



Мехатроніка і цифрові технології природокористування Mechatronics and digital technology of nature management

УДК 631.362

Випробування мехатронної вібраційної мультиплощинної насіннеочисної машини

В.М. Лук'яненко¹, О.В. Лук'яненко², І.Д. Харук³, А.О. Никифоров⁴

^{1, 2, 4}Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенко (м. Харків, Україна), ¹vmlukyanenko@gmail.com,
²nikapol2006@gmail.com, ⁴toninikiforov89@gmail.com

³Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН
(м. Івано-Франківськ, Україна), ³igor591225@gmail.com

У статті представлені результати експериментальних досліджень ефективності процесу сепарування насінневих сумішей ріпаку і сої плоскими вібраційними фрикційними поверхнями у лабораторних умовах. Також наведені відомості про випробування мехатронної вібраційної мультиплощинної насіннеочисної машини при сепарації цих же культур в умовах господарства. Робочим органом цієї машини є чотири блоки неперфорованих фрикційних площин (по 25 шт. у кожному блоці), що здійснюють паралельні технологічні процеси сепарації насінневих сумішей в трьох режимах руху (безвідривному, відривному і ударному).

Встановлено вплив режиму руху насінневих сумішей по сепаруючим поверхням на якість і продуктивність процесу сепарації. Як показали випробування машини, найвища якість сепарації досягається при безвідривному русі, а найвища продуктивність – при ударному.

Господарські випробування мехатронної вібраційної мультиплощинної насіннеочисної машини показали стабільність технологічного процесу сепарації при різних режимах руху насіння по сепаруючим поверхням, надійність всіх вузлів і механізмів, низький рівень шуму при роботі машини на різних режимах і дуже низьку трудомісткість при зміні параметрів технологічного процесу. Майже всі регулювання технологічного процесу сепарації автоматизовані – позовжній кут нахилу сепаруючих площин, частота їх коливань, а також подача насінневих сумішей на сепаруючі поверхні змінюються за допомогою змінних резисторів.

Випробування машини в господарських умовах при сепарації насінневих сумішей ріпаку і сої також виявили і її недоліки. Для цих і подібних культур і особливо при сепарації у відривному режимі є необхідність у розробці спеціального механізму завантажування і відводу продуктів поділу. Так як машина повинна бути встановлена строго горизонтально, то для зручності її необхідно оснастити рівнемірами, як у позовжньому, так і поперечному напрямках.

Ключові слова: вібрація, мехатронна вібраційна мультиплощинна насіннеочисна машина, насінневі суміші, сепарація, схожість, сортування.

Вступ. Урожайність сільськогосподарських культур в значній мірі визначається якістю посівного матеріалу. Якщо посівний матеріал відноситься ще й до дрібнонасінневих культур і засмічений важковідокремлюваними домішками, то підготувати його для посіву є непростим завданням.

Необхідно вирішити подвійну задачу: по-перше, це відокремити його від домішок і, по-друге, відокремити його від насіння культури, яке має низьку схожість і енергію росту.

Дуже часто вирішити цю подвійну задачу неможливо, використовуючи для цього тільки одну ознаку подільності.

Вібраційні насіннеочисні машини, робочим органом яких є похилі фрикційні неперфоровані площини, що розділяють за комплексом фізико-механічних властивостей (формою, шорсткістю і пружністю) мають великі переваги і за якістю сепарації, в більшості випадків, перевершують можливість інших типів машин.

Недоліком, який затримує широке використання вібраційних насіннеочисних машин, є їх недостатня продуктивність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Традиційним шляхом підвищення продуктивності будь-якої машини є просте збільшення кількості робочих органів, які здійснюють однакові технологічні процеси паралельно.

Підвищення кількості сепаруючих поверхонь можливе шляхом скріплення останніх еквідистантно одна над іншою в блоки [1 - 3].

Обов'язковою умовою роботи машини є проходження лінії дії коливальних сил через центр мас вібростолу [4].

Збільшення ж кількості сепаруючих поверхонь в блоці машини призводить до зміщення центру мас частини машини, що коливається, вгору.

Для виконання вищевикладеної умови і забезпечення кута спрямованості коливань (в більшості випадків він становить 30°) необхідно зміщувати вібробудувач уздовж поздовжньої осі, що обмежується конструкцією машини. При такій компоновці машина може мати до 10 робочих площин в блоці.

Наступним способом збільшення кількості сепаруючих поверхонь в машині є установка на одній рамі двох блоків [5, 6].

У машині [7, 8] також є два блоки сепаруючих поверхонь, однак, вони встановлені на окремих вібростолах.

Вібраційна насіннеочисна машина [9] має чотири блоки сепаруючих поверхонь, які розташовані як над вібробудувачами, так і нижче них.

Мета роботи. Дослідження ефективності використання мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини на розділенні насінневих сумішей ріпаку та сої в лабораторних і господарських умовах.

Результати досліджень. Дослідження проводили на експериментальному зразку мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини. Конструктивна схема машини наведена на рис. 1.

