

**УКРАЇНА****(19) UA****(11) 122871****(13) C2****(51) МПК****F26B 17/10 (2006.01)****F26B 25/22 (2006.01)**

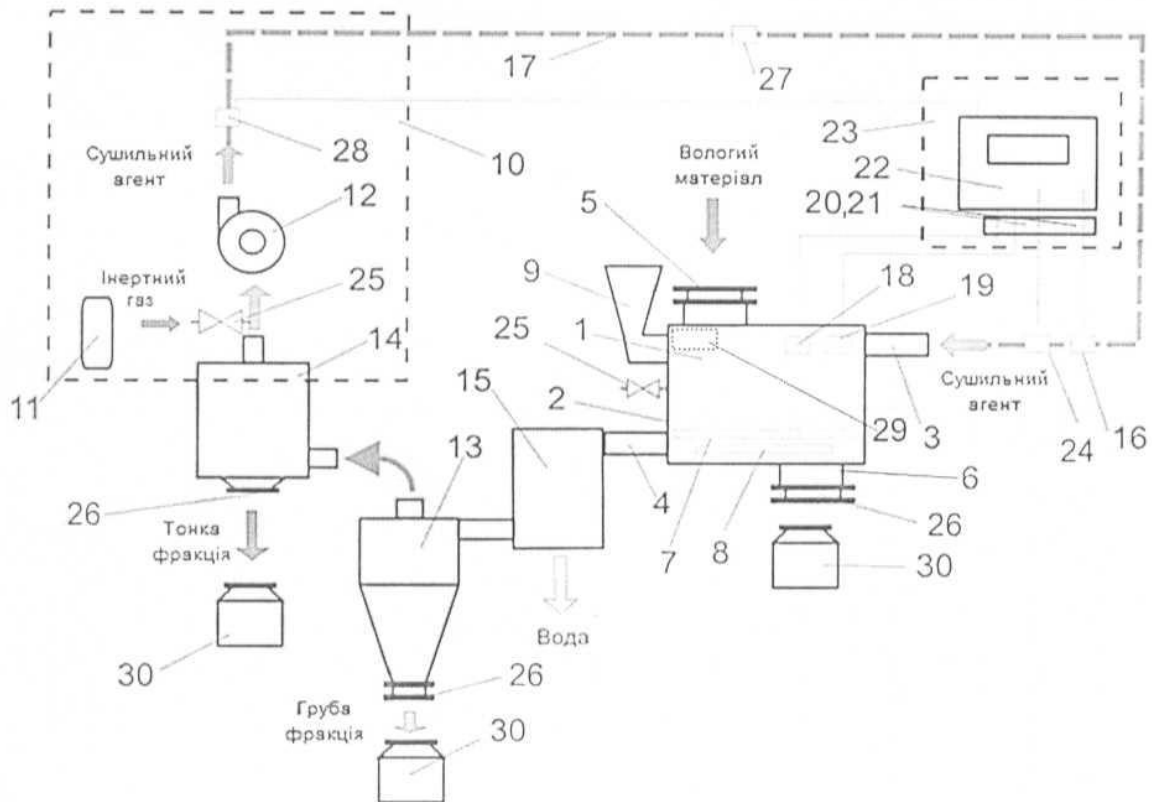
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"**

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(21) Номер заявки:** а 2017 12396**(22) Дата подання заявки:** 14.12.2017**(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності:** 14.01.2021**(41) Публікація відомостей
про заявку:** 25.06.2019, Бюл.№ 12**(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію:** 13.01.2021, Бюл.№ 2**(72) Винахідник(и):****Васильєва Галина Іллівна (UA),
Воропасв Віталій Семенович (UA),
Жога Володимир Олександрович (UA),
Тохтусв Валерій Глібович (UA)****(73) Володілець (володільці):****ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ІМ. І.М.
ФРАНЦЕВИЧА НАН УКРАЇНИ,
вул. Кржижановського, 3, м. Київ-142, 03680
(UA)****(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:****WO 2004079282 A1, 16.09.2004
UA 113303 U, 25.01.2017
UA 106482 C2, 10.09.2014
RU 2158659 C1, 10.11.2000
SU 958811 A1, 15.09.1982
RU 2213309 C1, 27.09.2003
CN 102494524 A, 13.06.2012
GB 892220 A, 21.03.1962
GB 479090 A, 31.01.1938
WO 0067970 A1, 16.11.2000
CN 104048492 A, 17.09.2014****(54) СПОСІБ СУШІННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ТА УСТАНОВКА ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ****(57) Реферат:**

