



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **87573** (13) **U**
(51) МПК
B65G 53/16 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

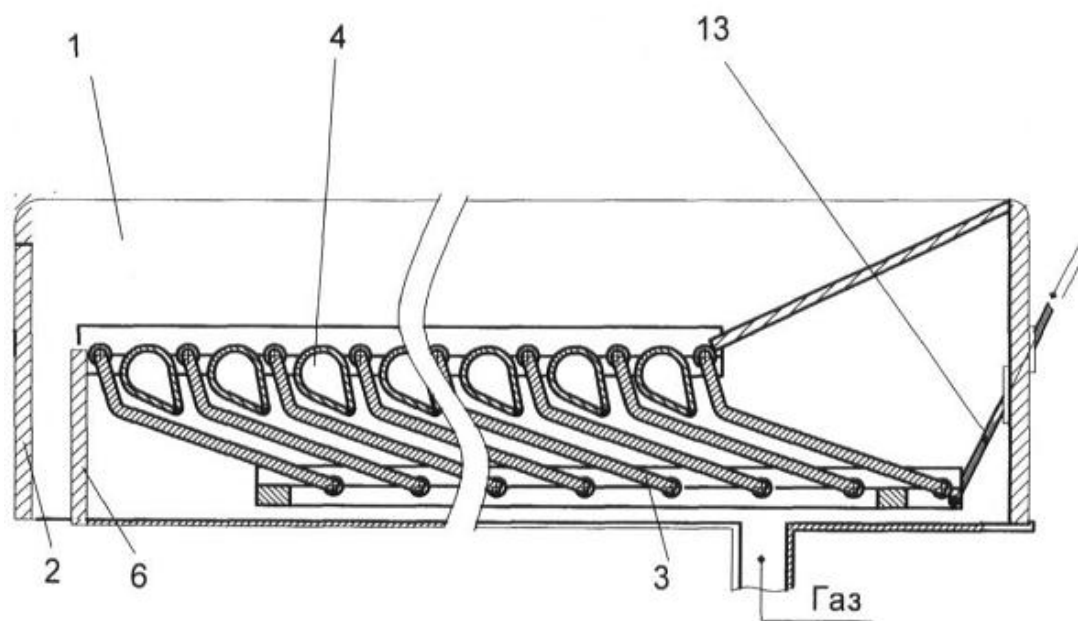
(21) Номер заявки: u 2013 10972	(72) Винахідник(и): Бодров Володимир Вікторович (UA), Троцан Анатолій Іванович (UA)
(22) Дата подання заявки: 13.05.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.02.2014	(73) Власник(и): Бодров Володимир Вікторович, вул. Артема, 37, кв. 51, м. Маріуполь, Донецька обл., 87515 (UA), Троцан Анатолій Іванович, пр. Ілліча, 30, кв. 194, м. Донецьк, 83003 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2014, Бюл.№ 3	
(62) Номер та дата подання попередньої заявки, з якої виділено заявку, позначену кодом (21): u201305940, 13.05.2013	

(54) АЕРОЖОЛОБ-2 В.В. БОДРОВА-А.І. ТРОЦАНА

(57) Реферат:

Аерожолоб включає борти і газопроникний піддон, виконаний у вигляді ряду рівнобіжних пластин, розміщених із кроком, меншим їхньої ширини. Пластини встановлені з можливістю їхнього повороту відносно верхньої частки верхніх плечей. Поперечний переріз пластин вигнутий так, що утворює два плеча, кут між якими спрямований вершиною вниз, у робочому положенні кут між площинами верхніх плечей і вертикаллю знаходиться в межах $\gamma = 4-10^\circ$. Кут між площинами нижніх плечей і горизонталлю - менше кута природного укусу переміщуваного сипучого матеріалу, а в середній частині прогонів між верхніми плечима пластин і на рівній відстані від них розташовані вставки, жорстко закріплені до бортів.

UA 87573 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до транспортуючих пристроїв із псевдозрідженням матеріалу і призначена для переміщення матеріалів у реакторах з киплячим шаром.

