



УКРАЇНА

(19) UA (11) 87408 (13) C2

(51) МПК (2009)

B01J 2/02

B01J 2/18 (2008.01)

C05C 7/00

C05G 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) ОБЕРТОВИЙ ВІБРОГРАНУЛЯТОР РОЗПЛАВІВ

1

2

(21) а200802712

(22) 03.03.2008

(24) 10.07.2009

(46) 10.07.2009, Бюл.№ 13, 2009 р.

(72) ВАСИЛЬЄВ АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, КРАЄВСЬКИЙ ОЛЕКСІЙ ІВАНОВИЧ, ОСІПОВ ВАЛЕРІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, КОНОНЕНКО МИКОЛА ПЕТРОВИЧ, ПОКОТИЛО ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, КРАЄВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІЙОВИЧ

(73) СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) SU, 563756, A, 23.01.1984

SU, 1719047, A1, 15.03.1992

RU, 2115466, C1, 20.07.1998

RU, 2181305, C1, 20.04.2002

RU, 44064, U1, 27.02.2005

JP, 55060003, A, 06.05.1980

EP, 0233384, A2, 26.08.1987

(57) 1. Обертовий віброгранулятор розплавів, що містить корпус з патрубком для подачі розплаву, кільцевий колектор з кільцевим каналом, розподільник розплаву з напірними лопатями, циліндричну камеру з перфорованим днищем із лопатями, що має отвори для витікання розплаву, розташо-

вані на різній висоті і на різних відстанях від осі обертання днища, так, що осі отворів витікання спрямовані в різні боки під різними кутами до обр'їю, які змонтовані з можливістю обертання від приводу, змонтованого на порожнистому валу, встановленому в підшипниковому вузлі, джерело вібрацій для дроблення струменів розплаву на краплі, що включає вібратор і шток із диском-випромінювачем на кінці, який **відрізняється** тим, що кільцевий колектор виконаний з тангенціальним патрубком для подачі розплаву в колектор, а до кільцевого колектора жорстко закріпленій зворотний конус, що з'єднаний з кільцевим каналом, причому перфороване днище виконане у формі півкулі, а лопаті, які змонтовані у перфорованому днищі, розташовані з зазором 2-6 мм від його внутрішньої поверхні та установлені під кутом 10-12° від осі обертання, крім того зовнішній край лопатей повторює форму перфорованого днища.

2. Обертовий віброгранулятор розплавів за п. 1, який **відрізняється** тим, що диск-випромінювач виконаний по формі перфорованого днища з відношенням діаметрів днищ між собою  $d/D=1/10$  відповідно.

Винахід відноситься до техніки гранулювання розплавів у грануляційних баштах і може бути використаний в хімічній промисловості у виробництві гранульованих азотних добрив (аміачна селітра, сечовина, складні добрива).

Відомий гранулятор вихрового типу, що містить нерухому, порожнисту, циліндричну камеру з перфорованим чашоподібним днищем і отворами витікання. За рахунок тангенціального вводу в полоті гранулятора створюється обертовий вихровий рух плаву, що зменшує забивання отворів витікання. [Холин Б.Г. Центробежные и вибрационные грануляторы плавов и распылители жидкости. - М.: Машиностроение, 1972. - С. 82, рис. 46].

Відомий гранулятор вихрового типу, що містить порожнисту, циліндричну перфоровану оболонку з отворами витікання, а в середині нерухо-

мого циліндра, є лопатева турбіна. Плав подають у полоть перфорованої, циліндричної камери і лопатевою турбіною плаву задають обертання, що створює обертовий вихровий рух плаву та перешкоджає агломерації частинок домішок у полоті перфорованої оболонки та забиванню отворів витікання. [Холин Б.Г. Центробежные и вибрационные грануляторы плавов и распылители жидкости. - М.: Машиностроение. 1972. С. 82, рис. 47].

Недоліком таких грануляторів є те, що краплі плаву рухаються по однаковій або близьких траєкторіях. Це призводить до зіткнення крапель та їхнього злиття, що знижує рівномірність гранул у готовому продукті. Окрім того, при руху крапель з будь якого отвору, по близьких траєкторіях, погіршується теплообмін у грануляційній башті.

