



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 114521

(13) U

(51) МПК

B01J 2/16 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 09632**

(22) Дата подання заявки: **19.09.2016**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.03.2017**

(46) Публікація відомостей **10.03.2017, Бюл.№ 5**  
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Артюхов Артем Євгенович (UA),  
Москаленко Кирило Валерійович (UA)**

(73) Власник(и):

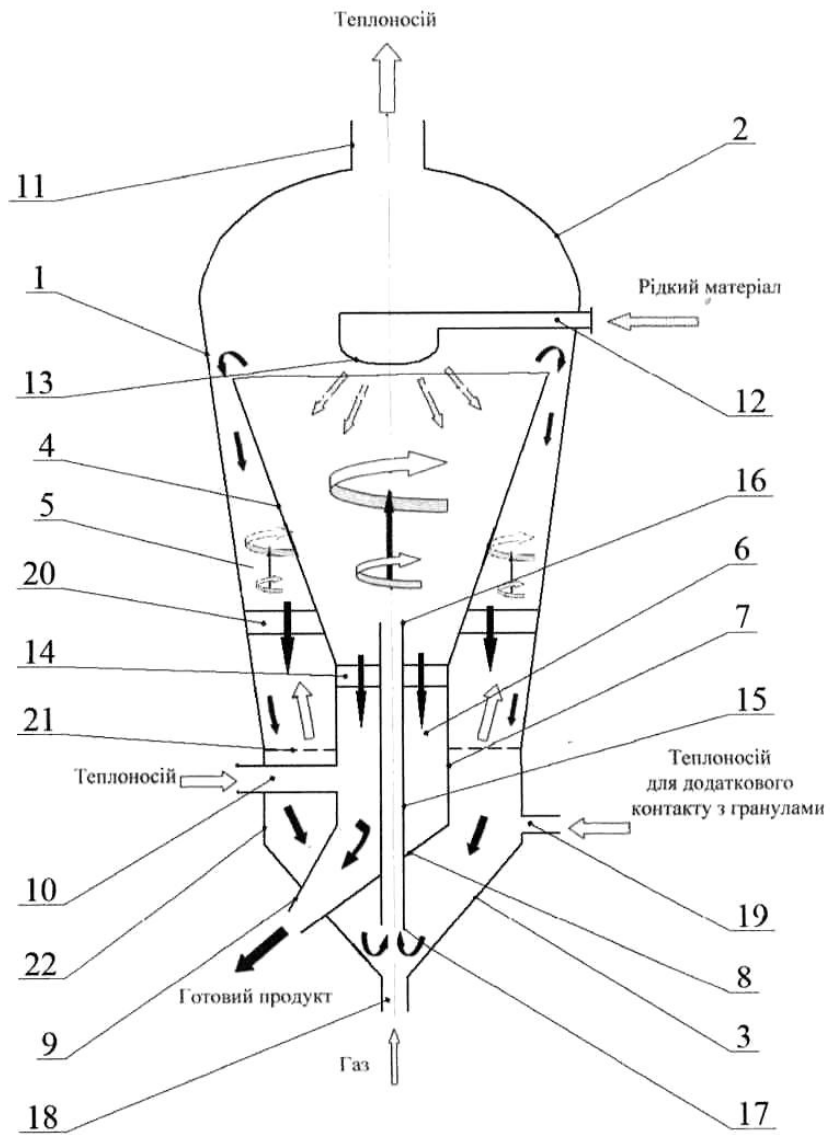
**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми,  
40007 (UA)**