Винаходи стосуються способу сушіння сипких матеріалів та установки для здійснення способу. В способі сушіння сипких матеріалів в потоці сушильного агента з регульованою температурою і з регульованим вмістом кисню висушуваний матеріал завантажують в герметизований кожух, а процес сушіння виконують з використанням циркуляції сушильного агента, при цьому забезпечують заздалегідь задані значення швидкості циркуляції сушильного агента, а також його температури і вмісту в ньому кисню. У способі передбачено видалення з сушильного агента, що відводиться з кожуха, вологи і пилових частинок висушеного матеріалу та розділення висушеного матеріалу на фракції по розміру частинок. Вивантаження фракцій готового продукту проводять в контейнери, заповнені захисним газовим середовищем із заздалегідь заданим вмістом кисню. Також запропонована установка для втілення цього способу, яка містить герметизований кожух, контактну поверхню, систему подачі сушильного агента, систему контролю і регулювання температури контактної поверхні і сушильного агента, містить пристрої для циркуляції сушильного агента в замкнутому циклі, за допомогою відповідного спонукача тяги, та пристрої для регулювання витрати і швидкості потоку. Установка також містить систему контролю і регулювання хімічного складу сушильного агента, зокрема, вмісту в ньому кисню, з відповідними пристроями, шлюзові пристрої для вивантаження висушеного матеріалу в контейнери із захисним газовим середовищем. При

UA 122871 C2

цьому установка додатково містить пристрої для виявлення займання частинок висушеного матеріалу і засоби приглушення джерела займання, а також пристрої для виявлення перевищення заданого рівня тиску усередині кожуха і пристрої для скидання цього тиску. Спосіб та установка забезпечують безпеку процесу сушіння і дозволяють отримати матеріал із змінним ступенем окиснення поверхні частинок.



Фіг. 2

Винахід стосується теплотехнічного сушильного устаткування, яке може бути застосоване у всіх областях техніки для сушіння вологих порошкових та/або сипких матеріалів, зокрема в порошковій металургії, для сушіння порошоків, отриманих розпилюванням розплаву водним струменем, конкретніше, водорозпилених алюмінієвих порошоків, і в умовах, коли необхідно

5 запобігти або зменшити окиснення поверхні частинок порошку і, в той же час, запобігти самозагоранню порошку через підвищення його температури при сушінні.

Відомі технічні рішення, в яких для видалення вологи використовується газоподібний сушильний агент, наприклад Пристрій для сушіння з підігрівом (МПК F26B 15/12, F26B 23/06, F26B 21/00, F26B 25/00, F26B 25/22, Heating drying device, публікація CN104048492 від

10 17.09.2014).

Його недоліком є те, що у ньому відсутня циркуляція сушильного агента і регулювання вмісту кисню в ньому, також температура сушіння надто висока, до 800 °C, тому це рішення непридатне для сушки матеріалів, здатних займатися при контакті з киснем. Крім того, не передбачено захист від пошкоджень обладнання та персоналу у випадку займання

15 висушуваного матеріалу.

Також відоме технічне рішення: Спосіб і пристрій для сушіння матеріалу (МПК F26B 3/02, F26B 15/10, F26B 21/14, F26B 25/00 Method and apparatus for drying material (публікація WIPO № WO/2000/067970 від 16.11.2000), недоліком якого є те, що у ньому відсутня циркуляція сушильного агента і регулювання вмісту кисню в ньому, як сушильний агент використовують

20 перегріту пару, не передбачено захист від пошкоджень обладнання та персоналу у випадку займання висушуваного матеріалу.

