



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120235** (13) **C2**
(51) МПК (2019.01)

B07B 1/00

B07B 1/40 (2006.01)

B07B 1/42 (2006.01)

G05B 13/00

G05B 15/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2018 11084</p> <p>(22) Дата подання заявки: 09.11.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.10.2019</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 27.05.2019, Бюл.№ 10</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2019, Бюл.№ 20</p>	<p>(72) Винахідник(и): Алієв Ельчин Бахтияр огли (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ, вул. Інститутська, 1, сел. Сонячне, Запорізький р-н, Запорізька обл., 70417 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 553 U, 15.09.2000 UA 127890 U, 27.08.2018 UA 20833 C2, 15.02.2001 CN 205393005 U, 27.07.2016 CN 104646283 A, 27.05.2015 CN 107552391 A, 09.01.2018 CN 103706562 A, 09.04.2014 SU 831205 A1, 23.05.1981 SU 308785 A1, 08.07.1971 US 2015/0108046 A1, 23.04.2015</p>
--	---

(54) АДАПТИВНИЙ ВІБРОРЕШІТНИЙ СЕПАРАТОР

(57) Реферат:

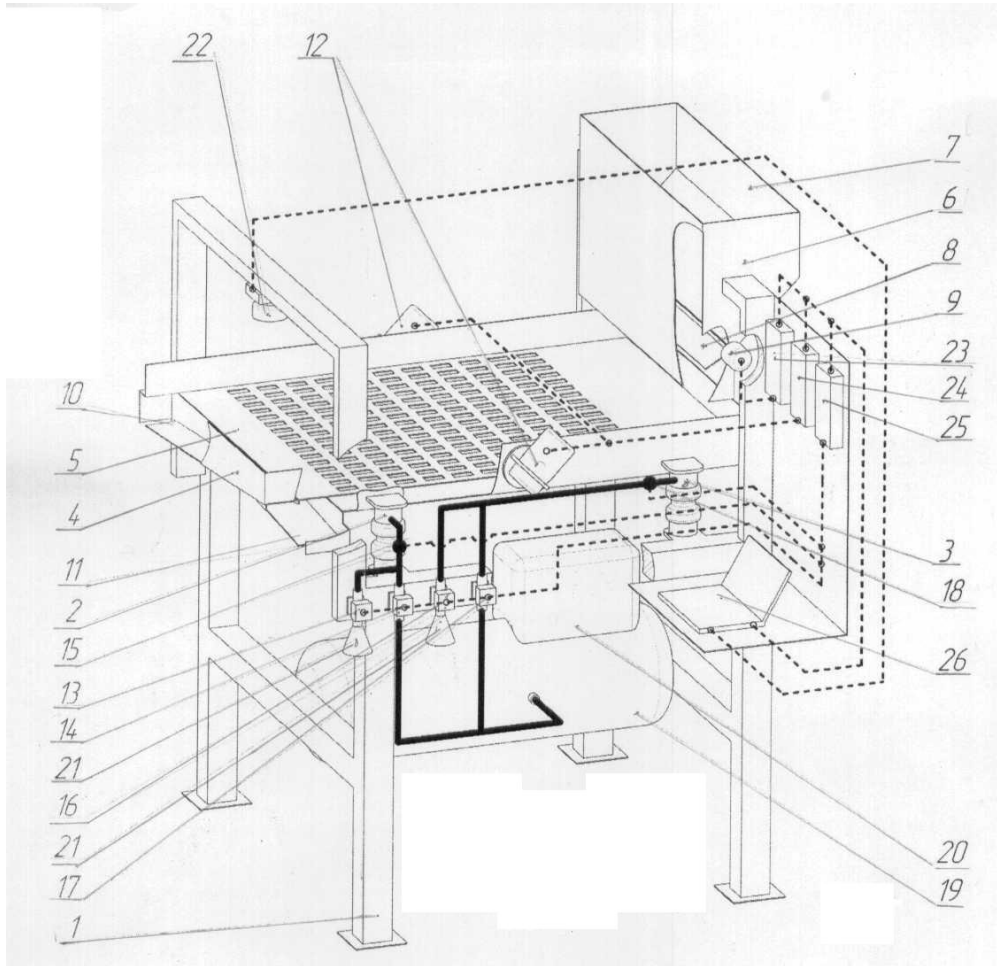
Винахід належить до техніки калібрування, поділу, сортування суміші зерна, насіння рослин за допомогою керування віброуючими характеристиками віброрешітних калібрувальних машин та може знайти застосування в сільськогосподарському машинобудуванні, зокрема в пристроях для сепарації й калібрування зернових і насінневих сумішей за геометричними розмірами насіння.

