



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **87998** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
B02C 13/00
B02C 19/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

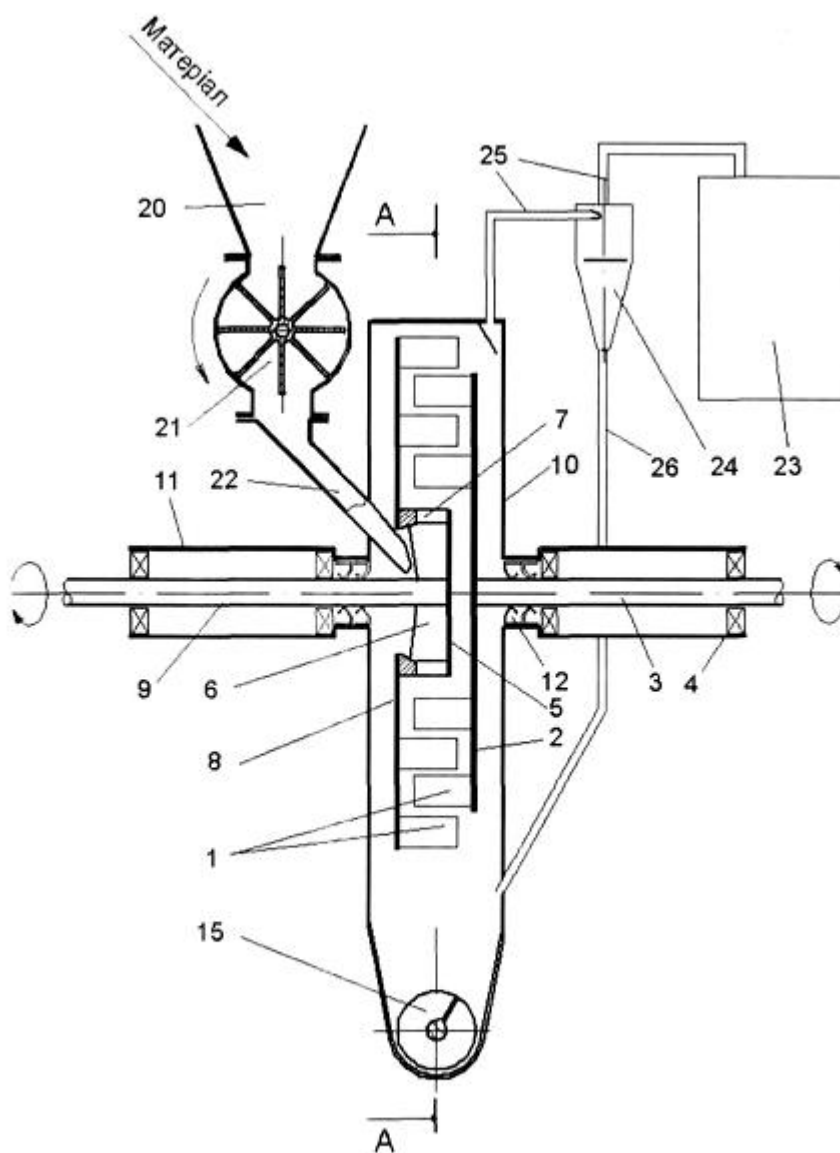
(21) Номер заявки: u 2013 11634	(72) Винахідник(и): Бодров Володимир Вікторович (UA), Троцан Анатолій Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.10.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.02.2014	(73) Власник(и): Бодров Володимир Вікторович, вул. Артема, 37, кв. 51, м. Маріуполь, Донецька обл., 87515 (UA), Троцан Анатолій Іванович, пр. Ілліча, 30, кв. 194, м. Донецьк, 83003 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2014, Бюл.№ 4	

(54) СПОСІБ ДЕЗІНТЕГРАТОРНОГО ЗДРІБНЮВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ В.В. БОДРОВА - А.І. ТРОЦАНА

(57) Реферат:

Спосіб здрібнювання сипучих матеріалів включає операції подачі матеріалу в здрібнюючий пристрій, механічного здрібнювання і активації матеріалу дробильними елементами, видалення матеріалу з робочої зони. У середині корпусу здрібнюючого пристрою підтримують тиск газового середовища, що не перевищує 0,35 атмосферного.

