



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 126036

(13) U

(51) МПК

B07B 4/02 (2006.01)

A01F 12/44 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: а 2018 00397	(72) Винахідник(и): Сухін Володимир Стапанович (UA), Чорнобай Ірина Володимирівна (UA), Калічава Геннадій Тамазевич (UA)
(22) Дата подання заявки: 15.01.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.06.2018	(73) Власник(и): Сухін Володимир Стапанович, ЛНАУ, буд. 4, кв. 8, м. Луганськ, 91008 (UA), Чорнобай Ірина Володимирівна, пров. Гастелло, 35, м. Кремінна, Луганська обл., 92905 (UA), Калічава Геннадій Тамазевич, вул. А. Барбюса, 20-а, кв. 7, м. Луганськ, 91005 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.06.2018, Бюл.№ 11	(74) Представник: Калюжний Валерій Вілінович, реєстр. №156

(54) СПОСІБ СЕПАРАЦІЇ СИПУЧОЇ СУМІШІ У ТЕКУЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ**(57) Реферат:**

Спосіб сепарації сипучої суміші у текучому середовищі, який полягає: у гравітаційному поданні часток суміші, аеродинамічному монотонно зростаючому впливу на них під гострим кутом до вертикалі каскадом пласких струменів і виведенні готових фракцій, при цьому перед впливом на частки суміші кожний струмінь розширюють до стуляння з суміжним та утворенням у достуляльному міжструменевому просторі суміжних струменів двох циркуляційних зон - верхньої та нижньої - відмінних за розмірами, причому початкове розширення ведуть постійно та однобічно - тільки догори з утворенням нижньої стійкої циркуляційної зони, а верхню циркуляційну зону утворюють періодично за рахунок автоколивань границі стуляння суміжних струменів поздовж та поперек напрямку руху загального потоку, при цьому розміри верхньої циркуляційної зони при її максимумі не перевищують розміри нижньої циркуляційної зони.

