



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **75666** (13) **C2**
(51) **МПК (2006)**
B01J 2/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ГРАНУЛЮВАННЯ В ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ ТА ГРАНУЛЯТОР ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(21) 2003109466
(22) 20.03.2002
(24) 15.05.2006
(86) PCT/EP02/03113, 20.03.2002
(31) 01107028.1
(32) 21.03.2001
(33) EP
(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 2006 р.
(72) Бедетті Джанфранко, ІТ
(73) UREA КАСАЛЕ С.А., СН
(56) US 4071304, 31.01.1978
US 4353730, 12.10.1982

(57) 1. Спосіб гранулювання в псевдозрідженому шарі, у якому створюють псевдозріджений шар затравочних частинок (S_1) гранульованої речовини по суті з горизонтальною вільною поверхнею (P) і в псевдозріджений шар подають безперервний потік (L) текучого середовища, у якому міститься маточна рідина, який **відрізняється** тим, що в псевдозрідженому шарі створюють суцільний вихор (V) по суті з горизонтальною віссю і верхньою зоною (Z_1), у якій відбувається зволоження затравочних частинок і випаровування розчинника, який може міститися в маточній рідині, яка знаходиться в потоці (L) текучого середовища, і нижньою зоною (Z_2), у якій відбувається отвердіння/ущільнення маточної рідини.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вихор (V) формують у псевдозрідженому шарі потоком (L) текучого середовища, у якому міститься маточна рідина, яку подають у псевдозріджений шар нижче його вільної поверхні (P) у паралельному до неї напрямку.

3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що потік (L) текучого середовища, у якому міститься маточна рідина, подають у псевдозріджений шар на невеликій відстані від його вільної поверхні (P).

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що псевдозріджений шар створюють у контейнері (2), який має по суті форму паралелепіпеда й у якому є вікно (8), через яке з контейнера зсипаються готові гранули і яке виконане в короткій бічній стінці (7) контейнера (2), розташованій проти його короткої напірної бічної стінки (6), з якої в псевдозріджений шар подають затравочні частинки (S_1), і в якому суцільний вихор (V), у якому частинки і гранули

2

рухаються по спіралі, проходить від напірної стінки (6) до розвантажувального вікна (8).

5. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що потік (L, L_1) текучого середовища, у якому міститься маточна рідина, подають у псевдозріджений шар з двох протилежних довгих бічних стінок (4, 5) контейнера (2) нижче вільної поверхні (P) псевдозрідженого шару по суті в паралельному до неї напрямку, створюючи тим самим у псевдозрідженому шарі два протилежних спіральних вихори (V_1 , V_2).

6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що псевдозріджений шар створюють у контейнері (12), який має по суті форму паралелепіпеда і перфороване днище (13) з множиною щілин (14), які мають відповідні розміри, через які з контейнера зсипаються гранули певного розміру і ваги, при цьому в псевдозрідженому шарі створюють два по суті циліндричних вихори (V' , V'').

7. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що потік (L) текучого середовища, у якому міститься маточна рідина, подають у псевдозріджений шар принаймні з однієї бічної стінки (15, 16) контейнера (12) нижче його вільної поверхні (P) у паралельному до неї напрямку, а завантажувані частинки (S_1) подають у псевдозріджений шар паралельно принаймні до однієї бічної стінки (15, 16) по всій довжині псевдозрідженого шару.

8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що потік (L) текучого середовища, у якому міститься маточна рідина, подають у псевдозріджений шар із двох протилежних бічних стінок (15, 16) контейнера (2), утворюючи тим самим у псевдозрідженому шарі два протилежних циліндричних вихори (V' , V'').

9. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що гранули, які досягли певних розмірів і маси, вивантажують через днище (13) контейнера (12) під дією сили тяжіння в протитечі з потоком (A) повітря або іншого відповідного класифікуючого гранули газу, який подають у псевдозріджений шар через виконані в днищі контейнера щілини (14).

10. Спосіб за п. 9, який **відрізняється** тим, що потік (A) повітря або іншого відповідного класифікуючого гранули газу використовують для утворення в контейнері псевдозрідженого шару.

11. Гранулятор із псевдозрідженим шаром, який містить виконаний по суті у формі паралелепіпеда з прямокутним поперечним перерізом контейнер

(13) **C2**

(11) **75666**

(19) **UA**

(2), у якому утворюється псевдозріджений шар і який має днище (3), яке виконане з можливістю пропускання через нього потоку (А) повітря або іншого відповідного зріджуваного газу і яке розташоване між двома протилежними довгими бічними стінками (4, 5) і двома протилежними короткими бічними стінками (6, 7), одна з яких є напірною стінкою (6), а інша - розвантажувальною стінкою (7), через яку з контейнера вивантажують готові гранули, який **відрізняється** тим, що принаймні на одній довгій бічній стінці (4, 5) розташований розподільник (10, 10а, 10b), через який у псевдозріджений шар подається потік (L) текучого середовища, у якому міститься маточна рідина.