Мехатронна мультиплощинна вібраційна насіннеочисна машина складається з проміжної рами 1, встановленої на платформі 3, яка спирається на чотири колісні механізми з фіксаторами обертання коліс 14. За допомогою подвійних пружин стиснення 21 на проміжну раму 1 встановлені дві рами вібробудувачів 4, в яких закріплені два вібробудувачі двовального типу з пасовою зубчастою передачею 5. До кожної з двох рам вібробудувачів 4 за допомогою болтового з'єднання дзеркально кріпляться по дві рами кріплення сепаруючих площин 6 (зверху і знизу вібробудувача). Сепаруючі площини 10 по своєму периметру мають по 10 отворів, за допомогою

яких вони встановлюються на раму кріплення площин 6 еквідистантно одна щодо іншої. Відстань між площинами визначається кількістю встановлених тарованих шайб 22 однакової товщини.

Привід вібробудувачів здійснюється від електродвигуна змінного струму 7, який встановлений на проміжній рамі 1, за допомогою двох пружних муфт 16.

Подача насіння до активних живильників 13 здійснюється з бункера 2 через гнучкі патрубки 20.

Крилатки живильників приводяться в обертальний рух від моторедукторів постійного струму 15, встановлених на проміжній рамі 1, через пружні муфти 18.

Збір продуктів поділу здійснюється в приймачі продуктів поділу за допомогою напрямних 11, які кріпляться до проміжної рами 1 і одночасно деякі з них виконують роль облицювання машини. Для більш якісного поділу довжина обрізу сепаруючої площини 10, з якої надходить насіння в приймачі продуктів поділу, може бути змінена переміщенням роздільної планки 17 по гвинтових напрямних 19, встановлених між стійками проміжної рами 1.

Основні регулювання технологічного процесу поділу у машині автоматизовані: частота коливань сепаруючих пластин і подача насіння на них змінюються обертанням ручок змінних резисторів на блоці управління, поздовжній кут нахилу змінюється в двох напрямках натисканням на кнопки.

Зміна частоти коливань сепаруючих площин, так само як і інші параметри, наприклад, характеристики виходу на задану частоту, здійснюється за допомогою перетворювача частоти Lenze Vector 820, який забезпечує як скалярне, так і векторне управління електродвигуном.

Технологічний процес мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини відбувається наступним чином. Вихідний матеріал з бункера насіння 2 за допомогою гнучких переходників 20 надходить в короби живильників 13. При подачі живлення на моторедуктори приводу живильників 15 вони через пружні муфти 18 передають крутний момент крилаткам, які встановлені над кожною сепаруючою поверхнею на квадратному валу.

Методика проведення лабораторних і господарських випробувань вібраційної насіннеочисної машини по обґрунтуванню її використання для очистки і сортування насінневих сумішей ріпаку і сої, що пройшли очищення на повітряно-решітно-трієрних машинах, полягала в наступному:

1. Досліджуваний насінневий матеріал піддавався доочищенню і сортуванню на робочому органі вібраційної насіннеочисної машини.

2. Відповідно до стандарту [10] виконувався аналіз вихідного і розділеного по фракціях насін-

невого матеріалу і визначались: вміст насіння основної культури, засміченість насінням інших рослин і домішками, наявність травмованого і недорозвиненого насіння, схожість, енергія проростання, маса 1000 насінин.

3. При проведенні лабораторних досліджень на блок сепаруючих пластин машини кріпились спеціально виготовлені приймачі продуктів поділу і, при сепарації насіннєвих матеріалів ріпаку і сої, результати їх поділу збирались в 10 приймачів, а не 5, як передбачено конструкцією машини.



Рис. 1. Мехатронна мультиплощинна вібраційна насіннесочисна машина: 1 – проміжна рама; 2 – бункер насіння; 3 – платформа; 4 – рама вібробуджувача; 5 – вібробуджувач; 6 – рама площин; 7 – електродвигун; 8 – електродомкрат; 9 – блок живлення; 10 – сепаруючі площини; 11 – напрямні; 12 – блок управління; 13 – живильник; 14 – колісний механізм; 15 – моторредуктор; 16 – муфта; 17 – роздільна планка; 18 – муфта приводу живильника; 19 – гвинтові напрямні; 20 – гнучкий патрубок; 21 – пружини; 22 – таровані шайби

Ріпак є цінною олійною і кормовою культурою, олія сучасних безерукових сортів якого відноситься до числа кращих рослинних жирів, близьких за жирно-кислотним складом до оливкової олії. За кількістю і якістю білка рослини ріпаку перевершують такі культури, як люцерна і конюшина [11, 12]. Насіння ріпаку після збирання та обмолоту має велику кількість засмічувачів, значна частина яких є важковідокремлюваними. Відповідно до ДСТУ 2240 - 93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортіві та посівні якості.

Технічні умови», допускається обмежена кількість насіння інших рослин в насінні ріпаку (шт / кг): для озимого ріпаку не більше 400, в тому числі насіння бур'янів не більше 280 при схожості не менше 80%; для ярого ріпаку – не більше 560, в тому числі насіння бур'янів не більше 320 при схожості не менше 75%.