UA 87998 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до області тонкого здрібнювання сипучих матеріалів.

По суттєвих ознаках і розв'язуванні задачі найближчим технічним рішенням до способу, що заявляється, є спосіб по патенту [1]. Він включає операції подачі матеріалу в здрібнюючий пристрій, механічного здрібнювання й активації матеріалу дробильними елементами, відбір

матеріалу з робочої зони. Підвищення ступеня активації матеріалу досягається впливом на матеріал ультразвукового поля в зоні здрібнювання.

Відомо [2], що енергія руйнування і ступінь механоактивації матеріалу в процесі здрібнювання приблизно пропорційні кінетичній енергії ударів, у свою чергу пропорційної квадратові швидкості ударів.

В прототипі як здрібнюючий пристрій вибраний агрегат з нерухомими відбійними плитами і з одним обертовим диском (дисмембратор), окружна швидкість якого, а отже і швидкість ударів, обмежена міцністю диска і не перевищує 80 м/с. У такому пристрої поглинена енергія ультразвукового поля відчутно підвищує ступінь активації.

У кілька разів більший ступінь механоактивації досягається в дезінтеграторах-пристроях із двома обертовими в протилежних напрямках дисками, обладнаними кільцевими рядами дробильних елементів. У дезінтеграторах швидкість удару теоретично приблизно удвічі більша, значить ступінь активації повинен бути приблизно вчетверо більше.

Такий процес характерний до стадії здрібнювання, при якій сила інерції часток істотно більше сили впливу на частки повітряних вихрів, утворених здрібнюючими елементами.

При подальшому зменшенні розмірів часток (менше 150 мікрметрів) їхнє переміщення визначається переважно вихровими повітряними потоками, що постійно утворюються кільцевими рядами дробильних елементів, які рухаються назустріч один одному, і процес здрібнювання переходить у процес, характерний для роботи струминних млинів.

У вихрових пилових потоках, швидкість яких на периферії вихрів значно менше швидкості дробильних елементів, їх утворюючих, здрібнювання часток відбувається тільки в зонах зіткнення зустрічних вихрів, але не в їхньому обсязі, причому швидкість зіткнення часток через в'язкість повітря істотно менше швидкості удару порівняно великих часток об дробильні елементи. Згадаємо, що енергія руйнування пропорційна квадратові швидкості удару. З цієї причини при переході від дезінтеграторного режиму до режиму струминного млина продуктивність процесу здрібнювання знижується, при цьому основна маса часток фракції 40...100 мікрметрів, не встигнувши піддатися подальшому здрібнюванню, видається за межі кільцевого простору радіальним повітряним потоком, створюваним вентиляторним ефектом дробильних елементів.

Крім того, якщо матеріал, що подрібнюється, абразивний, то пилові вихори інтенсивно стирають з усіх боків дробильні елементи, периферію дисків, внутрішню частину кожуха - усі поверхні, з якими стикаються.

На вихороутворення витрачається 12-20 % потужності приводу обертання дисків, а тертя на периферії й усередині вихрів переходить у тепло.

Взаємодія вихрів, що швидко рухаються в протилежні сторони, і різнонаправлених утворює дуже могутнє поле коливань звукової й ультразвукової частоти (130-150 дБ), що створює практично нестерпні умови для роботи людей поблизу здрібнюючого пристрою, знижує утомну міцність елементів устаткування. Усе це дуже істотно обмежує обсяг використання відцентрових здрібнювачів.

Таким чином, найбільш істотний недолік прототипу і практично усіх відомих способів здрібнювання і механоактивації матеріалів високошвидкісним багаторазовим ударним впливом дробильних елементів полягає в тому, що здрібнювання здійснюється в газовому середовищі з тиском, приблизно рівним атмосферному.