UA 126036 U

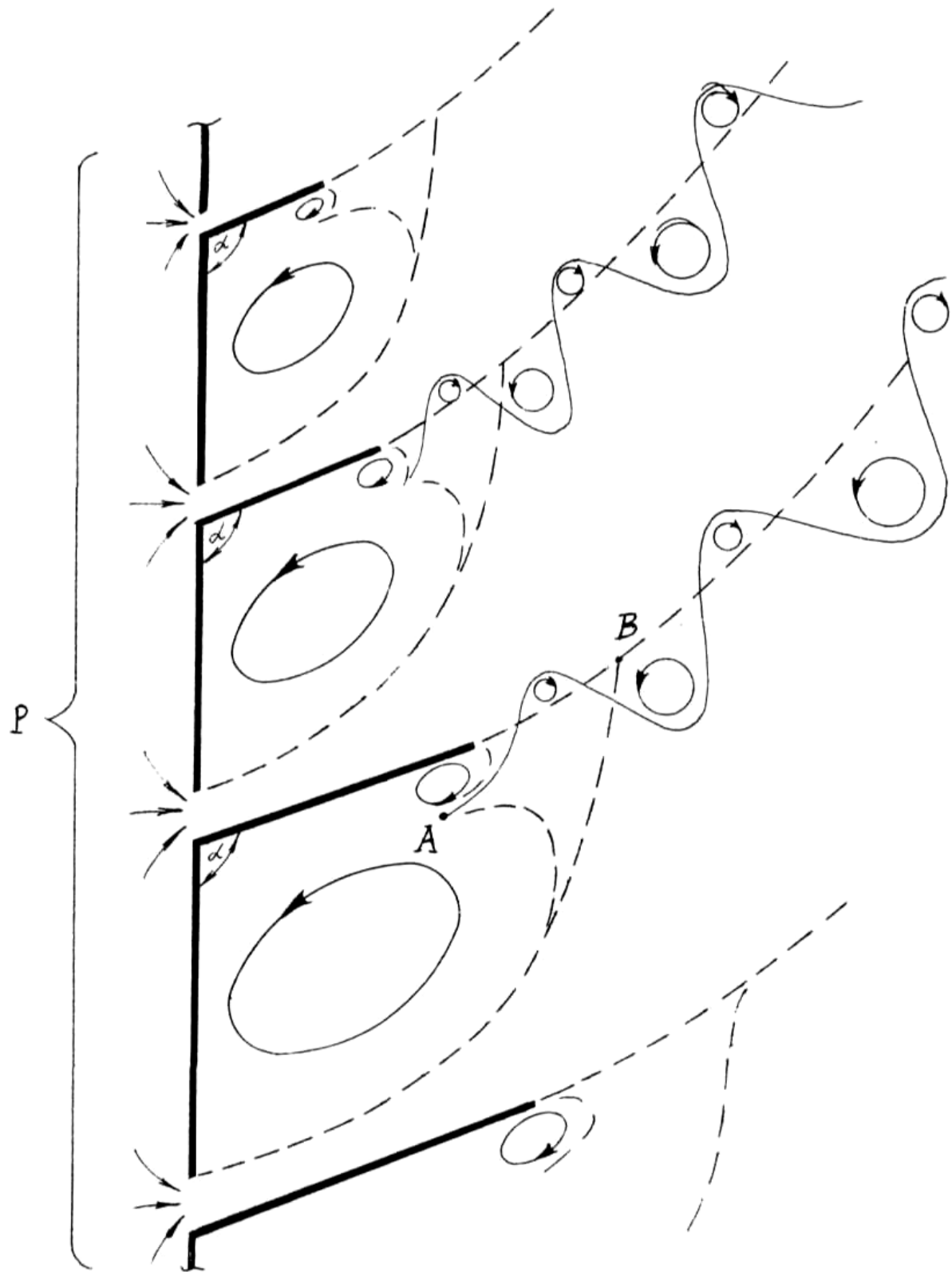


Fig. 2

Корисна модель належить до пристроїв для повітряної сепарації сипких матеріалів та може бути використана, переважно, у сільському господарстві для очищення та сортування насіння злакових культур, трав'яних та інших культур, на селекційних станціях, у фермерських господарствах, у борошномельному та комбікормовому виробництві, а також при виготовленні будівельних матеріалів, у харчовій, хімічній, вугільній промисловості та в інших галузях народного господарства.

З рівня техніки відомий спосіб сепарації сипучої суміші у текучому середовищі, який включає гравітаційне подання часток, аеродинамічне монотонно зростаючий вплив на них під гострим кутом до вертикалі каскадом плоских струменів та виведенні готових фракцій, при цьому вплив каскадом плоских струменів відбувається у режимі вільного знакозмінного силового сканування з зростанням амплітуди та кута сканування [див. пат. України № 45881 з класу B07B 4/02 опублікований 15.04.2002 року в Бюл. №4].

Основним недоліком відомого способу сепарації є низька якість розділення сипучої суміші на фракції, особливо часток зі значною різницею за масою та щільністю. Суть цього недоліку полягає у наступному: знакозмінний та вільний режим роботи каскаду струменів невідворотно приводить до періодичного, нестабільного у часі і просторі виникненню зон тиску та розрядження з появою прямих та зворотних течій. В зоні зворотних течій відбувається втягування часток (особливо легких) у рух, зворотний напрям основного потоку, що призводить до часткового змішування вже розділеного матеріалу. Нестабільність у часі цього явища, врешті решт, призводить до розмикання (розриву) каскаду повітряних струменів у будь-якому випадковому місці, що, у свою чергу, призводить до зривання генерації сумарного повітряного потоку, в результаті чого кардинально знижується якість сепарування.

Відомий також спосіб сепарації сипучої суміші у текучому середовищі, включає гравітаційне подання часток суміші, аеродинамічний зростаючий вплив на них під гострим кутом до вертикалі каскадом плоских струменів і виведенні готових фракцій, при цьому перед аеродинамічним впливом на частки суміші, течію кожного повітряного струменя переводять у режим розвиненої турбулентності шляхом розширення цих струменів по вертикалі до стуляння їх один з одним зі збіжною або близької до неї формою течії та утворення на початку кожного міжструменевого простору всіх суміжних струменів не менш двох циркуляційних зон, що відрізняються одна від іншої за величиною [див. Міжнародну заявку № WO20100056220 з класів B07B 11/00, B07B 4/02, B07B 4/00, опубліковану 20.05.2010 року].