Головна функція реактора киплячого шару - забезпечення заданої тривалості контакту твердих часток з газовим потоком у процесі тепломасообміну, додаткова функція - повільне переміщення газовим потоком реагуючих з ним часток від місця введення їх у реактор безперервної дії до місця виводу, причому вертикальна швидкість газового потоку повинна бути більше швидкості аерації (псевдозрідження), але менше швидкості їхнього віднесення, для дрібнодисперсного матеріалу, рівної 0,2-0,6 м/с. Крім того, у випадку припинення подачі газу, газопроникний піддон повинний бути непроникним для часток матеріалу. Таким вимогам відповідає реактор з газопроникним подом у вигляді дрібнопористої поверхні з малим ухилом вниз у напрямку місця виводу часток, при цьому потрібна швидкість переміщення встановлюється шляхом регулювання кута нахилу поду до горизонту. В одноярусній схемі реактора у такого поду один недолік - істотна втрата напору газу на проходження через під. При багаторусній схемі з послідовним проходженням газового потоку крізь кілька подів з'являється другий істотний недолік - швидке забивання сполучених пір поду пиловою фракцією часток.

Найближчим технічним рішенням до пристрою, що заявляється, по істотних ознаках і розв'язуваній задачі, є аерожолоб С.М. Кореневського з піддоном жалюзійного типу [Пневмотранспортные установки / А.А. Воробьев, А.И. Матвеев, Г.С. Ноский і ін.: справочник. - Ленинград: Машиностроение, 1969. - С. 166].

Він включає засіб подачі стислого повітря, борти і повітропроникний піддон, виконаний у вигляді ряду розташованих під гострим кутом до напрямку руху матеріалу жалюзійних плоских рівнобіжних пластин, встановлених із кроком, меншим їхньої ширини. Зазор між суміжними пластинами у вертикальній площині перевищує товщину пластин і дорівнює декільком міліметрам. Такий аерожолоб у принципі не забивається частками пилової фракції і як засіб тільки для транспортування сипучих матеріалів має істотну перевагу - високу швидкість переміщення при малому (порядку 0,2 кПа) надлишковому тиску транспортуючого повітря, що досягається положенням жалюзійних пластин, при якому відношення горизонтальної складової швидкості повітряного потоку до вертикального - значно більше одиниці. На такому піддоні матеріал добре транспортується навіть з ухилом нагору під кутом 4°.

Недолік його впливає з переваги - малого аеродинамічного опору потокові повітря і полягає в тому, що на початковому та кінцевому етапах транспортування матеріалу, коли поверхня піддона не цілком покрита матеріалом, основний потік повітря даремно проходить через непокрите ділянки, а не через ділянку з матеріалом, що має значно більший опір, повітря практично не йде і не переміщає матеріал уздовж аерожолоба. Для нормальної роботи необхідно покрити піддон суцільним шаром матеріалу, потім уключити подачу повітря і безупинно подавати матеріал на початкову ділянку піддона.

Цей недолік усунутий у конструкції жалюзійного аерожолоба Н.П. Черняєва (див. там же [Пневмотранспортные установки / А.А. Воробьев, А.И. Матвеев, Г.С. Ноский і ін.: справочник. - Ленинград: Машиностроение, 1969. - С. 166]). У його аерожолобі зазор між суміжними пластинами піддона у вертикальній площині складає частки міліметра, при цьому аеродинамічний опір піддона без шару матеріалу на ньому великий і не набагато менше опору піддона, покритого матеріалом, тому по такому аерожолобу переміщаються окремі шматки, а також купки сипучих матеріалів. Але такий аерожолоб, по-перше, працює при надлишковому тиску повітря, на порядок більшому, ніж в аерожолобі конструкції С.М. Кореневського, по-друге, практично не аерує переміщуваний матеріал, у третіх, при продуванні скрізь піддон газу, що містить пил, імовірність забивання зазору між пластинами висока, тому як прототип прийнятий перший з описаних аналогів.

Стосовно до реакторів киплячого шару, поряд з такою позитивною властивістю, як переміщення матеріалу одночасно з його псевдозрідженням, від аерожолоба потрібно, щоб вертикальна складова швидкості газового потоку на порядок перевищувала горизонтальну. У прийнятому як прототип аерожолобі така вимога виконується тільки при розташуванні жалюзійних пластин під малим кутом до вертикалі, але при цьому піддон стає абсолютно проникним для переміщуваних часток у випадку перерви в подачі газу, що в принципі не виключено. У цьому протиріччі - ще один недолік прототипу.

