



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122809** (13) **C2**
(51) МПК (2021.01)
B03B 4/02 (2006.01)
B07B 4/00
B07B 13/18 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

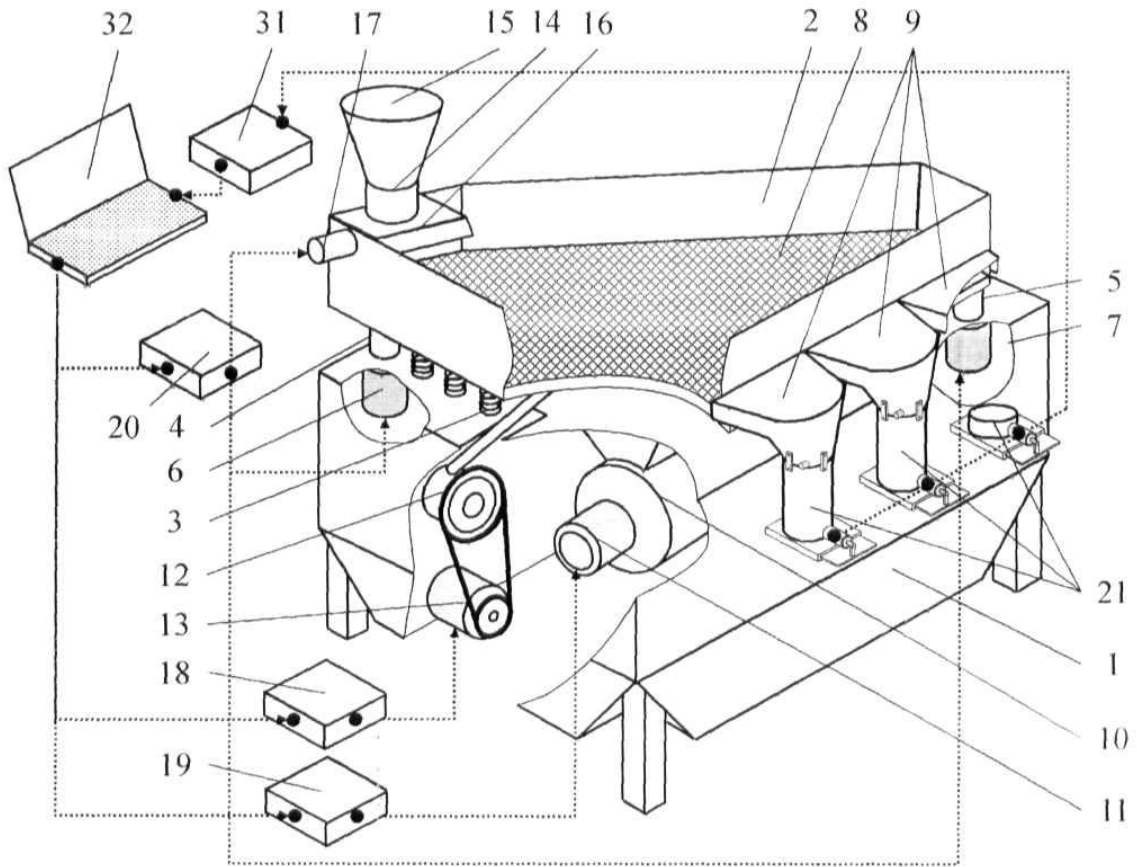
<p>(21) Номер заявки: а 2018 07029</p> <p>(22) Дата подання заявки: 22.06.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 07.01.2021</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 27.05.2019, Бюл.№ 10</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 06.01.2021, Бюл.№ 1</p>	<p>(72) Винахідник(и): Шевченко Ігор Аркадійович (UA), Алієв Ельчин Бахтияр огли (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): 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 80700 C2, 25.10.2007 UA 75105 C2, 15.03.2006 SU 384562 A1, 29.05.1973 RU 66984 U1, 10.10.2007 RU 147434 U1, 10.11.2014 RU 68930 U1, 10.12.2007 CN 205183144 U, 27.04.2016 CN 207288068 U, 01.05.2018 UA 113163 C2, 26.12.2016 UA 103241 U, 10.12.2015</p>
---	---

