



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **60497** (13) **U**
(51) МПК
F26B 3/347 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ СУШІННЯ СИПУЧИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ**

1

2

(21) u201013234

(22) 08.11.2010

(24) 25.06.2011

(46) 25.06.2011, Бюл.№ 12, 2011 р.

(72) ГОРОБЕЦЬ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ,
КІВВА ФЕЛІКС ВАСИЛЬОВИЧ, ДОМНІН ІГОР ФЕ-
ЛІКСОВИЧ, МЕРЧАНСЬКИЙ ОЛЕКСІЙ ВІКТОРО-
ВИЧ, ДОРОШЕНКО СЕРГІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ ІОНОСФЕРИ

(57) Пристрій для сушіння сипучих дисперсних матеріалів, що містить генератор високої частоти, випромінювач короткохвильового діапазону якого виконаний у вигляді стрижня, розташованого всередині електропровідної циліндричної сушильної камери, обладнаної системою її вакуумування і ємністю для збору конденсату і забезпеченої з обох торців герметичними знімними фланцями, один з яких містить центральний отвір для зв'язку виходу генератора високої частоти через узгоджувальний пристрій з одним з кінців випромінювача короткохвильового діапазону, другий кінець якого закріплений в термостійкій керамічній втулці, встановленій на другому фланці, при цьому ви-

промінювач забезпечений щонайменше трьома подовжніми ребрами у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до центрального отвору, а діаметр сушильної камери і її довжина менші від довжини хвилі короткохвильового діапазону у висушувальному матеріалі, який **відрізняється** тим, що генератор високої частоти виконаний у вигляді автогенератора з підсилювачем його потужності, при цьому пристрій додатково обладнаний трьома датчиками температури, розташованими всередині сушильної камери таким чином, що два з них установлені в безпосередній близькості від стінок сушильної камери в верхній і нижній її частинах, а третій розміщений поблизу краю одного з подовжніх ребер випромінювача короткохвильового діапазону, вихід кожного датчика температури зв'язаний з відповідним входом блока обробки інформації, з яким послідовно з'єднані система регулювання, кероване джерело живлення для регулювання температури сушіння висушувального матеріалу і підсилювач потужності генератора високої частоти.

Корисна модель належить до техніки сушіння сипучих дисперсних матеріалів і може бути використана в електроенергетиці, харчовій, легкій, деревообробній, медичній, хімічній та інших галузях промисловості й народного господарства для глибокого сушіння термочутливих матеріалів та речовин, наприклад сорбентів, що пилять, спікаються, коксуються та мають схильність до руйнування при нагріві.

Відомий пристрій для сушіння матеріалів (декларативний патент України №43004 А, МПК⁷ F26B3/347), який містить генератор надвисокочастотного (НВЧ) діапазону, електропровідну сушильну камеру, що являє собою об'ємний резонатор, з ємністю для матеріалів, що висушуються, стінки якої прозорі для мікрохвиль, привід, для обертання ємності, конденсатор для зрідження випареної вологи, холодильну установку для підтримання температурного режиму конденсації, теплообмінник, насос для примусової циркуляції води, ємність

для збирання конденсату, насос для зниження тиску в ємності для матеріалів, що висушуються.

Недоліком вказаного пристрою є низька продуктивність і його висока енергоємність. Для ефективного збудження об'ємного резонатора об'єм матеріалу, що підлягає сушінню, не повинен перевищувати 10% від об'єму сушильної камери. Отже, для підвищення продуктивності праці потрібно створення великих камер або збільшення їх кількості, що призводить до зростання енергоємності пристрою.

Недоліком цього пристрою є також необхідність обертання ємності з матеріалом для забезпечення рівномірного нагріву по глибині матеріалу, що ускладнює конструкцію і руйнує висушувальний матеріал.

Недоліком вказаного пристрою є те, що процес сушіння не передбачає контролю за температурою сушіння висушувального матеріалу, що призводить до нестабільного температурного ре-

(13) **U**(11) **60497**(19) **UA**

жиму сушіння, і, як наслідок, до зниження якості сушіння. Наприклад, використання даного пристрою для сушіння сорбентів показало, що вони витримують лише два цикли регенерації без суттєвих змін корисних властивостей сорбентів.