Адаптивний віброрешітний сепаратор, який містить станину, кузов, решітну рамку, приймальний пристрій, бункер, заслінку, вивантажувальне вікно для сходу і проходу, два електровібратори, згідно з винаходом, додатково забезпечений двома передніми і двома задніми пневмоподушками, які встановлені на станину і утримують кузов; кроковим електродвигуном, вал ротора якого приєднано до заслінки; передніми електродвигунами високого та атмосферного тиску і переднім електронним датчиком тиску, які за допомогою трубопроводів приєднані до двох передніх пневмоподушок; задніми електродвигунами високого та атмосферного тиску і заднім електронним датчиком тиску, які за допомогою трубопроводів приєднані до двох задніх пневмоподушок; повітряним ресивером і компресором, які послідовно за допомогою трубопроводів підключені до переднього і заднього електродвигунів високого тиску; двома повітряними фільтрами, які підключені до переднього і заднього електродвигунів атмосферного тиску; фотокамерою, яка встановлена над закінченням решітної рамки над областю без отворів; блоком керування кроковим електродвигуном, який за допомогою

UA 120235 C2

електричних проводів приєднаний до крокового електродвигуна; блоком керування електродвигунами, який за допомогою електричних проводів приєднаний до двох електровібраторів; блоком керування пневмоподушками, який за допомогою електричних проводів приєднаний до переднього і заднього електроклапанів високого і атмосферного тиску, переднього і заднього електронних датчиків тиску; персональним комп'ютером з програмним забезпеченням на основі алгоритму виконання технологічних процесів сепарації, очищення й розділення зернових або насінневих сумішей за геометричними розмірами, який за допомогою електричних проводів приєднаний до фотокамери, блоків керування кроковим електродвигуном, електродвигунами та пневмоподушками.

Використання адаптивного віброрешітного сепаратора, в якому за рахунок встановлених двох передніх і двох задніх пневмоподушок, крокового електродвигуна, переднього і заднього електроклапанів високого та атмосферного тиску, переднього і заднього електронних датчиків тиску, повітряного ресивера, компресора, двох повітряних фільтрів, фотокамери, блоків керування кроковим електродвигуном, електродвигунами та пневмоподушками, персонального комп'ютера із програмним забезпеченням на основі розробленого алгоритму, дозволяє виконувати технологічні процеси сепарації, очищення й розділення зернових і насінневих сумішей за геометричними розмірами з більш високою продуктивністю, якістю і зменшеною трудомісткістю.



Фіг. 1

Винахід належить до техніки калібрування, поділу, сортування суміші зерна, насіння рослин за допомогою керування віброуючих характеристик віброрешітних калібрувальних машин, може знайти застосування в сільськогосподарському машинобудуванні, зокрема в пристроях для сепарації й калібрування зернових і насінневих сумішей за геометричними розмірами насіння.

5 Відомий зерноочищувальний сепаратор [1], що містить приймальний пристрій, кузов з решітними рамами, випускний пристрій, пневмосепарувальний канал і привід, який виконаний у вигляді двох електровібраторів, симетрично встановлених на протилежних боках кузова.

Відомий також сепаратор зерноочисний [2], що містить приймальний бункер, заслінку подання зерна, пневмоканал, заслінку регулювання пневмоканалу, осадову камеру, шнек виведення відходів, верхній решітний стан, верхній жолоб відходів, нижній решітний стан, нижній жолоб відходів, вібродвигун, фланець вібродвигуна, вузол нахилу решітного стану, лоток виходу чистого зерна, ручку замикання решітної рамки, раму.

