

## Abstract

### TO THE CONSTRUCTION OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS OF GRAIN HEAP IN THE CYLINDRICAL SIEVE OF THE SCALPERATOR

S. Bogdanovich

*To describe the process of grain heap separation in a drum scalperator, it is proposed to compile a mathematical model of the process based on the laws of the dynamics of a viscous fluid, taking into account the effect of separation.*

УДК 631. 362

### СЕПАРАЦІЯ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ СОЇ НА МЕХАТРОННІЙ МУЛЬТИПЛОЩИННІЙ ВІБРАЦІЙНІЙ НАСІННЕОЧИСНІЙ МАШИНІ

Лук'яненко В. М., к.т.н., доц., Никифоров А. О., Галич І. В.,  
Лук'яненко О. В., ст. викл-чі, Петрик А. П., асп.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка*

*Наведені результати експериментальних досліджень сепарації насінневої суміші сої на мехатронній мультиплощинній вібраційній насіннеочисній машині. За один пропуск отримано 82,5 – 88,7% кондиційного насіння сої від маси вихідного матеріалу.*

**Постановка задачі.** Соя – один з найбагатших білком рослинних продуктів. Ця властивість дозволяє використовувати сою для приготування і збагачення різних блюд, а також в якості основи рослинних замінників 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.

При збиранні сої в бункер комбайну 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.

На кафедрі якості, стандартизації та сертифікації ХНТУСГ ім. П. Василенка розроблена конструкція мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини, використання якої забезпечує високу ефективність підготовки посівного матеріалу різних сільськогосподарських культур [1, 2, 3].

**Мета роботи.** Дослідження ефективності використання мехатронної мультиплощинної вібраційної насіннеочисної машини на розділенні насінневої суміші сої.

**Результати дослідження.** 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 (поворотної) 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 (поворотну) раму 1 встановлені дві рами віброзбуджувачів 4, в яких закріплені два віброзбуджувачі двохвального типу з ремінною зубчастої передачею 5. До кожної з двох рам віброзбуджувачів 4 за допомогою болтового з'єднання дзеркально кріпляться по дві рами кріплення сепаруючих площин 6 (зверху і знизу віброзбуджувача). 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 віброзбуджувачів 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 моторредукторів 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 ділильної планки 17 по гвинтовим напрямних 19, встановленим 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 перехідників 20 надходить в короби живильників 13. При подачі живлення на моторредуктори приводу живильників 15 вони через пружні муфти 18 передають крутний момент крилаткам, які встановлені над кожною сепаруючою поверхнею на квадратному валу.