## (54) ВИХРОВИЙ ГРАНУЛЯТОР

### (57) Реферат:

Вихровий гранулятор містить основний вертикальний корпус у вигляді конуса з еліптичною кришкою і днищем. Всередині вертикального корпусу, де нижня частина включає циліндричну частину, концентрично встановлений додатковий конус, з утворенням між їхніми бічними поверхнями міжкорпусної кільцевої порожнини. Розташований на одній осі з додатковим конусом вихровий газорозподільний вузол. Нижня частина якого з'єднана з кільцевим уловлювачем гранул крупної фракції матеріалу, виконаним у вигляді циліндра з похилим днищем і розвантажувальним жолобом для відводу готового продукту. Розміщений всередині кільцевого уловлювача гранул вертикальний направляючий патрубок для подачі дрібної фракції матеріалу. Верхній кінець якого розташований у робочому об'ємі додаткового конуса, а нижній кінець у днищі основного вертикального корпусу. Пристрій також містить патрубки для подачі та відводу потоку теплоносія, перший із яких тангенціально з'єднаний з кільцевим уловлювачем, а другий - виконаний у кришці основного вертикального корпусу. Гранулятор містить патрубок для подачі рідкого матеріалу з вузлом розпилення, який розташований на одній осі з додатковим конусом. Містить патрубок для подачі газового потоку, розташований співвісно з вертикальним направляючим патрубком, розподільний елемент, розташований усередині міжкорпусної кільцевої порожнини. Пристрій включає горизонтальний патрубок для подачі теплоносія у кільцеву порожнину, що з'єднаний з циліндричною частиною нижньої частини вертикального корпусу. Додатково над розподільним елементом в міжкорпусній кільцевій порожнині на одній осі з додатковим конусом встановлений додатковий газорозподільний вузол.

UA 114521 U



Корисна модель належить до виробництва гранул та може бути використана в хімічній, харчовій, гірничодобувній галузях промисловості.

Відомим аналогом є пристрій для здійснення способу гранулювання плавів та розчинів, що містить вертикальний конічний корпус, розпилювач рідкого матеріалу, кришку, патрубки підводу теплоносія та відводу готового продукту у нижній частині вертикального конічного корпусу, патрубки підводу плавів і відводу теплоносія у верхній частині корпусу а також завихрювач потоку теплоносія (див. авторське свідоцтво СРСР № 1554958, МПК В01J2/16, 1990 р.).

Недоліками аналога є відсутність в його конструктивному оформленні елемента для створення окремого потоку гранул проміжної фракції, що утворюється паралельно з гранулами товарної фракції. Неможливість відокремлення потоку дрібних гранул негативно впливає на протікання процесу сушіння у робочому просторі пристрою; конічна форма корпусу забезпечує лише розподіл гранул за розмірами, але не впливає на ступінь завершеності кристалізації та сушіння гранул дрібної фракції. Нерівномірність та недостатній час контакту дрібних гранул з потоком теплоносія позначається на якості кінцевого продукту, зменшуючи ступінь його монодисперсності.

Найближчим аналогом до корисної моделі є пристрій, що містить основний вертикальний корпус у вигляді конуса з еліптичною кришкою і днищем. Всередині вертикального корпусу, нижня частина якого включає циліндричну частину, концентрично встановлений додатковий конус, з утворенням між їхніми бічними поверхнями міжкорпусної кільцевої порожнини, розташований на одній осі з додатковим конусом вихровий газорозподільний вузол, нижня частина якого з'єднана з кільцевим уловлювачем гранул крупної фракції матеріалу, виконаним у вигляді циліндра з похилим днищем і розвантажувальним жолобом для відводу готового продукту, розміщений всередині кільцевого уловлювача гранул вертикальний направляючий патрубок для подачі дрібної фракції матеріалу, верхній кінець якого розташований у робочому об'ємі додаткового конуса, а нижній кінець у днищі основного вертикального корпусу, патрубки для подачі та відводу потоку теплоносія, перший із яких тангенціально з'єднаний з кільцевим уловлювачем, а другий - виконаний у кришці основного вертикального корпусу, патрубок для подачі рідкого матеріалу з вузлом розпилення, який розташований на одній осі з додатковим конусом, патрубок для подачі газового потоку розташований співвісно з вертикальним направляючим патрубком, розташований в міжкорпусній кільцевій порожнині розподільний елемент та горизонтальний патрубок для вводу теплоносія у кільцеву порожнину для додаткового контакту з дрібною фракцією, який з'єднано з циліндричною частиною вертикального корпусу (див. патент України на винахід № 82754, МПК В01 J2/16, 2008 р.).