10 До недоліків відомого обладнання слід віднести їх низьку продуктивність і якість виконання операції сепарації і калібрування неоднорідної зернової або насінневої суміші за геометричними розмірами на фракції через необхідність постійного переналаштування частоти обертання вібродвигунів і як наслідок частоти коливань решітної рамки.

Відома калібрувальна машина [3], що містить корпус, раму з решетами, очисники решіт, привід зворотно-поступального переміщення решіт, завантажувальний бункер, розвантажувальні пристосування.

20 До недоліків такої калібрувальної машини слід віднести її низьку продуктивність через велику неоднорідність зернового або насінневого матеріалу, який необхідно розділити на фракції. Це викликає потребу в необхідності постійного налаштування кутів нахилу решіт для попередження утворення затримки потоку неоднорідної зернової або насінневої суміші, що призводить до зниження продуктивності машини, погіршення якості калібрування матеріалу на фракції і збільшення трудомісткості виконання зазначеного процесу.

25 Мета розробки - підвищення продуктивності, якості і зменшення трудомісткості виконання технологічних процесів сепарації і калібрування неоднорідної зернової або насінневої суміші за геометричними розмірами на фракції.

30 В основу винаходу поставлено задачу створення такого адаптивного віброрешітного сепаратора, в якому за рахунок встановлених двох передніх і двох задніх пневмоподушок, крокового електродвигуна, переднього і заднього електроклапана високого та атмосферного тиску, переднього і заднього електронного датчика тиску, повітряного ресивера та компресора, двох повітряних фільтрів, фотокамери, блоків керування кроковим електродвигуном, електродвигунами та пневмоподушками, персонального комп'ютера з програмним забезпеченням на основі розробленого алгоритму, дозволяє виконувати технологічні процеси сепарації і калібрування зернових і насінневих сумішей за геометричними розмірами з більш високою продуктивністю, якістю і зменшеною трудомісткістю.

40 Поставлена задача вирішується тим, що адаптивний віброрешітний сепаратор, який містить станину, кузов, решітну рамку, приймальний пристрій, бункер, заслінку, вивантажувальне вікно для сходу і проходу, два електровібратори, згідно з винаходом, додатково забезпечений двома передніми і двома задніми пневмоподушками, які встановлені на станину і утримують кузов; кроковим електродвигуном, вал ротора якого приєднано до заслінки; передніми електроклапанами високого та атмосферного тиску і переднім електронним датчиком тиску, які за допомогою трубопроводів приєднані до двох передніх пневмоподушок; задніми електроклапанами високого та атмосферного тиску і заднім електронним датчиком тиску, які за допомогою трубопроводів приєднані до двох задніх пневмоподушок; повітряним ресивером і компресором, які послідовно за допомогою трубопроводів підключені до переднього і заднього електроклапанів високого тиску; двома повітряними фільтрами, які підключені до переднього і заднього електроклапанів атмосферного тиску; фотокамерою, яка встановлена над закінченням решітної рамки над областю без отворів; блоком керування кроковим електродвигуном, який за допомогою електричних проводів приєднаний до крокового електродвигуна; блоком керування електродвигунами, який за допомогою електричних проводів приєднаний до двох електровібраторів; блоком керування пневмоподушками, який за допомогою електричних проводів приєднаний до переднього і заднього електроклапанів високого і атмосферного тиску, переднього і заднього електронних датчиків тиску; персональним комп'ютером із програмним забезпеченням на основі алгоритму виконання технологічних процесів сепарації, очищення й розділення зернових або насінневих сумішей за геометричними розмірами, який за допомогою електричних проводів приєднаний до фотокамери, блоків керування кроковим електродвигуном, електродвигунами та пневмоподушками.

Винахід пояснюється кресленнями. На фіг. 1 представлено загальний вигляд адаптивного віброрешітного сепаратора.