Задачею корисної моделі, є конструктивне рішення, що забезпечує аерожолобу жалюзійного типу, по-перше, абсолютну непроникність для часток матеріалу над піддоном при будь-яких режимах продувки його газовим потоком, по-друге, надійну роботу при будь-яких режимах надходження матеріалу на аерожолоб, по-третє, малу швидкість переміщення матеріалу уздовж аерожолоба і регульовану в достатніх межах вертикальну швидкість газового потоку шляхом нового конструктивного виконання елементів аерожолоба.

З наведеного вище порівняльного аналізу переваг і недоліків аналогів випливає, що для задоволення другої вимоги аерожолоб повинний мати регульований аеродинамічний опір - велике на початковому і кінцевому етапах переміщення матеріалу, істотно менше - при сталому режимі роботи.

Поставлена задача вирішується тим, що в аерожолобі-2 В.В. Бодрова - А.І. Троцана, що включає борти і газопроникний піддон, виконаний у вигляді ряду рівнобіжних пластин, розміщених із кроком, меншим їхньої ширини, згідно з корисною моделлю, пластини встановлені з можливістю їхнього повороту щодо верхньої частки верхніх плечей, поперечний переріз пластин вигнутий так, що утворює два плеча, кут між якими спрямований вершиною вниз, у робочому положенні кут між площинами верхніх плечей і вертикаллю знаходиться в межах $\gamma = 4-10^\circ$, кут між площинами нижніх плечей і горизонталлю - менше кута природного укусу переміщуваного сипучого матеріалу, а в середній частині прогонів між верхніми плечима пластин і на рівній відстані від них розташовані вставки, жорстко закріплені до бортів, причому товщина і крок кріплення пластин взаємно відповідають формулі

$$\delta = t \cdot \left(\sin \alpha - \frac{W_{\text{ВП}}}{W_{\text{УК}}} \right),$$

де δ і t - відповідно товщина пластин і крок їхнього розташування,

α - кут між горизонталлю і площинами нижніх плечей пластин у робочому положенні,

$W_{\text{ВП}}$ і $W_{\text{УК}}$ - відповідно швидкості витання пилу і віднесення найбільш великих часток матеріалу, а ширина вставок приймається такою, що зазор між нижніми плечима пластин удвічі перевищує зазор між вставками і верхніми плечима пластин.

В аерожолобі-2 нижні плечі пластин забезпечують непроникність піддона для сипучого матеріалу, верхні плечі пластин повертають газовий потік нагору, забезпечуючи потрібний ступінь аерації матеріалу при малій швидкості його переміщення. Заявлений інтервал величини кута γ визначається тим, що при величині цього кута, меншої чотирьох градусів, матеріал буде переміщатися уздовж аерожолоба незадовільно повільно і при заданій продуктивності необхідно підтримувати занадто товстий шар матеріалу, а при величині, більшій десяти градусів, матеріал буде переміщатися занадто швидко і для завершення заданої реакції з газом буде потрібно додатково збільшувати довжину аерожолоба.

Кожен сипучий матеріал має свій кут природного укусу ($20-55^\circ$) і не зсипається по похилій поверхні, якщо кут її нахилу до обрію менше кута природного укусу. Відповідно до цього факту і вибирається кут α нахилу до горизонталі нижніх плечей пластин.

Заявлене співвідношення товщини пластин і кроку їхньої установки визначає величину зазорів між нижніми плечима пластин, необхідну для видування із зазорів між пластинами часток матеріалу, що осіли на піддон при перервах у подачі газу. Відповідно до цієї умови вибирається і заявлена ширина вставок.

Керована зміна аеродинамічного опору піддона здійснюється шляхом переміщення вставок у першому варіанті або повороту пластин щодо їхньої верхньої крайки в другому варіанті і забезпечує переміщення уздовж аерожолоба як суцільного шару матеріалу, так і окремих його фрагментів. При збільшенні аеродинамічного опору внаслідок малості кута γ зменшується переважно вертикальна швидкість газового потоку над піддоном.