Відомий також пристрій для сушіння сипучих матеріалів (патент РФ №2036398, МПК⁶ F26B3/347), який містить генератор НВЧ діапазону, випромінювач якого виконаний у вигляді стрижня довжиною $L = \lambda_B/4$, що розташований в центральному отворі фланця (плити) електропровідної сушильної камери, випромінювач пов'язаний з генератором НВЧ діапазону через узгоджувальний пристрій, а сушильна камера забезпечена контейнером для сипучих матеріалів, системою вакуумування та дренажною системою для збору конденсату. Систему вакуумування сушильної камери виконано у вигляді приводної кришки, пов'язаної вертикальними лопатками з нижнім кільцем по її периметру.

Недоліком пристрою є його низька продуктивність, зумовлена тим, що нагрів сипучих матеріалів ведуть електромагнітним полем в НВЧ діапазоні, і для збудження сушильної камери, як об'ємного резонатора, потрібно витримати певне співвідношення об'єму (маси) матеріалу до об'єму сушильної камери. Для даного пристрою об'єм контейнера не перевищує ~30% від об'єму сушильної камери. При збільшенні об'єму завантаження камери виникають труднощі при її збудженні і нерівномірності розподілу інтенсивності НВЧ поля всередині контейнера з сипучим матеріалом.

Недоліком цього пристрою є також відсутність температурного контролю за процесом сушіння, що призводить до надмірних витрат електроенергії, нерівномірності сушіння, перегріву та руйнуванню висушувального матеріалу.

Найбільш близьким по суті до запропонованого є пристрій для сушіння сипучих дисперсних матеріалів (патент України №75206 А, МПК⁷ F26B3/347), що містить генератор високої частоти, випромінювач короткохвильового діапазону якого виконаний у вигляді стрижня, розташованого всередині електропровідної циліндричної сушильної камери, обладнаної системою її вакуумування і ємністю для збору конденсату і забезпеченої з обох торців герметичними знімними фланцями, один з яких містить центральний отвір для зв'язку виходу генератора високої частоти через узгоджувальний пристрій з одним з кінців випромінювача короткохвильового діапазону, другий кінець якого закріплений в термостійкій керамічній втулці, встановленій на другому фланці, при цьому випромінювач забезпечений щонайменше трьома подовжніми ребрами у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до центрального отвору, а діаметр сушильної камери і її довжина менші від довжини хвилі короткохвильового діапазону у висушувальному матеріалі.

Недоліком даного пристрою є відсутність системи температурного контролю за процесом сушіння, внаслідок чого матеріал, що висушується, може зазнавати надлишкового нагріву, спікатися, руйнуватись, втрачати свої властивості, а протягом того часу, коли нагрів не потрібен, пристрій

продовжує працювати і на це витрачається зайва енергія. Це призводить до низької якості сушіння матеріалів, зниження максимальної кількості циклів регенерації і до значних втрат електроенергії. Крім того, пристрій не дозволяє запобігти впливу зовнішнього середовища на процес сушіння, пов'язаного з процесами перенесення теплової енергії з сушильної камери у відкритий простір, що призводить до зниження температури матеріалу, і, як наслідок, зниження якості сушіння, а при низьких температурах зовнішнього середовища і до збільшення часу регенерації.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити пристрій для сушіння сипучих дисперсних матеріалів шляхом впровадження адаптивного контролю за температурою висушувального матеріалу та регулювання процесу його сушіння, що забезпечить виключення недогріву та перегріву матеріалу, який підлягає сушінню.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для сушіння сипучих дисперсних матеріалів, що містить генератор високої частоти, випромінювач короткохвильового діапазону якого виконаний у вигляді стрижня, розташованого всередині електропровідної циліндричної сушильної камери, обладнаної системою її вакуумування і ємністю для збору конденсату і забезпеченої з обох торців герметичними знімними фланцями, один з яких містить центральний отвір для зв'язку виходу генератора високої частоти через узгоджувальний пристрій з одним з кінців випромінювача короткохвильового діапазону, другий кінець якого закріплений в термостійкій керамічній втулці, встановленій на другому фланці, при цьому випромінювач забезпечений щонайменше трьома подовжніми ребрами у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до центрального отвору, а діаметр сушильної камери і її довжина менші від довжини хвилі короткохвильового діапазону у висушувальному матеріалі, який, згідно корисної моделі, містить генератор високої частоти виконаний у вигляді автогенератора з підсилювачем його потужності, при цьому пристрій додатково обладнаний трьома датчиками температури, розташованими всередині сушильної камери таким чином, що два з них установлені в безпосередній близькості від стінок сушильної камери в верхній і нижній її частинах, а третій розміщений поблизу краю одного з подовжніх ребер випромінювача короткохвильового діапазону, вихід кожного датчика температури зв'язаний з відповідним входом блоку обробки інформації, з яким послідовно з'єднані система регулювання, кероване джерело живлення для регулювання температури сушіння висушувального матеріалу і підсилювач потужності генератора високої частоти.