Недоліками найближчого аналога є те, що в його міжкорпусній кільцевій порожнині максимальна довжина траєкторії руху гранул дрібної фракції відповідає максимальній висоті міжкільцевого простору. Враховуючи те, що теплоносій в міжкорпусній кільцевій порожнині рухається в ламінарному режимі та фактично не чинить опору падінню гранул дрібної фракції, траєкторія їх руху не перевищує максимальної довжини, що є причиною різкого зниження часу їх перебування в цій зоні, і як наслідок, низької інтенсивності теплообмінних і масообмінних процесів. Це призводить до неповного формування структури гранули, та стає причиною зниження показників якості готового продукту та ефективності пристрою.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення вихрового гранулятора шляхом зміни конструктивних елементів пристрою, що покращує ефективність висушування, охолодження та кристалізації гранул товарної та проміжної фракції, збільшує час контакту гранул з теплоносієм, інтенсифікує процес гранулоутворення, підвищуючи швидкість росту гранул, що забезпечує більш високий відсоток отримання гранул товарної фракції та збільшення ступеня монодисперсності гранулометричного складу матеріалу в заданому діапазоні.

Поставлена задача вирішується тим, що вихровий гранулятор містить основний вертикальний корпус у вигляді конуса з еліптичною кришкою і днищем, всередині вертикального корпусу, де нижня частина включає циліндричну частину, концентрично встановлений додатковий конус, з утворенням між їхніми бічними поверхнями міжкорпусної кільцевої порожнини, розташований на одній осі з додатковим конусом вихровий газорозподільний вузол, нижня частина якого з'єднана з кільцевим уловлювачем гранул крупної фракції матеріалу, виконаним у вигляді циліндра з похилим днищем і розвантажувальним жолобом для відводу готового продукту, розміщений всередині кільцевого уловлювача гранул вертикальний направляючий патрубок для подачі дрібної фракції матеріалу, верхній кінець якого розташований у робочому об'ємі додаткового конуса, а нижній кінець у днищі основного вертикального корпусу, патрубки для подачі та відводу потоку теплоносія, перший із яких тангенціально з'єднаний з кільцевим уловлювачем, а другий - виконаний у кришці основного

вертикального корпусу, патрубок для подачі рідкого матеріалу з вузлом розпилення, який розташований на одній осі з додатковим конусом, патрубок для подачі газового потоку, розташований співвісно з вертикальним направляючим патрубком, розподільний елемент, розташований усередині міжкорпусної кільцевої порожнини, горизонтальний патрубок для подачі теплоносія у кільцеву порожнину, що з'єднаний з циліндричною частиною нижньої частини вертикального корпусу, згідно з корисною моделлю, додатково над розподільним елементом в міжкорпусній кільцевій порожнині на одній осі з додатковим конусом встановлений додатковий газорозподільний вузол.

При встановленні в міжкорпусній кільцевій порожнині додаткового вихрового газорозподільного вузла потік гранул дрібної фракції контактує з потоком теплоносія в режимі вихрового зваженого шару; при цьому час перебування гранул дрібної фракції в міжкорпусній кільцевій порожнині збільшується. Це обумовлено характерною для закручених потоків тримірністю поля швидкості і співрозмірністю тангенціального і осьового компонента швидкості, що обумовлює формування трьохмірного поля тиску з радіальним і поздовжнім градієнтом. Завдяки наявності поперечних складових швидкості - тангенціальної і радіальної, посилюється конвекційний перенос імпульсу, енергії і маси. Це є причиною зменшення швидкості руху гранул дрібної фракції і подовження траєкторії їх руху. За рахунок цього з'являється можливість регулювання технологічних параметрів теплоносія відносно до широкого діапазону навантажень по фазах без впливу на протікання процесу гранулоутворення у основному корпусі пристрою; це забезпечує стабільність розміру і форми гранул дрібної фракції, і, як наслідок, однорідний гранулометричний склад готового продукту. Крім того, за рахунок зменшення площі вільного перерізу міжкорпусної кільцевої порожнини та подовження траєкторії руху гранул дрібної фракції стає можливим зменшення температури потоку теплоносія та його витрати.