(54) АДАПТИВНИЙ ВІБРОПНЕВМАТИЧНИЙ СЕПАРАТОР

(57) Реферат:

Винахід належить до обладнання для сортування суміші зерна, насіння рослин і може бути застосований в сільськогосподарському машинобудуванні. Об'єктом винаходу є адаптивний вібропневматичний сепаратор з повітропроникною декою, вивантажувальними вікнами, заслінками, вентилятором, кривошипно-шатунним механізмом і електроприводом. Згідно з винаходом, сепаратор забезпечений блоком подачі насіння, блоками вимірювання об'ємної маси насіння, які приєднані до кожного вивантажувального вікна за допомогою тензометричних датчиків розтягування; блоками керування електродвигунами приводів вентилятора та кривошипно-шатунного механізму віброколювання повітропроникної деки. Сепаратор забезпечений блоком керування кроковими електродвигунами приводів регулювання подовжнього й поперечного нахилу деки та приводу заслінки блока подачі насіння, блоками керування вимірювання, загальним блоком вимірювання, персональним комп'ютером. Винахід забезпечує підвищення продуктивності, якості і зменшення трудомісткості виконання технологічних процесів сепарації.

UA 122809 C2



Загальний вигляд адаптивного вібропневматичного сепаратора

Фіг. 1

Винахід належить до техніки розділення, сортування суміші зерна, насіння рослин за допомогою керування пневматичних і віброуючих характеристик сортувальних столів (вібропневмостолів), може знайти застосування в сільськогосподарському машинобудуванні, зокрема в пристроях для сепарації й розділення зернових і насінневих сумішей, пристроях для
5 очищення зернових і насінневих сумішей від шуплих, пошкоджених, неповноцінних, недостиглих насінин, частинок органічного і мінерального походження, насіння дикорослих і небажаних культурних рослин і для сортування та калібрування насіння зернових, зернобобових, олійних, овочевих культур і грав за об'ємною масою.

Відомий пневматичний сортувальний стіл для сипких матеріалів [1], що містить коливальну повітропроникну деку, яка складається з верхнього і нижнього сит, поміж якими розміщені глухі подовжні і поперечні перегородки, повітряну камеру, вентилятор, шатун, ексцентрикний вал, варіатор і електродвигун.

Відомий також пневматичний сортувальний стіл [2], що містить деку з повітропроникною робочою поверхнею і регульованим подовжнім і поперечним нахилом, поперечні і подовжні рифлі на деці, уздовж нижньої бічної сторони деки над її робочою поверхнею розташований щільний пневматичний відсмоктувач легкої фракції насінного матеріалу, причому розташування відсмоктувача виконане з регульованою відстанню від робочої поверхні деки.

До недоліків відомого обладнання слід віднести його низьку продуктивність і якість виконання операцій сепарації, очищення та розділення неоднорідної зернової або насінневої суміші за об'ємною масою на фракції через необхідність постійного переналаштування частоти коливань деки й швидкості повітряного потоку через робочу поверхню деки, що в значній мірі впливає як на продуктивність машини, так і на якість розділення нею зерна на фракції.

За прототип вибрано вібропневмосепаратор [3], що містить раму з повітропроникною декою, повітряну камеру, сполучену з декою, вентилятор і привід. Рама викопана з можливістю регулювання повздовжнього і поперечного кутів нахилу повітропроникної деки. Дека по обох кінцях повздовжньої сторони з'єднана з шатунами, закріпленими до корпусів ексцентрикних механізмів.

До недоліків такого вібропневмосепаратора слід віднести його низьку продуктивність через велику неоднорідність зернового або насінневого матеріалу, який необхідно розділити на фракції. Це викликає потребу в необхідності постійного налаштування кутів подовжнього й поперечного нахилів деки для забезпечення рівномірного розподілу матеріалу по всій площині робочої поверхні, що призводить до зниження продуктивності машини, погіршенню якості розділення матеріалу на фракції і збільшенню трудомісткості виконання зазначеного процесу.

Задача розробки - підвищення продуктивності, якості і зменшення трудомісткості виконання технологічних процесів сепарації, очищення і розділення неоднорідної зернової або насінневої суміші за об'ємною масою на фракції.