Викладена суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де зображено:

Фіг. 1 - поздовжній розріз аерожолоба

Фіг. 2, 3 - поздовжній розріз аерожолоба у збільшеному масштабі в робочому Фіг. 2 і в закритому Фіг. 3 положенні;

Фіг. 3 - поперечний розріз аерожолоба.

Основою аерожолоба-2 є прямокутна в плані рама, що складається з двох бортів 1 (фіг. 1) і двох торців 2, у якій розміщені пластини 3, вставки 4 каплеподібного перерізу, сковзало 5 на початковій ділянці і перегородка 6 на кінцевій ділянці аерожолоба. Перегородка 6 утворює з торцем 2 і кінцевими ділянками бортів 1 канал, через який переміщуваний матеріал зсипається з аерожолоба.

До бортів 1 (фіг. 1, 4) жорстко закріплені балки 7 з напівциліндричними пазами на верхній поверхні. До балок 7 рознімним з'єднанням кріпляться накладки 8 з напівциліндричними пазами на нижній поверхні. При цьому на поверхні рознімання утворюються циліндричні отвори, що охоплюють верхні півосі 9 пластин 3.

Нижні півосі 10 (фіг. 2, 3, 4) пластин 3 входять в аналогічні отвори, утворені на поверхні рознімання подовжніх балок прямокутної рамки 11 і накладок 12. Рамка 11 має можливість переміщення уздовж бортів 1 і з'єднана з керуючим механізмом (не показаний) тросом 13 (фіг.

1) так, що в робочому положенні кут α нахилу нижніх плечей пластин 3 до горизонту на 5-15 % менше кута природного укосу переміщуваного матеріалу.

Між верхніми плечима суміжних пластин 3 розташовані з приблизно рівним видаленням від їхніх поверхонь вставки 4. Торці вставок 4 жорстко закріплені до балок 7.

5 Аерожолоб-2 у закритому положенні показаний на фіг. 3. У цьому стані пластини 3 підняті в крайнє верхнє положення, при якому зазор між ними і вставками 4 та між нижніми плечима суміжних пластин 3 дорівнює 1-1,5 мм. Для переводу його в робоче (відкрите) положення досить відпустити трос 13 до збільшення зазорів між пластинами 3 до 15-20 мм.

10 Величина зазору z між нижніми плечима пластин 3 може бути визначена з формули $z = t \cdot \sin \alpha - \delta$, у робочому становищі $z = 15-20$ мм. З приведеної формули випливає, що в аерожолобі-2 при повороті пластин 3 навколо осей 9 (фіг. 4) на кут $(\alpha - \alpha_1)$ величина z зменшується до 1-1,5 мм (фіг. 3) При цьому аеродинамічний опір різко зростає (закритий стан). Поворот пластин 3 здійснюється відповідним переміщенням рамки 11.

15 В закритому положенні кут між вертикаллю і площиною верхнього плеча більше на величину $\gamma = 12-15^\circ$, чим цей же кут у відкритому стані, що дозволяє з задовільною швидкістю переміщати матеріал по піддоні при малій вертикальній швидкості потоку газу.

20 Щоб уникнути потреби в будівництві громіздких газоочисних споруд, витрата газу через аерожолоб Q повинна бути такою, щоб у вільному перерізі, площа якого дорівнює добуткові ширини на довжину газопроникної частини піддону, швидкість газового потоку перевищувала швидкість витання найбільш великих часток переміщуваного матеріалу, але була менше швидкості віднесення часток пилової фракції. Разом з тим для гарантії безаварійної роботи аерожолоба необхідно, щоб у зазорах між пластинами, а також між пластинами і вставками швидкість газу трохи перевищувала швидкість віднесення $W_{ук}$ часток найбільш великої фракції.

Ця вимога виконується при дотриманні рівності $\delta = t \cdot \left(\sin \alpha - \frac{W_{вп}}{W_{ук}} \right)$.

25 У вихідному положенні аерожолоб закритий, сипучий матеріал на нього і газ під нього не подаються.

Пристрій працює в такий спосіб.