Для досліджень було взято насіння ярого ріпаку сорту «Лужок», що пройшло очистку на машинах ОВС-25 і К-218 «Пектус-Селектра».

Аналіз вихідної насіннєвої суміші показав, що вона є некондиційною. У ній містилося 660 шт/кг насіння бур'янів та інших рослин, в тому числі насіння бур'янів: підмаренника – 60 шт/кг, гірчака березковидного – 240 шт/кг, пікульника – 120 шт/кг. Схожість насіння становила 73%. Для доведення насіннєвого матеріалу ярого ріпаку до посівних кондицій була використана вібраційна насіннесочисна машина.

Установочно-кінематичні параметри машини були наступними: поздовжній кут нахилу робочих поверхонь – $5,5^{\circ}$; поперечний – $0,5^{\circ}$; амплітуда коливань – 1,2 мм; кут спрямованості коливань – 30° ; частота коливань – 190 рад/с. Продуктивність однієї поверхні становила 5,3 кг/год.

Результати обробки насіння ярого ріпаку на вібраційній насіннесочисній машині представлені в таблиці 1.

Аналіз отриманих результатів показує, що перші п'ять фракцій задовольняють вимогам, що пред'являються до насіння ярого ріпаку. У цих фракціях підвищилися схожість і вміст насіння основної культури. Схожість насіння підвищилася з 73% у вихідному матеріалі до 75 - 80%, відповідно, в п'ятому - першому приймачах продуктів поділу. Насіння бур'янів та інших рослин в перші п'ять приймачів не надходило. Сумарний масовий вміст цих п'яти приймачів становить 82,58%.

У шосту-десяту фракції надійшло насіння бур'янів та інших рослин. Так, в кожну з цих фракцій потрапило насіння редьки олійної – від 400 шт/кг в шостій фракції до 5000 шт/кг в десятій фракції. Насіння підмаренника чіпкого потрапило в шосту і сьому фракції – 400 і 200 шт/кг, відповідно. У шостій - десятій фракціях було виявлено насіння пікульника: 400, 400, 400, 2200 і 5400 шт/кг, а гірчака березковидного – в сьомій-десятій фракціях: 400, 600, 3000 і 18000 шт/кг.

Крім цього на вібраційній насіннесочисній машині також було виділене насіння таких бур'янів, як гірчак розлогий, гірчак шорсткий, гірчак почечуйний.

Насіння гірчака розлогого потрапило в сьомий-десятий приймачі (400, 1600, 3400, 9600 шт/кг, відповідно), а гірчак шорсткий (2200 шт/кг) і гірчак почечуйний (200 шт/кг) тільки в десятій приймач. Крім насіння бур'янів в останні три приймачі надійшло все сміття.

Насіння ріпаку, що потрапило в шостий-десятий приймачі, виявилось некондиційним. Крім наявності в ньому великої кількості насіння бур'янів,

енергія їх проростання і схожість нижче вихідного матеріалу і перших п'яти приймачів. Масова частка останніх п'яти приймачів становить 17,42%.

Аналіз отриманих результатів показує, що одночасно з очищенням насіння ріпаку на вібраційній насіннеочищувальній машині відбувається і їх сортування. Так, в першу-четверту фракції

надходить насіння з більшою, ніж у вихідній суміші, масою 1000 насінин. Маса 1000 насінин цих фракцій від 0,05 до 0,30 г вище маси 1000 шт. насіння вихідної суміші. З п'ятого по десятий приймачі надходить насіння ріпаку з меншою, ніж у вихідній суміші, масою 1000 насінин. Маса їх менше на 0,22 ... 0,68 г.

Таблиця 1. Результати очищення і сортування насіння ярого ріпаку сорту «Лужок»

Найменування показників	Вихідна суміш	Номери фракцій									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розподіл насіння по фракціях, %	100	16,57	30,58	11,88	12,62	10,93	9,85	5,25	0,85	0,87	0,6
Розподіл насіння наростаючим підсумком, %	100	16,57	47,15	59,03	71,65	82,58	92,43	97,68	98,53	99,4	100
Вміст насіння основної культури, %	98	99,4	99,6	99,4	98,8	99	99,2	96,7	89,6	80,6	68,8
Вміст насіння бур'янів та інших рослин, шт /кг	660	—	—	—	—	—	1200	2300	5400	11400	36400
В тому числі:	120	—	—	—	—	—	400	400	400	2200	5400
пікульника											
гірчак березковидний	240	—	—	—	—	—	—	400	600	3000	18000
підмаренника чіпкого	60	—	—	—	—	—	400	200	—	—	—
гірчак розлогого	120	—	—	—	—	—	—	400	1600	3400	9600
редьки олійної	120	—	—	—	—	—	—	400	900	2800	5000
Маса 1000 насінин, г	3,2	3,5	3,25	3,42	3,35	2,98	2,72	2,65	2,68	2,63	2,52
Енергія проростання, %	59	72	65	57	59	55	52	52	50	48	46
Схожість, %	73	80	78	77	76	75	65	64	63	57	54
Якість сепарації	не конд.	кондиційні					не кондиційні				

Господарські випробування вібраційної насіннеочисної машини проводилися у ФГ «Мартівське» (Харківська область).

