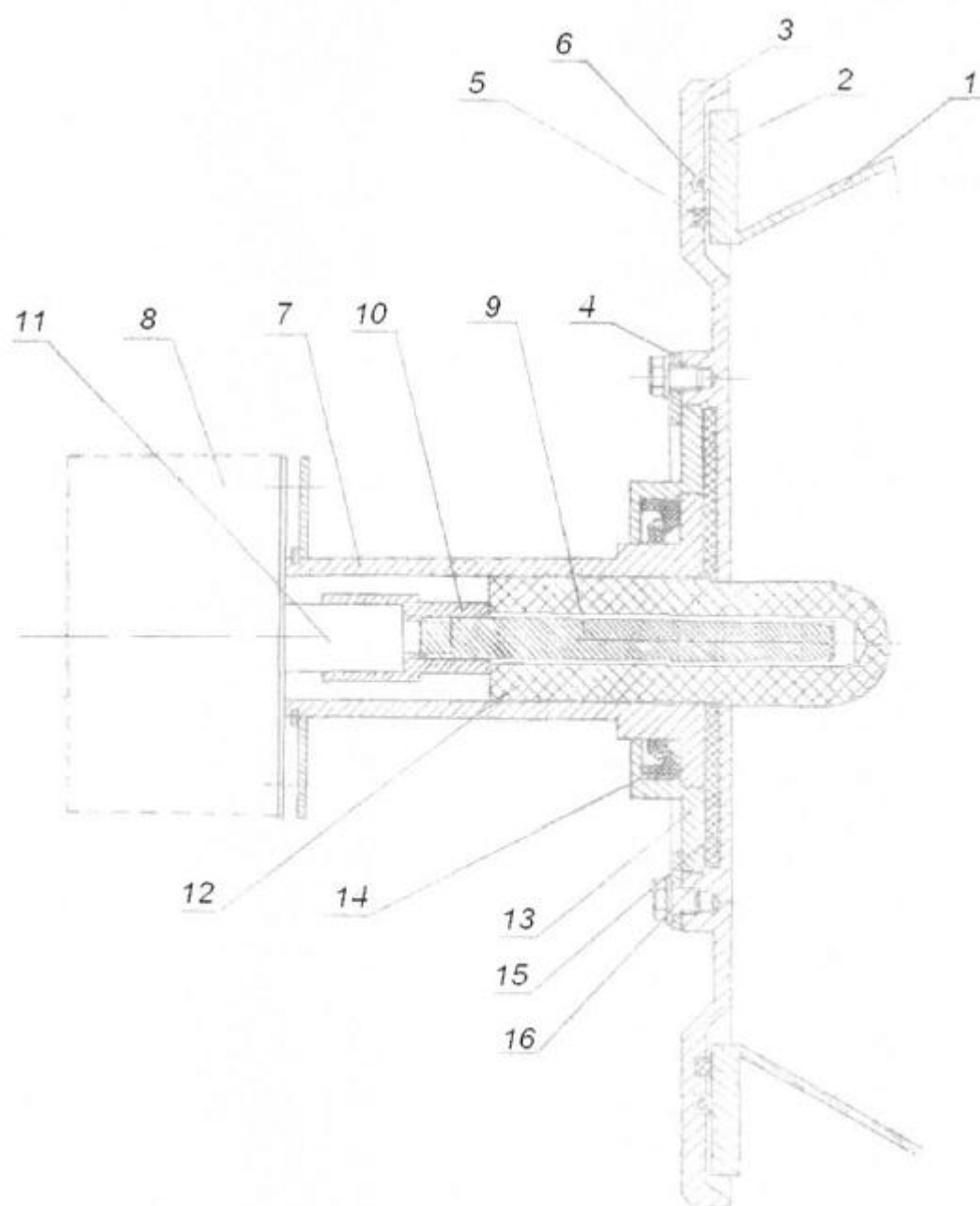
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2015 03550	(72) Винахідник(и): Пінчукова Наталія Олександрівна (UA), Волошко Олександр Юрійович (UA), Чебанов Валентин Анатолійович (UA), Самойлов Віктор Леонідович (UA)
(22) Дата подання заявки: 16.04.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.07.2016	
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.08.2015, Бюл.№ 16	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНА НАУКОВА УСТАНОВА "НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС "ІНСТИТУТ МОНОКРИСТАЛІВ" НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, пр. Леніна, 60, м. Харків, 61001 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2016, Бюл.№ 14	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 80623 C2, 10.10.2007 UA 64308 C2, 15.02.2006 RU 2152571 C1, 10.07.2000 UA 84354 C2, 10.10.2008 CN 201860474 U, 08.06.2011 EP 0252542 A1, 13.01.1988 WO 2012009859 A1, 26.01.2012 RU 2069036 C1, 10.11.1996