(13) C2

(11) 87408

(19) UA

Відомий також обертовий віброгранулятор розплавів в якому є розподіл розплаву і застосована вібраційна система [патент України на винахід № 46121 B01J2/02, 15.05. 2002, бюл. № 5]. Зазначений вище обертовий віброгранулятор, є найбільш близьким до цього винаходу по технічній суті і ефекту, що досягається і тому він прийнятий за прототип. Цей обертовий віброгранулятор розплавів включає корпус з патрубком для подачі розплаву в кільцевий колектор з кільцевим каналом для подальшого подання розплаву у нижню частину циліндричної камери. У нижній частині кільцевого каналу вмонтовано рулонну гофровану насадку, для ламінаризації розплаву перед його входом у розподільник. У розподільнику, є напірні лопатки для надання розплаву обертового руху та нагнітання його через перфорований циліндр. Сітку призначено для остаточної ламінаризації і контрольної фільтрації розплаву перед його входом у перфороване чашоподібне днище з отворами витікання струменів розплаву. Отвори витікання розташовані на різній відстані від вертикальної осі обертання чашоподібного днища на різних рівнях. Осі отворів витікання спрямовано в різні боки, під різними кутами до обрію, що необхідно для розподілу витікання крапель по різних траєкторіях і для інтенсифікації процесу теплообміну у грануляційній башті. На периферії чашоподібне днище має низькочастотний фільтр вібрацій у вигляді однієї, або декількох гофрів, власна частина коливань яких разом з чашоподібним днищем менше робочої частоти джерела вібрації. Низькочастотний фільтр вібрації розміщено між чашоподібним перфорованим днищем і циліндричною камерою. За допомогою конусного днища, лопатів, кільця і болтів з втулками, циліндричну камеру з чашоподібним днищем і всіх обертових частин через фланцеве з'єднання закріплено до порожнистого валу, що встановлений у підшипниковому вузлі і має шків для приводу обертання.

Є вібратор з резонатором, штоком і диском-випромінювачем, який встановлено над внутрішньою центральною частиною чашоподібного днища із зазором. При роботі даного гранулятора отримують практично рівномірні гранули, та покращення процесу їх охолодження у грануляційній башті.

Однак недоліком зазначеного гранулятора, є швидке піноутворення та забивання отворів витікання при спробі гранулювання розплавів з домішками, тому, що розплав з домішками падає з висоти на гофровану насадку або конусне днище, а при падінні з висоти розплаву з домішками (малоконцентрована азотна кислота та домішки, наприклад гідрогумат, що є лужним середовищем) іде значне піноутворення. А забивання отворів проходить за рахунок частинок, що знаходяться у домішках і для їх проходження скрізь отвори потрібен додатковий тиск безпосередньо перед отворами витікання.

В основу винаходу поставлене завдання створення такої конструкції обертового віброгранулятора, що забезпечував би отримання рівномірних гранул з розплавів азотних добрив з домішками, без частого забивання отворів витікання та усунення піноутворення у камері гранулятора, а також

інтенсифікувати процес охолодження гранул, що підвищить якість добрива, яке отримують.

Поставлене завдання вирішується тим, що у обертовому віброгрануляторі розплавів, що містить корпус із патрубком для подачі розплаву, кільцевий колектор з кільцевим каналом, розподільник розплаву з напірними лопатями, циліндричну камеру з перфорованим днищем із лопатями, що має отвори для витікання розплаву, розташовані на різній висоті і на різних відстанях від осі обертання днища, так, що осі отворів витікання спрямовані в різні боки під різними кутами до обрію, які змонтовано з можливістю обертання від приводу, змонтованому на порожнистому валі, встановленому в підшипниковому вузлі, джерело вібрацій для дроблення струменів розплаву на краплі, що включає вібратор і шток із диском-випромінювачем на кінці, згідно з винаходом, кільцевий колектор виконаний з тангенціальним патрубком для подачі розплаву в колектор, а до кільцевого колектора жорстко закріплений зворотній конус і з'єднаний з кільцевим каналом, причому перфороване днище виконане у формі півкулі, а лопаті, які змонтовані у перфорованому днищі, розташовані з зазором 2-6мм від його внутрішньої поверхні та встановлені під кутом 10-12° від осі обертання, крім того зовнішній край лопатів повторює форму перфорованого днища.

Диск-випромінювач виконаний по формі перфорованого днища з відношенням діаметрів днищ  $d/D=1/10$ .

Виконання перфорованого днища у формі півкулі, як показує практика, забезпечує одержання рівномірних гранул, тому що, у такому днищі збільшується загальна площа для перфорування отворів і тому відстань (крок) між отворами витікання можна збільшити, що поліпшує тепловий баланс у башті та усуває можливість зіткнення крапель (гранул).

Тангенціальний патрубок, котрий надає розплаву вихрового обертового руху та лопатів (напірних), які підтримують заданий рух в перфорованому днищі з градієнтами швидкості біля внутрішньої поверхні оболонки, який перешкоджає забиванню отворів витікання та дозволяє розкидати краплі розплаву, що гранулюють по різних траєкторіях у грануляційній башті, що покращує умови теплообміну та процесу кристалізації крапель.