30 Під піддон аерожолоба подають газ, на сковзало 5 (фіг. 1) подають з малою витратою сипучий матеріал. Потрапляючи в зону дії плоских струменів газу, матеріал поступово переміщається уздовж аерожолоба і коли доходить до його кінця, впливом на трос 13 відпускають у крайнє нижнє положення, при цьому величина зазорів між пластинами 3 збільшується в 8-12 разів, аеродинамічний опір піддона різко зменшується і витрата газу через нього збільшується більш ніж на порядок. При цьому кут γ зменшується одночасно зі збільшенням вертикальної швидкості газового потоку за рахунок зменшення аеродинамічного опору піддона, тому горизонтальна складова швидкості залишається приблизно постійною.

Одночасно з цим збільшують подачу сипучого матеріалу до номінальної витрати.

40 У зазори між пластинами 3 і вставками 4 матеріал не просипається, оскільки як у закритому, так і у відкритому положенні швидкість газу в зазорах перевищує швидкість віднесення $W_{ук}$. Виходячи з зазорів між пластинами і вставками, потік газу розширюється, швидкість його зменшується до величини, достатньої для псевдозрідження шару матеріалу на ньому, при цьому горизонтальна складова швидкості потоку поступово переміщає матеріал убік перегородки 6. При проходженні газу нагору крізь аерований шар матеріалу відбувається заданий процес тепломасообміну. Переміщаючись до перегородки 6, матеріал зсипається з аерожолоба.

45 У робочому положенні кут γ визначає співвідношення між вертикальною і горизонтальною складовими швидкості потоку газу, тобто відношення витрат газу на псевдозрідження і на переміщення шару сипучого матеріалу.

50 Система автоматичного контролю, визначаючи ступінь завершення заданого процесу тепломасообміну, впливом на важіль 15 або на рамку 20 регулює швидкість руху матеріалу по аерожолобу і його ступінь псевдозрідження.

55 У лабораторних умовах проведено випробування експериментального аерожолоба. Піддон із шириною 0,3 і довжиною 0,8 м був змонтований над коробом, куди через трубу діаметром 150 мм із дросельною заслінкою вентилятором низького тиску вдувалося повітря. Випробування підтвердило працездатність аерожолоба. Шар пилового матеріалу псевдозріджувався і переміщався по жолобу зі швидкістю 0,01-0,06 м/с у залежності від положення дросельної заслінки і кута повороту пластин.

Таким чином, запропонована конструкція аерожолоба як основного вузла реактора киплячого шару - газопроникного піддона, відповідає всім пропонованим вимогам - непроникності для сипучого матеріалу в будь-якому стані, незабиваності пилом, порівняно

малою втратою напору газового потоку, регульованими ступенем аерації та швидкістю переміщення матеріалу.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

1. Аерожолоб, що включає борти і газопроникний піддон, виконаний у вигляді ряду рівнобіжних пластин, розміщених із кроком, меншим їхньої ширини, який **відрізняється** тим, що пластини встановлені з можливістю їхнього повороту відносно верхньої частки верхніх плечей, поперечний переріз пластин вигнутий так, що утворює два плеча, кут між якими спрямований вершиною вниз, у робочому положенні кут між площинами верхніх плечей і вертикаллю знаходиться в межах $\gamma = 4-10^\circ$, кут між площинами нижніх плечей і горизонталлю - менше кута природного укосу переміщуваного сипучого матеріалу, а в середній частині прогонів між верхніми плечима пластин і на рівній відстані від них розташовані вставки, жорстко закріплені до бортів.

10

2. Аерожолоб за п. 1, який **відрізняється** тим, що до бортів жорстко закріплені балки з напівциліндричними пазами на верхній поверхні, між якими жорстко закріплені вставки, зверху до балок рознімним з'єднанням кріпляться накладки з напівциліндричними пазами на нижній поверхні, при цьому на поверхні рознімання утворюються циліндричні отвори, що охоплюють верхні півосі пластин, а нижні півосі пластин шарнірно закріплені до рамки, яка має можливість переміщення уздовж бортів.