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ З'ЄДНАННЯ НЕРУХОМОГО ХВИЛЕВОДУ НВЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯ З ОБЕРТОВИМ ОБ'ЄМНИМ РЕЗОНАТОРОМ**(57) Реферат:**

Пристрій для з'єднання нерухомого хвильоводу НВЧ-випромінювання з обертовим об'ємним багатомодовим резонатором належить до обладнання для сушіння сипучих діелектричних матеріалів енергією надвисоких частот (НВЧ), яке використовуються в різних галузях промисловості (хімічній, фармацевтичній, харчовій промисловості, сільському господарстві тощо). Винахід може бути використаний для введення НВЧ-випромінювання нерухомого генератора в сушильну камеру (багатомодовий резонатор), яка обертається навколо своєї осі. Пристрій містить: нерухомий хвильовід НВЧ-магнетрона, обертовий об'ємний багатомодовий резонатор, верхня частина якого виконана у формі зрізаного конуса, що закінчується плоским кільцем для стикування із кришкою резонатора, і спрямована в бік нерухомого хвильоводу, кришку резонатора з фланцем і відповідним отвором для кріплення хвильоводу і проточною. У кришці резонатора у відповідному отворі для кріплення хвильоводу розташована діелектрична гільза, всередині якої коаксіально розташований металевий стрижень, що різьбовою втулкою з'єднаний безпосередньо з НВЧ-вводом магнетрона. У канавках кришки розміщені два діелектричних кільця, в проточці кришки - плоска шайба з діелектричного матеріалу. Між фланцем кришки і металевою трубкою коаксіального хвильоводу розташоване притискне кільце з сальниковим ущільненням з зовнішнього боку кришки, а між кришкою та притискним кільцем розміщене тонке кільце з м'якого металу.

UA 112133 C2



Фир.

Винахід належить до обладнання для сушіння сипучих діелектричних матеріалів енергією надвисоких частот (НВЧ), яке використовуються в різних галузях промисловості (хімічній, фармацевтичній, харчовій промисловості, сільському господарстві тощо). Винахід може бути використаний для введення НВЧ-випромінювання нерухомого генератора в сушильну камеру

5 (багатомодовий резонатор), яка обертається навкруг своєї осі.

Однією з умов отримання якісного висушеного матеріалу є рівномірність як нагрівання, так і видалення вологи з робочого об'єму. Нагрів матеріалу, насамперед, визначається розподіленням електромагнітного поля в об'ємі матеріалу. Створити рівномірне розподілення електромагнітного поля в об'ємі багатомодового резонатора, а також в об'ємі матеріалу, що

10 висушується, принципово неможливе через його хвильову будову. Тому для вирівнювання інтенсивності взаємодії НВЧ-випромінювання з матеріалом по всьому об'єму вживаються додаткові заходи.

Так, відоме обладнання для НВЧ-сушіння, в якому рівномірність взаємодії НВЧ-випромінювання з матеріалом, що висушується, досягається завдяки тому, що матеріал розташовується на діелектричних підставках, які обертаються [патент України № 64308, F26B 3/32]. Відоме також обладнання, в якому рівномірна взаємодія електромагнітного поля з матеріалом здійснюється за допомогою підставки з радіопрозорого матеріалу, яка здійснює одночасно як обертальні, так і вертикальні зворотно-поступальні рухи [А.с. СРСР № 223956, H05B 9/06].

20 Недоліком наведених пристроїв є те, що висушуваний матеріал здійснює рух в робочій камері як одне ціле, тобто його частинки відносно одне одного лишаються нерухомими, тому вирівнювання температур між більш та менш нагрітими зонами потребує досить тривалого часу і, при цьому відвід випареної вологи здійснюється нерівномірно.

Відома НВЧ-сушарка для сипучих матеріалів [Патент РФ № 2152571, F26B 11/04, 3/347], яка містить барабан (багатомодовий резонатор), в якому НВЧ-джерело з хвилевідним трактом встановлені з можливістю обертання, системи підводу нагрітого повітря і відводу вологого повітря. В даному устаткуванні рівномірність нагріву матеріалу здійснюється за рахунок обертання резонатора. Сушіння здійснюється під атмосферним тиском, тому необхідно нагрівати матеріал до температури вище 80 °С, що не завжди прийнятне.

