



УКРАЇНА

(19) UA (11) 90980 (13) C2  
(51) МПК (2009)  
B01J 2/02  
B01J 2/18 (2006.01)  
C05C 7/00  
C05G 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) ОБЕРТОВИЙ ВІБРОГРАНУЛЯТОР РОЗПЛАВІВ

1

(21) а200907047

(22) 06.07.2009

(24) 10.06.2010

(46) 10.06.2010, Бюл.№ 11, 2010 р.

(72) КРАЄВСЬКИЙ ОЛЕКСІЙ ІВАНОВИЧ, ВАСИЛЬЄВ АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ПОКОТИЛО ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, КРАЄВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІЙОВИЧ, ОСІПОВ ВАЛЕРІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, ПАКАЧАЙЛО ІВАН ТАДЕУШАВИЧ, ВУ, БАБРОВ ВІКТАР ВАСИЛЬЄВИЧ, ВУ

(73) СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) UA, 87408, C2, 10.07.2009

UA, 29950, U, 11.02.2008

SU, 1713167, A1, 11.12.1987

SU, 806095, 23.02.1981

RU, 44064, U1, 27.02.2005

EP, 0233384, A2, 26.08.1987

JP, 55060003, A, 06.05.1980

(57) 1. Обертовий віброгранулятор розплавів, що містить корпус з патрубком для подачі розплаву, кільцевий колектор з кільцевим каналом, між якими жорстко закріплений зворотний конус, патрубок тангенціального вводу розплаву в кільцевий колектор, розподільник, циліндричну камеру з півсферичним перфорованим днищем, в якому розташовані напірні лопатки з зазором від внутрішньої поверхні днища і під кутом від осі обертання, що має отвори для витікання розплаву, розташовані на різній висоті і на різних відстанях від осі обертання циліндричної камери так, що осі отворів витікання направлені в різні боки під різними кутами до обрїю, а циліндрична камера з півсферичним перфорованим днищем, напірними лопатками та

2

розподільником змонтовані з можливістю обертання від приводу, який встановлений в підшипниковому вузлі на порожньому валу, джерело вібрації для дроблення струменів розплаву на краплі, що включає вібратор та шток із диском-випромінювачем на кінці, який відрізняється тим, що патрубок тангенціального вводу розплаву в колектор розташований усередині колектора, причому верхній кінець вказаного патрубка жорстко закріплений до патрубка для подачі розплаву, а нижній його кінець розташований на відстані від стінки колектора та під кутом 15-20° у напрямку обертання циліндричної камери, а днище виконане з рівною круговою неперфорованою поверхнею в центрі, крім того над розподільником встановлений поплавок, який виконаний із двох частин - внутрішньої, у вигляді замкненої ємності, в якій знаходиться повітря, і зовнішньої - горизонтальної, в якій виконані отвори для проходження газу, який знаходиться у бульбашках піни, та голки для знищення бульбашок, що розміщені по спіралі проти руху розплаву.

2. Обертовий віброгранулятор розплавів за п. 1, який відрізняється тим, що нижній кінець патрубка тангенціального вводу розплаву в колектор розташований на відстані 30-50 мм від стінки кільцевого колектора.

3. Обертовий віброгранулятор розплавів за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що диск-випромінювач виконаний діаметром  $d$ , який має наступне співвідношення з діаметром кругової неперфорованої поверхні в центрі днища  $D$ :  $d/D=1/2,5$ .

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 обертовий віброгранулятор розплавів в якому є розподіл розплаву і застосована вібраційна система (патент України на винахід № 46121 B01J2/02, 15.05.2002, бюл. № 5).

Цей обертовий віброгранулятор розплавів включає корпус з патрубком для подачі розплаву в

(19) UA (11) 90980 (13) C2

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 (гранул) 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 коливаний 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, лопаток, 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.