12. Гранулятор за п. 11, який **відрізняється** тим, що розподільники (10а, 10b) установлені на кожній довгій бічній стінці (4, 5) контейнера.

13. Гранулятор із псевдозрідженим шаром, який містить виконаний по суті у формі паралелепіпеда контейнер (12), у якому утворюється псевдозріджений шар і який має днище (3), яке виконане з можливістю пропускання через нього потоку (А) повітря або іншого відповідного зріджуваного газу і

яке розташоване між двома протилежними бічними стінками, який **відрізняється** наявністю принаймні на одній бічній стінці (15, 16) розподільника (20а, 20b), через який у псевдозріджений шар подається потік (L) текучого середовища, у якому міститься маточна рідина, і наявністю в днищі (3) контейнера принаймні однієї призначеної для вивантаження гранул з контейнера (12) щілини (14), розміри якої відповідають розмірам одержуваних гранул, і пристрою для подачі принаймні через одну щілину (14) у псевдозріджений шар потоку (А) повітря або іншого відповідного класифікуючого гранули газу.

14. Гранулятор за п. 13, який **відрізняється** тим, що через пристрій для подачі в псевдозріджений шар потоку (А) повітря або іншого відповідного класифікуючого гранули газу у псевдозріджений шар подається потік (А) зріджуваного газу.

15. Гранулятор за будь-яким з пп. 11-14, який **відрізняється** тим, що розподільник (10, 10а, 10b, 20а, 20b) розташований на певній висоті над днищем (3) контейнера.

Даний винахід стосується способу гранулювання в псевдозрідженому шарі відповідної речовини, наприклад сечовини, нітрату амонію, хлориду амонію та інших аналогічних речовин, схильних до гранулювання. Винахід стосується, зокрема, способу гранулювання речовини в псевдозрідженому шарі, відповідно до якого гранули певної речовини одержують у процесі безперервного росту (за об'ємом і за масою) затравочних зерен, або частинок цієї речовини, яку безперервно подають у псевдозріджений шар разом з потоком маточного розчину, у якому в рідкому вигляді міститься відповідна речовина, яка сприяє росту гранул.

У наведеному нижче описі й у формулі винаходу під "затравочними зернами гранульованої речовини" маються на увазі частинки гранульованої речовини, діаметр яких не перевищує 1,5мм. Крім того, іноді для простоти затравочні зерна, або частинки гранульованої речовини, називаються в описі просто як "затравочні частинки" або "затравочні зерна".

Як речовину, яка сприяє росту гранул, використовують саму речовину, що гранулюється, яка знаходиться в рідкому стані в маточному розчині, якою можна зволожувати затравочні частинки і зростаючі гранули, які знаходяться в псевдозрідженому шарі, і яка може прилипати до них і затвердівати на них.

Даний винахід стосується також апарата для гранулювання або просто гранулятора, у якому гранули відповідної речовини можна одержувати запропонованим у винаході способом.

Рівень техніки

Відомо, що якісне гранулювання в псевдозрідженому шарі й одержання гранул з певним розміром, формою і масою вимагає хорошого "зволоження" і затравочних частинок, і зростаючих гранул речовиною, що знаходиться в рідкому вигляді, яка сприяє росту гранул. Для цього маточну рідину, або маточний розчин речовини, яка сприяє

росту гранул, необхідно подавати в псевдозріджений шар у вигляді якомога більш дрібних крапель, розміри яких не повинні перевищувати розміри затравочних частинок і зростаючих гранул, які змочуються цими краплями. Так, наприклад, при гранулюванні таким способом сечовини як маточну рідину використовують розчин сечовини у воді, випаровування якої забезпечує одержання високочистого кінцевого продукту (гранул сечовини). Звичайно розмір крапель маточного розчину є вирішальним чинником, від якого залежить ефективність випаровування розчинника, який міститься в ньому.

У більшості випадків маточний розчин подають у псевдозріджений шар у так званій "розпиленій формі". Тільки розпилений маточний розчин може забезпечити рівномірне й оптимальне зволоження всієї поверхні затравочних частинок (зерен) або гранул, які знаходяться в псевдозрідженому шарі.

Для розпилення маточного розчину в даний час використовують спеціальні розпилювачі з великою витратою повітря (або іншого відповідного газу), який подається, наприклад, зі швидкістю від 150 до 300м/с.

Після зволоження з затравочних частинок і зростаючих гранул випарюють розчинник, який міститься в маточному розчині, а потім проводять стадію отвердіння/ущільнення.

Такий спосіб гранулювання сечовини описаний, наприклад, [у патенті US 4353730].