В основу винаходу поставлена задача створення такого адаптивного вібропневматичного сепаратора, в якому за рахунок встановлених блоків вимірювання об'ємної маси насіння, які приєднані до кожного вивантажувального вікна, блоків керування електродвигунами приводів вентилятора та кривошипно-шатунного механізму віброколювання повітропроникної деки і блоків керування кроковими електродвигунами приводів регулювання подовжнього й поперечного нахилу деки та приводу заслінки блока подачі насіння та персонального комп'ютера із програмним забезпеченням на основі розробленого алгоритму, дозволяє виконувати технологічні процеси сепарації, очищення й розділення зернових і насінневих сумішей за об'ємною масою із більш високою продуктивністю, якістю і зменшеною трудомісткістю.

Поставлена задача досягається тим, що адаптивний вібропневматичний сепаратор, який містить раму, повітропроникну деку, вивантажувальні вікна, заслінки, вентилятор, кривошипно-шатунний механізм і електроприводи, який відрізняється тим, що він додатково забезпечений блоком подачі насіння, який встановлений над повітропроникною декою на певній відстані від неї; блоками вимірювання об'ємної маси насіння, які приєднані до кожного вивантажувального вікна за допомогою тензометричних датчиків розтягування; блоками керування електродвигунами приводів вентилятора та кривошипно-шатунного механізму віброколювання повітропроникної деки; блоком керування кроковими електродвигунами приводів регулювання подовжнього й поперечного нахилу деки та приводу заслінки блока подачі насіння; блоками керування вимірювання, загальним блоком вимірювання та персональним комп'ютером.

Встановлений над повітропроникною декою на певній відстані від неї блок подачі насіння, який містить завантажувальну горловину із заслінкою, яка виконана з можливістю обертового руху, з приводом від вала ротора крокового електродвигуна і дозволяє швидко змінювати подачу вихідних зернових або насінневих сумішей з використанням персонального комп'ютера в

залежності від їх якості, і збільшує при цьому продуктивність адаптивного вібропневматичного сепаратора в цілому.

Встановлені блоки вимірювання об'ємної маси насіння, які приєднані до кожного вивантажувального вікна за допомогою тензометричних датчиків розтягування, що виконані у вигляді порожнистих циліндрів, в нижній частині яких встановлені заслінки з приводом від штовхаючих електромагнітів, а на верхній частині яких з одного боку розміщені інфрачервоні діоди, а з протилежного боку інфрачервоні фотоприймачі періодично визначають об'ємну масу кожної отриманої фракції зернової або насінневої суміші і передають отримані дані на персональний комп'ютер, покращують при цьому якість процесів сепарації, розділення і очищення.

З'єднані між собою блоки керування електродвигунами приводів вентилятора та кривошипно-шатунного механізму віброколювання повітропроникної деки, блоки керування кроковими електродвигунами приводів регулювання подовжнього й поперечного нахилу деки та приводу заслінки блока подачі насіння, блоки керування вимірювання, загальний блок вимірювання та персональний комп'ютер, на якому встановлене програмне забезпечення із алгоритмом виконання технологічних процесів сепарації, очищення й розділення зернових і насінневих сумішей за об'ємною масою прецизійно проводять зазначені процеси, чим підвищують якість і зменшують трудомісткість.

