

УДК 613.33.022.66

М.О. Свіренєв, проф., д-р техн. наук, О.В. Анісімов, асист., І.К. Солових, асист.
Кіровоградський національний технічний університет

Дослідження параметрів та режимів роботи пневмомеханічного висівного апарату надлишкового тиску з рециркулюючим потоком насіння

В статті наведені порівняльні характеристики деяких висівних апаратів для точного висіву технічних культур з урахуванням їх переваг та недоліків. Також представлена конструкція пневмомеханічного висівного апарата надлишкового тиску з рециркулюючим потоком насіння, та визначені шляхи його вдосконалення.

рециркулюючий потік насіння, однозерновий потік насіння, висівачий диск, комірочка, сопло, канал, зайві насіння, передкамерна порожнина, накладочка

Н.А. Свирень, проф., д-р техн. наук, А.В. Анисимов, асист., И.К. Солових, асист.

Кировоградский национальный технический университет

Исследование параметров и режимов работы пневмомеханического высевача с избыточным давлением с рециркулирующим потоком семян

В статье приведены сравнительные характеристики некоторых высевачей для точного посева технических культур с учетом их преимуществ и недостатков. Так же представлена конструкция пневмомеханического высевача избыточного давления с рециркулирующим потоком семян, и определены пути его усовершенствования.

рециркулирующий поток семян, однозерновой поток семян, высевачий диск, ячейка, сопло, канал, лишние семена, предкамерная полость, накладочка

Вступ. В світовому сільськогосподарському машинобудуванні одним з пріоритетних напрямків залишається вдосконалення існуючих і створення нових висівних систем точного висіву. Це робиться з метою зведення до мінімуму витрат при вирощуванні технічних культур за умов якісного виконання технологічного процесу висіву насіння, та дотримання агротехнічних вимог [1-5].

Одним з перспективних напрямків розвитку посівної техніки є проектування висівних систем які створюють стабільний одно зерновий потік насіння при забезпеченні високої продуктивності роботи сіялок

Аналіз конструкцій деяких висівних апаратів. У цей час для посіву технічних культур використовується багато різних висівних апаратів, як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Нижче приведені відомі та мало відомі принципові схеми висівних апаратів.

Схема пневматичного висівного апарата барабанного типу з подачею насіння у внутрішню порожнину барабана: Перевагою цього апарату є відсутність необхідності в пристроях для зняття зайвого насіння і руйнування склепін, а також порівняльна простота конструкції. Недолік апарату - велика висота падіння насіння, що негативно позначається на рівномірності розподілу їх уздовж рядка. Для усунення цього недоліку насіння повинне бути відсортоване за парусністю.

© М.О. Свіренєв, О.В. Анісімов, І.К. Солових, 2015

Схема дискового пневматичного висівного апарата з горизонтальною віссю. Загальним недоліком пневматичних апаратів дискового типу є небезпека забивання присмокчучих отворів пилом, уламками насіння та іншими домішками. Тому в деяких конструкціях скидання насіння поєднується з очищенням присмокчучих отворів. Активний скидання насіння зазвичай здійснюється за допомогою виштовхувачів з голками або ж струменем стисненого повітря. Найбільш надійний спосіб очищення отворів діаметром 0,8-1 мм – забезпечення мінімальної товщини присмокчучих отворів (0,2-0,3 мм) і використання роликів, покритих еластичною гумою.

Схема пневматичного висівного апарата сівалки СОПГ-4.8 Пневматичні пальцеві (пневмоштокові) висіваючі апарати та пневматичні без рухомих частин відомі давно, однак зважаючи на складність і недосконалість дозуючих пристроїв вони не знайшли широкого застосування в овочевих сівалках точного висіву.

Схема посівної секції сівалки "Гаспардо-8". Недолік сівалки - трудомісткість зміни висіваючих дисків і нерівномірність розподілу інтервалів між насінням, викликана великою висотою падіння насіння, забиванням присмокчучих отворів і пробуксовування приводного (прикочуючого) катка секції.

Дисковий пневматичний висівний апарат з фасонною відбиваючою прокладкою. Перевагою даного апарату є те, що він дасть можливість значно скоротити пошкодження насіння, тим самим підвищити і якість висіву, а недоліком його є достатньо висока складність виготовлення та експлуатації.