Найбільш близьким прототипом є спосіб сушіння: Спосіб сушіння тонкоподрібнених органічних речовин, здатних викликати вибухонебезпечні реакції (МПК F26B 3/00, F26B 5/08, F26B 7/00, F26B 17/10, F26B 25/00, A process for drying finely divided organic substances capable of producing explosive reactions (публікація WIPO № WO/2004/079282 від 16.09.2004), причому

25 спосіб включає такі операції:

на стадії 1 подають безперервний потік вологого матеріалу в турбосушарку (1), яка містить циліндровий трубчастий корпус (19), забезпечений нагрівальною сорочкою (22), закритою торцевими кришками (20, 21) з обох кінців, обладнаними вхідним і вихідним отворами (23, 24), і

30 забезпечений лопатевим ротором (25), встановленим коаксіально для обертання в ньому, для отримання із згаданої турбосушарки (1) безперервного вихідного потоку висушеного порошкоподібного матеріалу і пари при температурі усередині в діапазоні від 150 до 270 °C;

на стадії 2 подають зазначений безперервний потік висушеного порошкоподібного матеріалу і пари в принаймні один пристрій 3, 5 (конкретно, циклон 3 і тканинний фільтр 5) для відділення порошкоподібного матеріалу під пари;

35

на стадії 3 вивантажують із згаданих пристроїв (3, 5) висушений матеріал і відводять потік пари, яка знову подається в турбореактор (1);

при цьому тиск пари усередині згаданого турбосушильного пристрою (1) і згаданих розділювальних пристроїв (3, 5) підтримується постійним і на такому рівні, щоб гарантувати, що кисень по суті відсутній, або, у будь-якому випадку, що порошкоподібний матеріал не може

40 спалахнути.

Також в цьому способі передбачено, що пару, яка відводиться від розділювального пристрою (3, 5), потім подають в конденсаторний пристрій (16) для відділення вологи і знову подають в турбосушарку (1), заздалегідь пропустивши через теплообмінник (9), щоб його температура

45 знаходилася в діапазоні від 150 до 270 °C. Для переміщення пари, що виходить з розділювального пристрою (3, 5), в безперервну сушарку (I) призначений вентилятор (7).

Недоліком відомого технічного рішення є те, що у ньому не забезпечені заходи по приглушенню займання та/або вибуху висушуваного матеріалу, які дозволили б уникнути пошкоджень устаткування та інших негативних наслідків. Також у відомому технічному рішенні

50 не передбачено розділення висушеного матеріалу на фракції по величині частинок і зміна вмісту кисню в сушильному агенті (тобто керування ступенем окиснення частинок отриманого матеріалу). Крім того, у відомому технічному рішенні не передбачено оперативне керування параметрами сушіння, тобто їх регулювання безпосередньо в процесі за заданим алгоритмом,

Задачею винаходу є розробка способу сушіння сипких матеріалів, в якому забезпечено

55 зниження вологовмісту до величини, необхідної за умовами подальшої технології, підвищення ефективності процесу сушіння, а також запобігання займанню висушуваного матеріалу, та передбачені заходи по захисту від пошкодження устаткування і від негативних наслідків можливого займання крім того, задачею винаходу є створення пристрою для здійснення цього способу.

Поставлена задача вирішується в способі, що заявляється, за допомогою використання газоподібного сушильного агента з контрольованим вмістом кисню, циркулюючого в замкнутому об'ємі без контакту з навколишньою атмосферою.

Запропонований спосіб включає наступні етапи:

5 завантаження висушуваного матеріалу на контактну поверхню, причому контактна поверхня поміщена в герметичний кожух і обладнана підігрівачем, при цьому контактна поверхня може бути виконана, наприклад, у вигляді плоского круга, циліндрового барабана або стрічкового конвеєра;

10 сушіння, в якому здійснюють подачу сушильного агента в герметичний кожух і відведення сушильного агента з герметичного кожуха, причому в сушильному агенті вміст кисню понижений відносно атмосферного повітря, зокрема шляхом додавання інертного газу, а також передбачена циркуляція сушильного агента, тобто агент, що відводиться, повертають в герметичний кожух після осушення (видалення вологи), пиловловлювання (фільтрації), підновлення заданого вмісту кисню в ньому і підігріву до заданої температури, для чого

15 передбачені відповідні пристрої контролю і регулювання перерахованих параметрів;

вивантаження готового продукту, причому вивантаження проводять в контейнери, наповнені газовим середовищем з пониженим вмістом кисню, для чого передбачені спеціальні шлюзові пристрої.