При усіх своїх численних перевагах відомі і широко розповсюджені в даний час способи гранулювання різних речовин у псевдозрідженому шарі мають і цілий ряд певних і усе ще не подоланих недоліків. Найбільш істотним з цих недоліків є неможливість контролю і підтримання у певних межах гранулометричного складу кінцевого продукту і високі виробничі витрати. Для одержання невеликих крапель маточного розчину, від розміру яких істотно залежить весь процес гранулювання,

необхідно працювати з великими об'ємами повітря (або іншого газу), висока швидкість якого перешкоджає ефективному контролю за процесом росту гранул у псевдозрідженому шарі і, як наслідок цього, за гранулометричним складом кінцевого продукту.

До істотних недоліків таких відомих у даний час способів гранулювання належать також необхідність у класифікації і просіюванні отриманих гранул і повторній обробці великої кількості відходів, які утворюються при гранулюванні в псевдозрідженому шарі у вигляді надто великих або надто дрібних гранул.

В основу даного винаходу була покладена задача розробити такий спосіб гранулювання різних речовин у псевдозрідженому шарі, який мав би певні функціональні особливості, які дозволили б усунути перераховані вище недоліки, властиві відомим способам гранулювання подібного типу.

Основна ідея даного винаходу, який дозволяє вирішити вказану вище задачу, полягає в тому, щоб багаторазово виконувати для кожної гранули, яка знаходиться в тому самому псевдозрідженому шарі, всіх вказаних вище стадій технологічного процесу утворення гранул і їх росту протягом певної кількості циклів, яка залежить від заданих розмірів одержуваних гранул, і регулювати тривалість кожного такого циклу.

Відповідно до цього для вирішення вказаної вище задачі в даному винаході пропонується заснований на розглянутій вище ідеї спосіб гранулювання, відмінні риси якого представлені у формулі винаходу.

Усі переваги й особливості запропонованого у винаході способу гранулювання більш докладно розглянуті нижче на прикладі одного з варіантів його можливого здійснення, який не обмежує обсяг винаходу, з посиланням на додані креслення.

На доданих до опису кресленнях, зокрема, показано:

на Фіг.1 - схематичне зображення в аксонометричній проекції апарата (гранулятора), призначеного для здійснення запропонованого в даному винаході способу гранулювання,

на Фіг.2 і 3 - відповідно поздовжній і поперечний розрізи гранулятора, показаного на Фіг.1,

на Фіг.4 - поперечний розріз виконаного за іншим варіантом гранулятора, запропонованого в даному винаході, і

на Фіг.5 - схематичне зображення в аксонометричній проекції ще одного варіанта виконання гранулятора, призначеного для здійснення запропонованого в даному винаході способу гранулювання.

Запропонований у даному винаході гранулятор із псевдозріденим шаром, позначений у зборі на Фіг.1, 2 і 3 позицією 1, має виконаний за формою по суті у вигляді паралелепіпеда з прямокутним поперечним перерізом відкритий зверху контейнер 2, у якому, як докладно описано нижче, створюється псевдозрідений шар.

Контейнер 2 має виготовлене, наприклад, з перфорованого листа газопроникне днище 3, розташоване між двома протилежними довгими бічними стінками 4, 5 і двома протилежними короткими бічними стінками 6, 7. У подальшому описі

коротка бічна стінка 6 називається напірною стінкою гранулятора 1, а протилежна до неї коротка бічна стінка 7 називається розвантажувальною стінкою, через яку з контейнера зсипаються гранули, які утворюються в псевдозрідженому шарі. У бічній (розвантажувальній) стінці 7 по всій її ширині на певній відстані від днища 3 контейнера, яка відповідає товщині псевдозрідженого шару, виконане вікно 8, через нижній край якого як через перелив з контейнера самопливом зсипаються гранули, які утворюються в псевдозрідженому шарі.

На верхньому краї напірної стінки 6 закріплений схематично показаний на кресленнях і позначений позицією 9 досить добре відомий як такий і тому докладно не описаний пристрій, призначений для рівномірної подачі всередину контейнера по всій ширині стінки 6 суцільного потоку затравочних частинок S_1 .

Поруч з верхнім краєм довгої бічної стінки 5 розташований закріплений на контейнері звичайними і тому на кресленнях не показаними засобами розподільник 10, через який у контейнер 2 подається потік L маточного розчину, у якому у рідкому вигляді знаходиться речовина, яка сприяє росту гранул. Розподільник 10 проходить по всій довжині стінки 5 на певній від днища 3 контейнера висоті, яка відповідає товщині псевдозрідженого шару, який утворюється в контейнері 2. При цьому відстань від поздовжньої осі розподільника 10 до днища 3 контейнера повинна бути трохи меншою за відстань від днища до вільної верхньої поверхні P псевдозрідженого шару, який утворюється в контейнері 2.