Відомий також обертовий віброгранулятор розплавів (заявка України на винахід № а 2008 02712, МПК В01J2/02, 03.03.2008). Зазначений обертовий віброгранулятор, є найбільш близьким до цього винаходу по технічній суті і ефекту, що досягається і тому він прийнятий як найближчий аналог. Цей гранулятор містить корпус із патрубком для подачі розплаву, кільцевий колектор з кільцевим каналом та зворотним конусом, розподільник розплаву з напірними лопатками, циліндричну камеру з перфорованим напівсферичним днищем та із напірними лопатками, 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, встановленому на порожнистому валі в підшипниковому вузлі, джерело вібрацій для дроблення струменів розплаву на краплі, що включає вібратор і шток із диском-випромінювачем на кінці, крім того, кільцевий колектор виконаний з патрубком тангенціального вводу розплаву в колектор, а до кільцевого колектора жорстко закріплений зворотний конус, який з'єднаний з кільцевим каналом, причому перфороване днище виконане напівсферичним, а напірні лопатки змонтовані у перфорованому днищі, розташовані з зазором 2-6 мм від його внутрішньої поверхні та встановлені під кутом 10-12° від осі обертання, а зовнішній край лопаток повторює форму перфорованого днища.

Недоліком зазначеного гранулятора є те, що він працює стабільно при виробництві азотних гранульованих добрив з домішками, при умові, якщо у гранулятор не подають розплав одночасно з піною, наприклад при виробництві гранульованої аміачної селітри із розплаву після виробництва нітрофосок, або при виробництві гранульованої аміачної селітри з добавками, наприклад добавками чотирьоххлорного вуглецю і т.ін.

В основу винаходу поставлене завдання створення такої конструкції обертового віброгранулятора, що забезпечував би отримання рівномірних гранул з розплавів азотних добрив з домішками, підвищення експлуатаційного строку роботи гранулятора без забивання отворів витікання розплаву та знищення негативного піноутворення і подальшого його усунення у камері гранулятора, а також інтенсифікувати процес охолодження гранул, що підвищить якість продукції, яку отримують.

Поставлене завдання вирішується тим, що обертовий віброгранулятор розплавів, що містить корпус із патрубком для подачі розплаву в колектор із кільцевим каналом, між якими жорстко закріплений зворотній конус, патрубок тангенціального вводу розплаву в колектор, циліндричну камеру з напівсферичним перфорованим днищем, в якому розташовані напірні лопатки з зазором від його внутрішньої поверхні і під кутом від осі обертання, що має отвори для витікання розплаву, розташовані на різній висоті і на різних відстанях від осі обертання циліндричної камери так, що осі отворів витікання направлені в різні боки під різними кутами до обрію, а циліндрична камера з напівсферичним перфорованим днищем, напірними лопатками та розподільником змонтовані з можливістю обертання від приводу, який встановлений в підшипниковому вузлі на порожнистому валі, джерело вібрацій для дроблення струменів розплаву на краплі, що включає вібратор та шток із диском-випромінювачем на кінці, згідно з винаходом, патрубок тангенціального вводу розплаву в колектор розташований у середині колектора, причому верхній кінець патрубка жорстко закріплений до патрубка для подачі розплаву, а нижній його кінець розташований на відстані від стінки колектора та під кутом 15-20° у напрямку обертання камери, а днище виконане з рівною круговою перфорованою поверхнею в центрі, крім того над

розподільником установлений поплавок, який виконаний із двох частин - внутрішньої, у вигляді замкненої ємності, в якій знаходиться повітря і зовнішньої - горизонтальної, в якій виконані отвори для проходження газу, який знаходиться у бульбашках піни та голки для знищення бульбашок, які розміщені по спіралі проти руху розплаву.

Крім того, нижній кінець патрубка тангенціального вводу розплаву в колектор розташований на відстані 30-50 мм від стінки колектора.

Диск-випромінювач виконаний з діаметром  $d/D = 1/2,5$  по відношенню до діаметра кругової поверхні в середині днища.

Патрубок тангенціального вводу розплаву розташований в середині колектора для надання руху розплаву по стінках колектора, зворотньому конусу та циліндричному каналі, а якщо змонтувати тангенціального ввід з зовнішньої стінки колектора, то більша частина розплаву буде рухатись прямо на конусний диск, що створює піноутворення.