Напірні лопаті, котрі встановлюються над внутрішньою поверхнею днища із зазором від внутрішньої поверхні днища та під кутом до осі обертання, збільшують тиск розплаву в додаток до заданого тиску в грануляторі, безпосередньо перед отворами витікання на 0,2-0,6мл/водяного стовпа, при обертах гранулятора 60-90об/хв.

При встановленні напірних лопатів під кутом до осі обертання менше 10°, наприклад 9°, то тиск по всьому перетину перфорованого днища зменшується, а при встановленні лопатів більше 12°, наприклад 13°, змішують розплав не створюючи додаткового тиску перед отворами витікання перфорованого днища гранулятора.

При тангенціальному вводі розплав йде по периферії стінок кільцевого колектора, зворотній конус, кільцевий канал, конус і подається до роз-

подільника і перфорованого днища не створюючи при цьому піноутворення розплаву з домішками.

Зазор між внутрішньою поверхнею перфорованого днища та напірними лопатями запобігає забиванню отворів витікання частинками добавок, що знаходяться у розплаві з домішками. Якщо зазор менше 2мм, наприклад 1мм, то погіршується проходження віброхвиль між днищем та розплавом перед отворами витікання, які передаються диском-випромінювачем, а якщо зазор між днищем та лопатями більший 6мм, то тиск розплаву на отвори витікання зменшується.

Використання кільцевого колектора з тангенціальним патрубком та зворотнім конусом надає можливість розплаву рухатись по периферії кільцевого колектора, зворотного конусу та кільцевого каналу за рахунок швидкості розплаву, який заданий тангенціальним вводом, тобто тангенціальний ввід створює круговий рух у кільцевому колекторі та зворотному конусі і кільцевому каналі, що запобігає процесу піноутворення плаву з домішками при його руху до перфорованого напівкульового днища. Якщо не застосовувати зворотній конус, то розплав буде падати прямо з висоти, що сприяє процесу піноутворення.

Диск-випромінювач виконується по формі напівкільцевого днища для покращення передачі вібрацій на днище і плав.

Проведений заявниками аналіз рівня техніки дозволив встановити, що аналоги котрі характеризуються сукупностями ознак, тотожних всім ознакам заявленого пристрою, відсутні, отже заявлений винахід відповідає умові патентоспроможності „новизна". Результати пошуку відомих рішень у даній і суміжних областях техніки, з метою виявлення ознак, що збігаються з відмінними від прототипу ознаками пристрою, що заявляється, показали, що вони не впливають явним способом з рівняннями техніки. З визначенням заявником рівнем техніки не виявлена відомість впливу на досягнення зазначеного результату перетворень, що передбачається істотними ознаками винаходу. Отже винахід відповідає умові патентоспроможності „винахідницький рівень".

Винахід ілюструється кресленнями, де на Фіг.1 показаний осьовий розріз обертового віброгранулятора розплавів; на Фіг.2 показано розташування напірних лопатів; на Фіг.3 розріз А-А на Фіг.2.

Обертовий віброгранулятор розплавів (див. Фіг.1) містить корпус 1 з патрубком 2 і тангенціальним патрубком 3, вмонтованим в кільцевий колектор 4, для подачі розплаву в кільцевий колектор 4 із зворотнім конусом 5 та кільцевим каналом 6 для подальшої подачі розплаву через розподільник 8 та конус 11 в нижню частину циліндричної камери 7 і перфороване днище 12, виконане у формі півкулі. У розподільнику плав 8 розташовані напірні лопаті 9, для підтримки обертового руху розплаву який заданий тангенціальним патрубком 3 для його нагнітання через перфорований циліндр 10. В подальшому розплав по конусу 11 надходить у перфороване напівкульове днище 12. У перфорованому днищі 12 розташовані з зазором 2-6мм від його внутрішньої поверхні лопаті 13 (напірні), встановлені під кутом 10-12° до осі обертання, а зовнішній край напірних лопатів 13 повто-