Адаптивний віброрешітний сепаратор (фіг. 1) містить станину 1, до якої за допомогою двох передніх пневмоподушок 2 і двох задніх пневмоподушок 3 кріпиться кузов 4 з решітною рамкою 5 із необхідним розміром отворів, яка утворює область сходу і проходу. В кінці решітної рамки 5 на відстані 150-200 мм від краю отворів немає. На станині 1 над решітною рамкою 5 закріплений приймальний пристрій 6, що складається з бункера 7 і заслінки 8, до якої приєднано вал ротора крокового електродвигуна 9. Кузов 4 містить вивантажувальне вікно для сходу 10 і вивантажувальне вікно для проходу 11. Кузов 4 по боках оснащений двома електровібраторами 12, які встановлені під однаковим кутом до площини решітної рамки 5. Дві передні пневмоподушки 2 за допомогою трубопроводів (на схемі відмічені жирною лінією) приєднані до переднього електроклапана високого тиску 13, переднього електроклапана атмосферного тиску 14 і переднього електронного датчика тиску 15. Аналогічно дві задні пневмоподушки 3 за допомогою трубопроводів (на схемі відмічені жирною лінією) приєднані до заднього електроклапана високого тиску 16, заднього електроклапана атмосферного тиску 17 і заднього електронного датчика тиску 18. Передній електроклапан високого тиску 13 і задній електроклапан високого тиску 16 за допомогою трубопроводів (на схемі відмічені жирною лінією) приєднані до повітряного ресивера 19, який підключено до компресора 20. Передній електроклапан атмосферного тиску 14 і задній електроклапан атмосферного тиску 17 сполучаються з навколишнім повітрям через два повітряні фільтри 21. На станині 1 над закінченням решітної рамки 5 (над областю без отворів) встановлена фотокамера 22. Кроковий електродвигун 9 за допомогою електричних проводів (на схемі відмічені штрих-пунктирною лінією) приєднаний до блока керування кроковим електродвигуном 23. Два електровібратори 12 за допомогою електричних проводів (на схемі відмічені штрих-пунктирною лінією) приєднані до блока керування електродвигунами 24. Передній електроклапан високого тиску 13, передній електроклапан атмосферного тиску 14, передній електронний датчик тиску 15, задній електроклапан високого тиску 16, задній електроклапан атмосферного тиску 17 і задній електронний датчик тиску 18 за допомогою електричних проводів (на схемі відмічені штрих-пунктирною лінією) приєднані до блока керування пневмоподушками 25. Блок керування кроковим електродвигуном 23, блок керування електродвигунами 24, блок керування пневмоподушками 25, фотокамера 22 за допомогою електричних проводів (на схемі відмічені штрих-пунктирною) приєднані до персонального комп'ютера 26, на якому встановлено відповідне програмне забезпечення, алгоритм якого представлено на фіг. 2.

Процес сепарації на адаптивному віброрешітному сепараторі відбувається в такий спосіб. Вихідний зерновий або насінний матеріал надходить у бункер 7 приймального пристрою 6. Далі в програмному забезпеченні персонального комп'ютера 26 відбувається запуск процесу сепарації (start=1). В початковий момент часу заслінка 8 встановлена таким чином, що забезпечує максимальну подачу зернового або насінного матеріалу ($q=q_{max}$). При цьому дві передні і дві задні пневмоподушки 2 і 3 відповідно встановлені таким чином, що забезпечують максимальний кут нахилу решітної рамки 5 ($\alpha=\alpha_{max}$). Також в початковий момент часу частоти обертання роторів електровібраторів 12 дорівнюють мінімальному значенню, відповідно до цього частота вібрації решітної рамки 5 є найбільшою ($\psi=\psi_{min}$). Окрім цього в програмному забезпеченні персонального комп'ютера 26 вводяться значення найменшого розміру отворів решітної рамки 5 (d , мм) і необхідної концентрації насіння за сходом (Θ_d , %), розмір яких більший за найменший розмір отворів решітної рамки 5.

Зміна подачі зернового або насінного матеріалу (q , кг/год.) відбувається наступним чином. У разі потреби програмне забезпечення персонального комп'ютера 26 передає цифровий сигнал за допомогою електричних проводів до блока керування кроковим електродвигуном 23, де він перетворюється і подається до крокового електродвигуна 9, який встановлює заслінку 8 у певне положення.