При встановленні тангенціального патрубка на відстані більшої чим 40 мм від стінки колектора, наприклад 45 мм, то розплав стікає вниз без задання вихорового руху по стінках колектора зворотнього конуса і кільцевого каналу, перетворюючись на прямий потік розплаву, що призводить до негативного піноутворення. При розташуванні тангенціального патрубка на відстані меншій чим 30 мм від внутрішньої стінки колектора, розплав внаслідок малого зазору буде відбиватися від стінки, тим самим створюючи негативне піноутворення. Встановлення тангенціального патрубка під кутом меншим чим  $15^\circ$  від стінки колектора не дасть кругового руху розплаву, а встановлення тангенціального патрубка більше чим  $20^\circ$  від стінки колектора зменшує круговий рух розплаву по стінках колектора зворотнього конуса та кільцевого каналу.

Внутрішня частина поплавка виконана у вигляді замкненої ємності в якій знаходиться повітря для утримання всього поплавка на поверхні піноутворення, голки розташовані по спіралі проти руху розплаву для знищення бульбашок піни при коловому рухові розплаву та піни, а якщо голки будуть розташовані в сторону руху розплаву або прямо то голки будуть недостатньо знищувати бульбашки піни.

Виконання напівсферичного перфорованого днища з горизонтальною круговою неперфорованою частиною у середині його нижньої частини, необхідно для гідродинамічного зв'язку, який передається випромінювачем.

Якщо диск-випромінювач буде виконаний діаметром меншим ніж  $d/D=1/2,5$ , наприклад  $1/2,4$ , то зменшується гідродинамічний зв'язок між днищем та розплавом, що впливає на розмір крапель (гранул). Якщо диск-випромінювач виконаний більшим діаметром ніж  $1/2,5$ , наприклад  $1/2,7$ , то збільшується гідродинамічна навантаження на днище, та передається вібрація на циліндричну камеру, що викликає появу супутників.

Таким чином виконання обертового гранулятора розплавів в сукупності з усіма суттєвими ознаками, включаючи відмінні дозволяє усунути негативне піноутворення та зменшити забивання отворів витікання при виготовлення гранульованих

добрих з домішками та суттєво підвищити надійність роботи гранулятора.

Винахід ілюструється кресленнями, де на фіг. 1 показаний осьовий розріз обертового віброгранулятора розплавів; на фіг. 2 показаний поплавок; на фіг. 3 показаний патрубок тангенціального вводу.

Обертовий віброгранулятор розплавів (див. фіг. 1) містить корпус 1 з патрубком 2 для подачі розплаву, патрубок 3 тангенціального вводу розплаву в кільцевий колектор 4 із зворотнім конусом 5 та кільцевим каналом 6 для подальшої подачі розплаву через розподільник 8 та зворотний конус 12 в нижню частину циліндричної камери 7 і напівсферичне перфороване днище 14, виконане з рівною круговою неперфорованою поверхнею 18 у центрі днища 14. Патрубок 3 тангенціального вводу розплаву в колектор 4, розташований у середині колектора 4, при чому верхній кінець патрубка 3 жорстко закріплений до патрубка 2 для подачі розплаву, а нижній його кінець розташований на відстані 30-50 мм від стінки колектора та під кутом  $15-20^\circ$  у напрямку обертання камери 7. У розподільнику 8 розташовані напірні лопатки 9, для підтримки обертового руху розплаву, який заданий патрубком 3 тангенціального вводу розплаву для його нагнітання через перфорований циліндр 10 і сітку 11. В подальшому розплав по конусу 12 надходить у напівсферичне днище 14. У напівсферичному перфорованому днищі 14 розташовані з зазором 5-6 мм від його внутрішніх стінок напірні лопатки 17, які встановлені під кутом  $10-12^\circ$  від осі обертання, для збільшення обертового руху плаву, котрий заданий патрубком 3 тангенціального вводу розплаву для збільшення його нагнітання через отвори 15 витікання струменів розплаву. Сітка 11, розташована на розподільнику 8 призначена для контрольної фільтрації розплаву. Отвори 15 витікання розташовані на різній відстані від вертикальної осі обертання напівсферичного перфорованого днища 14 на різних рівнях. Осі отворів 15 витікання спрямовані в різні боки під різними кутами до обрїю, що необхідно для розподілу крапель по різних траєкторіях і для інтенсифікації процесу теплообміну в грануляційній башті.