Крім того, в способі, що заявляється, передбачено керування процесом сушіння за допомогою мікропроцесорної системи, в яку входять центральний процесор з керуючою програмою, датчики параметрів процесу: температури контактної поверхні, температури сушильного агента, вологості матеріалу, вмісту кисню вмісту вологи в сушильному агенті, об'ємної витрати (швидкості потоку) сушильного агента, тиску усередині кожуха. а також детектори частинок, що горять, і виконавчі механізми для зміни перерахованих параметрів і

25 виконання операцій, передбачених керуючою програмою. При цьому, для сушіння різних матеріалів у пам'ять центрального процесора завантажують відповідно річні керуючі програми, у які закладені різні алгоритми процесу сушіння, значення контрольованих параметрів та команди по їх регулюванню, що розширює область застосування заявленого способу.

Також в запропонованому способі передбачена можливість розділення (класифікації) висушеного матеріалу на принаймні дві фракції за розміром частинок, для чого, після закінчення етапу сушіння, висушений матеріал переводять в завислий стан і пропускають потік сушильного агента із зваженими в ньому частинками матеріалу через інерційний пиловловлювач, наприклад циклон, передбачений для цієї мети в системі циркуляції сушильного агента, і через фільтр, зокрема, тканинний або патронний, при цьому швидкість потоку сушильного агента із завислими

35 в ньому частинками матеріалу встановлюють залежно від необхідного розміру частинок, по якому проводять розділення на фракції. Для отримання більше двох фракцій, передбачено, відповідно, регулювання швидкості потоку або встановлення в контурі циркуляції декількох послідовно розташованих пиловловлювачів різного розміру.

При здійсненні заявленого способу проводять наступні дії:

40 включають систему керування, в центральному процесорі якої зашита керуюча програма із заданими параметрами процесу і реакціями на їх відхилення від заданих значень, після чого система керування циклічно опитує відповідні датчики і видає команди на виконавчі механізми для встановлення необхідних значень контрольованих величин, потім вирішує подальші операції етапів завантаження і сушіння;

45 завантажують висушуваний матеріал на контактну поверхню у вигляді шару заданої товщини, при цьому виключено зв'язок внутрішнього об'єму з навколишньою атмосферою, для чого передбачені відповідні пристрої;

включають циркуляцію сушильного агента в режимі сушіння із заздалегідь встановленими параметрами - температура, об'ємна втрата, вміст кисню; сушильний агент, що при цьому відводиться з кожуха, піддають осушенню (видаленню вологи) в спеціально передбачених пристроях, зокрема конденсаторах або адсорберах, після чого повертають в герметичний кожух, заздалегідь відновивши заданий вміст кисню в ньому;

50 після досягнення заздалегідь заданого значення вологості висушуваного матеріалу, а саме кінцевого значення рівноважного вологовмісту для подальшої технології, встановлюють швидкість потоку (об'ємну витрату) сушильного агента з умови розділення висушеного матеріалу на фракції за розміром частинок, при цьому в пиловловлювачі, наприклад циклоні, відбувається вказане розділення на фракції більше і дрібніше заданого розміру і вони накопичуються в спеціально передбачених ємкостях (контейнерах);

після завершення етапів сушіння і розділення (класифікації), фракції висушеного матеріалу

55 вивантажують в спеціально передбачені контейнери із захисним газовим середовищем, в якому

60 вивантажують в спеціально передбачені контейнери із захисним газовим середовищем, в якому

забезпечене знижений, відносно атмосферного, вміст кисню, для передачі на подальші технологічні операції.

Спосіб сушіння, що заявляється, також забезпечує захист устаткування і оточення від пошкодження та/або інших негативних наслідків у разі раптового займання або вибуху, для чого передбачена система запобігання і засоби приглушення аварійних ситуацій. Система обладнана пристроями виявлення (детекторами) частинок, що горять, або іскор і датчиками тиску, які фіксують перевищення тиском усередині герметичного кожуха заздалегідь встановленого рівня, при цьому, у разі появи в потоці сушильного агента частинок, що горять, або іскор, зупиняється його циркуляція і всередину кожуха подається інертний газ, а при перевищенні граничного рівня тиску спрацьовують розвантажувальні (запобіжні) пристрої у вигляді клапанів або відкидних панелей. Керування системою захисту здійснює центральний процесор системи керування, що сприймає сигнали від сушильного агента датчиків і детекторів, і видає команди на відповідні виконавчі механізми, що задане керуючою програмою центрального процесора. На Фіг. 1 схематично показані операції, які послідовно виконуються на відповідних етапах.