Запропонований у даному винаході гранулятор 1 має розташовану нижче контейнера 2 звичайну і тому на кресленнях не показану систему надування повітря A або іншого газу, який створює і підтримує всередині контейнера 2 псевдозрідений шар гранул.

Нижче на конкретному прикладі розглянуто, яким чином в описаному вище у загальних рисах грануляторі (Фіг.1-3) відбувається процес гранулювання запропонованим у винаході способом.

При роботі гранулятора в усталеному режимі в контейнер 2 через закріплений на напірній стінці 6 розподільник 9 безперервним потоком S_1 подають дрібні частинки відповідної речовини, з якої поступово виростають гранули. Для утворення псевдозрідженого шару і підтримання гранульованої речовини в псевдозрідженому стані в контейнер 2 безперервно подають потік повітря A , який розподіляється рівномірно при проходженні через перфороване днище 3. Повітря A , яке подається у контейнер, іноді називають зріджуваним повітрям.

При певній товщині псевдозрідженого шару його вільна верхня поверхня досягає рівня переливної крайки розвантажувального вікна 8, через яке з контейнера 2 суцільним потоком зсипаються гранули, які перетікають через нижню крайку вікна. В міру зливу з контейнера гранул, які утворилися в псевдозрідженому шарі, у контейнер безперервно подають затравочні частинки S_1 , які утворюють у псевдозрідженому шарі свого роду "судини", по яких вони проходять від напірної стінки 6 до розвантажувальної стінки 7 або, якщо говорити точніше, до розвантажувального вікна 8. У тому ж са-

мому напрямку, тобто від напірної стінки до розвантажувального вікна, нахилена і вільна поверхня Р псевдозрідженого шару.

У грануляторі, який працює в такий спосіб, затравочні частинки S_1 знаходяться тільки поруч з напірною стінкою 6 контейнера, а в іншій частині псевдозрідженого шару знаходяться зростаючі гранули.

Необхідно також відзначити, що зріджуване повітря А, яке з напором подають знизу в контейнер 2, проходить наскрізь через псевдозріджений шар і в процесі теплообміну зі зростаючими гранулами, які знаходяться в псевдозрідженому шарі, поступово нагрівається, про що більш докладно сказано нижче. Зріджуване повітря А, про що також більш докладно сказано нижче, відбирає тепло, яке виділяється при отвердінні маточного розчину на затравочних частинках S_1 і зростаючих гранулах.

Таким чином, при стійкому режимі роботи гранулятора в псевдозрідженому шарі утворюються окремі розташовані один над одним (у зонах Z_1 і Z_2) шари з температурою, яка поступово збільшується знизу (від днища 3) нагору (до вільної поверхні Р).

Верхній шар (зона Z_1), у якому знаходиться розташована під вільною поверхнею Р частина псевдозрідженого шару, являє собою найбільш гарячу частину псевдозрідженого шару, який утворюється в контейнері 2, у яку безперервно подають (гарячий) потік L текучого середовища з маточним розчином речовини, що знаходиться в рідкому стані, яка сприяє росту гранул. Потік L текучого середовища являє собою потік повітря, у якому в розпиленому вигляді знаходиться маточний розчин речовини, яка сприяє росту гранул. Розпилений у потоці L повітря маточний розчин, який подається у контейнер через розподільник 10 по суті рівномірно по всій довжині стінки 5 з певною швидкістю і певним потоком імпульсу (кількістю руху), спрямований перпендикулярно до згаданих вище "судин", по яких через псевдозріджений шар проходять затравочні частинки. При цьому розпилений у потоці повітря маточний розчин впливає на верхній шар псевдозрідженого шару в напрямку, по суті паралельному до вільної поверхні Р псевдозрідженого шару, утворюючи і підтримуючи в псевдозрідженому шарі безперервний вихровий рух V навколо по суті горизонтальної осі, як це показано на Фіг.3. Утворення в псевдозрідженому шарі вихору V відбувається в об'ємі, обмеженому бічними стінками 4-7 і днищем 3 контейнера 2.

Окремі затравочні частинки S_1 гранульованої речовини, які знаходяться у верхньому гарячому шарі псевдозрідженого шару (у зоні Z_1) багаторазово зіштовхуються і зволожуються частинками розпиленого в потоці L повітря маточного розчину і випаровують розчинник, який міститься в маточному розчині. Окремі затравочні частинки S_1 , які попадають у псевдозріджений шар, захоплюються і переносяться до протилежної стінки 4 контейнера 2 вихором, який виникає в псевдозрідженому шарі під дією потоку L повітря. Завдяки наявності в псевдозрідженому шарі вихору V у міру наближення до стінки 4 напрямком руху окремих "зволожених"

затравочних частинок S_1 поступово змінюється, і вони опускаються до днища 3 контейнера 2 (у зону Z_2).