Схема висівного апарата сівалки "Аеромат" Переваги апарату - невелика висота падіння насіння (7 см), недолік – необхідність шліфування (зняття зачепів і шорсткості) насіння для додання їм гладкої поверхні.

Схема висівного апарата сівалки "Екзакта Мат". Для кращого дозування насіння в висівних апаратах сівалок «Екзакта Мат» присмокчучі осередки розташовані з внутрішньої сторони обертового диска-обода, на бічній стороні якого є сектори з криволінійними напрямними. Насіння, що присмоктали до отворів, після виходу із зони розрідження падають на направляючі і при подальшому обертанні диска підводяться ними до точки скидання. Постійна відстань між напрямними сприяє більш рівномірному розміщенню насіння в борозні.

Схема пневматичного висіваючого апарата щілинного типу. Отвори для присмоктування у них були виконані на знімних ніпельних присосках, які сприяли активному ворошінню насіння, але значно ускладнювали конструкцію апарату, ускладнювали скидання насіння і очистку отворів. Тому сівалки з такими апаратами не знайшли широкого застосування, особливо при висіві дрібного овочевого насіння.

Всі вище приведені конструкції висівних апаратів мають один спільний недолік. Це достатньо невисока стабільність в забезпеченні одно зернового потоку насіння, особливо на підвищених швидкостях роботи.

Зважаючи на всі переваги та недоліки існуючих висівних апаратів, кафедрою СГМ продовжується дослідження принципово іншої схеми апарату (рис.1) у технологічний процес роботи якої закладений принцип поодинокого добору насіння комірками барабана з рециркулюючим потоком насіння, що створюється за рахунок продування насінневої камери висівного апарату надлишковим тиском повітря [6, С.45-46].

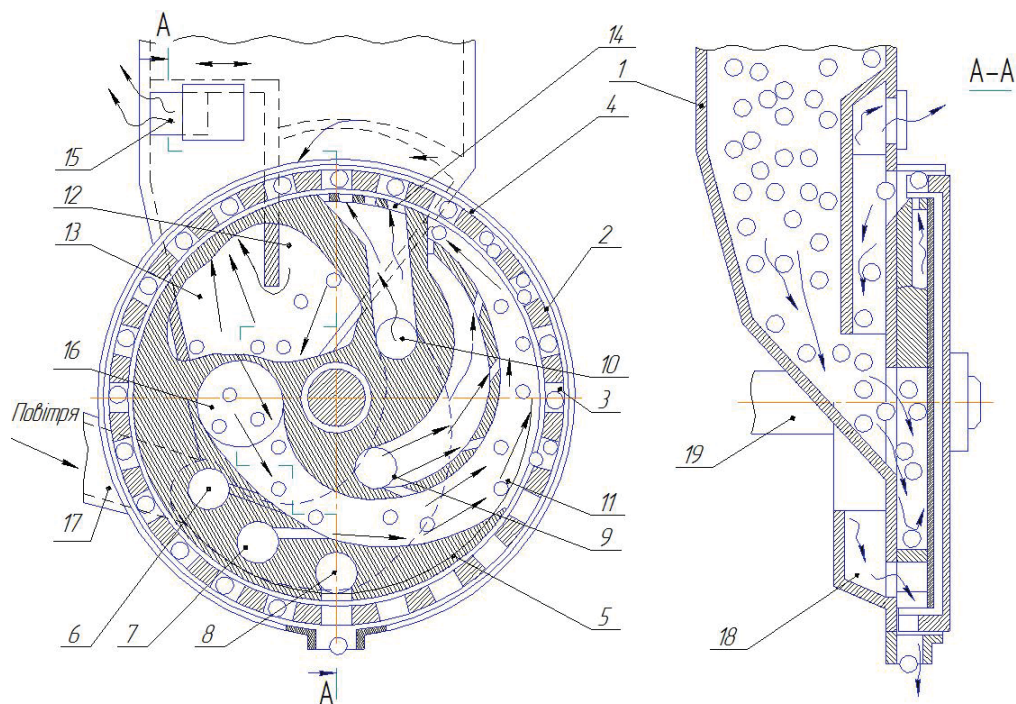


Рисунок 1 – Пневмомеханічний висівний апарат надлишкового тиску з рециркулюючим потоком насіння

