



УКРАЇНА

(19) UA
(51)

(11) 55348

(13) U

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ СУШІННЯ СИПУЧИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

1

(21) u201006982

(22) 07.06.2010

(24) 10.12.2010

(46) 10.12.2010, Бюл. № 23, 2010 р.

(72) ГОРОБЕЦЬ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ,
КІВВА ФЕЛІКС ВАСИЛЬОВИЧ, ЗОТОВ СЕРГІЙ
МИХАЙЛОВИЧ, ГОЛОВКО МИХАЙЛО ІВАНОВИЧ,
ГОНЧАРЕНКО ЮРІЙ ВІКТОРОВИЧ, КОВОРОТ-
НИЙ ОЛЕКСІЙ ЛЕОНІДОВИЧ, ГОВОРИЩЕВ ОЛЕ-
КСАНДР ІВАНОВИЧ, ДОМНІН ІГОР ФЕЛІКСОВИЧ,
РИМАР СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ, ДОРОШЕНКО СЕРГІЙ
МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ ІОНОСФЕРИ

(57) Пристрій для сушіння сипучих дисперсних матеріалів, що містить генератор високої частоти, випромінювач якого виконаний у вигляді стрижня, циліндричну сушильну камеру з електропровідними стінками, обладнану системою її вакуумування та дренажною системою для стоку конденсату, оснащену з обох торців герметичними знімними фланцями, один з яких містить центральний отвір

2

для зв'язку виходу генератора високої частоти через закріплений на цьому фланці узгоджувальний пристрій з одним з країв випромінювача, оснащеного щонайменше трьома подовжніми ребрами у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до генератора високої частоти, другий край якого закріплений в термотривкій керамічній втулці, встановленій на другому фланці, при цьому довжина випромінювача в сушильній камері менша від довжини сушильної камери на висоту термотривкої керамічної втулки, а діаметр сушильної камери і її довжина менші від довжини хвилі короткохвильового діапазону у висушувальному матеріалі, який **відрізняється** тим, що він додатково обладнаний датчиком температури, розташованим посередині між випромінювачем та стінками сушильної камери і зв'язаним з проміжним реле, з яким послідовно з'єднаний контактор, підключений до входу генератора високої частоти, виконаного у вигляді автогенератора з підсилювачем його вихідної потужності.

Корисна модель відноситься до техніки сушіння сипучих матеріалів, в тому числі дисперсних, і може бути використана в електроенергетиці, харчовій, медичній, хімічній і інших галузях промисловості для глибокого сушіння термочутливих матеріалів та матеріалів, що пиллять, спікаються, коксуються та руйнуються при нагріві.

Відомо пристрій для сушіння сипучих матеріалів [дивись патент РФ № 2036398, кл. МКВ F26B 3/347], який містить генератор НВЧ діапазону, випромінювач якого виконаний у вигляді стрижня довжиною $L = \lambda_{\text{в}}/4$, 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 стоку водяної пари і 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 збуджуванні 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 та нерівномірності сушіння.

Відомий пристрій для сушіння матеріалів [дивись опис до деклараційного патенту України №43004, кл. F26B3/347], який містить генератор НВЧ діапазону, електропровідну сушильну камеру, що являє собою об'ємний резонатор, з ємністю для матеріалів, що висушуються, стінки якої про-

(13) U

(11) 55348

(19) UA

зорі 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, висока енергоємність і значні втрати теплової енергії через стінки електропровідної сушильної камери. Дійсно, для ефективного збудження об'ємного резонатора об'єм матеріалу, що підлягає висушуванню, 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. Крім того, значна частина теплової енергії втрачається через конвекційні процеси перенесення тепла, обумовлені різницею температур в сушильній камері і зовнішньому середовищі. Дослідження показали, що відношення корисного використання електроенергії до її загальних витрат в даному пристрої не перевищує 10%.

Недоліком цього пристрою є також необхідність обертання ємності з матеріалом для забезпечення рівномірного по глибині матеріалу нагріву, що ускладнює конструкцію і руйнує висушувальний матеріал. Також, недоліком є те, що процес сушіння не передбачає контролю за температурою сушіння висушувального матеріалу, що призводить до нестабільного температурного режиму сушіння, і, як наслідок, до зниження якості сушіння. Використання даного пристрою для сушіння сорбентів показало, що вони витримують лише два цикли регенерації без суттєвих змін корисних властивостей сорбентів.

Найбільш близьким по суті до передбаченого винаходу є «Пристрій для сушіння сипучих дисперсних матеріалів» [дивись опис до патенту № 75206, кл. МПК F26B 3Y347 2006 р.], що містить генератор високої частоти, випромінювач якого виконаний у вигляді стрижня, циліндричну сушильну камеру з електропровідними стінками, обладнану системою її вакуумування та дренажною системою для стоку конденсату і забезпечену з обох торців герметичними знімними фланцями, один з яких містить центральний отвір для зв'язку виходу генератора високої частоти через закріплення на цьому фланці узгоджувальний пристрій з одним з країв випромінювача, забезпеченого щонайменше трьома продовжними ребрами у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до генератора високої частоти, другий край якого закріплення в термотривкій керамічній втулці, встановленій на другому фланці, при цьому довжина випромінювача в сушильній камері менша від довжини сушильної камери на висоту термотривкої керамічної втулки, 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. Це призводить до низької якості сушіння матеріалів, зниження максимальної кількості циклів регенерації і до значних втрат електроенергії.