Основним недоліком відомого способу сепарації сипучої суміші у текучому середовищі є його низька продуктивність, яка зумовлена недостатньою інтенсивністю процесу сепарації. Це пов'язане, у першу чергу, з технологічними обмеженнями відносно забезпечення режиму турбулентності, а саме: шляхом лише двостороннього розширення струменів з подальшим їх стулянням у одну збіжну течію. У цьому випадку неможливо стабільно підтримувати достатньо потужну турбулентність, оскільки при цьому виникає та функціонують лише дві циркуляційні зони (згідно з заявленою пропозицією, не менш ніж дві, але, як показує практика, - і не більш на підтвердження чого, див. фіг. 1 у вказаній міжнародній заявці, де зображені автором циркуляційні зони). Відсутність технологічної можливості збільшити кількість циркуляційних зон без ризику зриву генерації та руйнування збіжної форми течії струменів, а також створити додаткові аеродинамічні ефекти для посилення явища турбулентності, наприклад, шляхом створення мікровихорів, призводить до неможливості підвищення інтенсивності й якості процесу сепарації, зокрема, збільшити товщину шару суміші під час її гравітаційного подання. Тобто, дана схема формування каскаду струменів та зон турбулентності вичерпала свої можливості досягти більш розвитку турбулентності у сепараційній камері, отже, у подальшому якість процесу розділення сипучої суміші на окремі фракції підвищити неможливо.

Найбільш близьким за своєю суттю та ефектом, що досягається, і який приймається за прототип, є спосіб сепарації сипучої суміші у текучому середовищі, який полягає у гравітаційному поданні часток суміші, аеродинамічному монотонно зростаючому впливі на них під гострим кутом до вертикалі каскадом плоских повітряних струменів та виведенні готових фракцій, причому перед аеродинамічним впливом на частки суміші, течію кожного струменя переводять у режим розвинутої турбулентності шляхом розширення їх по вертикалі до зливання один з одним зі збіжною або близькою до неї формою течії та утворення на початку кожного міжструменевого простору всіх суміжних струменів двох циркуляційних зон верхньої та нижньої - що відрізняються за розмірами. Особливість цього способу полягає в тому, що перед формуванням циркуляційних зон здійснюють різку зміну напрямку течії струменів із вертикального на майже горизонтальне з подальшим їх стисканням по вертикалі. Цей спосіб реалізується за допомогою пристрою, який містить бункер з вібротолком, встановлений під ним повітряний генератор, з розташованими одна під іншою та гострим кутом до вертикалі

жорсткими стінками, крок та ширина розташування яких збільшується зверху донизу і пов'язаний з джерелом подання повітря під тиском у генератор та охоплений бічними стінками, а також збірники фракцій, причому кінець кожної жорсткої стінки за всією її довжиною наділений розташованою до неї під кутом додатковою стінкою, ширина якої менше відстані між суміжною зверху жорсткою стінкою, які розташовані зі зсувом по горизонталі, з утворенням зазору відносно нижньої жорсткої стінки, а камери повороту повітряного потоку на вході у зазор, при цьому камери повороту та зазори збільшуються зверху донизу [див. пат. Російської Федерації № 24623 19 С2 з класу В07В 4/02, опубліковану 27.09.2012 року].