Вихідну насінневу суміш, що не відповідала вимогам ДСТУ 2240-93 за вмістом насіння бур'янів і схожістю, обробляли на вібраційній насіннеочисній машині при наступних установчо-кінематичних параметрах: поздовжній кут нахилу робочих поверхонь – 5,0°, поперечний – 1,0°, кут спрямованості коливальних – 30°, амплітуда коливальних – 1,2 мм, частота коливальних – 225 рад / с.

Після обробки даної суміші на вібраційній насіннеочисній машині отримані наступні результати (табл. 2).

Насіння перших трьох приймачів, що становлять 80,85% від маси вихідної суміші, по чистоті відповідало вимогам, що пред'являються до насінневого матеріалу. Одночасно з очищенням насіння ріпаку відбувається і його сортування,

про що можна судити по зміні маси 1000 насінин з 3,36 г (для насіння першої) та до 3,63 г (для насіння останньої) фракції. Таким чином, застосування вібраційної насіннеочисної машини на доочищення насіння ріпаку є ефективним. Її використання дозволяє виділити з насінневої суміші насіння важковідокремлюваних бур'янів і підвищити посівні якості насіння основної культури.

Соє – один з найбагатших білком рослинних продуктів. Ця властивість дозволяє використовувати сою для приготування і збагачення різних блюд, а також в якості основи рослинних заміників продуктів тваринного походження. В останні роки вона набула в Україні велику популярність – її вирощують в усіх регіонах більшість сільськогосподарських господарств.

Отримання високих урожаїв сої, як і інших культур, пов'язано з використанням для посіву високоякісного посівного матеріалу.

Таблиця 2. Результати сепарації насіння ярого ріпаку в ФГ «Мартівське»

Найменування показників	Вихідна суміш	Номери фракцій				
		1	2	3	4	5
Розподіл насіння по фракціях, %	100	30,14	28,85	21,86	14,09	5,06
Розподіл насіння наростаючим підсумком, %	100	30,14	58,99	80,85	94,94	100
Вміст насіння основної культури, %	98	99,5	99,5	99,1	98,8	81,5
Вміст насіння бур'янів та інших рослин, шт /кг	600	—	—	—	1900	9100
В тому числі:	70	—	—	—	400	1400
пікульника						
гірчака березковидного	250	—	—	—	400	4000
підмаренника чіпкого	40	—	—	—	300	
гірчака розлогого	120	—	—	—	400	2300
редьки олійної	120	—	—	—	400	1400
Маса 1000 насінин, г	3,18	3,36	3,35	3,12	2,66	2,63
Енергія проростання, %	60	68	62	58	52	47
Схожість, %	73	79	78	76	64	57
Якість сепарації	не конд.	кондиційні			не конд.	

При збиранні сої в бункер комбайна, окрім якісного насіння сої, потрапляє цілий ряд різноманітних домішок. Крім того, при зрізанні і обмолочуванні сої частина врожаю травмується або розколюється на дві половинки. Через те, що травмоване насіння сої нездатне сформувати повноцінний росток, є необхідність в його відокремленні від основної насінневої маси.

Вихідним матеріалом для досліджень була насіннева суміш сої сорту «Apollo». Вона не відповідала вимогам ДСТУ 2240-93 по показнику схожості. Згідно ДСТУ 2240-93 в кондиційному посівному матеріалі сої першої – третьої репродукції схожість насіння основної культури повинна бути не нижчою 80%.

Таблиця 3. Результати сепарації насінневої суміші сої на мехатронній мультиплощинній вібраційній насіннеочисній машині

Безвідривний режим											
Показники	Вихідна суміш	Фракції									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Маса фракції, %	100	6,36	23,14	36,74	14,97	7,49	3,79	5,11	1,46	0,88	0,06
Схожість, %	76	86	87	85	79	79	58	22	13	—	—
Відривний режим											
Маса фракції, %	100	2,81	4,01	11,56	34,25	33,23	9,85	2,71	0,85	0,70	0,03
Схожість, %	76	15	84	85	86	83	48	28	—	—	—
Ударний режим											
Маса фракції, %	100	3,85	10,15	21,54	24,74	26,11	10,15	2,77	0,33	0,24	0,12
Схожість, %	76	32	80	85	86	83	52	28	5	—	—

Результати сепарації насінневої суміші сої на вібраційній мультиплощинній машині наведені в табл. 3. Як видно з таблиці, схожість насіння сої була 76%. Необхідно було підвищити схожість цільової фракції за рахунок відокремлення несхожого насіння у відходову фракцію.

Найменш продуктивний режим руху насіння по віброфрикційним сепаруючим поверхням є безвідривний, коли в будь-який момент часу є мінімум одна спільна точка контакту насіння і сепаруючої поверхні [1, 13].

Відривний режим руху насіння по сепаруючим поверхням, коли в певний момент часу на-

сіння відривається від сепаруючої поверхні і здійснює вільний політ, є більш продуктивним [1, 13].