Задачею, на рішення якої спрямована корисна модель, є збільшення ступеня здрібнювання і механоактивації продукту, а також зниження енергоємності і шуму при експлуатації пристрою, шляхом нової сукупності дій над об'єктом.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі дезінтеграторного здрібнювання сипучих матеріалів, який включає операції подачі матеріалу в здрібнюючий пристрій, механічного здрібнювання й активації матеріалу дробильними елементами, видалення матеріалу з робочої зони, відповідно до корисної моделі, усередині корпусу здрібнюючого пристрою підтримують тиск газового середовища, що не перевищує 0,35 атмосферного. Механічне здрібнювання й активацію матеріалу роблять дробильними елементами дезінтегратора.

Для здійснення способу пропонується використовувати вакуумний дезінтегратор, що містить бункер, механізм завантаження, відцентровий здрібнювач, затвор і повітропровід, у якому, відповідно до корисної моделі, відцентровий здрібнювач виконаний у вигляді двох співвісних і обертових у протилежних напрямках дисків з жорстко з'єднаними з ними дробильними

елементами, затвор розташований у нижній частині корпусу дезінтегратора і виконаний у вигляді шнека з розвантажувальним кінцем, що виходить за межі внутрішньої порожнини корпусу, а повітропроводом внутрішня порожнина корпусу з'єднана з вакуум-насосом.

Оскільки сила взаємодії газових потоків з будь-якими частками або поверхнями прямо пропорційна щільності газу, що у свою чергу прямо пропорційна його тискові, зниження тиску газу прямо пропорційно зменшує втрати на тертя усередині і зовні його потоків і силу тиску на частки матеріалу в їхньому обсязі, а також швидкість поширення акустичних хвиль у газовому середовищі.

Створення високого вакууму (0,05-0,5 Па) усередині дезінтегратора дозволило б цілком виключити утворення акустичного поля, утрати потужності на тертя дисків і дробильних елементів об повітря, строго упорядкувати рух часток матеріалу, що подрібнюється, між дробильними елементами, різко скоротити знос елементів дезінтегратора, але при цьому, по-перше, витрати потужності на створення і підтримку високого вакууму перевищили б економію потужності на виключення тертя об повітря, по-друге, серйозно ускладнилися б проблеми міцності корпусу й ущільнень стиків у вузлах пристрою, у третіх, дуже істотно ускладнилися б агрегати створення високого вакууму, вартість комплектації й експлуатації здрібнюючого комплексу збільшилися б у кілька разів.

Створення низького вакууму (порядку 20-40 кПа) теж трохи ускладнює проблеми міцності корпусу й ущільнень стиків у вузлах пристрою, але при цьому на кілька порядків скорочуються (у порівнянні з високим вакуумом) витрати потужності на підтримку вакууму, вартість і складність експлуатації вакуумного агрегату.

Серійно вироблені водокільцеві вакуум-насоси із широким спектром швидкості відкачки розраховані на підтримку вакууму 70 % (0,3 ат.) при номінальній продуктивності, допускають вміст пилу і вологи у викачуваному газі, не вимагають істотних витрат потужності на привід обертання [див., наприклад, 3]. Цими можливостями й обумовлена заявлена верхня межа тиску газової атмосфери в дезінтеграторі.

Відцентрові здрібнювачі дезінтеграторного типу приблизно вдвічі складніше дисмембраторних, але вчетверо ефективніше по продуктивності, ступеневі здрібнювання й активації, а істотне зниження тиску в дезінтеграторі утворює у багато разів більший позитивний ефект, ніж у дисмембраторі.

Механізм завантаження і затвор, крім функцій подачі матеріалу на здрібнювання і збирання готового продукту зі строго заданою продуктивністю, виконують функцію шлюзів, що обмежують надходження повітря в дезінтегратор.

Такі механізми давно застосовуються в транспортуючому устаткуванні [див., наприклад, 4].

Суть вакуумного дезінтегратора пояснюється кресленнями, де схематично зображені:

Фіг. 1 - поздовжній розріз бункера, механізму завантаження і дезінтегратора;

Фіг. 2 - поперечний розріз дезінтегратора по А-А.