Зміна частоти вібрації решітної рамки 5 (ψ , Гц) відбувається наступним чином. У разі потреби програмне забезпечення персонального комп'ютера 26 передає цифровий сигнал за допомогою електричних проводів до блока керування електродвигунами 24. У разі використання в якості електровібраторів 12 асинхронного електродвигуна блок керування електродвигунами 24 змінює частоту електромережі в діапазоні від 0 Гц до 50 Гц, що забезпечує зміну частоти обертання його ротора. В іншому випадку, у разі використання як електровібраторів 12 електродвигунів постійного струму блок керування електродвигунами 24 змінює напругу електромережі в діапазоні від 0 В до номінального значення, що забезпечує зміну частоти обертання його ротора. Обертання ротора електровібраторів 12 призводить до прямо пропорційної зміни частоти вібрації решітної рамки 5.

Зміна кута нахилу решітної рамки 5 ($\alpha, ^\circ$) здійснюється наступним чином. Персональний комп'ютер 26 за допомогою електричних проводів передає значення кута нахилу у вигляді цифрового сигналу до блока керування пневмоподушками 25. Також блок керування пневмоподушками 25 за допомогою електричних проводів постійно зчитує значення тисків з переднього і заднього електронних датчиків тиску 15 і 18 відповідно. Для підтримання постійного тиску у двох передніх пневмоподушках 2 в межах 2-2,2 атм блок керування пневмоподушками 25 за допомогою електричних проводів передає сигнал до переднього електроклапана високого тиску 13 і переднього електроклапана атмосферного тиску 14. Після подачі сигналу на передній електроклапан високого тиску 13 відбувається його відкриття і за допомогою трубопроводів дві передні пневмоподушки 2 сполучаються з повітряним ресивером 19, при цьому збільшуючи тиск в них. Після подачі сигналу на передній електроклапан атмосферного тиску 14 відбувається його відкриття і через повітряні фільтри 21 дві передні пневмоподушки 2 сполучаються з атмосферним тиском, при цьому зменшуючи тиск в них. Попереднє відкаліброване значення тиску у двох задніх пневмоподушках 3 відповідає значенню кута нахилу решітної рамки 5. У випадку збільшення (або зменшення) кута нахилу решітної рамки 5 блок керування пневмоподушками 25 за допомогою електричних проводів передає сигнал до заднього електроклапана високого тиску 16 (або заднього електроклапана атмосферного тиску 17). Після подачі сигналу на задній електроклапан високого тиску 16 відбувається його відкриття і за допомогою трубопроводів дві задні пневмоподушки 3 сполучаються з повітряним ресивером 19, при цьому збільшуючи тиск в них. Після подачі сигналу на задній електроклапан атмосферного тиску 17 відбувається його відкриття і через повітряні фільтри 21 дві задні пневмоподушки 3 сполучаються з атмосферним тиском, при цьому зменшуючи тиск в них. Компресор 20 при зниженні тиску у ресивері 19 включається і закачує повітря в нього, збільшуючи при цьому значення тиску до заданого.

Далі зерновий або насіннєвий матеріал потрапляє на площину решітної рамки 5 кузова 4, де він піддається вібрації за рахунок коливання двох електровібраторів 12. Під час проходження зернового або насіннєвого матеріалу по площині решітної рамки 5 відбувається його розділення за найменшим геометричним розміром на дві фракції: "прохід" і "схід". До фракції "прохід" входять насінини, найменший геометричний розмір яких менший за значення найменшого розміру отворів решітної рамки 5. А до фракції "схід" можуть входити насінини з різним найменшим геометричним розміром. Це пов'язано з тим, що під час переміщення насінин по площині решітної рамки 5 ймовірність їх проходження залежить від їх орієнтації відносно отворів. Фракція "прохід" переміщується по області проходження решітною рамкою 5 і потрапляє до вивантажувального вікна для проходження 11. А фракція "схід" рухається по області сходу решітною рамкою 5 і потрапляє до вивантажувального вікна для сходу 10.