Ще більш продуктивним режимом руху насіння по сепаруючій поверхні є ударний режим, коли насіння під час вільного польоту вдаряється об вище розміщену сепаруючу поверхню, відбивається від неї, і таким чином, час її вільного руху значно зменшується, що й веде до підвищення продуктивності процесу сепарації. Такий режим руху можливий тільки для мехатронних мультиплощинних вібраційних насіннеочисних машин з вібробудувачами прямолінійних коливань двовального типу з пасовою зубчастою передачею [14 - 16].

При сепарації в безвідривному режимі можна отримати насіння сої схожістю 84%, об'єднавши вміст перших п'яти фракцій, які становлять за масою 88,7%. Продуктивність мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини при цьому склала 448 кг/год.

Таблиця 4. Параметри мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини при сепарації насінневої суміші сої на різних режимах руху насіння

Амплітуда коливань сепаруючих площин, мм	Частота коливань сепаруючих площин, хв ⁻¹	Поздовжній кут нахилу сепаруючих площин, град	Поперечний кут нахилу сепаруючих площин, град	Відстань між сепаруючими пластинами, мм
Безвідривний режим				
1,0	1390	5,5	3,0	6,0
Відривний режим				
1,5	1520	3,0	3,0	10,0
Ударний режим				
3,5	1550	2,5	3,0	8,0

При сепарації цього ж насіння у відривному режимі об'єднавши 2 - 6 фракції можна отримати 83,1% насіння схожістю 84,5%. Продуктивність машини при цьому склала 1200 кг/год.

Продуктивність машини при ударному русі насіння по вібруючим поверхням, а точніше в каналах, створених близькорозміщеними сепаруючими поверхнями, склала 2200 кг/год. Вихід кондиційного насіння – 82,5%, а схожість – 84%.

Параметри роботи мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини при різних режимах руху насіння наведені в табл. 4.

При цих же параметрах проводилися господарські випробування машини у ФГ «Мартівське» при сепарації насіння сої.

Результати наведені в табл. 5. Господарські випробування мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини на очищенні і сортуванні насінневих сумішей ріпаку і сої показали наступні конструктивні, технологічні та експлуатаційні переваги і недоліки машини.

При розробці конструкції машини використаний спосіб поділу насіння за комплексом фізико-механічних властивостей – фрикційних, пружних і формою.

Вібраційна машина є працездатною, має стійкий, надійний технологічний процес, що забезпечує виконання заданого режиму роботи. Висока частота коливань робочого органу при порівняно малій амплітуді коливань сприяє інтенсифікації

технологічного процесу очищення і сортування насіння ріпаку та сої в порівнянні з аналогічними засобами очищення, що застосовуються для цих цілей. Велике значення в конструктивному відношенні для машини має також динамічна рівноваженість частини машини, що коливається.

Таблиця 5. Результати господарських випробувань мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини на сепарації насіння сої

Безвідривний режим						
Показники	Вихідна суміш	Фракції				
		1	2	3	4	5
Маса фракції, %	100	17,93	48,31	22,46	8,90	2,40
Схожість, %	76	87	85	79	37	8
Відривний режим						
Маса фракції, %	100	6,82	13,61	67,48	12,56	1,58
Схожість, %	76	31	85	85	43	—
Ударний режим						
Маса фракції, %	100	8,90	26,62	50,85	12,94	0,69
Схожість, %	76	59	84	85	46	—

До основних переваг машини відноситься простота її конструкції і висока надійність робочого органу – плоских вібруючих поверхонь, виготовлених зі спеціальної фанери, одна сторона якої облицьована абразивним полотном.

Збільшення кількості фрикційних неперфорованих поверхонь (чотири блоки – по двадцять п'ять поверхонь в кожному блоці), в порівнянні з попередніми зразками машин, дозволило в декілька разів збільшити її продуктивність.

Найбільш складним в зерноочисних машинах зазвичай є привід робочих органів, що складається, як правило, з декількох електродвигунів, редукторів, клинопасових, ланцюгових і інших передач, інерційного, електромагнітного або іншого коливального пристрою (віброзбудника). У випробуваної машини застосовували простий привід, що складається з одного електродвигуна і двох інерційних віброзбудників.

Основні регулювання машини виконуються зручно і нетрудомістко. Найбільш складною в машинах аналогічного типу є регулювання кута спрямованості коливань, яке виконується в два етапи: поворот віброзбудника на необхідний кут і переміщення його уздовж вібростолу. У машині, представленій на випробування, віброзбудники встановлені так, що при даному регулюванні вони повертаються навколо привідних валів. Завдяки цьому, для регулювання кута спрямованості коливань необхідно тільки повернути віброзбудник на необхідну величину і зафіксувати це

положення болтовими з'єднаннями. Регулювання інших параметрів машини також виконуються швидко і нескладно.

Представлений на випробування зразок мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини простий у виконанні, доступний в обслуговуванні, зручний в монтажі і заміні змінних вузлів. Кріплення машини надійні. Якість виготовлення машини гарне. Протягом випробувань поломок деталей і вузлів вібраційної машини не спостерігалось.

Експлуатаційно-технологічні показники і показники надійності за результатами господарських випробувань задовільні.