Робочі органи дезінтегратора - два диски, на яких жорстко закріплені дробильні елементи 1 (фіг. 1, 2). Диск 2 безпосередньо з'єднаний із привідним валом 3, що обертається в підшипниках 4 (фіг. 1), а другий диск складається з трьох елементів: внутрішнього диска 5 з розгінними лопатками 6 (фіг. 1, 2), сполучного циліндра 7 і кільця 8 (фіг. 1). Внутрішній диск 5 жорстко з'єднаний із привідним валом 9. Диски розташовані усередині корпусу 10 (фіг. 1, 2) з цапфами 11 (фіг. 1), у яких розміщені підшипники 4 і ущільнювачі 12.

У нижній частині корпусу 10 у цапфах 13 і 14 розташований затвор у виді шнека 15, установленого з можливістю обертання в підшипниках 16 і в ущільнювачах 17, і кришки 18 з вантажем 19, закріпленої з можливістю повороту на вихідному торці цапфи 14.

Для подачі вихідного матеріалу в дезінтегратор він обладнаний бункером 20 і механізмом завантаження 21, герметично з'єднаним трубчастим жолобом 22 з корпусом 10. Нижній кінець жолоба 22 розташований усередині сполучного циліндра 7.

Вакуум усередині корпусу 10 створюється вакуум-насосом 23, з'єднаним через циклон 24 з корпусом 10 за допомогою повітропроводу 25. Пилозбірник циклона 24 герметично з'єднаний з нижньою частиною корпусу 10 трубчастим жолобом 26.

Пристрій обладнаний контрольно-вимірювальними приладами.

У вихідному положенні приводи всіх обертючих елементів виключені, бункер 20 заповнений дрібною фракцією вихідного матеріалу, порожнина навколо шнека 15 заповнена попередньо здрібненим у дезінтеграторі матеріалом. Вихідний отвір цапфи 14 закрито кришкою 18, притиснутої до торця цапфи 14 вантажем 19. Тиск повітря усередині корпусу 10 дорівнює атмосферному.

Пристрій працює в такий спосіб.

У початковий момент включається привід вакуум-насоса. Після того, як тиск усередині корпусу понизиться до номінального, включають приводи дисків 2 і 8, після їхнього розгону до номінальної швидкості обертання одночасно включають привід механізму завантаження 21 і подають початковий матеріал у бункер 20. Матеріал самопливом заповнює верхні порожнини між пластинами ротора механізму завантаження 21 і при його обертанні переводиться в нижнє положення, відкіля по жолобу 22 пересипається на розгінні лопатки 6 дезінтегратора. Під дією відцентрової сили матеріал через отвори в сполучному циліндрі 7 викидається на дробильні елементи 1 внутрішнього кільцевого ряду диска 2, що рухаються назустріч. У результаті удару шматки матеріалу розбиваються на менші частки й одержують окружну швидкість у протилежному напрямку. Відцентрова сила переміщає частки в радіальному напрямку і вони зіштовхуються з дробильними елементами 1 внутрішнього кільцевого ряду диска 8, що рухаються назустріч, дробляться на ще менші частинки і так далі. За частки секунди вихідний матеріал переміщається від розгінних лопаток 6 до дробильних елементів зовнішнього кільцевого ряду диска 8, подрібнюється до розміру частин менш 50 мкм і викидається на окружну поверхню й у нижню частину корпусу 10. Завдяки низькому тискові усередині корпусу 10 частки матеріалу швидко осаджуються. При досягненні в нижній часті корпусу 10 заданого рівня осілого матеріалу включають привід шнека 15. Він ущільнює здрібнений матеріал у цапфі 14, тиск матеріалу переборює дія вантажу 19 і атмосферного, кришка 18 повертається на кут, при якому тиск на кришку 18 матеріалу, що вивантажується, врівноважує тиск вантажу 19, і різницю тисків атмосферного і усередині корпусу.

Пил, який уноситься у повітропровід 25 разом з викачуванням повітрям, частково осаджується в циклоні 24 і по жолобу 26 повертається усередину корпусу 10. Інша частина пилу поглинається циркулюючою водою у водокільцевому вакуум-насосі 23.