Основним недоліком відомого способу сепарації є те, що він не забезпечує якісного розділення на фракції часток складної форми та неоднорідної шорсткості поверхні. Наявність цього недоліку пояснюється конструктивною невідосконаленістю пристрою, що реалізує вказаний спосіб. В ньому струменевий генератор влаштований таким чином, що струмені повітря виходять у щілини (зазори) поміж жорсткою стінкою та, у відповідності до ефекту Коанда, відхиляються (прилипають) до додаткової стінки. В той же ж час за жорсткою стінкою, з боку сепараційної камери виникає зона розрядження, де чітко формуються дві турбулентні зони, співмірні за розмірами, а за ними, практично симетрично ним, - третя слабковиражена турбулентна зона, приблизно таких же розмірів. Тобто, три турбулентні зони вибудовують практично симетричну фігуру, що складається з турбулентних зон. В результаті такої ситуації (симетричності), за останньою турбулентною зоною виникає множина повітряних вихорів невеликого та (увага!) однакового (підкреслене спеціально) розміру, що, у подальшому, при їх стулянні, викликає прямолінійне витікання струменів, вектор яких спрямований за похилою доверху. Оскільки всі вихори мають однаковий розмір та обертаються з однаковою швидкістю, підсумковий турбулентний потік виявляється нечутливим до форми та неоднорідності шорсткості часток суміші, що сепарується. Оскільки матеріал, що сепарується, наприклад зернова маса, складається з різних не тільки за розмірами часток (відомий спосіб здійснює розділення часток на фракції за розмірами), але й різних за формою та шорсткістю, ці фізичні параметри часток, відомий спосіб не в змозі враховувати ці обставини, отже, погано взаємодіють з вказаними частками, в результаті чого, вони потрапляють не в ті збірники фракцій, у які вони повинні були б потрапити за своїми розмірами. Все це, у цілому, знижує якість сепарації, яке покликане специфікою турбулентного потоку (симетричність та наявність в ньому вихорів з однаковою кінетичною енергією), який формується через особливості конструкції струменевого генератора.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення якості сепарації часток складної форми та з неоднорідною шорсткістю поверхні за рахунок створення висхідного турбулентного потоку з неоднорідними властивостями у перетині шляхом зміни конструкції струменевого генератора.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що у способі сепарації сипучої суміші у текучому середовищі, який полягає у гравітаційному поданні часток суміші, аеродинамічному монотонно зростаючому впливу на них під гострим кутом до вертикалі каскадом пласких струменів і виведенні готових фракцій, при цьому перед впливом на частки суміші кожний струмінь розширюють до стуляння з суміжним та утворенням у доступному міжструменевому просторі суміжних струменів двох циркуляційних зон - верхньої та нижньої - відмінних за розмірами, згідно з корисною моделлю, початкове розширення ведуть постійно та однобічно - тільки догори з утворенням нижньої стійкої циркуляційної зони, а верхню циркуляційну зону утворюють періодично за рахунок автоколивань границі стуляння суміжних струменів поздовж та поперек напрямку руху загального потоку, при цьому розміри верхньої циркуляційної зони при її максимумі не перевищують розміри нижньої циркуляційної зони.

Пропоноване технічне рішення передбачає сепарацію у несиметричному за структурою турбулентному потоці, який характеризується наявністю в ньому різнокаліберних вихорів, які, взаємодіючи між собою, обмінюються енергією більш інтенсивно, ніж вихори однакових розмірів (характерні для прототипу), за рахунок різниці лінійних швидкостей обертання, що призводить до інтенсифікації турбулентності загального повітряного потоку. Через різницю лінійних швидкостей обертання, що покликане різними розмірами вихорів, що сполучаються, надглядається плавний загин догори загального повітряного потоку за довжиною сепараційної камери, що ще більшою мірою дозволяє утримувати частки сипучої суміші у активній зоні та, саме так, здійснити більш точне розділення на фракції частки складної форми та з неоднорідною шорсткістю поверхні, завдяки тому, що «дрібні» вихори краще взаємодіють з дрібними частками, а «крупні» вихори краще взаємодіють з крупними частками. Таким чином, саме різнокаліберність вихорів дозволяє з однаковою інтенсивністю впливати на усі види часток, а отже, підвищити якість сепарації сипучої суміші. Якщо у прототипі ефект Коанда

використовується для «прилипання» до жорсткої стінки верхньої плоскості струменя, то у запропонованому - навпаки, для «прилипання» нижньої плоскості. Саме завдяки цьому й утворюється у широкому діапазоні розмірів різнокаліберні вихори за «живим» перетином струменя, що приводить, у підсумку, до підвищення турбулізації сумарного повітряного потоку, а при високому ступені турбулентності, як відомо, практично зникає повітряна «тінь», яка традиційно формується за насінням.