20

3. Аерожолоб за п. 1, який **відрізняється** тим, що товщина і крок кріплення пластин взаємно відповідають формулі

$$\delta = t \cdot \left(\sin \alpha - \frac{W_{\text{ВП}}}{W_{\text{УК}}} \right),$$

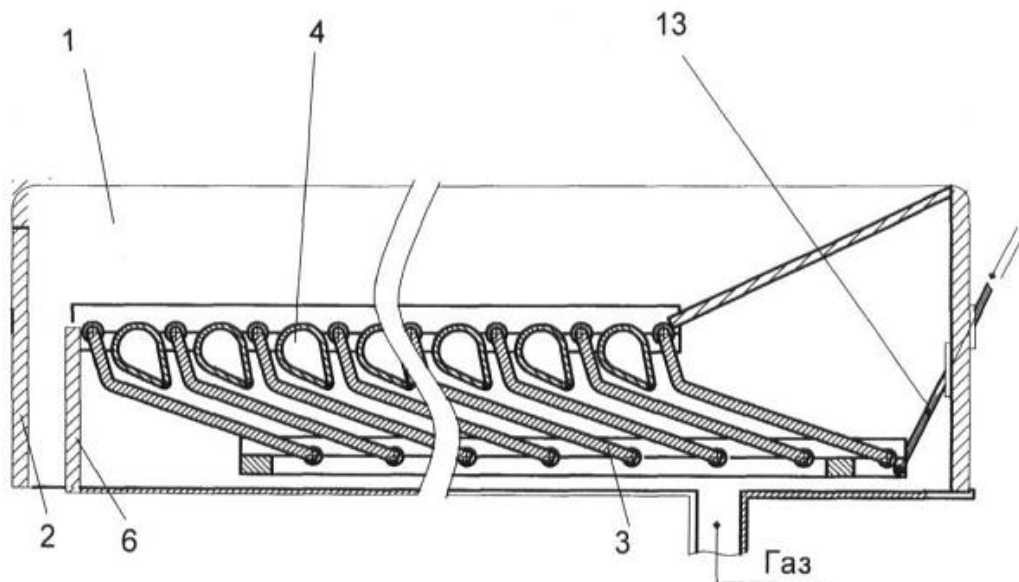
де δ і t - відповідно товщина пластин і крок їхнього розташування,

25

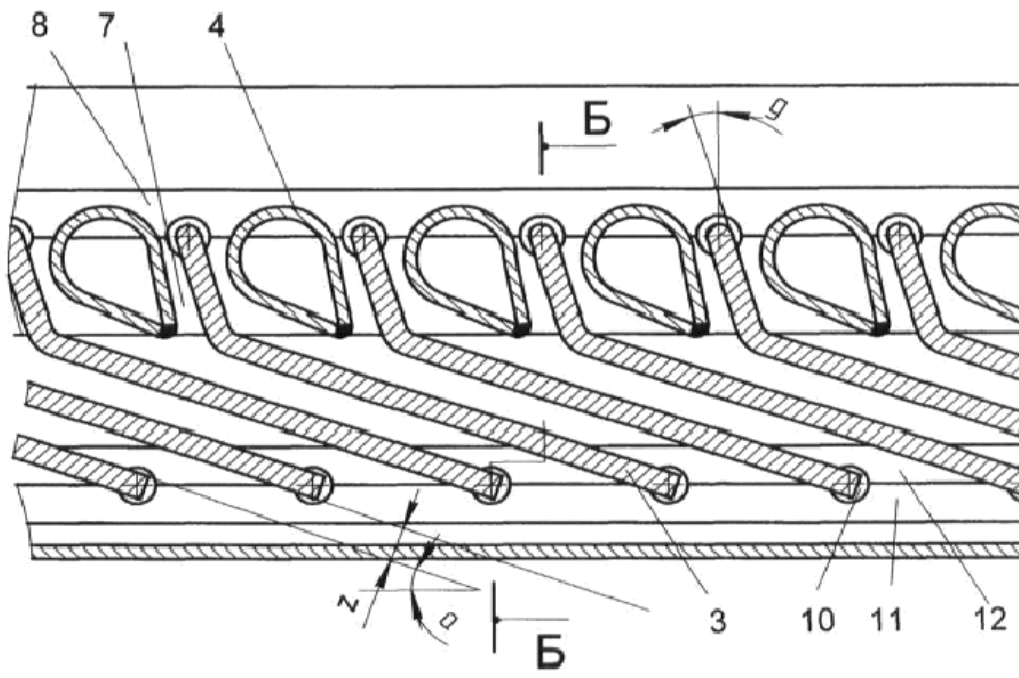
α - кут між площинами нижніх плечей пластин і горизонталлю,