Завдяки обладнанню пристрою трьома датчиками температури, розташованими всередині сушильної камери таким чином, що два з них установлені в безпосередній близькості від стінок сушильної камери в верхній і нижній її частинах, а третій розміщений поблизу краю одного з подовжніх ребер випромінювача короткохвильового діапазону, забезпечений контроль за температурою сушіння матеріалу всередині сушильної камери.

Дійсно, через тепловиділення крізь електропровідні стінки сушильної камери, обумовлене різницею температур в сушильній камері та зовнішнього середовища, температура нагріву матеріалу, який підлягає сушінню, є мінімальною біля стінок сушильної камери, а поблизу краю подовжніх ребер випромінювача короткохвильового діапазону - максимальною. Крім того, через конвекцію всередині сушильної камери температура нагріву верхніх шарів висушувального матеріалу буде вищою за температуру нижніх його шарів. Тому вихідні дані з двох датчиків, розташованих поблизу стінок сушильної камери, дозволяють блоку обробки інформації обчислити значення усередненої мінімальної температури висушувального матеріалу, а датчик, розташований поблизу краю одного з подовжніх ребер випромінювача, дозволяє отримати значення максимальної температури нагріву матеріалу.

Завдяки виконанню генератора високої частоти у вигляді автогенератора з підсилювачем його потужності, з яким послідовно зв'язані кероване джерело живлення, система регулювання і блок обробки інформації, до кожного входу якого підключений вихід відповідного датчика температури, забезпечено таке регулювання процесу сушіння матеріалу, яке виключає його недогрів чи перегрів. Блок обробки інформації забезпечує прийняття інформації про значення температури всередині сушильної камери з виходів відповідних датчиків температури і сповіщає систему регулювання про необхідність нагріву сушильного матеріалу. Система регулювання, за сигналом від блоку обробки інформації, забезпечує, за допомогою керованого джерела живлення, включення підсилювача потужності генератора високої частоти при потребі збільшення температури сушіння та відключення - за необхідності припинення нагріву висушувального матеріалу. Датчики температури з блоком обробки інформації, система регулювання, кероване джерело живлення і підсилювач потужності генератора високої частоти виконують функцію регулювання температури шляхом зміни рівня вихідної напруги керованого джерела живлення. Кероване джерело живлення здійснює керування роботою підсилювача потужності генератора високої частоти завдяки управлінню з системи регулювання. Таким чином, впровадження адаптивного контролю температури висушувального матеріалу та регулювання процесу його нагріву сприяє підвищенню якості і рівномірності сушіння. Крім того, при перевищенні температури сушіння матеріалу схема заявленого пристрою дозволяє відключати генератор високої частоти згідно з сигналом керованого джерела живлення, що дозволяє зменшити витрати електроенергії.

Суть корисної моделі пояснюється ілюстрацією, де на Фіг. показане схематичне зображення пристрою для сушіння сипучих дисперсних матеріалів.