Пневматичний висівний апарат надлишкового тиску з циркулюючим потоком насіння складається з бункера 1 для насіння, вертикального диска 2 з висівними комірками 3, який охоплюється з зовнішнього боку нерухомим обручем 4. Диск 2 з комірками охоплює циліндричний корпус 5. В циліндричному корпусі 5 виконана насіннева камера 11 і пневмокамери 6-10, з'єднані тангенціальними каналами, поправленими вбік руху висівного диска. Верхня частина камери 11 своєю відкритою частиною примикає до комірчастої частини диска 2.

В верхній частині камера 11 з'єднана з передкамерною порожниною. Передкамерна порожнина розділена перегородкою на дві частини: передня 12 і задня 13. В місці примикання висівного диска до передкамерної порожнини розміщене щільове сопло 14 з поперечними перегородками, які з'єднані з пневмокамерою 10. Задня частина передкамерної порожнини з'єднана через вікно 15 з атмосферою. В нижній частині камера 11 через вікно 16 сполучена з бункером 1 для насіння. Висівний диск 2 встановлений на привідному валу 19.

Для звільнення комірок 3 від насіння пневмокамера 8 має канал, направлений до комірчастої поверхні висівного диска. Подача стисненого повітря виконується через патрубок 17 і загальну пневмокамеру 18.

Апарат працює таким чином. Насіння з зони передкамерної порожнини 12 через вікно 16 поступає в нижню частину насінневої камери 11, де підхоплюється повітряним потоком, що утворюється рухом повітря з пневмокамер 6, 7, 9 через тангенціально розміщені канали, і транспортується по каналу насінневої камери в верхню її частину. Частина насіння через відкриту ділянку камери 11 за рахунок відцентрових сил, що діють на насіння при криволінійному русі, та надлишкового тиску з камери 11, заповнює комірки 3 диска 2, що обертається, а інша частина насіння повертається повітряним потоком в передню частину 12 передкамерної порожнини. Із передкамерної порожнини через задню частину 13 повітряний потік виходить через вікно 15 в атмосферу, а насіння, опускаючись вниз передньої частини 12 передкамерної

порожнини, поступає через вікно 16 в насінневу камеру 11, створюючи тим самим циркуляцію насіння в апараті з відбором його комірками висівного диска.

По мірі зменшення насіння, що поступає з порожнини 12 вона поповнюється з бункера 1. Насіння, яке заповнило комірки 3, транспортується диском 2 і попадає під дію повітряного струменя, що діє з цільового сопла 14, в якому для поліпшення видування зайвих насінин, щільно розміщених в комірках, встановлені поперечні перегородки, що дозволяють розділити загальний потік повітря на кілька струменів. При цьому за рахунок пульсуючої дії струменів повітря на насіння, що рухається в комірках висівного диска, насіння здійснює коливальні рухи, що сприяє видаленню зайвих насінин, які видуваються в передкамерну порожнину 12 і в комірках залишається тільки одна насінина, яка присмоктується до отвору, створеному в вигляді зазору між зовнішньою поверхнею диска 2 і охоплюючий висівний диск обручем 4.

Для забезпечення необхідного статичного тиску повітря в порожнині 12 і регулювання режиму видалення зайвих насінин в комірок в момент дії сопла 14 при висіві різних видів насіння в передній передкамерній порожнині 12, яка має зв'язок з задньою передкамерною порожниною 13, регулюється тиск повітря за рахунок зміни величини відкритого вікна 15 спеціальною заслінкою.

Насіння, що залишилось в комірках, транспортується диском 2, підтримуване від випадання з однієї сторони обручем 4, а з другої сторони циліндричною і торцевою поверхнею корпусу 5. При співпаданні комірок з насінням і повітряним каналом пневмокамери 8, повітряний потік, що поступає через канал із камери 8, викидає насіння до пневмонасіннепровіду, який направляє їх в борозну.

Мета досліджень. Для визначення основних параметрів апарата в програму досліджень були включені наступні питання:

- уточнення форми і розмірів каналу транспортування потоку насіння в апараті;
- визначення конструкції зони видалення зайвих насінин із комірок висівного диска;
- дослідження режимів повітряного потоку для висіву різних фракцій насіння.