Об'єктом винаходу також є установка для втілення запропонованого способу сушіння, яка містить герметизований кожух, контактну поверхню, систему циркуляції сушильного агента, систему контролю і регулювання температури контактної поверхні і сушильного агента, при цьому подача сушильного агента здійснюється в замкнутому циклі, з його циркуляцією за допомогою відповідного спонукача тяги (вентилятора), і втрату (швидкість потоку) контролюють і регулюють відповідними пристроями, причому установка також містить систему контролю і регулювання хімічного складу сушильного агента, зокрема вмісту в ньому кисню, з відповідними пристроями, крім того, установка містить шлюзові пристрої для вивантаження висушеного матеріалу в спеціальні контейнери із захисним газовим середовищем, при цьому установка додатково містить пристрої для виявлення займанням частинок висушеного матеріалу і засоби приглушення джерела займання, а також пристрої для виявлення перевищення заданого рівня тиску усередині кожуха і пристрої для скидання цього тиску.

Задачею винаходу також є розробка установки для втілення запропонованого способу сушіння, у якій забезпечено зниження вологовмісту до величини, необхідної за умовами подальшої технології, підвищення ефективності процесу сушки, а також запобігання займанню висушуваного матеріалу, та передбачені заходи по захисту від пошкодження устаткування і від негативних наслідків можливого займання

На Фіг. 2 показана принципова схема установки

Установка містить наступні вузли та елементи:

1 герметизований кожух, 2 стінки, 3 патрубок подачі сушильного агента, 4 патрубок відведення сушильного агента, 5 пристрій завантаження висушуваного матеріалу, 6 пристрій для вивантаження матеріалу, 7 контактна поверхня, 8 підігрівач, 9 пристрій для скидання тиску, 10 система циркуляції сушильного агента, 11 джерело інертного газу, 12 вентилятор, 13 інерційний пиловловлювач, 14 фільтр тонкого очищення, 15 осушувач, 16 підігрівач, 17 сполучні трубопроводи, 18 датчики тиску, 19 датчики температури, 20, 21 комутуючі пристрої, 22 центральний процесор, 23 мікропроцесорна система, 24 датчики вмісту кисню, 25 вентиляти подачі інертного газу, 26 шлюзові пристрої для вивантаження фракцій висушеного матеріалу, 27, 28 детектори частинок, що горять, 29 приводи пристроїв для скидання тиску, 30 контейнер.

Більш детально: герметизований кожух 1, включає стінки 2, патрубок подачі сушильного агента 3, патрубок відведення сушильного агента 4, пристрій завантаження висушуваного матеріалу 5, шлюзовий пристрій для вивантаження висушеного матеріалу 6, при цьому усередині кожуха розміщена контактна поверхня 7, обладнана підігрівачем 8, а стінки 2 обладнані пристроями для скидання тиску 9, наприклад відкидними панелями або запобіжними клапанами. Також в кожусі розміщені датчики тиску 18 і температури 19 сушильного агента і контактної поверхні.

Система циркуляції сушильного агента 10 містить джерело інертного газу 11 (наприклад, балони), вентилятор 12, інерційний пиловловлювач 13 (наприклад, циклон), фільтр 14 тонкого очищення, наприклад, тканинний або патронний, осушувач 15 (наприклад, конденсатор або адсорбер), підігрівач 16, сполучні трубопроводи 17, при цьому пиловловлювач 13 і фільтр 14 обладнані шлюзами 26 для вивантаження фракцій висушеного матеріалу. Також передбачені не показані на кресленні засоби для згрібання висушеного матеріалу з контактної поверхні, наприклад скрепки, які застосовують при переведенні частинок матеріалу у завислий стан для подальшої класифікації.

Система контролю і регулювання температури контактної поверхні і сушильного агента містить датчики 19 температури, підігрівачі 8 і 16 і комутуючі пристрої 21 для включення

підігрівачів, причому керування системою, тобто включення і підключення підігрівачів, здійснюється центральним процесором 22 мікропроцесорних системи 23.

Система контролю і регулювання хімічного складу сушильного агента, зокрема містить датчики 24 вмісту кисню і вентилялі 25 для подачі інертного газу в систему циркуляції сушильного агента, причому керування системою, тобто включення і підключення вентилів, здійснюється центральним процесором 22 мікропроцесорної системи 23 відповідно до закладеної в нього програми.