Запропонований пристрій для сушіння сипучих дисперсних матеріалів містить сушильну камеру 1 циліндричної форми з електропровідними стінками 2, яка з обох торців має герметичні знімні фланці 3 і 4. Фланець 3 містить центральний отвір 5. Генера-

тор високої частоти, виконаний у вигляді автогенератора 6 з підсилювачем 7 його потужності, через узгоджувальний пристрій 8, зв'язаний з одним із країв випромінювача 9 короткохвильового діапазону через отвір 5; випромінювач 9 виконаний у вигляді стрижня. Другий край випромінювача 9 закріплений в термотривкій керамічній втулці 10, яка встановлена на фланці 4; причому випромінювач 9 і сушильна камера 1 з'єднані коаксіально з генератором високої частоти. Діаметр сушильної камери 1 і її довжина менші від довжини хвилі короткохвильового діапазону у висушувальному матеріалі. Випромінювач 9 забезпечений щонайменше трьома подовжніми ребрами 11 у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до центрального отвору 5 у фланці 3. Сушильна камера 1 має систему 12 вакуумування і ємність 13 для збору конденсату, три датчики температури, розташовані всередині сушильної камери 1 таким чином, що два датчики 14 і 15 температури встановлені в безпосередній близькості від стінок сушильної камери в нижній і верхній її частинах, а третій датчик 16 розміщений поблизу одного з подовжніх ребер випромінювача короткохвильового діапазону, вихід кожного датчика 14, 15 і 16 температури зв'язаний з відповідним входом блоку 17 обробки інформації, з яким послідовно з'єднані система 18 регулювання, кероване джерело живлення 19 і підсилювач 7 потужності генератора високої частоти.

Пристрій працює наступним чином:

В сушильну камеру 1, герметично закрити знімним фланцем 4, засипають до її заповнення сипучий матеріал, який підлягає висушуванню, наприклад сорбент; сушильну камеру 1 герметизують за допомогою знімного фланця 3 з центральним отвором 5. Пристрій підключають до живлючої мережі. Вмикають систему 12 для створення вакууму, генератор високої частоти, виконаний у вигляді автогенератора 6 з підсилювачем 7 його потужності, та кероване джерело живлення 19. В просторі між випромінювачем 9 та стінками 2 сушильної камери 1 виникає електромагнітне поле, яке нагріває матеріал, що підлягає сушінню. У зв'язку з тим, що генератор високої частоти виконаний в короткохвильовому діапазоні і довжина його хвилі істотно більше не тільки діаметра сушильної камери, але і її довжини, конструкція, що пропонується, являє собою неоднорідну коаксіальну хвилеведучу лінію, еквівалентна схема якої має на кінці ємність, розподілену між випромінювачем 9 та стінками 2 сушильної камери 1. За допомогою узгоджувального пристрою 8 регулюють коефіцієнт стоячої хвилі таким чином, щоб він мав мінімальне значення. Матеріал в сушильній камері 1 починає нагріватись. Як відомо, температура сушіння сорбентів знаходиться в діапазоні 100-120°C. Сигнали, пропорційні значенню температури з виходів датчиків 14, 15 і 16 надходять на відповідні входи блоку 17 обробки інформації. Датчик 16 температури встановлений в найгарячішій точці камери - поблизу одного з подовжніх ребер, надсилає на вхід блоку 17 обробки інформації значення максимальної температури висушувального матеріалу, а датчики 14 і 15 надсилають до блоку

17 значення температури в безпосередній близькості від стінок сушильної камери - мінімальне значення температури висушувального матеріалу. Блок 17 обробки інформації сприймає інформацію отриману з виходів датчиків 14, 15 і 16 температури і при досягненні в найгарячішій точці значення температури 120°C блок 17 обробки інформації через систему 18 регулювання, видає сигнал на відключення силового каналу керованого джерела живлення 19, внаслідок чого на підсилювач 7 потужності генератора високої частоти не поступає напруга і він не працює, тим самим зменшуючи витрати електроенергії. З датчиків 14 і 15 до блоку 17 обробки інформації надходять значення температури поблизу стінок сушильної камери 1 внизу і вгорі камери. Блок 17 обробки інформації обчислює середнє значення температури з даних, отриманих з датчиків 14, 15 і при зниженні цього значення до температури 100°C, блок 17 обробки інформації через систему 18 регулювання, видає сигнал на включення силового каналу керованого джерела живлення 19, внаслідок чого починається підігрів висушувального матеріалу всередині сушильної камери 1.

