



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55254 (13) U  
(51) МПК (2009)  
F26B 3/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ СУШІННЯ СИПУЧИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

1

2

(21) u201006404

(22) 25.05.2010

(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 з  
випромінювачем короткохвильового діапазону у  
вигляді стрижня, електропровідну циліндричну  
сушильну камеру з дренажною системою для сто-  
ку конденсату, забезпечену з обох торців гермети-

чними знімними фланцями, один з яких містить  
центральный отвір для зв'язку генератора високої  
частоти через закріплений на цьому фланці узго-  
джувальний пристрій з одним з країв випроміню-  
вача, забезпеченого щонайменше трьома продов-  
жними ребрами у вигляді трикутників, основи яких  
направлені в бік до генератора високої частоти,  
другий край якого закріплений в термотривкій ке-  
рамічній 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 висушуваль-  
ному матеріалі, та систему вакуумування, який  
**відрізняється** тим, що він додатково обладнаний  
теплообмінником, вхід якого з'єднаний з сушиль-  
ною камерою, а вихід через ресивер з'єднаний з  
системою вакуумування.

Корисна модель відноситься до техніки  
сушіння сипучих дисперсних матеріалів і може  
бути використана в електроенергетиці для глибо-  
кого сушіння сорбентів, наприклад, цеоліту,  
силікагелю та інших, за допомогою  
електромагнітного поля високої частоти при зни-  
женому тиску.

Відомий пристрій для сушіння матеріалів [ди-  
вись 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 прозорі  
для мікрохвиль, привід, для обертання ємності,  
конденсатор для зрідження випареної вологи, хо-  
лодильну установку для підтримання температур-  
ного режиму конденсації, теплообмінник, насос  
для примусової циркуляції води, ємність для зби-  
рання конденсату, насос для зниження тиску в  
ємності для матеріалів, що висушуються.

Недоліком вказаного пристрою є низька  
продуктивність і його висока енергоємність.  
Дійсно, для ефективного збудження об'ємного ре-

зонатора об'єм матеріалу, що підлягає висушу-  
ванню, 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 по глибині матеріалу  
нагріву, що ускладнює конструкцію і призводить до  
зниження надійності. Крім того, в процесі обертан-  
ня ємності руйнується висушувальний матеріал.  
Використання даного пристрою для сушіння  
сорбентів показало, що вони витримують лише  
два цикли регенерації без суттєвих змін корисних  
властивостей сорбентів.

Недоліком цього пристрою є також потраплян-  
ня випарованої вологи до насосу для зниження  
тиску (системи вакуумування). Потрапляння  
випарованої з матеріалу вологи до системи вакуу-  
мування призводить до зменшення надійності  
пристрою та збільшення часу обробки.

(13) U

(11) 55254

(19) UA

Відомий також пристрій для сушіння сипучих матеріалів [дивись патент РФ № 2036398, кл. МКВ F26B3/347], 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 зв'язаний з генератором НВЧ діапазону через узгоджувальний пристрій, а сушильна камера забезпечена контейнером для сипучих матеріалів, системою вакуумування та дренажною системою для стоку конденсату. Систему вакуумування сушильної камери виконано у вигляді приводної кришки, зв'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  $\sim 30\%$  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 пристрою є також його велика енергоємність. Так, наприклад, для регенерації 100 кг сорбенту потрібно витратити приблизно 1200 МДж енергії, час обробки сорбенту перевищує 10 годин.

Недоліком цього пристрою є також потрапляння випарованої з сорбенту вологи до системи вакуумування. Потрапляння випарованої вологи до системи вакуумування приводить до зменшення надійності пристрою та збільшення часу обробки матеріалу.

Найбільш близьким по суті до запропонованого є пристрій для сушіння сипучих дисперсних матеріалів [дивись патент України № 75206, МПК F26B3/347], що містить генератор високої частоти з випромінювачем короткохвильового діапазону у вигляді стрижня, електропровідну циліндричну сушильну камеру з дренажною системою для стоку конденсату, забезпечену з обох торців герметичними знімними фланцями, один з яких містить центральний отвір для зв'язку генератора високої частоти через закріплений 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 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, та систему вакуумування. Крім того, система вакуумування з'єднана з сушильною камерою.

Недоліком цього пристрою є потрапляння випарованої з матеріалу вологи до системи вакуумування, що призводить до зменшення надійності пристрою та збільшення часу обробки.