30 Відоме також багатоканальне коаксіальне обертове з'єднання [А.с. СРСР № 1224859, кл. H01P 1/06], яке може використовуватися для з'єднання стаціонарної і обертової частин антенно-фідерного пристрою в техніці НВЧ. Статор-ротор містить однакову будову. Кожний з них має 4 коаксіально розміщені циліндричні відрізки, два радіально розміщені коаксіальні виводи і розміщений радіально в одній площині з виводами чвертьхвильовий шлейф, зібраний з чотирьох коаксіальних елементів. Чвертьхвильові шлейфи забезпечують проходження НВЧ струму в місцях розриву коаксіальних відрізків, а також служать для механічного кріплення внутрішніх елементів з'єднання.

40 Головним недоліком з'єднання є складність конструкції, що потребує виготовлення деталей і з'єднання їх між собою з великою точністю. Відомий пристрій для з'єднання нерухомого хвилеводу НВЧ випромінювання з обертовим об'ємним резонатором [Патент України № 80623, H01P 1/06, F26B 3/32], який містить нерухомий хвилевід НВЧ-магнетрона, обертовий об'ємний багатомодовий резонатор, верхня частина якого виконана у формі зрізаного конуса, що закінчується пласким кільцем для стикування із кришкою резонатора, і спрямована в бік нерухомого хвилеводу з фланцем, кришку резонатора з відповідним отвором для кріплення хвилеводу і проточною. В проточці кришки встановлена вакуум-щільна перегородка з радіопрозорого матеріалу, на якій закріплене кільце з осьовим заглибленням. Фланець нерухомого прямокутного хвилеводу виконано з таким самим осьовим заглибленням, і в циліндричну порожнину цього заглиблення встановлений підшипник та додаткове кільце з пелюстковим рухомим контактом, виконаним з пружного матеріалу високої електропровідності.

50 Вакуумне ущільнення та електричний контакт між кришкою і горловиною забезпечується кільцевою гумовою прокладкою та металічним кільцем з пелюстковими контактами, закріпленими на кришці.

Недоліками вказаного пристрою є те, що НВЧ-випромінювання від генератора подається в об'ємний резонатор через проміжний пристрій - коаксіальний хвилевідний перехід (КХП) прямокутного перерізу, яким зазвичай облаштовуються магнетрони. При цьому втрачається деяка частина енергії як в самому КХП, так і при випромінненні її через відкритий переріз хвилеводу в багатоходовий резонатор через деяку неузгодженість. Надто великі розміри КХП потребують для зменшення сили тертя застосування підшипника, що призводить до збільшення габаритів і маси пристрою.

Також електричний контакт між резонатором та фланцем прямокутного хвильоводу забезпечується спеціальним кільцем з фосфористої бронзи з пелюстковими пружинними ковзкими контактами, які при експлуатації стираються, що потребує періодичної їх заміни. Крім того, таке пелюсткове з'єднання є вибухонебезпечним.

5 Як прототип за кількістю загальних ознак вибрано останній з наведених аналогів.

В основу винаходу поставлено задачу розробки такої конструкції вводу НВЧ-випромінювання від нерухомого генератора в обертовий багатомодовий резонатор, яка забезпечила б високоефективну передачу енергії з мінімальними втратами і довготривалу експлуатацію обладнання.

10 Рішення поставленої задачі вирішується тим, що в пристрої для з'єднання нерухомого хвильоводу НВЧ-випромінювання з обертовим об'ємним багатомодовим резонатором, який містить нерухомий хвильвід НВЧ-магнетрона, обертовий об'ємний багатомодовий резонатор, верхня частина якого виконана у формі зрізаного конуса, що закінчується плоским кільцем для стикування із кришкою резонатора, і спрямована в бік нерухомого хвильоводу, кришку резонатора з фланцем і відповідним отвором для кріплення хвильоводу і протокою, згідно з
15 винаходом, у кришці резонатора у відповідному отворі для кріплення хвильоводу розташована діелектрична гільза з вакуумщільною посадкою, всередині якої коаксіально розташований металевий стрижень з вільною посадкою, який різьбовою втулкою з'єднаний безпосередньо з НВЧ-вводом магнетрона, в кришці об'ємного резонатора у канавках розміщені два еластичних
20 кільця з діелектричного матеріалу, одне з яких - з електропровідним покриттям, в протоку в кришці резонатора вміщена плоска шайба з діелектричного матеріалу, між фланцем кришки і металевою трубкою коаксіального хвильоводу розташоване притискне кільце з сальниковим ущільненням з зовнішнього боку кришки, а між кришкою та притискним кільцем розміщене кільце з м'якого металу.