Підвищення загальної турбулентності повітряного потоку дозволяє, по-перше, зменшити довжину зони сепарації, а отже, металоємності сепаратора, по-друге, знизити енергоємність процесу сепарації, отже, використовувати силові обладнання меншої потужності, підвищити універсальність (підвищити нечутливість до складу й типу сипучої суміші), по-третє, підвищити якість сепарування незалежно від форми й шорсткості часток, які містяться у сипучій суміші.

Отже, сукупність усіх суттєвих ознак запропонованого технічного рішення, що торкаються способу сепарації сипучої суміші у текучому середовищі, отриманих завдяки внесенню певних змін у формуванні турбулентності загальному повітряному потоку, забезпечує досягнення технічного результату, сформульованого у постановці задачі.

Подальша суть запропонованої корисної моделі пояснюється кресленнями, на якому зображене наступне: фіг. 1 - схема пристрою для здійснення заявленого способу сепарації; фіг. 2 - переріз багатоструменевого генератора для пояснення процесу формування циркуляційних зон. На фіг. 1 та 2 стрілками показані напрями руху повітряних потоків. На фіг. 2 штрихпунктирною лінією показана зміна напрямку течії повітряного струменя, суцільними лініями - турбулентні зони та вихори.

Щоб зрозуміти, яким чином відбувається сепарація сипучої суміші запропонованим способом, спочатку доцільно розглянути конструкцію пристрою, який дозволяє його реалізувати.

Пристрій для здійснення запропонованого способу сепарації сипучої суміші у текучому середовищі складається з бункера 1 з вібрлотком 2 для гравітаційного подання часток сипучої суміші у зону сепарування. Під вібрлотком 2 встановлений багатоструменевий генератор 3, який являє собою замкнений об'єм з набором щілинних зазорів 4 переважно прямокутного перерізу. Висота перерізів щілинних зазорів 4 та інтервал поміж ними збільшується зверху донизу. Щілинні зазори 4 розташовані над жорсткими стінками 5, а додаткові стінки 6 примикають до жорстких стінок 5 під кутом $\alpha > 90^\circ$. Ширина додаткових стінок 6 мінімум у сім разів більше за ширину щілинних зазорів 4, до яких вони примикають, та у два рази більше за ширину сполучених з ними жорстких стінок 5. До багатоструменевого генератора 3 з боку щілинних зазорів 4 примикають збірники фракцій 7. Багатоструменевий генератор 3 пов'язаний з джерелом подання в нього повітря під тиском Р, а його боки охоплені бічними стінками 8.

Запропонований спосіб сепарації сипучої суміші у текучому середовищі здійснюється наступним чином.

Сипучу суміш, що підлягає сепаруванню, із бункера 1 за допомогою вібрлотка 2 гравітаційно подають у зону сепарації. На частки вказаної суміші, яка знаходиться у вільному падінні, впливають під гострим кутом до вертикалі каскадом повітряних струменів у режимі розвинутої глибокої турбулентності. Верхня частина повітряного струменя, що виходить з щілинного зазору 4 одразу ж починає відхилятися догори, оскільки на своєму шляху не зустрічає механічної перешкоди, а нижня частина продовжує рухатися паралельно жорсткій стінці 5 і тільки лише при її кінці має можливість декілька відхилитися донизу. В результаті різного відхилення верхньої та нижньої частин повітряного струменя, стуляння суміжних нижньої частини верхнього струменя та верхньої частини нижнього струменя (суміжного струменя, що виходить із суміжного щілинного зазору 4) відбувається у точці В несиметричне відносно додаткової стінки 6. Під впливом нестійких додаткових циркуляційних зон під додатковою стінкою 6, точка В періодично переміщується у точку А. В результаті виникнення автоколивального процесу утворюється подвійний шлейф, який складається з множини верхніх дрібних вихорів 8 та нижніх більш крупних вихорів 9. У подвійному шлейфі надглядається більш інтенсивне міжшарове тертя повітряного потоку, за рахунок чого і підвищується сумарний ступінь турбулізації повітряного потоку. Коли два вихори різних розмірів (дрібний та крупний) зустрічаються, вони, маючи різну кінетичну енергію, передають один одному частину енергії за рахунок гальмування, що у підсумку призводить до викривлення струменя догори, в результаті чого виникає виштовхуюча аеродинамічна сила, що збільшує час перебування часток суміші у активній високотурбулізованій зоні, а це сприятливо позначається на якості сепарування сипучої суміші. Після проходження частками сипучої суміші каскаду повітряних струменів та зони високорозвинутої турбулентності відбувається відведення готових фракцій.