Дезінтегратор переходить у штатний режим роботи.

Повітря усередину дезінтегратора попадає в порожнини (обсязі між шматками) початкового матеріалу, деяка його кількість просмоктується через ущільнювачі 2 і 17, а також через ущільнювачі механізму завантаження 21. Частина його виводиться в порожнини матеріалу, що вивантажується, а інша частина відсмоктується вакуум-насосом, продуктивність якого забезпечує підтримку заданого тиску усередині корпусу 10.

Приклад здійснення способу.

На здрібнювання подають із продуктивністю 25 т/годину або 0,4 м³/хв. сухий попередньо дроблений клінкер із фракційним складом, що проходить через сито менш 5 мм. Порожнистість такого матеріалу приблизно дорівнює 0,33, при цьому разом із клінкером у дезінтегратор надходить 0,176 м³/хв. повітря з атмосферним тиском. Крім того, через всі ущільнювачі підсмоктується ще 0,05 м³/хв. Усередині корпусу дезінтегратора тиск підтримується на рівні 0,32 атмосферного, тому потік повітря, що надходить, розширюється до 0,706 м³/хв., нагрівається з 20 до 80 °С за рахунок тепла, що виділяється в процесі здрібнювання матеріалу, при цьому додатково розширюється до 0,86 м³/хв.

Находячи на розгінні лопатки диска, матеріал захоплюється в обертальний рух навколо осей дисків і відцентровою силою виноситься на їхню периферію, при цьому чотири рази вдаряючись об дробильні елементи 1 дисків на зустрічних швидкостях 50-150 м/с і, гальмуючи на поверхні корпусу 10, опускається в нижню його частину. Високошвидкісним ударним впливом матеріал дробиться до розміру частин менш 30 мкм, усередині обсягу частин утворюється безліч мікротріщин, кристалічна структура частково деформується, атоми в молекулах одержують додаткову кінетичну енергію і збуджуються. Комплекс цих структурних змін називають механоактивацією [див., наприклад, 5].

Зменшення ступеня впливу вихрових потоків на рух часток істотно збільшує ступінь ударного їх здрібнення і швидкість осадження усередині корпусу.

У затворі шнеком, що обертається зі швидкістю 500 об/хв., здрібнений матеріал (цемент) ущільнюється і виштовхується назовні.

Подібні затвори зі швидкістю обертання шнеків до 950 об/хв. широко застосовуються в пневмопідйомниках і пневмотранспортних системах для завантаження в них пилових матеріалів при перепаді тисків більш 3 атм [6].

Порожнистість ущільненого цементу приблизно дорівнює 0,3, разом з ним виводиться з дезінтегратора 0,11 м³/хв розрідженого повітря. Для підтримки заданого тиску використовується вакуум-насос зі швидкістю відкачки за умовами усмоктування 0,75 м³/хв. із потужністю електродвигуна 2 квт.

Споживана потужність серійно вироблених дезінтеграторів, наприклад, DESI-21 фірми AS DESINTEGRATOR [7] із продуктивністю порядку 30 т/годину при здрібнюванні до середнього розміру часток 0,1-0,04 мм, складає 560 кВт, у тому числі на тертя дисків і дробильних

елементів об повітря витрачається більш 80 кВт. Зниження тиску повітря в дезінтеграторі до 0,32 атм, по розрахунку, скорочує втрати потужності більш ніж на 50 кВт, відповідно знижується потужність пилоповітряних вихрів і створюваного ними акустичного поля, зменшується абразивний знос елементів усередині корпусу дезінтегратора, продукт здрібнювання видається не пилоповітряним потоком, що вимагає для виділення продукту осаджувальних камер, циклонів і рукавних фільтрів, а щільним потоком, що дуже істотно спрощує комплекс устаткування і на порядок зменшує його габарити.