$W_{\text{ВП}}$ і $W_{\text{УК}}$ - відповідно швидкості витання пилу і віднесення найбільш великих часток матеріалу,

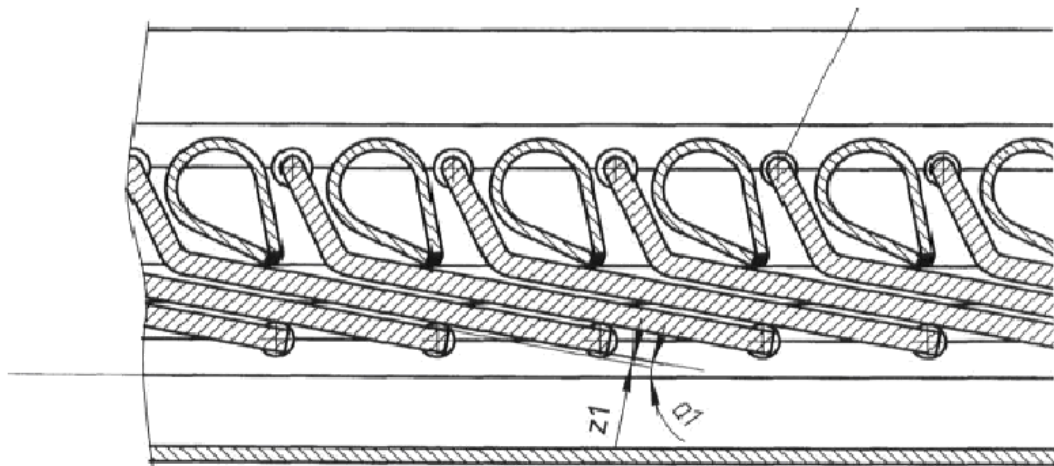
а ширина вставок приймається такою, що зазор між нижніми плечима пластин удвічі перевищує зазор між вставками і верхніми плечима пластин.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

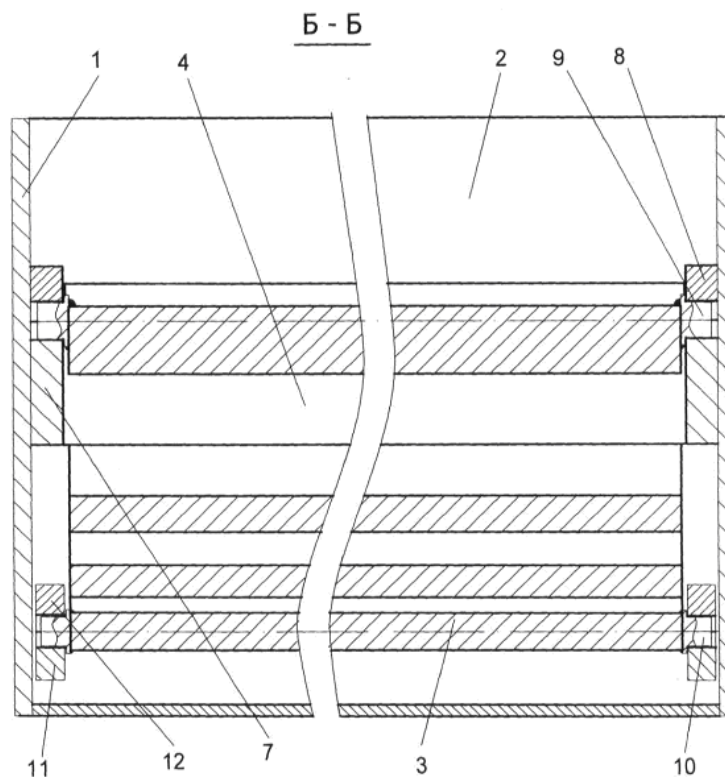


Fig. 4

Комп'ютерна верстка С. Чулій

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