Винахід пояснюється кресленнями. На фіг. 1 представлено загальний вигляд адаптивного вібропневматичного сепаратора, на фіг. 2 - загальний вигляд блока вимірювання об'ємної маси, на фіг. 3 - алгоритм програмного забезпечення. Адаптивний вібропневматичний сепаратор (фіг. 1) містить раму 1, па якій закріплено деку 2 за допомогою пружин 3 і регулювальних гвинтів 4 та 5, що забезпечують її подовжній і поперечний нахили. До регулювальних гвинтів 4 і 5 закріплені вали роторів крокових електродвигунів 6 і 7 відповідно. Дека 2 оснащена повітропроникною робочою поверхнею 8. На рамі 1 закріплені вивантажувальні вікна 9. Під повітропроникною робочою поверхнею 8 на рамі 1 встановлено вентилятор 10 із електродвигуном 11. Дека 2 шарнірно приєднана до кривошипно-шатунного механізму 12, який встановлений на рамі 1 і приводиться в дію за допомогою електродвигуна 13. Над декою 2 в кутку закріплено на рамі 1 блок подачі насіння 14, який складається із горловини 15 і заслінки 16. До заслінки 16 приєднано вал ротора крокового електродвигуна 17. Електродвигуни 11 і 13 за допомогою електричних проводів (на схемі відмічені пунктирною лінією) приєднані до блоків керування електродвигунами 18 і 19 відповідно. Крокові електродвигуни 6, 7 і 17 за допомогою електричних проводів (на схемі відмічені пунктирною лінією) приєднані до блока керування кроковими електродвигунами 20. До кожного вивантажувального вікна 9 приєднано блок вимірювання об'ємної маси 21 за допомогою тензометричних датчиків розтягування 22. Блок вимірювання об'ємної маси 21 (фіг. 2) складається з порожнистого циліндра 23, до нижньої частини якого приєднано заслінку 24, яка вільно рухається по кронштейну 25. До заслінки 24 по центру приєднано шток штовхаючого електромагніту 26, з по краях дві пружини розтягування 27. Корпус штовхаючого електромагніту 26 жорстко закріплено на кронштейні 25. На верхній частині порожнистого циліндра 23 закріплено інфрачервоний діод 28, а з протилежного боку інфрачервоний фотоприймач 29. Тензометричні датчики розтягування 22, штовхаючий електромагніт 26, інфрачервоний діод 28 і інфрачервоний фотоприймач 29 за допомогою електричних проводів (на схемі відмічені пунктирною лінією) приєднані до блока керування вимірюваннями 30. Блоки керування вимірюваннями 30 кожного блока вимірювання об'ємної маси 21 за допомогою електричних проводів (на схемі відмічені пунктирною лінією) приєднані до загального блока вимірювання 31. Блоки керування електродвигунами 18, 19, блок керування кроковими електродвигунами 20, загальний блок вимірювання 31 за допомогою електричних проводів (на схемі відмічені пунктирною лінією) приєднані до персонального комп'ютера 32, на якому встановлено відповідне програмне забезпечення.

Процес сепарації на адаптивному вібропневматичному сепараторі відбувається в такий спосіб. Вихідний зерновий або насінний матеріал надходить у горловину 15 блока подачі насіння 14. Значення подачі (q , кг/год.) зернового або насінневого матеріалу встановлюється в програмному забезпеченні персонального комп'ютера 32, алгоритм якого представлено на фіг. 3. Цифровий сигнал з персонального комп'ютера 32 за допомогою електричних проводів надходить до блока керування крокових електродвигунів 20, перетворюється і подається до крокового електродвигуна 17, який встановлює заслінку 16 у певне положення. Окрім цього в програмному забезпеченні персонального комп'ютера 32 встановлюються значення найменшої (ρ_{\min} , кг/м³) і найбільшої (ρ_{\max} , кг/м³) необхідної об'ємної маси зернового або насінного матеріалу, які необхідно отримати на виході з адаптивного вібропневматичного сепаратора.

Далі в програмному забезпеченні персонального комп'ютера 32 відбувається запуск процесу сепарації ($start=1$) і вихідний зерновий або насінний матеріал надходить на повітропроникну робочу поверхню 8 деки 2. При цьому в початковий момент часу регульовальні гвинти 4 і 5 встановлені таким чином, що забезпечують максимальний подовжній і поперечний нахили леки 2 ($\beta = \beta_{max}$ і $\alpha = \alpha_{max}$ відповідно). Також в початковий момент часу частоти обертання роторів електродвигунів 11 і 13 дорівнюють максимальному значенню, відповідно до цього частота вібрації деки 2 і швидкість потоку повітря з вентилятора 10 є найбільшими ($\psi = \psi_{max}$ і $V=V_{max}$ відповідно).

Зміна частоти вібрації деки 2 (ψ) відбувається наступним чином. За необхідністю програмне забезпечення персонального комп'ютера 32 передає цифровий сигнал за допомогою електричних проводів до блока керування електродвигуном 18. У разі використання як електродвигуна 13 асинхронного електродвигуна блок керування електродвигуном 18 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 електродвигуна 13 електродвигуна постійного струму блок керування електродвигуном 18 змінює напругу електромережі в діапазоні від 0 В до номінального значення, що забезпечує зміну частоти обертання його ротора. Обертання ротора електродвигуна 18 призводить в дію кривошипно-шатунний механізм 12, що в свою чергу забезпечує коливання деки 2. Частота вібрації деки 2 прямо пропорційна частоті обертання ротора електродвигуна 13.