Використання запропонованого пристрою для одержання гранул пористої структури з використанням зони вторинного контакту гранул дрібної фракції з потоком теплоносія в режимі вихрового зваженого шару дозволить підвищити ефективність процесу охолодження, висушування та кристалізації рідкого матеріалу на гранулах дрібної фракції та прискорити швидкість їх росту, збільшити час перебування гранул дрібної фракції в контакті з потоком теплоносія, максимально повно завершити процес кристалізації, запобігти утворенню гранул з формою, відмінною від сферичної, повністю виключити фактор впливу на процес гранулоутворення перемішування дрібної і товарної фракції, підвищити швидкість росту гранул до товарної фракції, що забезпечить збільшення ступеня монодисперсності отриманого гранулометричного складу готового продукту.

Корисна модель пояснюється кресленням, де наведена схема вихрового гранулятора.

Вихровий гранулятор містить основний вертикальний корпус 1 у вигляді конуса, з еліптичною кришкою 2 і конічним днищем 3 та розташований всередині основного вертикального корпусу 1 концентрично йому і жорстко до нього закріплений додатковий конус 4. Останній утворює з основним вертикальним корпусом 1 міжкорпусну кільцеву порожнину 5, яка обмежується меншими основами додаткового конуса 4 і основного вертикального корпусу 1. На одній осі з додатковим конусом 4 розташований кільцевий уловлювач 6 гранул крупної фракції матеріалу, який виконаний у вигляді циліндра 7 з похилим днищем 8 і розвантажувальним жолобом 9 для відводу готового продукту. Теплоносії подають в пристрій через патрубок 10, тангенціально з'єднаний з кільцевим уловлювачем 6 гранул. Пристрій також містить патрубок 11 для відведення відпрацьованого теплоносія, виконаний у кришці 2 основного вертикального корпусу 1, патрубок 12 для подачі рідкого вихідного матеріалу з вузлом розпилення 13, розташований співвісно з додатковим конусом 4. Пристрій має вихровий газорозподільний вузол 14, розташований на одній осі з додатковим конусом 4, а також вертикальний направляючий патрубок 15, розташований на одній осі з внутрішнім додатковим конусом 4. Верхній кінець 16 патрубка 15 розміщений у робочому об'ємі додаткового конуса 4, а нижній кінець 17 у конічному днищі 3 основного вертикального корпусу 1. Патрубок 15 призначений для подачі дрібної фракції матеріалу. Патрубок 18 призначений для подачі газового потоку, і розташований у конічному днищі 3 основного вертикального корпусу 1 на одній осі з вертикальним патрубком 15. Для подачі теплоносія в другу зону контакту з гранулами використовується горизонтальний патрубок 19. В міжкорпусній кільцевій порожнині 5 закріплений додатковий вихровий газорозподільний вузол 20. Пристрій має також розподільний елемент 21 із отворами, що з'єднаний з циліндричною частиною 22, форма якої належить нижній частині вертикального корпусу 1 і є складовою основного вертикального корпусу 1 у цілому.

Пристрій працює наступним чином.