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, що використовуються при очищенні трансформаторних мастил від вологи, при забезпеченні підвищення продуктивності праці (зменшення часу технологічного процесу, при якому досягається заданий результат) і підвищення надійності пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для сушіння сипучих дисперсних матеріалів, що містить генератор високої частоти з випромінювачем короткохвильового діапазону у вигляді стрижня, електропровідну циліндричну сушильну камеру з дренажною системою для стоку конденсату, забезпечену з обох торців герметичними знімними фланцями, один з яких містить центральний отвір для зв'язку генератора високої частоти через закріплений 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 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, та систему вакуумування, додатково обладнаний теплообмінником вхід якого з'єднаний з сушильною камерою, а вихід через ресивер з'єднаний з системою вакуумування.

Завдяки обладнанню пристрою теплообмінником, вхід якого з'єднаний з сушильною камерою, а вихід через ресивер з'єднаний з системою вакуумування, та ресивером забезпечено висушування сипучих матеріалів при зниженому тиску і запобігання потраплянню випарованої вологи до системи вакуумування, що підвищує надійність пристрою та скорочує період висушування матеріалу і, як наслідок, підвищує продуктивність праці.

Суть корисної моделі пояснюється на фіг.

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 для зв'язку генератора 6 високої частоти через узгоджувальний пристрій 7, який закріплений на фланці 3, з одним із країв випромінювача 8 короткохвильового діапазону, виконаного у вигляді стрижня. Другий край випромінювача 8 закріплений в термотривкій керамічній втулці 9, яка встановлена на фланці 4. Випромінювач 8 (стрижень) виконаний довжиною, меншою довжини сушильної каме-

ри 1, причому випромінювач 8 і сушильна камера 1 з'єднані коаксіально з генератором 6 високої частоти. Діаметр сушильної камери 1 і її довжина менші від довжини хвилі короткохвильового діапазону у висушувальному матеріалі. Випромінювач 8 забезпечений щонайменше трьома продовжними ребрами 10 у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до генератора 6 високої частоти. Сушильна камера 1 з'єднана з входом теплообмінника 11, вихід якого через ресивер 12 з'єднаний з системою вакуумування 13. Сушильна камера 1 має дренажну систему 14 для стоку конденсату.

Пристрій працює таким чином:

В сушильну камеру 1, герметично закриту 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 генератор 6 високої частоти та систему вакуумування 13, при цьому вхід теплообмінника 11 закритий, а вихід ресивера 12 відкритий. В просторі між випромінювачем 8 (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 генератор 6 виконаний в короткохвильовому діапазоні і довжина його хвилі істотно більша не тільки від діаметра сушильної камери 1, але і її довжини, конструкція, що пропонується, являє собою неоднорідну коаксіальну хвильову лінію, яка являє собою конденсатор, утворений випромінювачем 8 та стінками 2 сушильної камери 1. За допомогою узгоджувального пристрою 7 регулюють коефіцієнт стоячої хвилі таким чином, щоб він мав мінімальне значення. При зростанні температури до робочої, вихід ресивера 12 закривають, а вхід теплообмінника 11 відкривають, за рахунок чого тиск в сушильній камері 1 та ресивері

12 вирівнюється, внаслідок чого відбувається відтік пару з сушильної камери 1 в теплообмінник 11 і його конденсація. Після закінчення цього процесу вхід теплообмінника 11 закривається, і при відкритому виході ресивера 12 повторюється процес відкачування повітря з ресивера 12. Таким чином, в результаті практично повної конденсації випаруваної вологи в теплообміннику 11 і ресивері 12, випарувана волога в систему вакуумування не поступає. Періодичність повторення цього циклу залежить від вологості сорбенту.

Система 13 вакуумування забезпечує вакуум на рівні (1 -10) кПа; завдяки цьому знижується поріг температури інтенсивного випарювання вологи до 50 °С, що виключає коксування мастила на поверхні сорбентів. Випромінювач 8, закріплений в термостійкій керамічній втулці 9, має щонайменше три продовжних ребра 10 у вигляді трикутників, основи яких направлені в бік до генератора 6 високої частоти, забезпечує рівномірний нагрів сипучого матеріалу всередині сушильної камери 1.

Конденсат, який утворюється при випарюванні вологи з сипучого матеріалу, поступає до дренажної системи 14.

Процес сушіння контролюється по температурі висушувального матеріалу: на початку сушіння температура матеріалу монотонно підвищується, потім стабілізується при заданій величині вакууму; про закінчення сушіння свідчить подальше підвищення температури матеріалу. Після закінчення циклу сушіння знімають фланець 4 і вивантажують готовий висушений матеріал.

Технічний результат, який досягається при використанні корисної моделі:

1. Підвищення надійності пристрою.
2. Підвищення продуктивності праці (зменшення часу технологічного процесу, при якому досягається заданий результат).