Зміна швидкості потоку повітря (V) з вентилятора 10 відбувається наступним чином. За необхідністю програмне забезпечення персонального комп'ютера 32 передає цифровий сигнал за допомогою електричних проводів до блока керування електродвигуном 19. У разі використання як електродвигуна 11 асинхронного електродвигуна блок керування електродвигуном 19 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 електродвигуна 11 електродвигуна постійного струму блок керування електродвигуном 19 змінює напругу електромережі в діапазоні від 0 В до номінального значення, що забезпечує зміну частоти обертання його ротора. Обертання ротора електродвигуна 19 забезпечує обертання лопатей вентилятора 10 і створення необхідно повітряного потоку, який проходить крізь повітропроникну робочу поверхню 8 деки 2. Швидкість повітряного потоку прямо пропорційна частоті обертання ротора електродвигуна 11.

Зміна подовжнього і поперечного кута нахилу деки 2 (β і α відповідно) здійснюється наступним чином. Персональний комп'ютер 32 за допомогою електричних проводів передає цифровий сигнал до блока керування кроковими електродвигунами 20, який в свою чергу передає сигнал за допомогою електричних проводів до крокових електродвигунів 6 і 7. Крокові електродвигуни 6 і 7 приводяться в дію і обертають регульовальні гвинти 4 і 5 відповідно, змінюючи при цьому подовжній і поперечний нахили деки 2 відносно абсолютно горизонтального положення.

Зерновий або насінний матеріал потрапляє на повітропроникну робочу поверхню 8, де він піддається вібрації за рахунок коливання кривошипно-шатунного механізму 12 і продувається повітряним потоком, що виникає внаслідок обертання лопатей вентилятора 10. Над повітропроникною робочою поверхнею 8 утворюються псевдорозріджені шари зернового або насінного матеріалу, які розділяються в процесі їх руху до вивантажувальних вікон 9 за об'ємною масою. В результаті чого до кожного вивантажувального вікна 9 потрапляє фракція зернового або насінного матеріалу із певною об'ємною масою.

З вивантажувального вікна 9 фракція зернового або насінного матеріалу потрапляє до блока вимірювання об'ємної маси 21. Заслінка 24 блока вимірювання об'ємної маси 21 закриває порожнистий циліндр 23 знизу, що забезпечує можливість наповнення її фракцією зернового або насінного матеріалу. Після того, як зерновий або насінний матеріал досягає інфрачервоного діоду 28, закриваючи потік інфрачервоного випромінювання до інфрачервоного фотоприймача 29, сигнал з інфрачервоного фотоприймача 29 потрапляє за допомогою електричних проводів до блока керування вимірюваннями 30. Блок керування вимірюваннями 30 фіксує значення сигналу з тензометричних датчиків розтягування 22, розраховує їх середнє значення і перераховує його у значення маси. За отриманим значенням маси і відомим об'ємом порожнистого циліндра 23 розраховується об'ємна маса фракції зернового або насінного матеріалу (ρ_1, \dots, ρ_N , де N - номер блока вимірювання об'ємної маси 21), як їх відношення. Також блок керування вимірюваннями 30 фіксує значення часу (t_1, \dots, t_N , де N номер блока вимірювання об'ємної маси 21), за який відбулося наповнення порожнистого циліндра 23. Після чого блок керування вимірюваннями 30 подає сигнал за допомогою електричних проводів до штовхаючого електромагніту 26, що приводить в дію шток під впливом електромагнітного поля, який

відкриває заслінку 24, і фракція зернового або насінневого матеріалу залишає порожнистий циліндр 23. Далі дія сигналу припиняється і шток штовхаючого електромагніту 26 звільняється від дії електромагнітного поля. Пружини розтягування 27, прагнучи зайняти початкове положення, стискаються і повертають заслінку 24 у початкове положення, закриваючи порожнистий циліндр 23 знизу. Кожен блок керування вимірюваннями 30 за допомогою електричних проводів передає отримані значення об'ємної маса фракції зернового або насінневого матеріалу (ρ_1, \dots, ρ_N) і часу наповнення порожнистого циліндру 23 (t_1, \dots, t_N) до загального блока вимірювання 31, який в свою чергу узагальнює дані і передає до персонального комп'ютера 32.