Шлюзові пристрої 26 для вивантаження висушеного матеріалу містять затвори (не показані) що дозволяють приєднувати і від'єднувати контейнери 30 без порушення герметичності і складу захисного газового середовища.

Пристрої для виявлення займання частинок висушеного матеріалу і засоби приглушення джерела займання містять детектори 27, 28 частинок, що горять, які передають сигнал про наявність таких частинок в систему керування і вентилялі 25 подачі інертного газу всередину герметизованого кожуха, по команді від блока керування.

Пристрої для виявлення перевищення заданого рівня тиску усередині кожуха і пристрої для скидання цього тиску включають датчики 18 тиску середовища усередині кожуха 1 і приводи 29 пристроїв для скидання тиску 9, причому керування системою, тобто включення і відключення приводів 29, здійснюється центральним процесором 22 мікропроцесорних системи 23 відповідно до закладеної в нього програми.

Установка працює наступним чином: - висушуваний матеріалу завантажують на контактну поверхню 7, яка попередньо нагріта до заданої температури, і включають циркуляцію сушильного агента за допомогою вентилятора 12, причому сушильний агент нагрітий до заданої температури та вміст кисню в ньому встановлений на заданому рівні; далі відбувається процес сушіння, в якому волога з матеріалу переходить у сушильний агент, причому сушильний агент відводиться з кожуха і подається у осушувач 15, де з нього видаляється волога, а потім надходить у циклон 13 і послідовно у фільтр 14. де з нього видаляються частинки пилу: після цього у сушильний агент додають інертний газ, щоб встановити заданий рівень кисню, і сушильний агент вентилятором знову подається у герметизований кожух 1. Процес циркуляції триває доти, поки буде досягнутий заздалегідь заданий рівень вмісту вологи у матеріалі, потім збільшують швидкість потоку і він, разом із завислими в ньому частинками висушеного матеріалу, пропускається через циклон 13 та фільтр 14, в яких відбувається сепарація матеріалу на принаймні дві фракції за крупністю частинок, причому ці фракції осідають у бункерах під циклоном та фільтром (не показані). Після закінчення сепарації фракції матеріалу вивантажуються через шлюзи 26 до контейнерів 30, які попередньо заповнені газовим середовищем, у якому встановлений заданий вміст кисню, після чого закриті контейнери з матеріалом передають на подальші технологічні операції.

Виходячи з вищевикладеного, заявлений винахід дозволяє інтенсифікувати процес сушіння вологих порошкових матеріалів і забезпечити умови для підтримки заздалегідь заданих параметрів готового продукту: вологості і ступеня окиснення поверхні частинок, а також запобігання займанню висушуваного матеріалу, крім того, передбачені заходи з захисту від пошкодження устаткування і від негативних наслідків можливого займання.

Заявлений пристрій передбачає використання відомих і загальноновживаних матеріалів і технологій у області машинобудування і є придатним для промислового виготовлення традиційними засобами і обладнанням машинобудування.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб сушіння сипких матеріалів, в якому висушуваний матеріал наносять на контактну поверхню, що підігрівається, і піддають дії газоподібного сушильного агента із заздалегідь заданою температурою, при цьому спосіб включає такі етапи: завантаження матеріалу, сушіння, вивантаження матеріалу, який **відрізняється** тим, що

а) завантаження проводять в герметизований кожух, що не допускає безпосереднього контакту висушуваного матеріалу з навколишньою атмосферою;

б) процес сушіння виконують з використанням циркуляції сушильного агента, тобто з поверненням його в точку введення після виходу з герметизованого кожуха, при цьому забезпечують заздалегідь задані значення швидкості циркуляції (витрати) сушильного агента, а також його температури і вмісту в ньому кисню;

в) забезпечують видалення з сушильного агента, що відводиться з кожуха, вологи і пилових частинок висушуваного матеріалу;