В результаті проведених випробувань були встановлені деякі недоліки конструкції машини: порівняно малий завантажувальний бункер, який необхідно збільшити; недостатньо надійна несуча рама машини – при транспортуванні спостерігався вигин стійок рами; слід звернути увагу на установку градуювальних шкал на робочому органі машини для зручності визначення кута його нахилу.

В цілому, представлений на випробування експериментальний зразок вібраційної мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини може бути рекомендований до використання в господарствах як машина, призначена для очищення і сортування насінневих сумішей ріпаку і сої.

Висновки. За результатами проведених експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки:

– на мехатронній мультиплощинній вібраційній насіннеочисній машині з неперфорованими робочими органами за один пропуск є можливість виділити з насіння ріпаку важковідокремлюване насіння бур'янів;

– вихід кондиційного насіння складає: при лабораторних дослідженнях – 82,58%; при господарських випробуваннях машини – 80,85%;

– у відхід разом з насінням бур'янів виділяється неповноцінне (половинки насіння, травмоване, щупле, недорозвинене) насіння основної культури. Тому є можливість значно підвищити такі важливі посівні якості насіння як схожість, енергію проростання, масу 1000 насінин.

– доочищення та сортування насіння сої на мехатронній мультиплощинній вібраційній насіннеочисній машині з виділенням для посіву повноцінного насіння забезпечує підвищення основних показників посівних якостей насіння.

Література

1. Заика П.М. Сепарация семян по комплексу физико–механических свойств / П.М. Заика, Г.Е. Мазнев. – М.: Колос, 1978. – 238 с.

2. Бакум В.В. Обоснование параметров технологического процесса сепарации семенных смесей на фрикционных неперфорированных колеблющихся поверхностях: автореф. дис. на соиск. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 “Механизация сельскохозяйственного производства” / В.В. Бакум. – Харьков, 1984. – 20 с.

3. Гудым В.А. Обоснование параметров технологического процесса очистки и сортирования семян лекарственных культур на виброфрикционных сепараторах: автореф. дис. на соиск. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 “Механизация сельскохозяйственного производства” / В.А. Гудым. – Харьков, 1986. – 24 с.

4. Вибросепаратор сыпучих материалов: А. С. 484018 СССР: МПК В07В 1/40 / П.М. Заика, Г.Е. Мазнев (СССР). – № 1881174/28-13; заявл. 12.02.73; опубл. 15.09.75, Бюл. № 34. – 2 с.

5. Жмай Л.Г. Обоснование параметров технологического процесса очистки и сортирования семян овощных культур на вибрационной семяочистительной машине: автореф. дис. на соиск. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 “Механизация сельскохозяйственного производства” / Л.Г. Жмай. – Харьков, 1990. – 24 с.

6. Сепаратор сыпучих материалов: А. С. 973193 СССР, МПК В07В 13/00 / П.М. Заика, Г.Е. Мазнев, Д.И. Мазоренко, А.М. Медведев, В.И. Смирнов, Ю.В. Мусиенко, А.А. Арзуманова, В.Я. Ильин, В.В. Бакум, А.И. Завгородний, А.А. Линь, А.В. Богомолов, С.П. Журавлев, В.А. Гудым, Л.Г. Жмай, А.П. Тарасенко, Л.Г. Ткач, А.П. Горшков (СССР). – № 3234092/29-03; заявл. 08.01.1981; опубл. 15.11.82, Бюл. № 42. – 4 с.

7. Вибрационный сепаратор сыпучих материалов: А. С. 1319931 СССР: МПК В07В 13/00 / П.М. Заика, А.В. Богомолов, А.В. Козаченко, А.И. Завгородний, С.В. Черкасов (СССР). – № 4040314/29-03; заявл. 31.01.86; опубл. 30.06.87, Бюл. № 24. – 3 с.

8. Привод вибрационного сепаратора: А. С. 1836990 СССР, МПК В07В 13/00 / П.М. Заика, А.В. Богомолов, В.А. Гридякин (СССР). – № 4720960/03; заявл. 19.07.89; опубл. 30.08.93, Бюл. № 32. – 3 с.

9. Виброфрикционный сепаратор: А. С. 1572717 СССР: МПК В07В 13/00 / П.М. Заика, В.М. Лукьяненко, А.В. Богомолов, А.И. Бортников, В.Д. Шафоростов (СССР). – № 4319915/30-03; заявл. 26.10.87; опубл. 23.06.90, Бюл. № 23. – 4 с.

10. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови – К.: Держстандарт України, 1994. – 73 с.

11. Артемов И.В. Рапс. – М.: Агропромиздат, 1989. – 44 с.

12. Возделывание рапса и сурепицы по интенсивной технологии /Под редакцией Б.П. Мартынова.- М.: Россельхозиздат, 1986. – 120 с.

13. Заика П.М. Вибрационные семяочистительные машины и устройства – МИИСП, 1981. – 141 с.

14. Лукьяненко В.М. Повышение производительности вибрационной семяочистительной машины с неперфорированными рабочими плоскостями / В.М. Лукьяненко, И.В. Галич // Motrol, – Motoryzacja i energetyka rolnictwa. – Lublin, 2013. Т. 15, С. 185 - 191.