В момент, коли фракція "схід" зернового або насіннєвого матеріалу знаходиться під фотокамерою 22, відбувається процес фотозйомки з періодичністю не більше 10 с. Отримані при цьому зображення розподілу фракції "схід" зернового або насіннєвого матеріалу по області без отворів решітної рамки 5 передаються до персонального комп'ютера 26. Далі в персональному комп'ютері 26, на якому встановлено відповідне програмне забезпечення, проводиться обробка отриманих зображень за наступним алгоритмом.

1. На зображенні вибирається прямокутна область фракції "схід" зернового або насіннєвого матеріалу. За результатами сканування зазначеної області проводяться морфологічні перетворення, метою яких є позбавлення зображень випадкових вкраплень, шумів і об'єднання зон, розділених тінню.

2. Обрана прямокутна область фракції "схід" зернового або насіннєвого матеріалу перетворюється на чорно-біле зображення.

3. З використанням детектора границь Кенні та перетворення Хафа із чорно-білого зображення визначаються найменші геометричні розміри насінин і формується розподіл геометричних розмірів.

4. Використовуючи властивість нормального розподілу, проводиться поетапного виділення складових, що входять до інтегральної кривої розподілу щільності ймовірності (функція Гаусса):

$$P(x) = A \cdot \exp \left[-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\delta^2} \right], \quad (1)$$

де $P(x)$ - щільність ймовірності ознаки x (геометричний розмір насінини);

A - амплітуда розподілу Гаусса;

\bar{x} - середнє значення ознаки;

δ - середньоквадратичне відхилення ознаки x від середнього \bar{x} .

Використовуючи квадратичну регресію до логарифму залежності (1):

$$\ln P(x) = \frac{x^2}{2\delta^2} + \frac{x}{\delta^2} \cdot \ln A - \frac{x^2}{2\delta^2}, \quad (2)$$

де коефіцієнт при змінній другого порядку - $1/2\delta^2$; при змінній першого порядку - x/δ^2 ; вільний член - $(\ln A - x^2/2\delta^2)$, визначаються всі параметри нормального розподілу граничної ділянки інтегральної кривої. Послідовне вилучення виділених Гауссіан дозволяє відновити всі складові. Кожна компонента має свій максимум, що відповідає середньому значенню геометричного розміру насінини і площі нормованої до одиниці, яка в процентному вираженні відображає сумарну концентрацію тієї чи іншої фракції зернової або насіннєвої суміші ($\theta_d, \%$).

Далі програмне забезпечення персонального комп'ютера 26, спираючись на введені значення найменшого розміру отворів решітної рамки 5 (d, mm), необхідної концентрації насіння за сходом ($\Theta_d, \%$) і отримані значення концентрації фракції "схід" зернової або насіннєвої суміші ($\theta_d, \%$), виконує запропонований алгоритм (фіг. 2) і змінює подачу зернового або насіннєвого матеріалу ($q, \text{кг/год.}$), частоту вібрації решітної рамки 5 ($\psi, \text{Гц}$) і кут її нахилу ($\alpha, ^\circ$).

Використання адаптивного віброрешітного сепаратора, в якому за рахунок встановлених двох передніх і двох задніх пневмоподушок, крокового електродвигуна, переднього і заднього електроклапанів високого та атмосферного тиску, переднього і заднього електронних датчиків тиску, повітряного ресивера, компресора, двох повітряних фільтрів, фотокамери, блоків керування кроковим електродвигуном, електродвигунами та пневмоподушками, персонального комп'ютера із програмним забезпеченням на основі розробленого алгоритму, дозволяє виконувати технологічні процеси сепарації, очищення й розділення зернових і насіннєвих сумішей за геометричними розмірами з більш високою продуктивністю, якістю і зменшеною трудомісткістю.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

1. Патент на корисну модель UA 553 U, МПК (2006) B07B 9/00 Зерноочищувальний сепаратор / Міщенко М. І., Ріда В. П.; заявник Відкрите акціонерне товариство "Хорольський механічний завод" - № 99105723; заявл. 19.10.1999; опубл. 15.09.2000, Бюл. № 4, 2000 р.