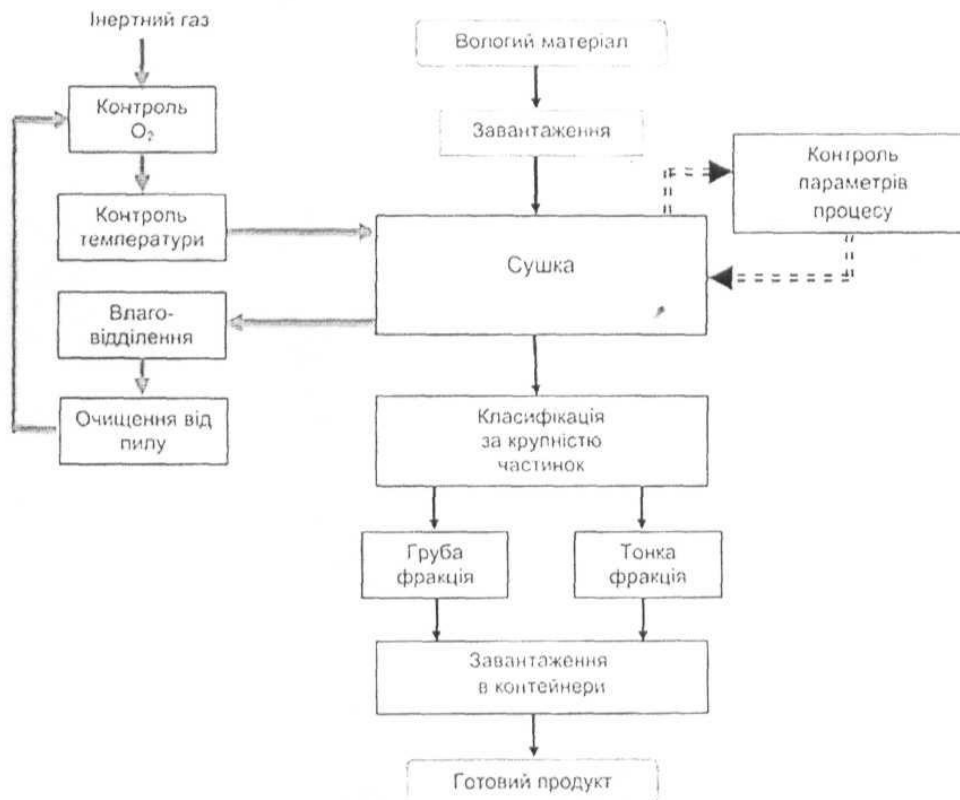
г) після завершення процесу сушіння, після досягнення заздалегідь заданого вмісту вологи в матеріалі, виконують операцію розділення висушеного матеріалу на принаймні дві фракції по розміру частинок шляхом пропускання циркулюючого потоку сушильного агента із зваженим в ньому матеріалом через інерційний класифікатор із заздалегідь заданою швидкістю потоку;

д) вивантаження фракцій готового продукту проводять в контейнери, заповнені захисним газовим середовищем із заздалегідь заданим вмістом кисню.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що в ньому забезпечений захист від займання та/або вибуху висушуваного матеріалу, для чого передбачено операції виявлення займання частинок і приглушення джерела займання, а також фіксації перевищення заздалегідь заданого рівня тиску усередині кожуха і скидання цього тиску, а також тим, що керування всіма процесами і операціями виконують за допомогою мікропроцесорної системи контролю із заздалегідь заданою програмою керування, причому передбачена можливість використання різних програм керування, відповідно до вибраного матеріалу, що висушується.

3. Установа для сушіння сипких матеріалів з використанням потоку сушильного агента, яка містить герметизований кожух, контактну поверхню, систему подачі сушильного агента, систему контролю і регулювання температури контактної поверхні і сушильного агента, яка **відрізняється** тим, що містить пристрої для циркуляції сушильного агента в замкнутому циклі, за допомогою відповідного спонукача тяги, зокрема вентилятора, та пристрої для регулювання витрати і швидкості потоку, причому установка також містить систему контролю і регулювання хімічного складу сушильного агента, зокрема вмісту в ньому кисню, з відповідними пристроями, крім того, установка містить шлюзові пристрої для вивантаження висушеного матеріалу в контейнери із захисним газовим середовищем, при цьому установка додатково містить пристрої для виявлення займання частинок висушеного матеріалу і засоби приглушення джерела займання, а також пристрої для виявлення перевищення заданого рівня тиску усередині кожуха і пристрої для скидання цього тиску.

4. Установка за п. 3, яка **відрізняється** тим, що містить мікропроцесорний блок контролю і керування всіма вузлами і пристроями установки із заздалегідь заданою програмою керування, причому блок контролю і керування виконаний з можливістю завантаження різних програм керування для сушіння різних матеріалів.



Фіг. 1