15. Патент на корисну модель № 6004 Україна, МПК (2011.01) B07B 1/00. Віброзбудник прямолінійних коливань / Лук'яненко В.М., Жиліна О.О., Нікітюк М.М., Галич І.В., Кісь В.М., Лук'яненко О. В.; власник Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. – заявл. 08.11.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. №11.

16. Патент на корисну модель № 88048 Україна, МПК (2006.01) B03C 1/10. Універсальний віброзбудник / Лук'яненко В.М., Галич І.В., Никифоров А.О.; власники: Лук'яненко В. М., Галич І.В., Никифоров А.О. – заявл. 17.10.2013; опубл. 25.02.2014, Бюл. №4. – 4с.

References

1. Zaika, P. and Maznev, G. (1978). Separatsiya semyan po kompleksu fiziko-mekhanicheskikh svoystv. Moscow: Kolos, p. 238.

2. Bakum, V. (1984). Obosnovanie parametrov tekhnologicheskogo protsessa separatsii semynykh smesey na friktsionnykh neperforirovannykh koleblyushchikhsya poverkhnostyakh: avtoref. dis. na soisk. stepeni kand. tekhn. nauk: spets. 05.20.01 "Mekhanizatsiya selskokhozyaystvennogo proizvodstva". Kharkov, p.20.

3. Gudym, V. (1986). Obosnovanie parametrov tekhnologicheskogo protsessa ochistki i sortirovaniya semyan lekarstvennykh kultur na vibrofriktsionnykh separatorakh: avtoref. dis. na soisk. stepeni kand. tekhn. nauk: spets. 05.20.01 "Mekhanizatsiya selskokhozyaystvennogo proizvodstva". Kharkov, p.24.

4. Zaika, P. and Maznev, G. (1975). Vibroseparator sypuchikh materialov: a. s. 484018 SSSR: MPK V07V 1/40. № 1881174/28-13; zayavl. 12.02.73; opubl. 15.09.75, Byul. № 34, p.2.

5. Zhmay, L. (1990). Obosnovanie parametrov tekhnologicheskogo protsessa ochistki i sortirovaniya semyan ovoshchnykh kultur na vibratsionnoy semyaochistitelnoy mashine: avtoref. dis. na soisk. stepeni kand. tekhn. nauk: spets. 05.20.01 "Mekhanizatsiya selskokhozyaystvennogo proizvodstva". Kharkov, p.24.

6. Zaika, P., Maznev, G., Mazorenko, D., Medvedev, A., Smirnov, V., Musienko, Y., Arzumanova, A., Ilin, V., Bakum, V., Zavgorodniy, A., Lin, A., Bogomolov, A., Zhuravlev, S., Gudym, V., Zhmay, L., Tarasenko, A., Tkach, L. and Gorshkov, A. (1982). Separator sypuchikh materialov: a. s. 973193 SSSR, MPK V07V 13/00. № 3234092/29-03; zayavl. 08.01.1981; opubl. 15.11.82, Byul. № 42, p.4.

7. Zaika, P., Bogomolov, A., Kozachenko, A., Zavgorodniy, A. and Cherkasov, S. (1987). Vibratsionnyy separator sypuchikh materialov: a. s. 1319931 SSSR: MPK V07V 13/00. № 4040314/29-03; zayavl. 31.01.86; opubl. 30.06.87, Byul. № 24, p.3.

8. Zaika, P., Bogomolov, A. and Gridyakin, V. (1993). Privod vibratsionnogo separatora: a. s. 1836990 SSSR, MPK V07V 13/00. № 4720960/03; zayavl. 19.07.89; opubl. 30.08.93, Byul. № 32, p.3.

9. Zaika, P., Lukyanenko, V., Bogomolov, A., Bortnikov, A. and Shaforostov, V. (1987). Vibrofriktsionnyy separator: a. s. 1572717 SSSR: MPK V07V 13/00. № 4319915/30-03; zayavl. 26.10.87; opubl. 23.06.90, Byul. № 23, p.4.

10. DSTU 2240-93. Nasinnja silsijkoghospodarskykh kuljtur. Tekhnichni umovy. (1994). Kiev: Derzhstandart Ukrainy, p.73.

11. Artemov, I. (1989). Raps. Moscow: Agropromizdat, p.44.

12. Martynov, B. (1986). Vozdelyvanie rapsa i surepitsy po intensivnoy tekhnologii. Moscow: Ros-selkhozizdat, p.120.

13. Zaika, P. (1981). Vibratsionnye semyaochistitelnye mashiny i ustroystva. Moscow: MIISP, p.141.

14. Lukyanenko, V. and Galich, I. (2013). Povyshenie proizvoditelnosti vibratsionnoy semyaochistitelnoy mashiny s neperforirovannymi rabochimi ploskostyami. Motrol, – Motoryzacja i energetyka rolnictwa, (15), pp.185-191.