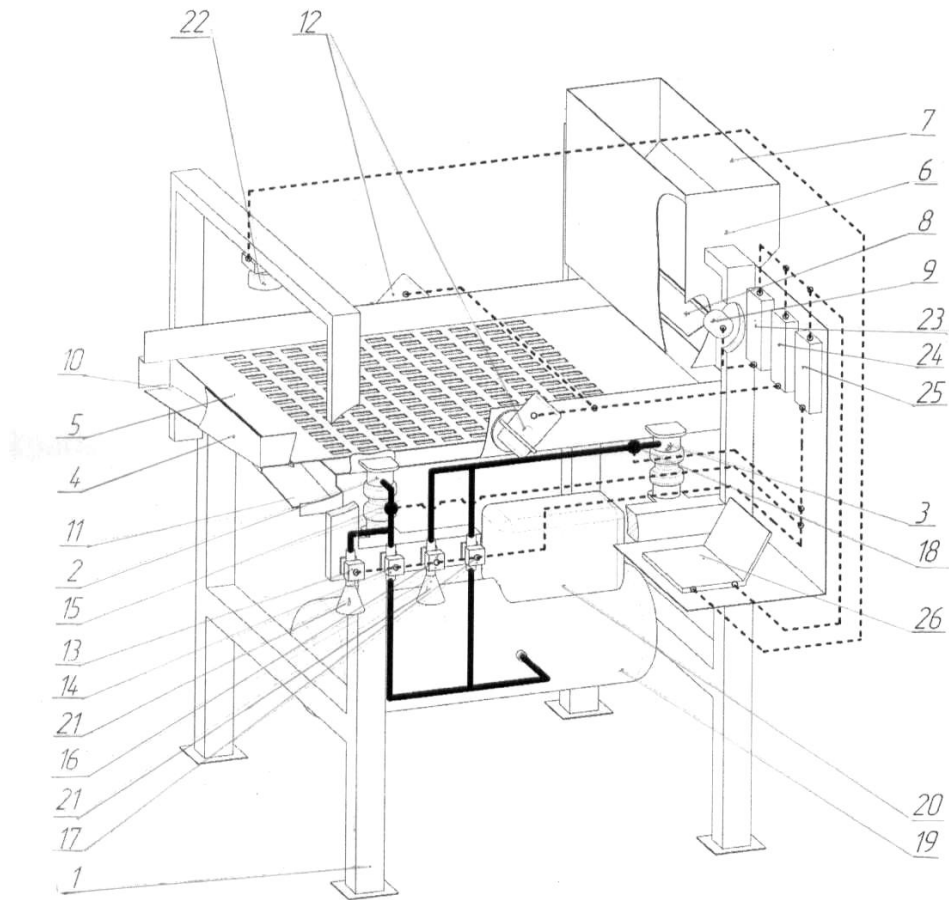
2. Патент на корисну модель UA 127890 U, МПК (2018.01) B07B 1/00 Сепаратор зерноочисний / Савицький С. М., Колісник С. О., Дубовецький А. О.; заявник Савицький С. М., Колісник С. О., Дубовецький А. О. - № u 2018 02500; заявл. 12.03.2018; опубл. 27.08.2018, Бюл. № 16, 2018 р.

3. Патент на винахід UA 20833 C2, МПК 6 B07B 1/00, B07B 1/46 Калібрувальна машина / Іхно М. П.; заявник Харківський державний політехнічний університет — № 95031343; заявл. 27.03.1995; опубл. 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