Вибір зазначених параметрів проводимо з урахуванням впливу їх на якість формування однозернового потоку насіння. Якість формування однозернового потоку визначаємо за допомогою електронного класифікатора, який фіксує ступінь заповнення комірок насінням, розбором проб кожного досвіду визначали дроблення насіння і візуальним спостереженням через прозору стінку апарата оцінювали характер руху зернового потоку в каналі апарата.

Методика досліджень. Дослідження проводили за допомогою лабораторної установки яка містить у собі раму із приводом, макет висівного апарата, компресор з ресивером і вимірювальну апаратури: U-образні водяні манометри із пневмометричними трубками, електронний класифікатор потоку насіння "ЭКПС-1" з фотоелектронними датчиками для рахування комірок на висівному диску, що обертається та насінин, що потрапляють з комірок до каналу сошника.

Форму й розміри комірок вибирали виходячи з попередніх досліджень, внутрішній діаметр дисків був прийнятий рівним 200мм, а кількість комірок 48.

Зміну тиску повітряного потоку в апараті отримували за рахунок регулювання компресора. Частоту обертання висівного диска апарата змінювали за рахунок змінних зірочок у механізмі приводу.

На першому етапі дослідження вирішували завдання забезпечення стійкого руху насінневого потоку в каналі 1 (рис. 2) і чіткого заповнення комірок висівного диска насінням. Цього домагалися за рахунок зміни напрямку й розмірів повітряного сопла 2, вибору довжини U пасивної частини 3 насінневого каналу 1, висоти насінного каналу

в зоні контакту насіння із комірками висіваючого диска за допомогою установки спеціальних накладок 4 різної товщини й зміною тиску повітряного потоку в апараті.

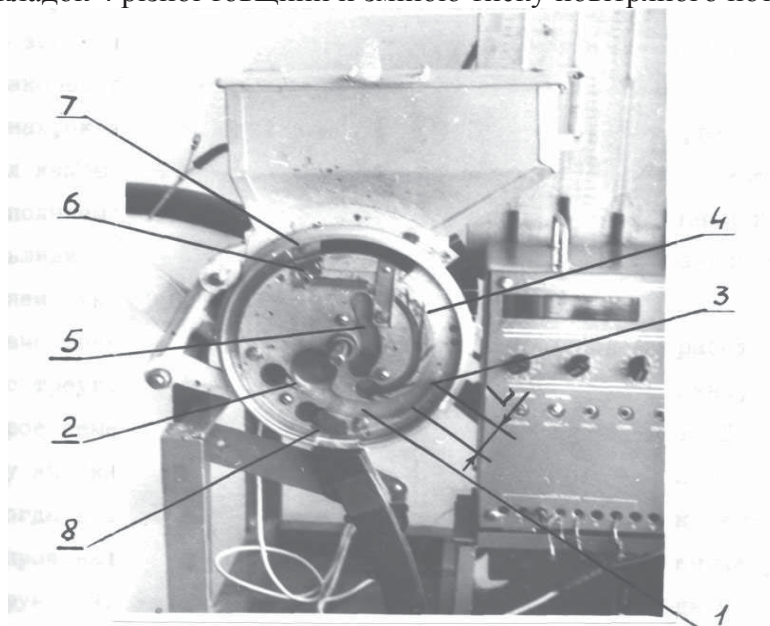


Рисунок 2 – Макет висіваючого апарату (висіваючий диск знятий)

Після того як вирішили завдання стійкого руху насінного потоку, і заповнення комірок приступилися до дослідження зони формування однонасінного потоку за рахунок зняття (видування) з комірок висіваючого диска зайвих насіння. Проблему зняття зайвих насіння вирішували наступним шляхом:

- за рахунок зміни розмірів і розташування поздовжнього щілинного сопла продувки, подачі в нього кількості повітря за рахунок зміни розмірів поперечного перерізу повітряного каналу 5 для подачі повітря до сопла;

- за рахунок зміни форми й розмірів зони переходу комірок з насіннями із зони впливу на них повітряних потоків в апараті в зону транспортування їх до місця викиду, шляхом зміни накладок 6 й 7 різної форми й розмірів;

- за рахунок зміни розмірів і розташування перегородки в передкамерній порожнині, що ділить останню на дві частини, в одну з яких направляється весь потік, що рухається, насіння із насінневого каналу, а в іншу - зняті з комірок зайві насіння.