Таким чином, включення до складу дезінтеграторного комплексу вакуум-насоса і зменшення тиску повітря в три рази в корпусі дезінтегратора дає можливість зменшити середній розмір часток продукту і підвищити ступінь його механоактивації, істотно скоротити споживану потужність привода й абразивний знос робочих органів, шумовий вплив на навколишнє середовище. При цьому зі складу комплексу виводиться ряд агрегатів, необхідних для виділення твердої фази з газового потоку.

Рішення поставленої задачі досягається засобами, які давно освоєними промисловістю.

Джерела інформації, прийняті до уваги при складанні заявки:

1. Пат. 2046659 Российская Федерация, МПК 6 B02C 13/24. Способ тонкого измельчения и активации материалов и устройство для него / И.Ф. Шпегель. - № 93016044/33; заявл. 29.03.1993; опубл. 27.10.1995, Бюл. № 1.

2. Тимашев В.В., Сулеменко Л.М., Майснер Ш. Влияние механоактивации на структурно-химические параметры перерабатываемого сырья // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. - 1986. - Т. 21, № 3. - С. 489-493.

3. Данилин Б.С., Минайчев В.Е. Основы конструирования вакуумных систем. - М.: Энергия, 1971. - С.34.

4. Вайсон А.А. Подъемно-транспортные машины. - М.: Машиностроение, 1964. - С. 500, 501.

5. Авакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. - Новосибирск, 1980, 297 с.

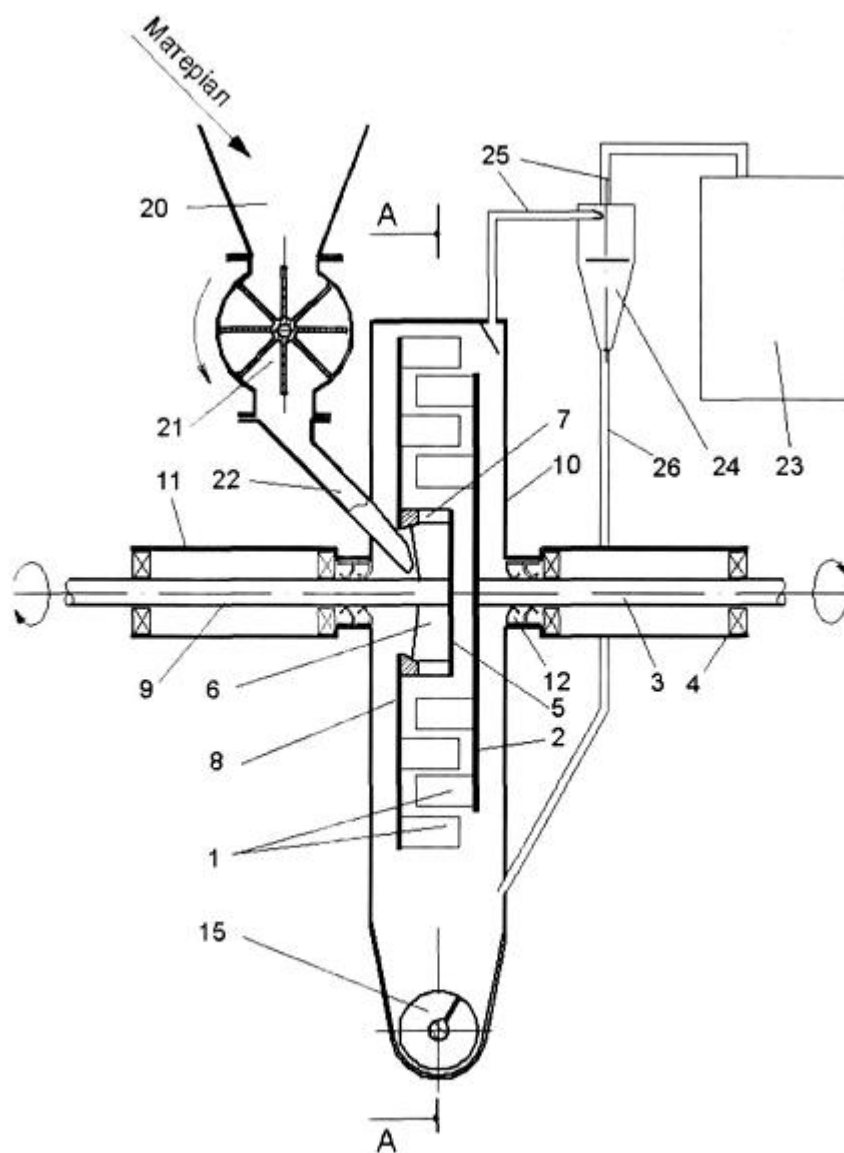
6. Пневмотранспортные установки / А.А. Воробьев, А.И. Матвеев, Г.С. Носко и др.: справочник. - Л.: Машиностроение, 1969. - 200 с.