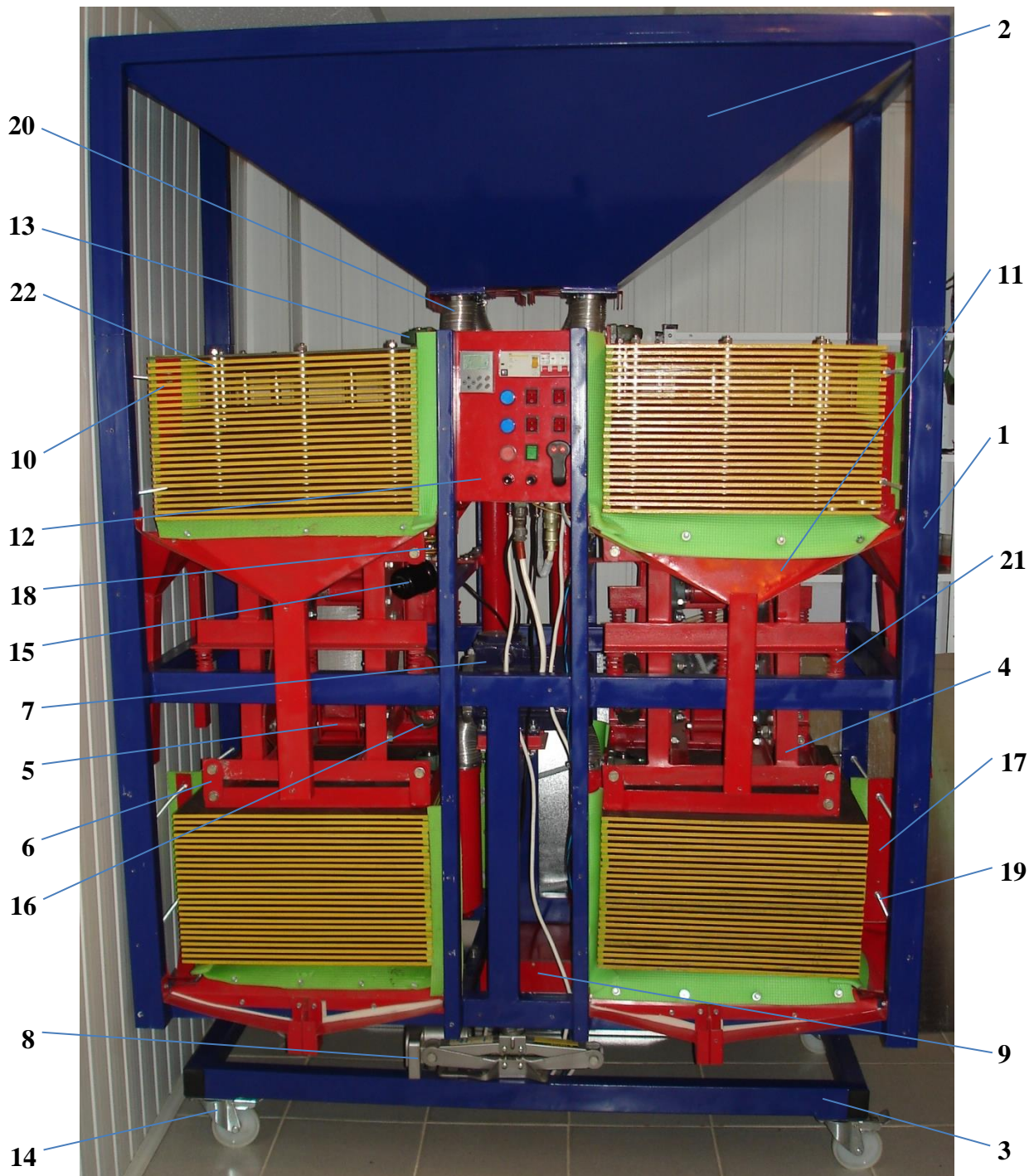


Рис. 1 – Мехатронна мультиплощинна вібраційна насіннеочисна машина: 1 - проміжна рама; 2 - бункер насіння; 3 - платформа; 4 - рама вібробуджувача; 5 - вібробуджувач; 6 - рама площин; 7 - електродвигун; 8 - електродомкрат; 9 - блок живлення; 10 - сепаруючі площини; 11 - напрямні; 12 - блок управління;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

Останні захоплюють своїм межлопатеvim простором насіння, що надходить самопливом і переміщують його по сепарувальним поверхням. Так як рух повноцінного насіння в нижні приймачі якийсь час обмежується лопатями крилаток, то неповноцінне насіння культури і насіння бур'янів (плоске непружне і шорстке) встигає проявити свої властивості і вийти із зони розосередження в

верхні приймачі. Після повороту крилаток на 180° і більше обмеження на рух повноцінного насіння знімається і воно надходить в нижні приймачі продуктів поділу. У бічні приймачі надходить насіння з проміжними властивостями.

Вихідним матеріалом для досліджень була насіннева суміш сої Apollo урожаю 2017 р. Вона не відповідала вимогам ДСТУ 2240-93 [4] по показнику схожості.

Згідно ДСТУ 2240-93 в кондиційному посівному матеріалі сої першої – третьої репродукції схожість насіння основної культури повинна бути не нижчою 80%.

Результати сепарації насінневої суміші сої на пневматичному сепараторі наведені в табл. 1. Як видно з таблиці 1 схожість насіння сої була 76%. Необхідно було підвищити схожість цільової фракції за рахунок відокремлення несхожого насіння у відходову фракцію. При цьому продуктивність машини повинна бути максимальною.

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 [5, 6].