При русі в напрямку днища 3 окремі зволожені затравочні частинки S_1 виходять з верхнього гарячого шару псевдозрідженого шару (із зони Z_1) і, перетинаючи нижні шари псевдозрідженого шару (у зоні Z_2), поступово охолоджуються. В міру охолодження затравочних частинок на їх змоченій маточним розчином поверхні відбувається поступове отвердіння/ущільнення речовини, що сприяє росту гранул, яка міститься в маточному розчині. Цей процес отвердіння/ущільнення закінчується при наближенні окремих затравочних частинок, які переносяться вихором V, до стінки 5 і супроводжується утворенням у псевдозрідженому шарі відповідних гранул, об'єм і маса яких більша, ніж у відповідних затравочних частинок S_1 . Окремі гранули, які утворилися в такий спосіб в псевдозрідженому шарі, при наближенні до стінки 5 поступово змінюють напрямок руху і переносяться вихором V у гарячий верхній шар псевдозрідженого шару (у зону Z_1).

Окремі гранули, які піднімаються в гарячий верхній шар (у зону Z_1), взаємодіють з потоком повітря, у якому розпилений маточний розчин, який переносить їх до стінки 4. Ці гранули потім по суті повторюють у псевдозрідженому шарі описаний вище рух затравочних частинок S_1 , з яких вони утворилися, під час чого відбувається їх зволоження і випаровування розчинника і наступне отвердіння/ущільнення речовини, яка залишається на поверхні гранул, яка міститься в маточному розчині і яка сприяє їх росту, що супроводжується подальшим ростом гранул і збільшенням їх об'єму і маси.

Вплив потоку L повітря з розпиленням у ньому маточним розчином на затравочні частинки супроводжується зміною напрямку руху затравочних частинок і гранул у всьому об'ємі псевдозрідженого шару й утворенням у ньому вихору V, який обертається навколо горизонтальної осі зі швидкістю, яка залежить від кількості руху потоку L повітря, у якому в розпиленому вигляді знаходиться маточний розчин. Усередині цього вихору затравочні частинки S_1 і зростаючі гранули постійно знаходяться в типовому для псевдозрідженого шару турбулентному стані.

Необхідно також відзначити, що затравочні частинки і зростаючі гранули, які знаходяться в псевдозрідженому шарі, під дією сили тяжіння рухаються в напрямку переливної крайки розвантажувального вікна, тобто в напрямку осі вихору по спіралі, крок якої прямо залежить від подовжньої складової швидкості згаданих вище "судин" і від кількості руху потоку L повітря з розпиленням у ньому маточним розчином.

В міру зменшення кроку спіралі вихору відбувається збільшення кількості циклів, під час яких у псевдозрідженому шарі періодично відбувається зволоження зростаючих гранул і випаровування розчинника, який міститься в маточному розчині, й отвердіння/ущільнення речовини, яка залишається на поверхні гранул і яка сприяє їх росту, або, іншими словами, збільшення швидкості росту гранул. Регулюванням кроку спіралі вихору можна

впливати на розміри гранул, які вирощуються у псевдозрідженому шарі, і одержувати в грануляторі і безперервно вивантажувати з контейнера через розвантажувальне вікно 8 відповідну кількість гранул певного, заздалегідь заданого розміру.

Необхідно відзначити, що гранули, які одержуються відповідно до цього варіанта здійснення винаходу, відрізняються дуже невеликим розкидом свого гранулометричного складу, діапазон зміни якого від середньої величини становить, зокрема, усього $\pm 20\%$, і тому можуть відразу ж надходити в продаж. При одержанні гранул відомими способами цей показник звичайно перевищує $\pm 100\%$. При такому розкиді гранулометричного складу близько 40% гранул сечовини доводиться (після охолодження) відправляти на вторинну переробку, яка, як вказано наприкінці розділу "Рівень техніки", пов'язана з необхідністю виконання ряду додаткових технологічних операцій.

Можливість одержання запропонованим у винаході способом гранул з невеликим розкидом гранулометричного складу зумовлена тим, що ріст кожної окремої затравочної частинки S_1 і збільшення розмірів кожної зростаючої гранули відбувається по суті в тих самих умовах, сталість яких підтримується шляхом регулювання тривалості кожного циклу і зміни кількості циклів, протягом яких у псевдозрідженому шарі відбувається процес гранулювання. Іншими словами, усі частинки, які знаходяться в псевдозрідженому шарі, мають в основному ту саму "передісторію", яка пов'язана з динамікою процесів, які відбуваються в псевдозрідженому шарі, і зумовлена природою дифузії, якій в однаковій мірі піддані всі частинки, які знаходяться в псевдозрідженому шарі.