У пристрій через патрубок 10, з'єднаний з кільцевим уловлювачем 6 тангенціально подається теплоносії і, попередньо, проходячи простір циліндра 7, та рівномірно розподілившись по всьому його верхньому перерізу, надходить до вихрового газорозподільного вузла 14. При його проходженні теплоносії закручується навколо вертикальної осі пристрою і набуває спіралеподібного руху. Вихровий вісесиметричний потік теплоносія переміщується вгору по простору додаткового конуса 4 назустріч матеріалу. Одночасно з цим до утвореного спіралеподібного потоку теплоносія через патрубок 12 до вузла розпилення 13 підводять розплав. Струм розплаву, що витікає з вузла розпилення 13, розпадається на окремі гранули сферичної форми. Утворені гранули, контактуючи з вісесиметричним вихровим потоком теплоносія, охолоджуються і кристалізуються та попадають на внутрішню поверхню додаткового конуса 4. В залежності від отриманого розміру, гранули класифікуються на велику та дрібну фракції за рахунок зміни колової й осьової складових швидкості вісесиметричного вихрового потоку теплоносія по висоті додаткового конуса 4 пристрою. Гранули дрібної фракції підхоплюються створеним у додатковому конусі 4 пристрою вісесиметричним вихровим потоком теплоносія та переміщуються до верхнього перерізу додаткового конуса 4 та відводяться з робочого об'єму пристрою через міжкорпусну кільцеву порожнину 5 між додатковим конусом 4 і основним вертикальним корпусом 1. В міжкорпусній кільцевій порожнині 5 гранули дрібної фракції вторинно контактують в режимі вихрового зваженого шару з вісесиметричним вихровим потоком теплоносія, що надходить до цього об'єму через горизонтальний патрубок 19 через циліндричну частину 22 в основному вертикальному корпусі 1, розподільний елемент 21. Після розподільного елемента 21, рівномірно розподілившись, теплоносії надходить до додаткового вихрового газорозподільного вузла 20.

При його проходженні теплоносії закручується навколо вертикальної осі пристрою і набуває спіралеподібного руху. Вихровий вісесиметричний потік теплоносія переміщується вгору по міжкорпусній кільцевій порожнині 5 назустріч дрібній фракції гранул. В результаті контакту з потоком теплоносія гранули дрібної фракції додатково висушуються, кристалізуються та охолоджуються. Далі гранули дрібної фракції проходять через додатковий вихровий газорозподільний вузол 20, отвори розподільного елемента 21 та опускаються до нижнього перерізу основного вертикального корпусу 1. У кінці дніщі 3 основного вертикального корпусу 1 ці гранули потрапляють у зону розрідження, що створюється навколо струменя газового потоку, який входить через патрубок 18, засмоктуються цим струменем і через нижній кінець 17 патрубка 15, переміщуючись по його порожнині, викидаються через верхній кінець 16 у центральну частину робочого простору додаткового конуса 4 у ядро вихрового зваженого шару. Розплав, який потрапляє на поверхню дрібних гранул, кристалізується, при цьому розмір гранул збільшується. Велика фракція не залишає робочий об'єм пристрою і у міру дорошування та збільшення гранули, циркулюючи об'ємом додаткового конуса 4, переміщуються вниз по його перерізу. При досягненні заданого розміру гранули падають донизу по поверхні додаткового конуса 4, проходять через вихровий газорозподільний вузол 14, циліндричну частину 7 та нахильне днище 8 кільцевого уловлювача 6 гранул та відводяться з пристрою через розвантажувальну тічку 9. Відпрацьований теплоносії виводиться з основного вертикального корпусу 1 через патрубок 11, розташований у еліптичній кришці 2.