Суттєва відмінність запропонованого способу сепарації сипучої суміші у текучому середовищі від інших відомих технічних рішень у даній області знань, полягає в утворенні в зоні

турбулізації зміни умов розшарування повітряного потоку з утворенням повітряних вихорів різних за розмірами, отже, що й мають різну кінетичну енергію, та саме так збільшити потужність та підвищити ступінь турбулентного режиму роботи каскаду повітряних струменів. Вказана відмінність забезпечує високу якість процесу сепарування та, одночасно, суттєве

спрощення конструкції пристрою, зокрема, його генератора струменів. Жодний з відомих способів сепарації сипучої суміші у текучому середовищі не може мати всіх перерахованих властивостей, оскільки взагалі не передбачають можливості зміни умов розшарування повітряних струменів, збільшення зони турбулізації, зокрема, шляхом утворення мікрОВихорів різних за розмірами.

Таким чином, запропоновані у даному технічному рішенні принцип сепарації сипучої суміші у текучому середовищі приводить до появи якісно нового технічного результату, у порівнянні з відомими аналогами та прототипом.

Запропоновані спосіб сепарації сипучої суміші у текучому середовищі не містить у своєму складі ніяких процесів, які б неможливо було б відтворити на сучасному етапі розвитку науки і техніки, зокрема, в галузі виробництва повітряних сепараторів, отже, вважається таким, що відповідає критерію «промислова придатність».

У відомих джерелах патентної документації, науково-технічної та іншої інформації не виявлено жодного способу сепарації сипучої суміші у текучому середовищі із вказаними у пропозиції сукупністю суттєвих ознак, а отже, запропоноване технічне рішення вважається таким, що відповідає критерію «новизна».

Порівняльний аналіз запропонованої корисної моделі з відомим технічним рішенням, прийнятим за прототип, показав, що саме асиметричність стуляння струменів викликає їх загальне (спільне) викривлення догори під час формування з них каскаду струменів приводить до появи нових технічних переваг, зокрема, до наступних:

- створення різних за розмірами вихорів, які підвищують ступінь турбулізації повітряного струменя за рахунок присутності автоколивального процесу у зоні стуляння суміжних струменів;
- виникнення з цієї ж причини викривлення догори струменів всього каскаду, що дозволяє збільшити час перебування часток суміші в зоні високої турбулентності повітряного потоку;
- зменшення розмірів зони сепарації за рахунок підвищення ступеня турбулізації повітряного потоку та його викривлення догори;
- зниження енергоємності процесу сепарації сипучої суміші з цієї ж причини;
- підвищення якості сепарації сипучої суміші незалежно від форми та шорсткості часток, що містяться в ній, за рахунок нечутливості до форми та неоднорідності шорсткості часток.

Економічний ефект від впровадження корисної моделі у виробництво, у порівнянні з використанням прототипу, отримують за рахунок збільшенню виходу якісного продукту та зниження енергетичних витрат на процес сепарації.

Після опису запропонованого способу сепарації сипучої суміші у текучому середовищі, фахівцям у даній галузі знань повинно бути наочним, що все вищеописане є лише ілюстративним, а не обмежуючим, будучи представленим даним прикладом. Численні можливі варіанти реалізації на практиці запропонованого способу можуть змінюватися у залежності від характеристик вихідного сипучого матеріалу, області використання та бажаних об'ємів виробництва, і, зрозуміло, знаходяться в межах об'єму одного зі звичайних та природних підходів у даній галузі знань та розглядаються такими, що знаходяться у межах об'єму запропонованого технічного рішення.