Програмне забезпечення персонального комп'ютера 32, спираючись на введені значення подачі (q , кг/год.), найменшої (ρ_{\min} , кг/м³) і найбільшої (ρ_{\max} , кг/м³) необхідної об'ємної маси зернового або насінного матеріалу і отримані значення об'ємної маса фракцій зернового або насінневого матеріалу (ρ_1, \dots, ρ_N) і часу наповнення порожнистого циліндра 23 (t_1, \dots, t_N), виконує запропонований алгоритм (фіг. 3) і змінює подовжній і поперечний кути нахилу деки 2 (β і α відповідно), частоту її вібрація (ψ) і швидкість потоку повітря з вентилятора 10 (V).

Використання адаптивного вібропневматичного сепаратора, в якому за рахунок встановлених блоків вимірювання об'ємної маси насіння, які приєднано до кожного вивантажувального вікна, блоків керування електродвигунами приводів вентилятора та кривошипно-шатунного механізму віброколювання повітропроникної деки і блоків керування кроковими електродвигунами приводів регулювання подовжнього й поперечного нахилу деки та приводу заслінки блока подачі насіння, та персонального комп'ютера із програмним забезпеченням на основі розробленого алгоритму, дозволяє виконувати технологічні процеси сепарації, очищення й розділення зернових і насінневих сумішей за об'ємною масою із більш високою продуктивністю, якістю і зменшеною трудомісткістю.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Адаптивний вібропневматичний сепаратор, з повітропроникною декою, вивантажувальними вікнами, заслінками, вентилятором, кривошипно-шатунним механізмом і електроприводом, який **відрізняється** тим, що додатково забезпечений блоком подачі насіння, який встановлений над повітропроникною декою на певній відстані від неї; блоками вимірювання об'ємної маси насіння, які приєднані до кожного вивантажувального вікна за допомогою тензометричних датчиків розтягування; блоками керування електродвигунами приводів вентилятора та кривошипно-шатунного механізму віброколювання повітропроникної деки, які за допомогою електричних проводів приєднані до електродвигунів приводів вентилятора та кривошипно-шатунного механізму віброколювання повітропроникної деки відповідно; блоком керування кроковими електродвигунами приводів регулювання подовжнього й поперечного нахилу деки та приводу заслінки блока подачі насіння, який за допомогою електричних проводів приєднаний до крокових електродвигунів приводів регулювання подовжнього й поперечного нахилу деки та приводу заслінки блока подачі насіння; блоками керування вимірювання, який за допомогою електричних проводів приєднаний до блоків вимірювання об'ємної маси насіння; загальним блоком вимірювання, який за допомогою електричних проводів приєднаний до блоків керування вимірювання; персональним комп'ютером, який за допомогою електричних проводів приєднаний до блоків керування електродвигунами, блоків керування кроковими електродвигунами, загального блока вимірювання.