25 Конструкція за винаходом забезпечує коаксіальне введення енергії надвисоких частот (НВЧ) від нерухомого джерела в багатомодовий об'ємний резонатор, який обертається навкруг спільної осі.

У кришці резонатора у відповідному отворі для кріплення хвильоводу розташована діелектрична гільза з вакуумщільною посадкою, всередині якої коаксіально розташований
30 металевий стрижень з вільною посадкою (для вільного обертання резонатора), який різьбовою втулкою з'єднаний безпосередньо з НВЧ-вводом магнетрона. Металевий стрижень - внутрішній провідник коаксіального вводу, який виступає за межі площини кришки на деяку регульовану відстань, в той час як його другий кінець з'єднаний безпосередньо з НВЧ-вводом магнетрона і разом із циліндричною металевою трубкою, розташованою між НВЧ-магнетроном та кришкою, утворюють відрізок коаксіальної лінії. Завдяки різьбовому з'єднанню втулки і металевого стрижня загальна довжина їх може змінюватися, що дозволяє досягти оптимального узгодження між НВЧ-магнетроном і багатомодовим об'ємним резонатором, а отже і максимального коефіцієнта корисної дії вводу НВЧ-випромінювання.

Безопірне проходження НВЧ-струму в місці розриву металічного контакту (в місці розташування діелектричної гільзи) забезпечується напівхвильовим шлейфом, який утворюється площинами між зовнішньою протокою кришки, притискним кільцем і поверхнею, якою закінчується металева трубка. Діелектричною гільзою забезпечується центрування стрижня відносно металевої трубки та герметичність з боку НВЧ-магнетрона.

На кресленні показана будова пристрою для з'єднання нерухомого хвильоводу НВЧ-випромінювання з рухомим багатомодовим об'ємним резонатором.

45 Пристрій для з'єднання нерухомого хвильоводу НВЧ-випромінювання з рухомим багатомодовим об'ємним резонатором включає багатомодовий об'ємний резонатор 1, з'єднаний плоским кільцем 2 із кришкою 3 з фланцем 4, в якій для забезпечення вакуумного ущільнення і електричного контакту у відповідних канавках розміщено еластичне кільце 5 з діелектричного матеріалу та еластичне діелектричне кільце 6 з електропровідним покриттям. Металева трубка
50 7, встановлена між НВЧ-магнетроном 8 та кришкою 3, разом з металевим стрижнем 9, розташованим коаксіально в трубці 7, утворюють відрізок коаксіальної лінії. Металевий стрижень 9 різьбовою втулкою 10 з'єднано безпосередньо з НВЧ-вводом магнетрона 11. Центрування стрижня відносно трубки 7, а також вакуумне ущільнення з боку НВЧ-магнетрона 8
55 забезпечено гільзою 12, виконаною з діелектричного матеріалу з малим значенням тангенса діелектричних втрат. Між фланцем 4 кришки 3 і металевою трубкою коаксіального хвильоводу 7 розташоване притискне кільце 13 з сальниковим ущільненням 14 з зовнішнього боку кришки 3. В протоці кришки 3 закріплено плоску шайбу 15 з діелектрика, а для забезпечення належного електричного контакту між кришкою 3 та притискним кільцем 13 розташоване тонке кільце з
60 м'якого металу 16.