рює форму перфорованого днища 12 для збільшення обертового руху плаву, котрий заданий тангенціальним патрубком 3 для збільшення його нагнітання через отвори витікання 14 струменів розплаву. Сітка 15, котра розташована на розподільнику 8 призначена для контрольної фільтрації розплаву. Отвори витікання 14 розташовані на різній відстані від вертикальної осі обертання напівкульового перфорованого днища 12 на різних рівнях. Осі отворів витікання спрямовані в різні боки під різними кутами до обрью, що необхідно для розподілу крапель (гранул) по різних траєкторіях і для інтенсифікації процесу теплообміну в грануляційній башті. За допомогою конуса 11, лопатів 9, кільця 16, болтів 17 і шпильок 18, циліндрична камера 7 з напівкульовим перфорованим днищем 12 кріпиться до порожнистого валу 19, який встановлений у підшипниковому вузлі 20. Порожнистий вал 19 має привід (шків) 21 для приводу в обертання порожнистого валу 19, циліндричної камери 7 із напівкульовим перфорованим днищем 12 розподільника розплаву 8, лопатів 9 розподільника і напірних лопатів 13 перфорованого днища 12. Фланцеве з'єднання 22 призначене для приєднання до порожнистого валу 19 всіх обертових частин. Виступи 23 призначені для центрування циліндричної камери 7 і напівкульового перфорованого днища 12 при складанні віброгранулятора. Вібратор 24 зі штоком 25 і диском-випромінювачем 26 призначені для гідродинамічної передачі вібрації на центральну частину напівкульового днища та розплав, який знаходиться в днищі безпосередньо перед отворами витікання. Диск-випромінювач 26 виконаний у формі напівкульового перфорованого днища 12 з відношенням діаметрів днища  $d/D=1/10$  і встановлений над внутрішньою центральною частиною напівкульового перфорованого днища 12 з зазором від 2 до 25 товщин стінки напівкульового перфорованого днища 12 для встановлення ефективною передачі вібрації напівкульового перфорованого днищу 12 у вигляді асиметричних хвиль, які поширюються від диска-випромінювача 26 до напівкульового перфорованого днища 12 і до розплаву. В якості вібратора 24, може бути використаний електромагнітний, пневматичний або електродинамічний вібратор. Втулка 27 призначена для центрування штока 25.

Обертовий віброгранулятор працює наступним чином: приводиться в обертання привід 21 з порожнистим валом 19 з розрахунковою частотою від електродвигуна, водночас, від цього приводу з тією ж частотою приводиться в обертання розподільник 8 з лопатями 9, перфорованим днищем 12 та отворами витікання 14 і напірними лопатями 13, які розташовані у перфорованому днищі 12. Сітка 15 призначена для контрольної фільтрації розплаву. Розплав (азотних добрив) подається по патрубках 2 і 3 в кільцевий колектор 4 по конусу 5 та кільцевому каналу 6 через розподільник розплаву 8 та конус 11 подається в перфороване днище 12. При взаємодії з лопатями 9, відбувається постійний обертальний рух заданий тангенціальним вводом 3, за рахунок чого виникає напір, котрий надає можливість розплаву рівномірно проходити скрізь отвори перфорованого циліндра 8 і через

сітку 15. Далі розплав надходить у перфороване днище 12. Напірні лопаті 13 надають обертання розплаву у днищі 12. Швидкість обертання розплаву у напівкульовому перфорованому днищі 12 вища швидкості обертання напівкульового перфорованого днища 12. Під дією відцентрованої сили, розплав приймає форму обертового днища 12, а на внутрішній поверхні перфорованого днища 12, перед отворами витікання 14 створюється тиск  $P$ , який з достатньою точністю визначається за допомогою рівняння:

$$P = \frac{P * \Omega^2}{2} * (R_1^2 - R_2^2)$$

де  $\Omega$  - кутова швидкість рідини від дії напірних лопатів;

$P$  - щільність рідини, яка гранулюється;

$R_1$  - внутрішній радіус перфорованого днища;

$R_2$  - радіус вільної поверхні рідини у перфорованому днищі.

Під дією цього напору, розплав з домішками рівномірно витікає з усіх отворів 14 днища 12 у вигляді струменів. Водночас з подачею розплаву в роботу включається вібратор 24. Через шток 25, вібрації розрахункової частоти передаються диску-випромінювачу 26. Диск-випромінювач 26 розташований над центральною частиною внутрішньої поверхні напівкульового перфорованого днища 12 з зазором 2 - 25 товщин днища. Цей розмір зазору

забезпечує надійний гідродинамічний зв'язок диска-випромінювача 26 і центральної частини днища. При такій гідродинамічній взаємодії, від центру днища поширюються регулярні асиметричні хвилі, котрі поширюються як по днищу 12 у вигляді пружних деформацій, так і в розплаві, який заповнює внутрішню поверхню днища 12 безпосередньо перед отворами витікання. В результаті на струмені розплаву, що виникають з отворів 14, накладаються регулярні збурення у вигляді звужень і стовщень. В результаті струмені розплаву розпадаються в місцях звужень на рівномірні краплі. Обертовим напівкульовим перфорованим днищем 12 краплі розплаву розкидаються по різним траєкторіям у грануляційній башті, де вони кристалізуються і охолоджуються перетворюючись на сферичні гранули.

Встановлення строгої частоти обертання приводу гранулятора та колового руху плаву у перфорованому днищі, виконаному у формі півкулі дозволяє одержувати до 98% рівномірних високоякісних гранул з розплаву з домішками. Істотно підвищити надійність роботи гранулятора, усунути піноутворення та зменшити забивання отворів витікання при виготовленні гранульованих добрив з домішками. Отже винахід, що заявляється відповідає умові патентоспроможності „промислова новизна”.