Система вакуумування 12 забезпечує вакуум на рівні (8-10) кПа; завдяки цьому знижується поріг температури інтенсивного випаровування води до 50°C, що виключає коксування мастила на по-

верхні сорбентів. Випромінювач 9, закріплений в термостійкій керамічній втулці 10, має щонайменше три подовжніх ребра і у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік центрального отвору 5 і забезпечує рівномірний нагрів сипучого матеріалу всередині сушильної камери 1.

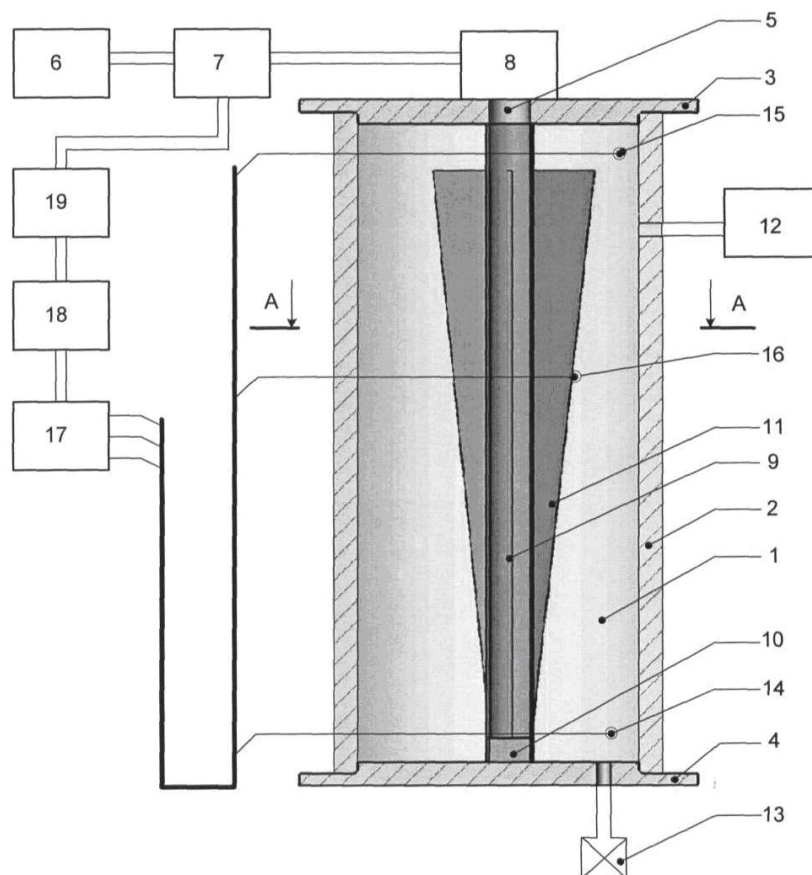
Процес сушіння контролюється по температурі висушувального матеріалу: на початку сушіння генератор високої частоти включено безперервно, що забезпечує швидкий нагрів речовини до температури випаровування води, потім температура стабілізується при заданій величині вакууму; про закінчення сушіння свідчить помітне зменшення частоти включень генератора.

Конденсат, який утворюється при випаровуванні води з сипучого матеріалу поступає у ємність 13 для збору конденсату.

Після закінчення циклу сушіння знімають фланець 4 і вивантажують готовий висушений матеріал.

Технічний результат, який досягається при використанні корисної моделі:

- виключення недогріву та перегріву матеріалів, що є результатом використання системи адаптивного керування процесом сушіння;
- підвищення рівномірності і якості сушіння;
- економія електроенергії.



Фиг.