На Фіг.4 показана схема, яка ілюструє інший варіант здійснення запропонованого у винаході способу гранулювання в псевдозрідженому шарі затравочних частинок S_1 і зростаючих гранул із двома протилежними спіральними вихорами V_1 і V_2 описаного вище типу. Контейнер 2 у цьому варіанті має два закріплені на протилежних довгих бічних стінках 4,5 розподільники 10a, 10b, через які в псевдозріджений шар подають два потоки L , L_1 повітря з розпиленням у ньому маточним розчином тієї самої речовини, яка сприяє росту гранул.

Показаний на Фіг.4 контейнер використовується в грануляторі 1, який конструктивно і функціонально не відрізняється від розглянутого вище гранулятора і тому не потребує повторного опису.

Варіант, показаний на Фіг.4, дозволяє в два рази збільшити продуктивність гранулятора, який працює за запропонованим у винаході способом при тих же робочих параметрах псевдозрідженого шару і тому ж падінні тиску повітря A , яке зріджує й охолоджує псевдозріджений шар. При наявності в псевдозрідженому шарі двох протилежних вихорів, які створюються відповідними потоками L , L_1 повітря з розпиленням у ньому маточним розчином, окремі затравочні частинки S_1 і зростаючі гранули під час їх зволоження рухаються в центральну частину псевдозрідженого шару. Зволожені частинки і гранули, які рухаються в центр псевдозрідженого шару, не налипають на довгі бічні стінки 4, 5 контейнера і не утворюють на них небажаних відкладень.

У ще одному варіанті здійснення винаходу пропонується спосіб гранулювання, заснований на утворенні в псевдозрідженому шарі затравочних частинок S_1 і зростаючих гранул по суті "циліндричного" вихору. Такий циліндричний вихор створюється в псевдозрідженому шарі безперервним потоком L повітря (з розпиленням у ньому маточним розчином речовини, яка сприяє росту гранул), який подають у контейнер по суті паралельно до його вільної поверхні P у гарячу верхню зону псевдозрідженого шару.

Для одержання гранул способом, запропонованим у цьому варіанті, призначений гранулятор, показаний на Фіг.5. Такий гранулятор 11 має контейнер 12, виконаний по суті у формі відкритого зверху паралелепіпеда з перфорованим днищем 13, у якому є наскрізні отвори 13a і щілини 14. Розміри щілин 14 відповідають і трохи перевищують діаметр гранул, які передбачається одержувати в такому грануляторі.

Під контейнером 12 розташована звичайна і тому не показана на кресленні система надування, призначена для подачі в контейнер 12 через отвори 13a і щілини 14 безперервного потоку повітря A , яке зріджує затравочні частинки і гранули й охолоджує псевдозріджений шар.

Отвори 13a і щілини 14 мають такі розміри, що повітря A , яке проходить через них з певною швидкістю, має на виході швидкість, необхідну для утворення в контейнері псевдозрідженого шару. При цьому, однак, повітря A , швидкість якого в щілинах 14 повинна бути більшою за швидкість зрідження, на виході з щілин не повинно утримувати в псевдозрідженому шарі гранули, діаметр і маса яких дорівнюють діаметру і масі гранул, для одержання яких призначений такий гранулятор.

На довгих бічних стінках 15, 16 контейнера 12 закріплені відповідні розподільники 20a, 20b, які розташовані на рівні гарячого верхнього шару (зони Z_1) псевдозрідженого шару, який утворюється в контейнері 12, поруч і трохи нижче його вільної поверхні P . Через ці розподільники у верхній шар псевдозрідженого шару подають у протилежному напрямку рівну кількість повітря L з розпиленням у ньому маточним розчином тієї самої речовини, яка сприяє росту гранул, у результаті чого в псевдозрідженому шарі утворюються два обертових у протилежному напрямку по суті циліндричних вихори V' і V'' .

Для спрощення короткі передня і задня бічні стінки контейнера 12, а також пристрій для подачі в нього затравочних частинок S_1 на Фіг.5 не показані. У цьому зв'язку необхідно, однак, підкреслити, що в цьому варіанті винаходу короткі бічні стінки контейнера виконані суцільними і не мають яких-небудь розвантажувальних вікон, призначених для вивантаження з контейнера отриманих у ньому гранул. У виконаному в такий спосіб контейнері затравочні частинки і зростаючі гранули циркулюють у псевдозрідженому шарі усередині циліндричних вихорів V' і V'' , які утворюються в ньому, і не переміщуються в подовжньому напрямку уздовж осей вихорів. Крім того, пристрої для подачі в контейнер затравочних частинок розташовані в цьому варіанті паралельно до бічних стінок 15 і 16, і переважно кріпляться до них, рівномі-

рно розподіляючи затравочні частинки по всій довшині псевдозрідженого шару.