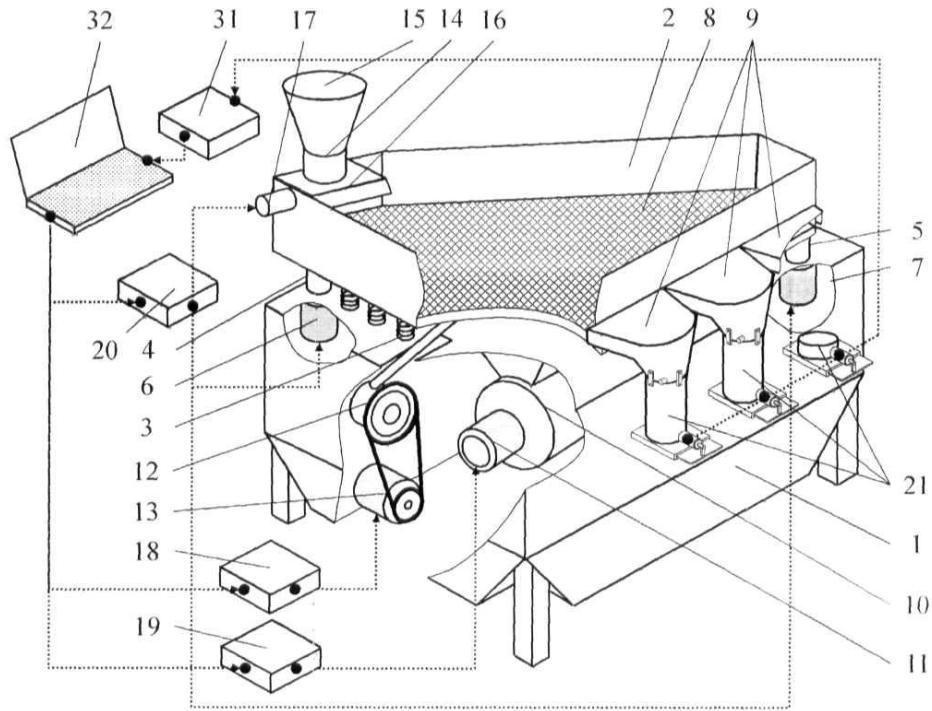
2. Адаптивний вібропневматичний сепаратор за п. 1, який **відрізняється** тим, що блок подачі насіння містить завантажувальну горловину із заслінкою, виконаною з можливістю обертального руху, з приводом від вала ротора крокового електродвигуна.

3. Адаптивний вібропневматичний сепаратор за п. 1, який **відрізняється** тим, що блоки вимірювання об'ємної маси насіння виконані у вигляді порожнистих циліндрів, в нижній частині яких встановлені заслінки з приводом від штовхаючих електромагнітів, крім того на верхніх частинах порожнистих циліндрів з одного боку розміщені інфрачервоні діоди, а з протилежного боку інфрачервоні фотоприймачі.

4. Адаптивний вібропневматичний сепаратор за п. 3, який **відрізняється** тим, що для кожного блока вимірювання об'ємної маси тензометричний датчик розтягування, штовхаючий електромагніт, інфрачервоний діод та інфрачервоний фотоприймач приєднані до блока керування вимірюваннями за допомогою електричних проводів й встановлені в порожнисті циліндри.

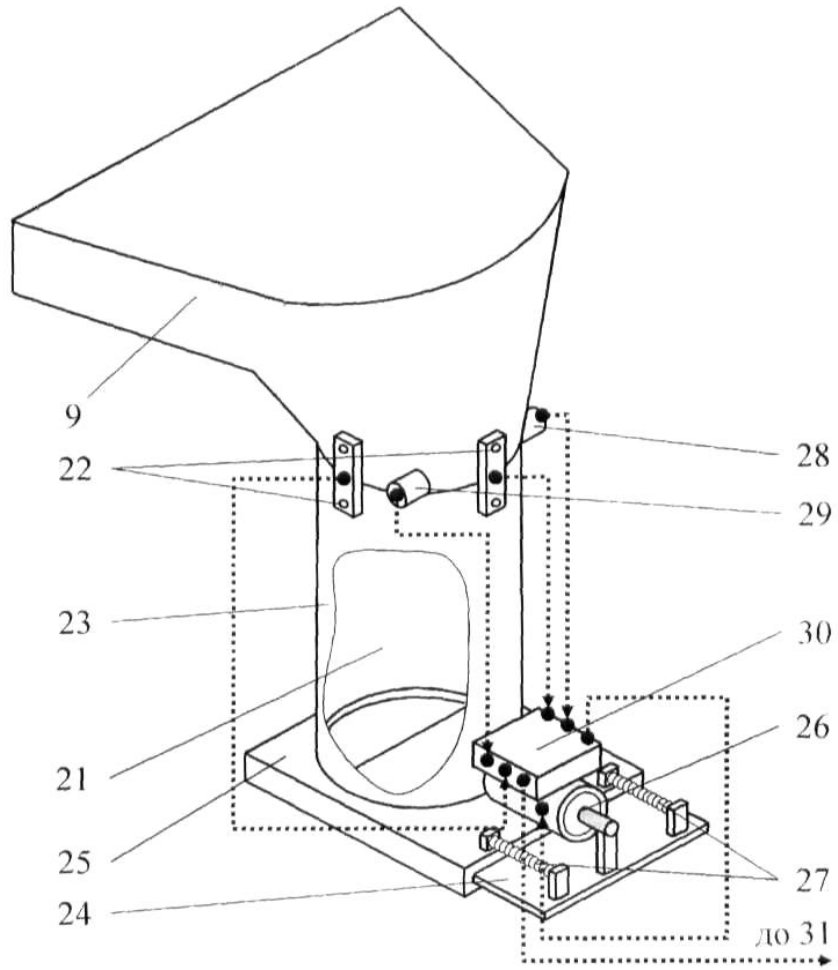
5. Адаптивний вібропневматичний сепаратор за п. 1, який **відрізняється** тим, що блоки керування вимірюваннями кожного блока вимірювання об'ємної маси насіння приєднані до загального блока вимірювання за допомогою електричних проводів.