Квінтесенцією запропонованого технічного рішення є те, що у процесі сепарації під час утворення циркуляційних зон виникає автоколивальний процес у зоні стуляння струменів з утворенням вихорів різних за розмірами, що дозволяє значно викривити догори каскад повітряних струменів та збільшити ступінь турбулізації каскаду струменів, а отже, підвищити інтенсивність впливу на частки суміші різної форми та шорсткості, та саме так, підвищити якість сепарації з одночасним зниженням використаних енергетичних ресурсів на ці потреби, і саме ці обставини дозволили надбати запропонованому способу вищеперераховані та інші переваги. Використання лише окремих елементів запропонованого технологічного вдосконалення, природно, обмежує спектр переваг, перелічених вище, і не можуть вважатися новими технічними рішеннями у даній області знань, оскільки інші, подібні описаному способу технічні рішення, вже не вимагають ніякого творчого підходу від конструкторів та інженерів, и не можуть вважатися результатами саме творчої діяльності або новими об'єктами права інтелектуальної власності, відповідних до захисту охоронними документами.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Спосіб сепарації сипучої суміші у текучому середовищі, який полягає: у гравітаційному поданні часток суміші, аеродинамічному монотонно зростаючому впливу на них під гострим кутом до вертикалі каскадом плоских струменів і виведенні готових фракцій, при цьому перед впливом на частки суміші кожний струмінь розширюють до стуляння з суміжним та утворенням у доступному міжструменевому просторі суміжних струменів двох циркуляційних зон - верхньої та нижньої - відмінних за розмірами, який **відрізняється** тим, що початкове розширення ведуть постійно та однобічно - тільки догори з утворенням нижньої стійкої циркуляційної зони, а верхню циркуляційну зону утворюють періодично за рахунок автоколивань границі стуляння суміжних струменів поздовж та поперек напрямку руху загального потоку, при цьому розміри верхньої циркуляційної зони при її максимумі не перевищують розміри нижньої циркуляційної зони.