Затравочні частинки S_1 які потрапляють у вихори V' і V'' , разом із зростаючими в псевдозрідженому шарі гранулами циклічно проходять через стадії зволоження розпиленням у повітрі маточним розчином, випаровування розчинника, який міститься в маточному розчині, й отвердіння/ущільнення на поверхні утворених із затравочних частинок гранул речовини, яка сприяє росту гранул. Усі ці стадії єдиного процесу гранулювання автоматично повторюються доти, поки в процесі росту розміри і маса гранул не збільшаться настільки, що напір зріджуваного повітря A , яке нагнітається в псевдозріджений шар через щілини 14, виявиться не достатнім для утримання таких гранул у завислому в псевдозрідженому шарі стані. Гранули, які досягли таких розмірів і маси, під дією сили тяжіння "падають униз" із днища 13 контейнера через щілини 14 і збираються, наприклад, на рухомій стрічці 17 транспортера, призначеного для вивантаження з гранулятора 11 готових гранул.

Необхідно відзначити, що повітря A , яке проходить через щілини 14, також називають класифікуючим (сортувальним) повітрям, оскільки воно "класифікує" ("сортує") гранули за розмірами і масою і "відбирає" із усіх затравочних частинок S_1 і гранул, які знаходяться в псевдозрідженому шарі, гранули потрібного розміру і маси.

Слід також зазначити, що потрапляння повітря A у розташовану над щілинами зону псевдозрідженого шару супроводжується локальною дисперсією (стоншенням) затравочних частинок S_1 і гранул, які знаходяться в цій зоні, і збільшує кількість гранул потрібного розміру і маси, які зсипаються вниз із псевдозрідженого шару під дією сили тяжіння через щілини 14, виконані в днищі 13 контейнера. Запропонований у цьому альтернативному варіанті здійснення винаходу спосіб гранулювання дозволяє ще більше зменшити діапазон гранулометричної полідисперсності одержуваного продукту й одержати кінцевий продукт по суті з монодисперсним гранулометричним складом.

Даний винахід не виключає можливості внесення в розглянуті вище варіанти різних змін і удосконалень, які не виходять за його обсяг, який визначається формулою винаходу.

Так, наприклад, щілини 14, виконані в днищі 13 контейнера гранулятора 11, показаного на Фіг.5, можна розташувати поперек (під кутом) або паралельно до довгих бічних стінок 15, 16. Переважно, щоб ці щілини 14 проходили паралельно до бічних стінок 15, 16 і були розташовані поруч з ними.

Гранулятор 11, показаний на Фіг.5, можна також виконати з одним розподільником 20a або 20b потоку L повітря з розпиленням у ньому маточним розчином речовини, яка сприяє росту гранул. У цьому випадку, як очевидно, процес гранулювання в псевдозрідженому шарі буде відбуватися тільки в одному циліндричному вихорі.

В іншому варіанті для одержання гранул запропонованим у винаході способом можна використовувати гранулятор, аналогічний до гранулятора, показаного на Фіг.5, з декількома

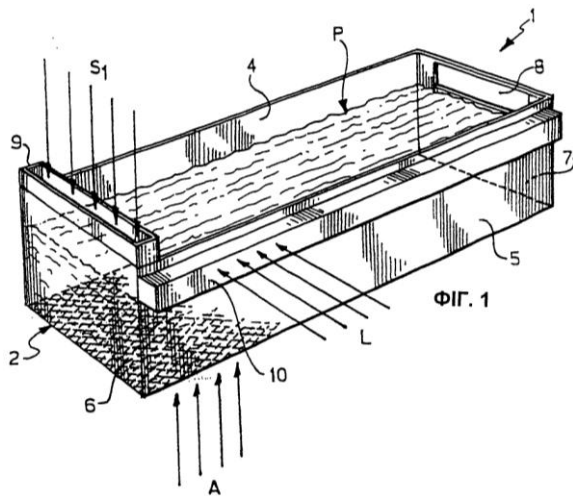
розташованими один над одним контейнерами 12. У такому грануляторі гранули, вирощені до певного розміру в одному з контейнерів 12, зсипаються через його перфороване днище 13 у псевдозріджений шар іншого розташованого нижче контейнера 12, у якому відбувається подальше збільшення їх розмірів і маси. Вивантаження гранул з такого багатоконтейнерного гранулятора здійснюються одним, наприклад стрічковим, транспортером 17, установленим під самим нижнім контейнером 12. При різній ширині щілин 14 або різній швидкості зріджуваного повітря, яке подається в контейнери, в кожному контейнері такого багатоконтейнерного гранулятора можна по-різному класифікувати гранули.

У принципі зріджуване і класифікуюче повітря у контейнер 12 показаного на Фіг.5 гранулятора 11 можна при наявності відповідних пристроїв подавати з окремих магістралей. При цьому зріджуване повітря слід подавати в псевдозріджений шар через виконані в днищі 13 контейнера отвори 13a, а класифікуюче повітря - через щілини 14.