6. Адаптивний вібропневматичний сепаратор за п. 1, який **відрізняється** тим, що блоки керування електродвигунами приводів вентилятора та кривошипно-шатунного механізму віброколювання повітропроникної деки, блок керування кроковими електродвигунами й загальний блок вимірювання за допомогою електричних проводів приєднані до персонального комп'ютера, на якому встановлено програмне забезпечення із алгоритмом виконання технологічних процесів сепарації, очищення й розділення зернових і насіннєвих сумішей за об'ємною масою.



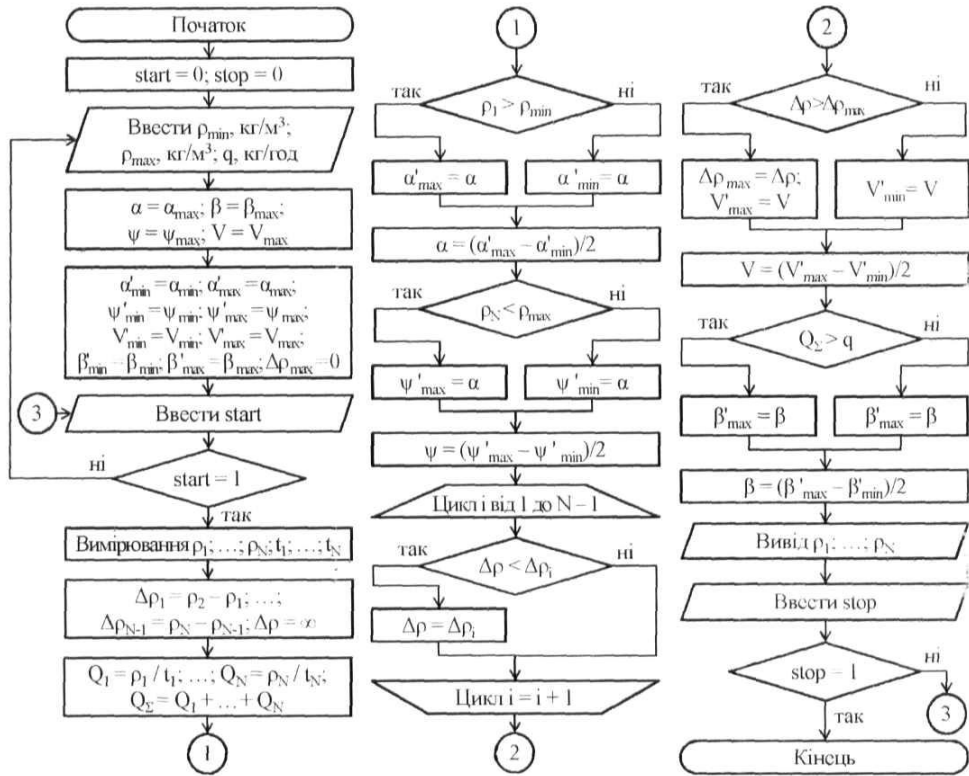
Загальний вигляд адаптивного вібропневматичного сепаратора

Фіг. 1



Загальний вигляд вимірювання об'ємної маси

Фіг. 2



Алгоритм програмного забезпечення

Фіг. 3