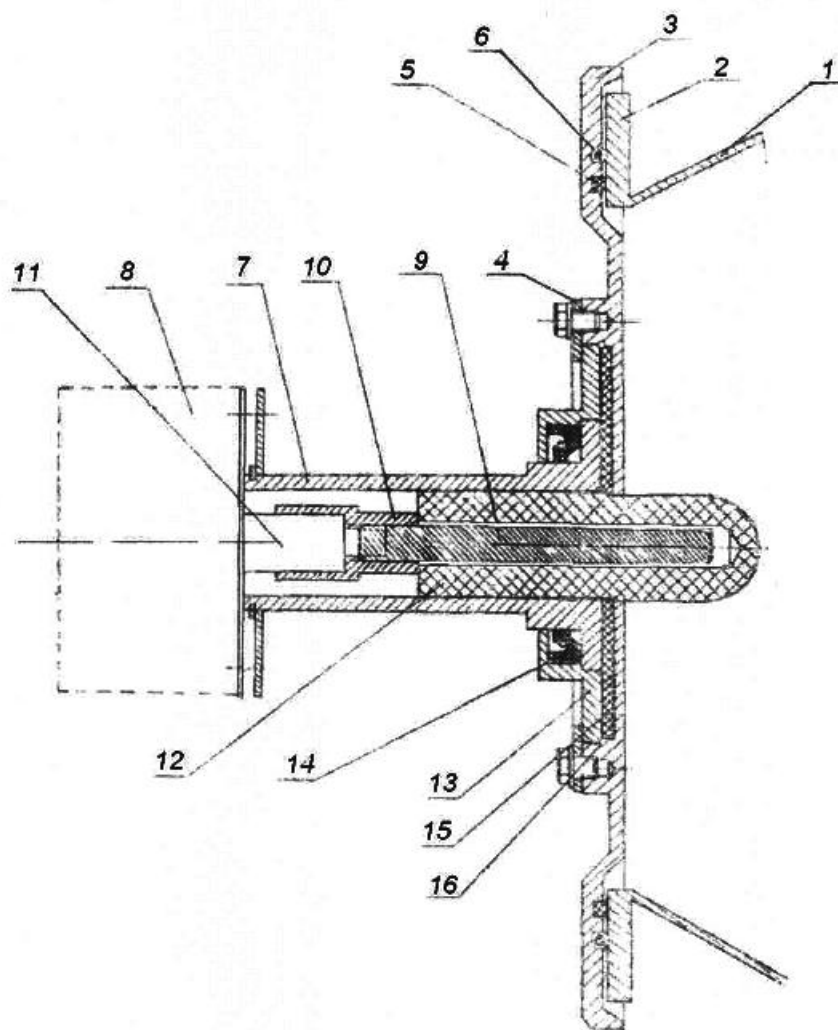
Запропонований пристрій працює таким чином.

Вихідний матеріал у необхідній кількості через горловину кришки 3 завантажують в багатомодовий об'ємний резонатор 1. За допомогою мотора-редуктора повороту резонатор 1 нахилиють та стикують з кришкою резонатора 3, що забезпечує вакуумне ущільнення та електричний контакт між резонатором та кришкою. Вмикають вакуумний насос та здійснюють відкачку резонатора до необхідного залишкового тиску. Тиск газу в об'ємному багатомодовому резонаторі підтримують квазіпостійним шляхом одночасного вакуумування і регульованого напуску сухого повітря (газу) в об'єм багатомодового резонатора. При досягненні робочого тиску вмикають НВЧ-магнетрон 8 і привід обертання об'ємного багатомодового резонатора. Вільне обертання резонатора з кришкою забезпечується тим, що між металевим стрижнем 9 та діелектричною гільзою 12 існує невеликий прозір.

Випробування вакуумного коаксіального вводу НВЧ-випромінювання в багатомодовий рухомий об'ємний резонатор показали досить добрі технічні параметри. Було отримано коефіцієнт передачі енергії НВЧ-випромінювання в резонатор біля 90 відсотків. За тривалий час роботи при потужності 1 кВт помітного розігрівання елементів конструкції не відбувалося, що також свідчить про добре узгодження НВЧ-тракту. Завдяки тому, що діаметр рухомого з'єднання значно зменшився і відсутній КХП, габарити і маса пристрою зменшилися в порівнянні з пристроєм, взятим за прототип.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Пристрій для з'єднання нерухомого хвильоводу НВЧ-випромінювання з обертовим об'ємним багатомодовим резонатором, який містить: нерухомий хвилевід НВЧ-магнетрона, обертовий об'ємний багатомодовий резонатор, верхня частина якого виконана у формі зрізаного конуса, що закінчується плоским кільцем для стикування із кришкою резонатора і спрямована в бік нерухомого хвильоводу, кришку резонатора з фланцем і відповідним отвором для кріплення хвильоводу та проточкою, який **відрізняється** тим, що у кришці резонатора у відповідному отворі для кріплення хвильоводу розташована діелектрична гільза з вакуумщільною посадкою, всередині якої коаксіально розташований металевий стрижень з вільною посадкою, який різьбовою втулкою з'єднаний безпосередньо з НВЧ-вводом магнетрона, в кришці об'ємного резонатора у канавках розміщені два еластичних кільця з діелектричного матеріалу, одне з яких - з електропровідним покриттям, в проточку в кришці резонатора вміщена плоска шайба з діелектричного матеріалу, між фланцем кришки і металевою трубкою коаксіального хвильоводу розташоване притискне кільце з сальниковим ущільненням з зовнішнього боку кришки, а між кришкою та притискним кільцем розміщене кільце з м'якого металу.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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