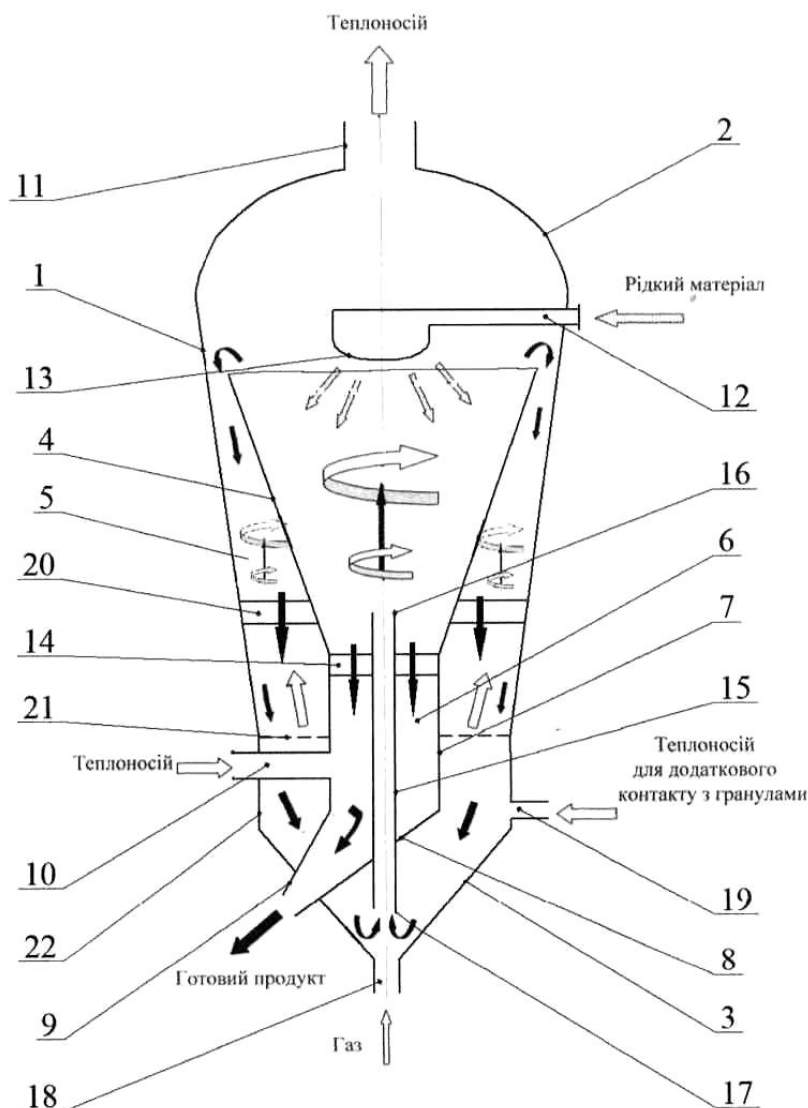
Таким чином, розроблена конструкція вихрового гранулятора у порівнянні з існуючими дозволяє виявити такі переваги:

- покращення ефективності висушування, охолодження та кристалізації гранул товарної та проміжної фракції;
- збільшення часу контакту гранул дрібної фракції з теплоносієм в міжкорпусній кільцевій порожнині;
- інтенсифікація процесу гранулоутворення;
- підвищення швидкості росту гранул, що забезпечує більш високий відсоток отримання гранул товарної фракції та збільшення ступеня монодисперсності гранулометричного складу матеріалу в заданому діапазоні розмірів.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Вихровий гранулятор, що містить основний вертикальний корпус у вигляді конуса з еліптичною кришкою і днищем, всередині вертикального корпусу, де нижня частина включає циліндричну частину, концентрично встановлений додатковий конус, з утворенням між їхніми бічними поверхнями міжкорпусної кільцевої порожнини, розташований на одній осі з додатковим конусом вихровий газорозподільний вузол, нижня частина якого з'єднана з кільцевим уловлювачем гранул крупної фракції матеріалу, виконаним у вигляді циліндра з похилим

днищем і розвантажувальним жолобом для відводу готового продукту, розміщений всередині кільцевого уловлювача гранул вертикальний направляючий патрубок для подачі дрібної фракції матеріалу, верхній кінець якого розташований у робочому об'ємі додаткового конуса, а нижній кінець у днищі основного вертикального корпусу, патрубки для подачі та відводу потоку теплоносія, перший із яких тангенціально з'єднаний з кільцевим уловлювачем, а другий - виконаний у кришці основного вертикального корпусу, патрубок для подачі рідкого матеріалу з вузлом розпилення, який розташований на одній осі з додатковим конусом, патрубок для подачі газового потоку, розташований співвісно з вертикальним направляючим патрубком, розподільний елемент, розташований усередині міжкорпусної кільцевої порожнини, горизонтальний патрубок для подачі теплоносія у кільцевій порожнині, що з'єднаний з циліндричною частиною нижньої частини вертикального корпусу, який **відрізняється** тим, що додатково над розподільним елементом в міжкорпусній кільцевій порожнині на одній осі з додатковим конусом встановлений додатковий газорозподільний вузол.



Комп'ютерна верстка О. Гергіль

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