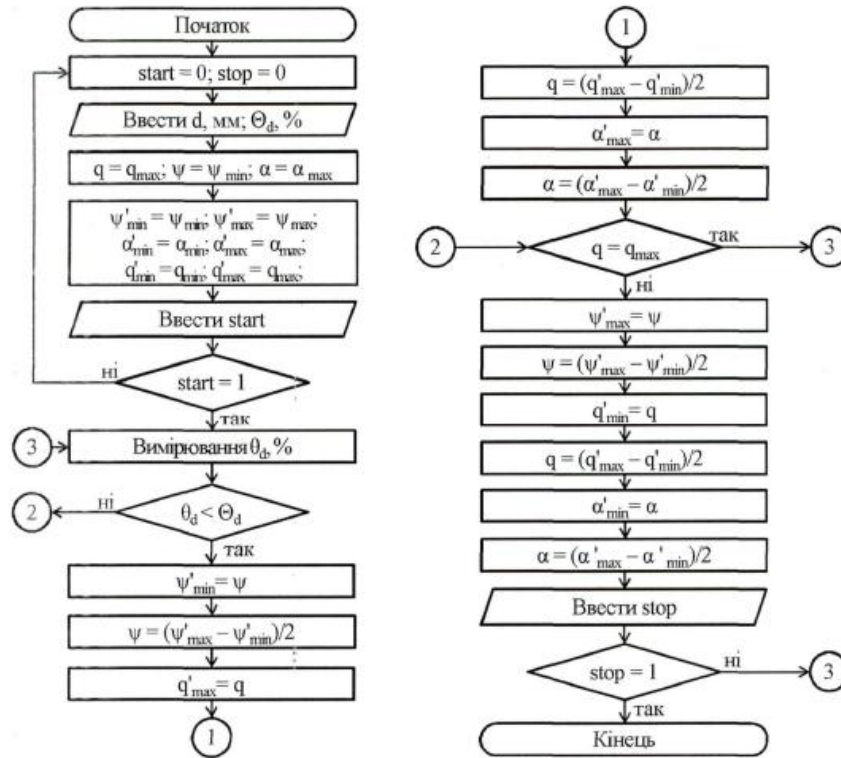
ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Адаптивний віброрешітний сепаратор, який містить станину, кузов, решітну рамку, приймальний пристрій, бункер, заслінку, вивантажувальне вікно для сходу і проходу, два електровібратори, який **відрізняється** тим, що додатково забезпечений двома передніми і двома задніми пневмоподушками, які встановлені на станину і утримують кузов; кроковим електродвигуном, вал ротора якого приєднано до заслінки; передніми електроклапанами високого та атмосферного тиску і переднім електронним датчиком тиску, які за допомогою трубопроводів приєднані до двох передніх пневмоподушок; задніми електроклапанами високого та атмосферного тиску і заднім електронним датчиком тиску, які за допомогою трубопроводів приєднані до двох задніх пневмоподушок; повітряним ресивером і компресором, які послідовно за допомогою трубопроводів підключені до переднього і заднього електроклапанів високого тиску; двома повітряними фільтрами, які підключені до переднього і заднього електроклапанів атмосферного тиску; фотокамерою, яка встановлена над закінченням решітної рамки над областю без отворів; блоком керування кроковим електродвигуном, який за допомогою електричних проводів приєднаний до крокового електродвигуна; блоком керування електродвигунами, який за допомогою електричних проводів приєднаний до двох електровібраторів; блоком керування пневмоподушками, який за допомогою електричних проводів приєднаний до переднього і заднього електроклапанів високого і атмосферного тиску, переднього і заднього електронних датчиків тиску; персональним комп'ютером із програмним забезпеченням на основі алгоритму виконання технологічних процесів сепарації, очищення й розділення зернових або насіннєвих сумішей за геометричними розмірами, який за допомогою

електричних проводів приєднаний до фотокамери, блоків керування кроковим електродвигуном, електродвигунами та пневмоподушками.



Фіг. 1



start – змінна запуску алгоритму; stop – змінна зупинки алгоритму; d – значення найменшого розміру отворів решітної рамки 5, мм; Θ_d – необхідна концентрація насіння за сходом, %; q – подача зернового або насіннєвого матеріалу, кг/год; ψ – частота вібрації решітної рамки 5, Гц; α – кут нахилу решітної рамки 5, °; θ_d – виміряна сумарна концентрація фракції зернової або насіннєвої суміші, %; «'» – позначає тимчасові змінні; «min» – позначає мінімальне значення змінної; «max» – позначає максимальне значення змінної

Фіг. 2