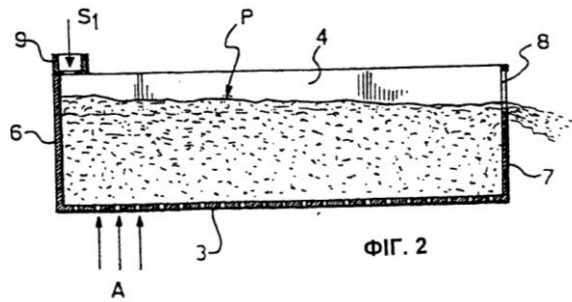
У потоці L повітря може міститися в розпиленому вигляді маточний розчин розчиненої в розчиннику речовини, яка сприяє росту гранул. Так, наприклад, маточний розчин, який використовується при гранулюванні сечовини, містить 94-96мас.% розплавленої сечовини і 6-4% води (розчинника). Іноді для росту гранул використовують потік L чистої (без розчинника) маточної рідини, яку подають у псевдозріджений шар через сопло з плоскою щілиною або круглим отвором. У цих випадках, зокрема при гранулюванні сечовини, концентрація розплавленої сечовини в маточній рідині звичайно перевищує 98%.

Крім цього, для утворення в псевдозрідженому шарі вихору переважно використовувати потік L , який містить маточний розчин речовини, яка сприяє росту гранул, швидкість якого на вході в псевдозріджений шар становить від 2 до 50м/с, переважно від 10 до 20м/с. Для подачі в псевдозріджений шар розпиленого в потоці повітря маточного розчину з вказаною вище швидкістю переважно використовувати розташований на вході в псевдозріджений шар відповідний пристрій, наприклад установлену за звичайною форсункою трубку Вентурі, яка знижує швидкість струменя повітря, що виходить з форсунки, і розпиленого в ньому маточного розчину.

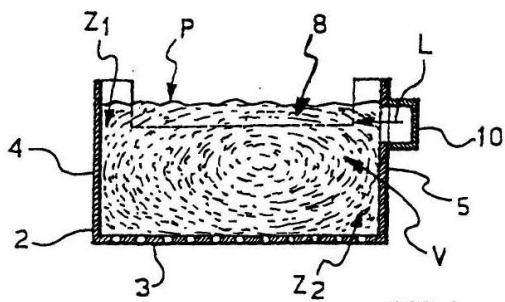
До інших переваг запропонованого у винаході способу гранулювання належить також істотне в порівнянні з відомими способами зниження кількості пилу, який утворюється крім іншого через передчасне охолодження розпиленого маточного розчину. Позитивний ефект від істотного зниження пилу, який утворюється при гранулювання, залишається досить помітним навіть при наявності устаткування, призначеного для уловлювання пилу. Така особливість запропонованого у винаході способу разом з можливістю одержання кінцевого продукту з потрібним гранулометричним складом, тобто продукту, відразу ж придатного для продажу, дозволяє істотно знизити обсяг капіталовкладень і вартість виробництва й одночасно зменшити витрати енергії на всій призначений для гранулювання установці.



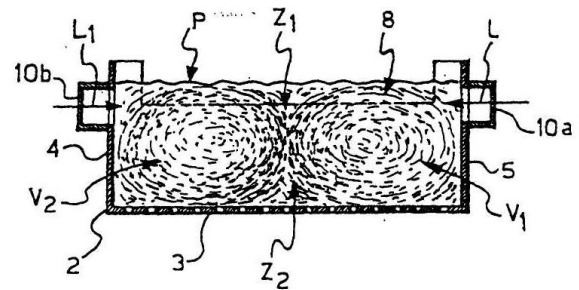
ФІГ. 1



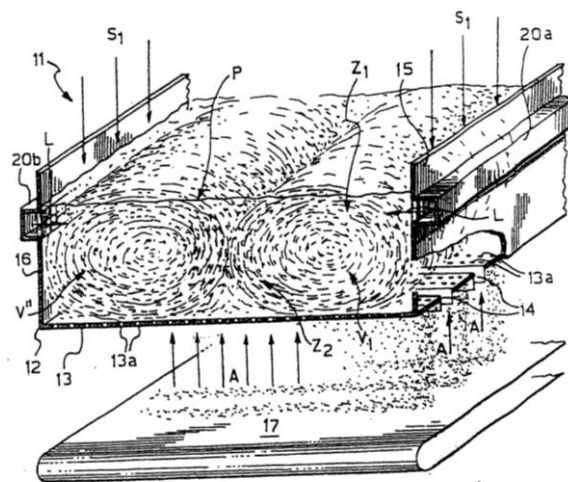
ФІГ. 2



ФІГ. 3



ФІГ. 4



ФІГ. 5