7. Дезинтегратор DESI-21 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.desi.ee/index.php/ru/bl-s-i-pri-n-nija?id=43>.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб здрібнювання сипучих матеріалів, який включає операції подачі матеріалу в здрібнюючий пристрій, механічного здрібнювання і активації матеріалу дробильними елементами, видалення матеріалу з робочої зони, який **відрізняється** тим, що усередині корпусу здрібнюючого пристрою підтримують тиск газового середовища, що не перевищує 0,35 атмосферного.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що механічне здрібнювання і активацію матеріалу здійснюють дробильними елементами дезінтегратора.



Фиг. 1

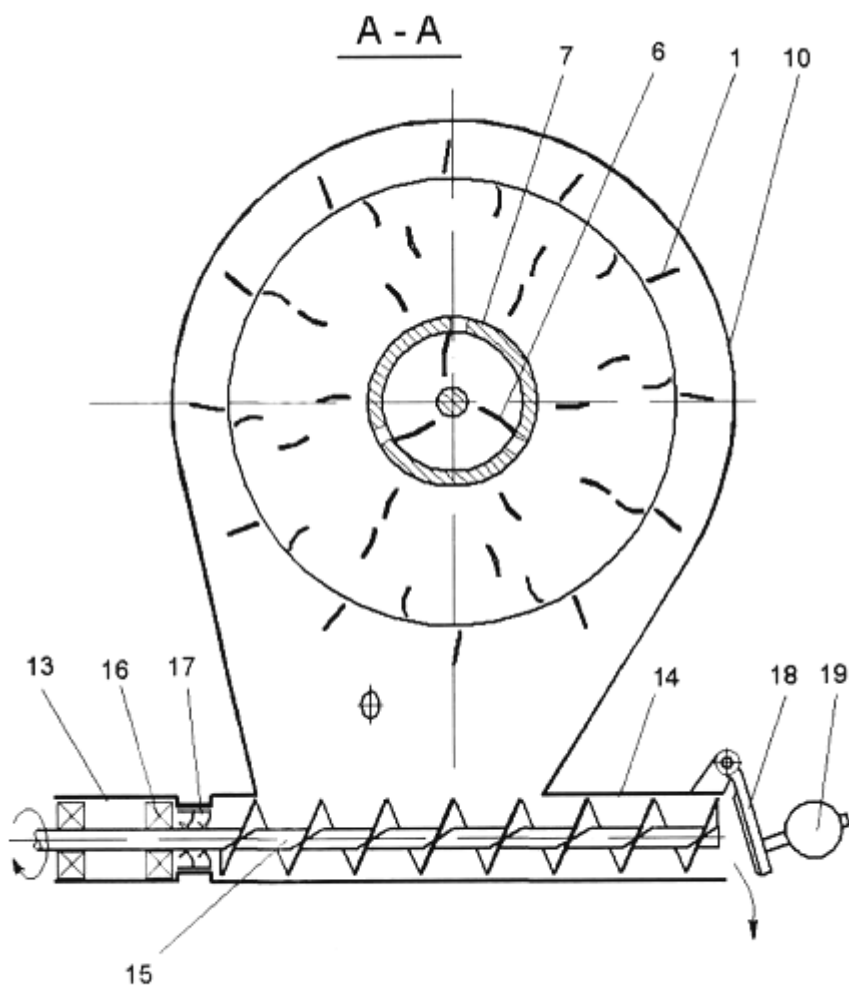


Fig. 2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601