З іншого боку, 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, що пропонується, поставлена задача розробки пристрою для сушіння сипучих дисперсних матеріалів, переважно сорбентів, виготовлених на основі природних цеолітів, або синтетичних речовин при забезпеченні високої якості сушіння матеріалів і економії енергії завдяки впровадженню температурного контролю за процесом висушування.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для сушіння сипучих дисперсних матеріалів, що містить генератор високої частоти, випромінювач якого виконаний у вигляді стрижня, циліндричну сушильну камеру з електропровідними стінками, обладнану системою її вакуумування та дренажною системою для стоку конденсату в забезпечену з обох торців герметичними знімними фланцями, один з яких містить центральний отвір для зв'язку виходу генератора високої частоти через закріплення на цьому фланці узгоджувальний пристрій з одним з країв випромінювача, забезпеченого щонайменше трьома продовжними ребрами у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до генератора високої частоти, другий край якого закріплення в термотривкій керамічній втулці, встановленій на другому фланці, при цьому довжина випромінювача в сушильній камері менша від довжини сушильної камери на висоту термотривкої керамічної втулки, а діаметр сушильної камери і її довжина менші від довжини хвилі короткохвильового діапазону у висушувальному матеріалі, додатково обладнаний датчиком температури, розташованим посередині між випромінювачем та стінками сушильної камери і зв'язаний з проміжним реле, з яким послідовно з'єднаний контактор, підключений до входу генератора високої частоти, виконаного у вигляді автогенератора з підсилювачем його вихідної потужності.

Завдяки використанню датчика температури, розташованого посередині між випромінювачем та стінками сушильної камери і зв'язаного з проміжним реле, з яким послідовно з'єднаний контактор, підключеного до входу генератора високої частоти, забезпечено температурний контроль за процесом сушіння матеріалів, що призводить до підвищення якості висушування матеріалів і економії електроенергії. Дійсно, при підвищенні температури сушіння всередині сушильної камери вище встановленої, спрацьовує датчик температури, зв'язаний з послідовно з'єднаними проміжним реле і контактором і останній від'єднує генератор високої частоти від живлення, а при зменшенні температури до нижче встановленого значення датчик температури через проміжне реле від'єднує конта-

ктор, який в свою чергу подає напругу живлення до генератора. Таким чином температура сушіння підтримується на заданому рівні. Розміщення датчика температури посередині між випромінювачем і стінками сушильної камери дозволяє вимірювати середню температуру сушіння всередині камери.

Суть корисної моделі пояснюється ілюстраціями:

Фіг. 1 - схематичне зображення пристрою для сушіння матеріалів

Фіг. 2 - розріз по А-А

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. Генератор високої частоти, виконаний у вигляді автогенератора 6 з підсилювачем 7 вихідної потужності, через узгоджувальний пристрій 8, закріплений на фланці 3, 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. Випромінювач 9 (стрижень) виконаний довжиною, меншою довжини сушильної камери 1, причому випромінювач 9 і сушильна камера 1 з'єднані коаксимально з генератором високої частоти. Діаметр сушильної камери 1 і її довжина менші від довжини хвилі короткохвильового діапазону у висушуваному матеріалі. Випромінювач 9 забезпечений щонайменше трьома продовжними ребрами 11 у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до генератора 6 високої частоти. Сушильна камера 1 має систему 12 вакуумування і дренажну систему 13 для стоку конденсату, датчик температури 14, наприклад ТГП-100ЭК-М1, розташований посередині між випромінювачем і стінками сушильної камери, з'єднаний з проміжним реле 15, наприклад РЕС 9, що через контактор 16, наприклад ПМЕ 211, з'єднаний з входом автогенератора 6.

Пристрій працює таким чином:

В сушильну камеру 1, герметично закрити знизу змінним фланцем 4, засипають до її заповнення сипучий матеріал, який підлягає висушуванню. Сушильну камеру 1 герметизують за допомогою знімного фланця 3 з отвором 5. Вмикають пристрій, внаслідок чого мережева напруга подається на систему 12 вакуумування і проміжного реле 15, яке силовими контактами з'єднано з контактором 16, який подає напругу живлення на вхід автогенератора 6. Матеріал в сушильній камері починає нагріватись. Відомо, що температура сушіння сорбентів знаходиться в діапазоні 100...120°C. Температуру матеріалу вимірює датчик температури 14. На цьому датчику встановлюються температури спрацьовування - нижня (100°C) і верхня (120°C). Коли температура досягає 120°C, датчик температури подає сигнал напругою і роз'єднує реле 15, яке від'єднує контакти контактора 16, внаслідок

чого на вхід автогенератора 6 не поступає напруга живлення і він вимикається. При зменшенні температури до заданої величини датчик температури 14 подає сигнал напругою і вмикає реле 15, яке під'єднує контактор 16, внаслідок чого на вхід автогенератора 6 поступає напруга живлення і він починає працювати.