Відривний режим руху насіння по сепаруючим поверхням, коли в певний момент часу насіння відривається від сепаруючої поверхні і здійснює вільний політ, є більш продуктивним [5, 6].

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 приводить до підвищення продуктивності процесу сепарації. Такий режим руху можливий тільки для мехатронних мультиплощинних вібраційних насіннеочисних машин з віброзбуджувачами прямолінійних коливань двохвального типу з пасовою зубчатою передачею [7, 8, 9].

Таблиця 1 – 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		

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.

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 віброуючим 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 приведені в табл. 2.

Таблиця 2 – 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 <sup>-1</sup>	Подовжній кут нахилу сепаруючих площин, град	Поперечний кут нахилу сепаруючих площин, град	Відстань між сепаруючими пластинами, мм
<b>БЕЗВІДРИВНИЙ РЕЖИМ</b>				
1,0	1390	5,5	3,0	6,0
<b>ВІДРИВНИЙ РЕЖИМ</b>				
1,5	1520	3,0	3,0	10,0
<b>УДАРНИЙ РЕЖИМ</b>				
3,5	1550	2,5	3,0	8,0

## Висновки

1. При сепарації насінневої суміші сої отримано 82,5 – 88,7% кондиційного насіння сої від маси вихідної фракції в залежності від режиму руху насіння. Якість сепарації при безвідривному режимі руху насіння по сепаруючим поверхням найвища, але продуктивність машини навіть при максимальній кількості сепаруючих площин (100 шт.) становить всього 450 кг/год.

2. Найвища продуктивність машини є при ударному режимі руху насіння і складає 2200 кг/год, хоча якість сепарації дещо нижча.

## Список використаних джерел

1. Лук'яненко В. М. Перспективна модель вібраційної насіннеочисної машини: Матеріали ІХ - ї міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». – Кіровоград, 7 - 8 листопада 2013. С. 116 - 118.
2. Лук'яненко В. М., Галич І. В., Никифоров А. О. Мехатронна вібраційна насіннеочисна машина //Вісник Харківського національного технічного

- університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 156. – С. 413-419.
3. Ольшанський В. П. Теорія сепарування зерна / В. П. Ольшанський, В. В. Бредихін, В. М. Лук'яненко, М. В. Півень, М. В. Сліпченко, С. О. Харченко. – Харків: Планета-Прінт, 2017. – 803 с.
  4. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови - К.: Держстандарт України, 1994. - 73 с.
  5. Заика П. М. Вибрационные семяочистительные машины и устройства - МИИСП, 1981. - 141 с.
  6. Заика П. М., Мазнев Г. Е. Сепарация семян по комплексу физико - механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287с.
  7. 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.
  8. Патент на корисну модель № 6004 Україна, МПК (2011.01) B07B 1/00. Вібробудник 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.
  9. Патент на корисну модель № 88048 Україна, МПК (2006.01) B03C 1/10. Універсальний вібробудник / 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.

## **Аннотация**

### **СЕПАРАЦИЯ СЕМЕННОЙ СМЕСИ СОИ НА МЕХАТРОННОЙ МУЛЬТИПЛОЩИННОЙ ВИБРАЦИОННОЙ СЕМЯОЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ**

Лукьяненко В. М., Никифоров А. А., Галич И. В., Лукьяненко А. В., Петрик А. П.

*Приведены результаты экспериментальных исследований сепарации семенной смеси сои на мехатронной мультиплоскостной вибрационной семяочистительной машине. За один пропуск получено 82,5 – 88,7% кондиционных семян сои от массы исходного материала.*

## **Abstract**

### **SEPARATION OF SOYBEAN SEED MIXTURE ON THE MECHATRONIC MULTIPLANAR VIBRATION SEMI-CLEANING MACHINE**

V. Lukynenko, A. Nikiforov, I. Galych, A. Lukynenko, A. Petrik

*The results of experimental studies of separation of soybean seed mixture on the mechatronic multiplanar vibration semi-cleaning mashine are presented. In one pass, 82,5 – 88,7% of the conditioned soybean seeds were obtained from the weight of the starting material.*