За допомогою конуса 12, лопаток 17, кільця 23, болтів 24 і шпильок 22, циліндрична камера 7 з напівсферичним перфорованим днищем 14 кріпиться до порожнистого валу 19, який встановлений у підшипниковому вузлі 27.

Порожнистий вал 19 має привід (шків) 26 для приводу в обертання порожнистого валу 19, циліндричної камери 7 разом із напівсферичним перфорованим днищем 14, розподільника 8 розплаву, лопаток 9 розподільника 8 і напірних лопаток 17 напівсферичного перфорованого днища 14. Фланцеве з'єднання 16 призначене для приєднання до порожнистого валу 19 всіх обертових частин. Виступи 13 призначені для центрування циліндричної камери 7 і напівсферичного перфорованого днища 14 при складанні віброгранулятора. Вібратор 25 з штоком 20 і диском-випромінювачем 21 призначені для гідродинамічної передачі вібрації на поверхню 18 напівсферичного днища 14 та розплав, який знаходиться в днищі безпосередньо перед отво-

рами 15 витікання. Диск-випромінювач 21 виконаний з діаметром  $d/D=1/2,5$  по відношенню до діаметра кругової неперфорованої поверхні 18 у центрі днища 14 і встановлений над внутрішньою поверхнею напівсферичного перфорованого днища 14 з зазором від 2 до 25 товщин стінки напівсферичного перфорованого днища 14 для ефектвної передачі вібрації напівсферичному перфорованому днищу 14 у вигляді асиметричних хвиль, які поширюються від диска-випромінювача 21 до напівсферичного днища 14 і до розплаву. В якості вібратора 25 може бути використаний електромагнітний, пневматичний або електродинамічний вібратор. Втулка 33 призначена для центрування штока 20.

Над розподільником 8 установлений поплавок 30, який виконаний із двох частин - внутрішньої 29, у вигляді замкненої ємності, в якій знаходиться повітря і зовнішньої 31 - горизонтальної, в якій виконані отвори 28 для проходження газу з бульбашок піни та голки 32 для знищення бульбашок, які розміщені по спіралі проти руху розплаву

Обертвий віброгранулятор працює наступним чином.

Приводиться в обертання привід 26 з порожнистим валом 19 з розрахунковою частотою від електродвигуна, водночас, від цього приводу з тією ж частотою приводиться в обертання розподільник 8 з напірними лопатками 9, перфорованим днищем 14 та отворами витікання 15 і напірними лопатками 17, які розташовані у напівсферичному перфорованому днищі 14. Сітка 11 призначена для контрольної фільтрації розплаву. Розплав (азотних добрив) подається по патрубках 2 і 3 в кільцевий колектор 4 через зворотній конус 5 та кільцевий канал 6 через розподільник 8 розплаву та конус 12 подається в перфороване днище 14. При взаємодії з напірними лопатками 9, відбувається постійний обертальний рух заданий патрубком 3 тангенціального вводу, за рахунок чого виникає напір, котрий надає можливість розплаву рівномірно проходити скрізь отвори перфорованого циліндра 10 і через сітку 11. Далі розплав надходить у перфороване днище 14. Напірні лопатки 17 надають обертання розплаву у днищі 14. Швидкість обертання розплаву у напівсферичному перфорованому днищі 14 вища швидкості обертання днища 14. Під дією відцентрованої сили, розплав приймає форму обертового напівсферичного днища 14, а на внутрішній поверхні перфорованого днища 14, перед отворами витікання 15 створюється тиск  $P$ , який з достатньою точністю визначається за допомогою рівняння:

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

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

$P$  - 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 15 днища 14 у вигляді струменів, Водночас з подачею розплаву в роботу включається вібратор 25. Через шток 20, вібрації розрахункової частоти передаються диску-випромінювачу 21. Диск-випромінювач 21 розташований над центральною частиною внутрішньої поверхні напівсферичного перфорованого днища 14 з зазором 2-25 товщин днища. Цей розмір зазору забезпечує надійний гідродинамічний зв'язок диска-випромінювача 21 і поверхні 18 днища 14. При такій гідродинамічній взаємодії, від центру днища 14 поширюються регулярні асиметричні хвилі, котрі поширюються як по напівсферичному днищі 14 у вигляді пружних деформацій, так і в розплаві, який заповнює внутрішню поверхню днища 14 безпосередньо перед отворами 15 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. Обертвим напівсферичним днищем 14 краплі розплаву розкидаються по різних траєкторіях у грануляційній башті, де вони кристалізуються і охолоджуються перетворюючись на сферичні гранули.

Встановлення регульованої частоти обертання приводу 26 гранулятора та колового руху плаву у напівсферичному днищі 12, виконаному у формі півкулі дозволяє одержувати до 98 % рівномірних високоякісних гранул з розплаву з домішками. Істотно підвищити надійність роботи гранулятора, усунути ціноутворення та зменшити забивання отворів витікання при виготовленні гранульованих добрив з домішками.

При надходженні у гранулятор розплаву одночасно з ціноутворенням, відбувається заповнення верхньої частини циліндричної камери 7 гранулятора піною яка, піднімаючись до поплавка 30, який знищує бульбашки піни за рахунок голок 32, розташованих по спіралі проти обертання плаву з піною. Голки 32 за рахунок обертання піни одночасно із плавом розривають бульбашки піни, при цьому рідина стікає до напівсферичного перфорованого днища 14, а газ, який знаходиться в бульбашках піни виходить до башти через отвори 28 поплавка.

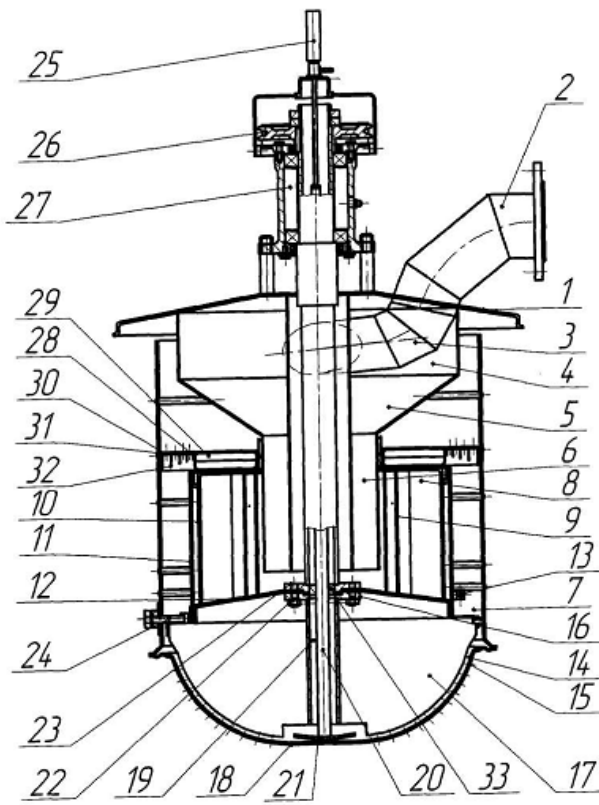


Fig. 1

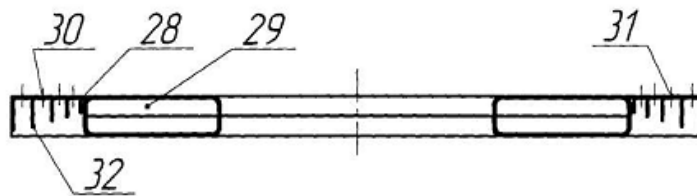


Fig. 2