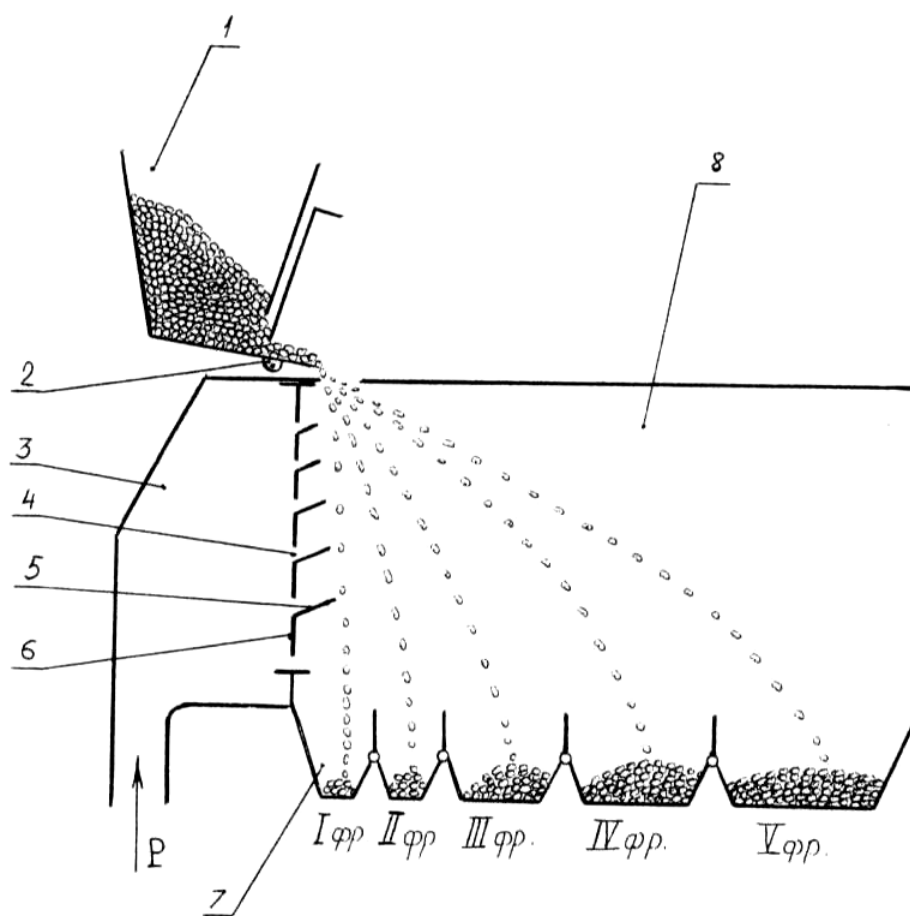
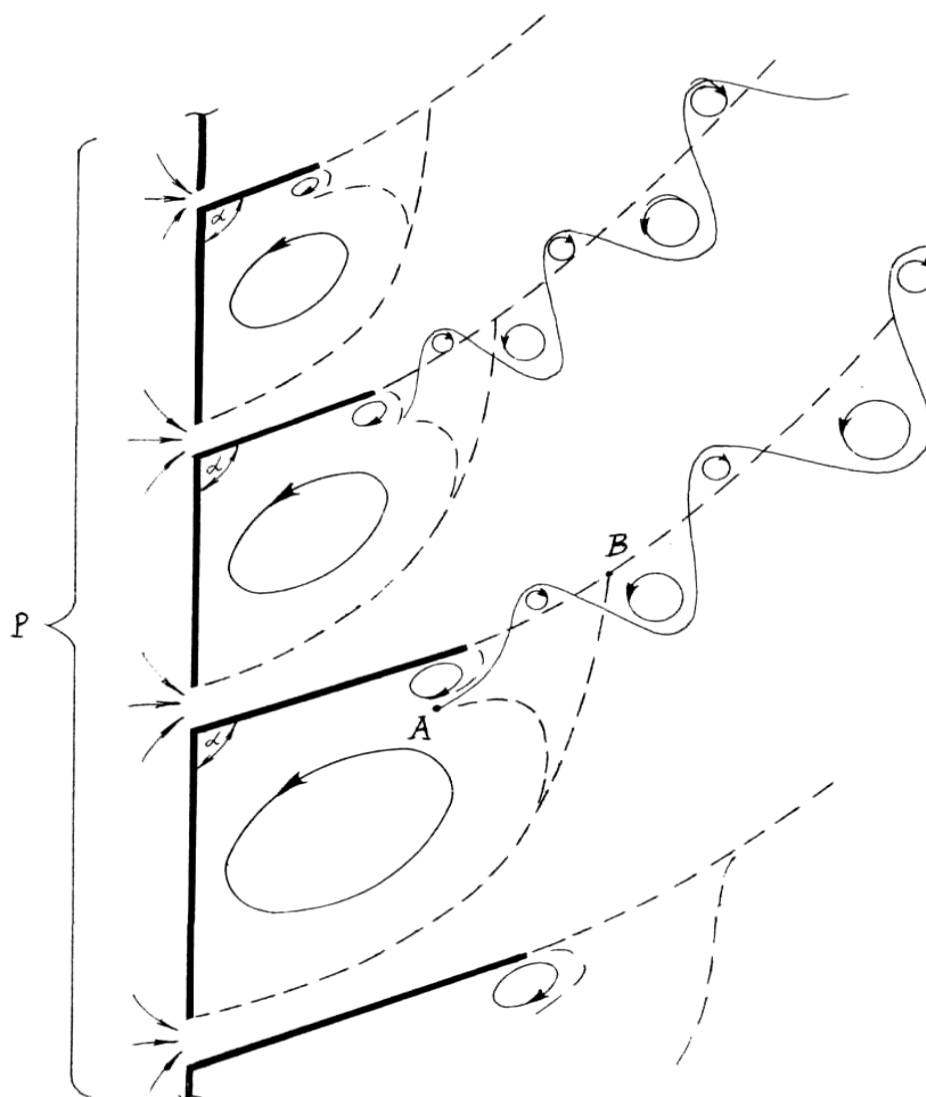


Fig. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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