15. Luk'janenko, V., Zhylyna, O., Nikitjuk, M., Ghalych, I., Kisj, V. and Luk'janenko, O. (2011). Patent na korysnu modelj 6004 Ukrainy, МПК (2011.01) V07V 1/00. Vibrozbudnyk prjamolinijnykh kolyvanj. vlasnyk Kharkivskij nacionalnij tekhnichnij universytet silsijkogho gospodarstva imeni Petra Vasylenka. – zayavl. 08.11.2010; opubl. 10.06.2011, Bjul. 11, p.4.

16. Luk'janenko, V., Ghalych, I. and Nykyforov, A. (2014). Patent na korysnu modelj 88048 Ukrainy, МПК (2006.01) V03S 1/10. Universalnij vibrozbudnyk. vlasnyky: Luk'janenko V.М., Ghalych I.V., Nykyforov A.O. – zayavl. 17.10.2013; opubl. 25.02.2014, Bjul. 4, p.4.

Аннотация

Испытание мехатронной вибрационной мультиплоскостной семяочистительной машины

В.М. Лукьяненко, А.В. Лукьяненко, И.Д. Харук, А.А. Никифоров

В статье представлены результаты экспериментальных исследований эффективности процесса сепарации семенных смесей рапса и сои плоскими вибрационными фрикционными поверхностями в

лабораторных условиях. Также приведены сведения об испытаниях мехатронной вибрационной мультиплоскостной семяочистительной машины при сепарации этих же культур в условиях хозяйства. Рабочим органом этой машины есть четыре блока неперфорированных фрикционных плоскостей (по 25 шт. в каждом блоке), осуществляющих параллельные технологические процессы сепарации семенных смесей в трех режимах движения (безотрывном, отрывном и ударном).

Установлено влияние режима движения семенных смесей по сепарирующим поверхностям на качество и производительность процесса сепарации. Как показали испытания машины, высокое качество сепарации достигается при безотрывном движении, а самая высокая производительность – при ударном.

Хозяйственные испытания мехатронной вибрационной мультиплоскостной семяочистительной машины показали стабильность технологического процесса сепарации при различных режимах движения семян по сепарирующим поверхностям, надежность всех узлов и механизмов, низкий уровень шума при работе машины на различных режимах и очень низкую трудоемкость при изменении параметров технологического процесса. Почти все регулировки технологического процесса сепарации автоматизированы – продольный угол наклона сепарирующих плоскостей и частота их колебаний, а также подача семенных смесей на сепарирующие поверхности изменяются с помощью переменных резисторов.

Испытания машины в хозяйственных условиях при сепарации семенных смесей рапса и сои также обнаружили и ее недостатки. Для этих и подобных культур и, особенно при сепарации в отрывном режиме, есть необходимость в разработке специального механизма загрузки и отвода продуктов деления. Так как машина должна быть установлена строго горизонтально, то для удобства ее необходимо оснастить уровнем, как в продольном, так и поперечном направлениях.

Ключевые слова: *вибрация, мехатронная вибрационная мультиплоскостная семяочистительная машина, семенные смеси, сепарация, всхожесть, сортирование.*

Abstract

Test of the mechatronic vibration multiplane seed-cleaning machine

V.M. Lukyanenko, A.V. Lukyanenko, I.D. Kharuk, A.A. Nikiforov

The article presents the results of experimental studies of the efficiency of the separation process of seed mixtures of rapeseed and soybean by flat vibration friction surfaces in the laboratory. Information is also given on the testing of the mechatronic vibration multiplane seed-cleaning machine during the separation of the same crops under farm conditions. The working body of this machine has four blocks of non-perforated friction planes (25 pieces in each block), carrying out parallel technological processes of separation of seed mixtures in three modes of movement (non-separable, detachable and shock).

The influence of the mode of movement of seed mixtures on the separating surfaces on the quality and productivity of the separation process has been established. As shown by the tests of the machine, high quality separation is achieved with non-separable movement, and the highest productivity – with shock.

Household tests of the mechatronic vibration multiplane seed-cleaning machine showed the stability of the separation process under different modes of seed movement along the separating surfaces, the reliability of all components and mechanisms, the low noise level when the machine is operating in different modes and very low labour intensity when the process parameters change. Almost all the adjustments of the separation process are automated – the longitudinal angle of inclination of the separation planes and the frequency of their oscillations, as well as the supply of seed mixtures to the separation surfaces are changed using variable resistors.

The tests of the machine under the economic conditions in the separation of seed mixtures of rapeseed and soybean also found its disadvantages. For these and similar crops, and especially for separation in the tear-off mode, the need to develop a special mechanism for loading and removal of fission products. Since the machine must be installed strictly horizontally, for convenience, it must be equipped with level gauges, both in the longitudinal and transverse directions.

Keywords: *vibration, mechatronic vibration multiplane seed-cleaning machine, seed mixtures, separation, germination, sorting.*

Бібліографічне посилання / Bibliography link:

Lukyanenko V.M., Lukyanenko A.V., Kharuk, Nikiforov A.A. Test of the mechatronic vibration multiplane seed-cleaning machine // Engineering of nature management, 2019, #2(12), p. 117 - 125.

Подано до редакції / Received: 04.03.2019