В просторі між випромінювачем 9 (стрижнем) та стінками 2 сушильної камери 1 виникає електромагнітне поле, яке поглинається матеріалом, що підлягає сушінню, і вологою в ньому. В зв'язку з тим, що автогенератор 6 виконаний в короткохвильовому діапазоні і його довжина хвилі істотно більша не тільки діаметра сушильної камери 1, але і її довжини, конструкція, що пропонується, являє собою неоднорідну коаксимальну хвильову лінію, еквівалентна схема якої має на кінці конденсатор, утворений випромінювачем 9 та стінками 2 сушильної камери 1. За допомогою узгоджувального пристрою 8 регулюють коефіцієнт стоячої хвилі таким чином, щоб він мав мінімальне значення.

Система 12 вакуумування забезпечує вакуум на рівні (1-10) кПа; завдяки цьому знижується поріг температури інтенсивного випаровування вологи до 50°C, що виключає коксування мастила на поверхні сорбентів. Випромінювач 9, закріплений в термотривкій керамічній втулці 10, має щонайменше три продовжних ребра 11 у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до автогенератора 6 високої частоти і забезпечує рівномірний нагрів сипучого матеріалу всередині сушильної камери 1.

Термостабілізація речовини в адсорбері досягається за рахунок зміни шпаруватості послідовності імпульсів генератора високої частоти так, що на початку сушіння генератор високої частоти включено безперервно, що забезпечує швидкий нагрів речовини до температури випаровування вологи, а при досягненні заданої температури стабілізації якість сушіння речовини та енергозбереження досягається за рахунок збільшення шпаруватості імпульсів генератора.

Процес сушіння контролюється по температурі висушуваного матеріалу: на початку сушіння температура матеріалу монотонно підвищується, потім стабілізується при заданій величині вакууму; про закінчення сушіння свідчить помітне зменшення частоти включень генератора.

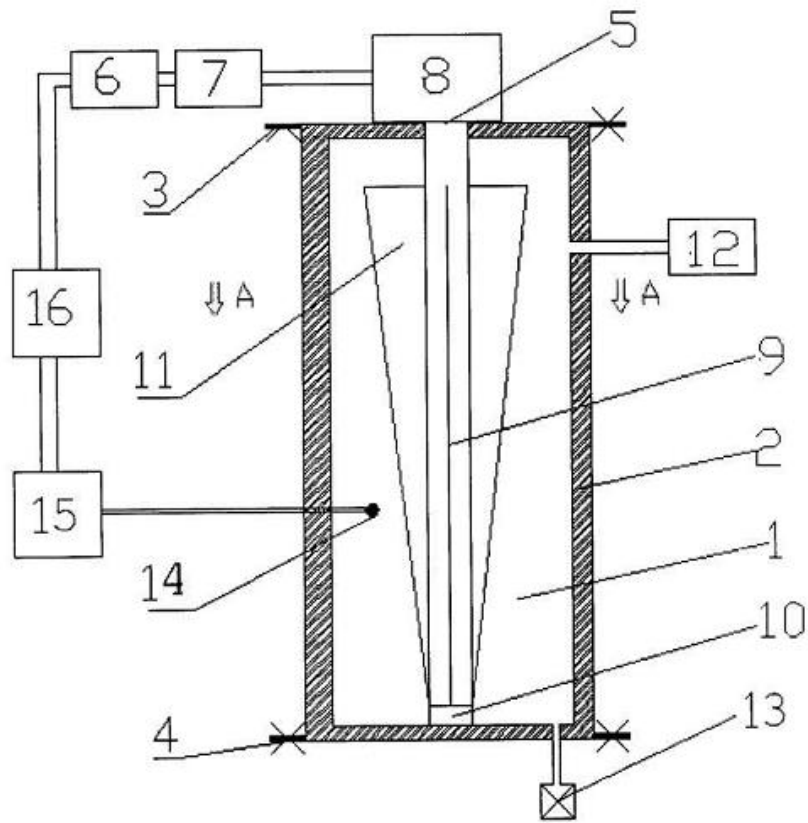
Водяна пара і конденсат, які утворюються при випаровуванні вологи з сипучого матеріалу поступають у дренажну систему 13.

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

Технічний результат, який досягається при використанні корисної моделі:

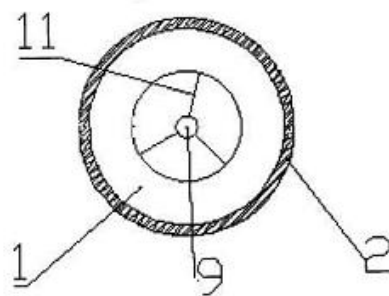
1. Виключення недогріву та перегріву матеріалів, що є результатом використання системи адаптивного керування процесом сушіння, що призводить до підвищення рівномірності сушіння.

2. Економія електроенергії.



Фиг. 1

Розріз по А-А:



Фиг. 2