Виявилося, що на характер руху насіння у каналі й на повноту заповнення ним комірок впливає як величина зони контакту, так і характер сполучення насінного каналу із зоною контакту (зона відкритих комірок диска).

Якісне формування насінневого потоку при роботі на дисках з периферійними комірками здійснюється в зоні вікна, через яке насінний потік іде в передкамерну порожнину. Для цього знизу комірки продуваються повітряним струменем через щілинне сопло. Але коли в зону щілинного сопла надходить весь потік насіння, то йому продувати комірки важко і потрібні його збільшені розміри й струмінь повітря повинен бути високого тиску. Звідси й труднощі одержання однонасінного потоку. Тому передкамерна порожнина була розділена на дві частини - перша для відводу основного потоку, що рухається, насіння, а друга для відводу тільки зайвих насіння, видутих з комірок диска. Це дозволило зменшити розміри щілинного сопла й знизити тиск його повітряного струменя й у той же час поліпшити якість формування однонасінного потоку.

Результати досліджень. Проведені дослідження висіваючого апарата дозволили нам зробити аналіз роботи апарата, визначити параметри його основних конструктивних елементів та вибрати орієнтовні режими роботи для подальших випробувань.

Форма й розміри каналу транспортування потоку насіння є першорядними в даній конструкції апарата, тому що від цього залежить стабільність роботи апарата. Канал повинен бути таким, щоб при роботі апарата утворювався рециркулюючий потік насіння, тобто безперервний рух насіння із насінневого каналу 1 (рис. 2) до вивідного каналу 2 у передкамерну порожнину з добором з нього насіння у комірки висіваючого диска.

Дані досліджень зводили в таблиці, що дозволяло проводити оцінку ефективності внесених змін в апарат. Нижче приводимо деякі з них.

Висів дражованого насіння цукрового буряка проводився при частоті обертання висіваючого диска $n = 40$ об/хв.

Таблиця 1 – Висів дражованого насіння цукрового буряка

Повний тиск повітря вводиться в апарат, Па					
2500	3000				
Площа отвору, що стравлює, мм2					
300	300	225	150	75	0
Коефіцієнт заповнення комірок, %					
55	62	100	100	101	99,6

Як видно з таблиці 1, для дражованого насіння визначаються чітко режими для якісного формування однонасінного потоку.

Що ж стосується якості висіву звичайного насіння цукрового буряка, то пиникли питання, які потрібно уточнити в наступних дослідках. Так, наприклад, при малому відкритті отвору, що стравлює повітря, (...75мм²) у насінневому каналі утворюються нестійкі "пробки" з насіння. Ми пояснювали це неякісним виготовленням насінного каналу. Його варто виконувати трохи розширеним до виходу в зону відкритих комірок диска.

Таблиця 2 – Висів цукрового буряка фракції 4,5...5,5мм

Повний тиск повітря вводиться в апарат, Па											
2500	3000				3500				4000		
Площа отвору, що стравлює, мм2											
300	0	75	150	225	300	0	75	150	0	75	150
Коефіцієнт заповнення комірок, %											
99	109	110	115	116	102	110	82	84	115	98	73

Висновки. Для рішення завдання формування однонасінного потоку при висіві насіння цукрового буряку у даній конструкції висіваючого апарата були проведені наступні конструктивні зміни:

-у зоні вивідного каналу 2 (рис. 2) установлений клиновий скидач 7, що відводить від комірок і направляє основний потік насіння у передкамерну порожнину через вивідний канал 2;

- комірки з насіннями, після клинового скидача, попадають під вплив поздовжнього щілинного сопла 6 і продуваються повітряним струменем, видувачи при цьому зайві насінини з комірок;

- для зміни повітряного режиму в зоні продування комірок поздовжнім щілинним соплом, передкамерна порожнина має сполучення з атмосферою через спеціальний канал і регульоване вікно, завдяки якому здійснюємо регулювання режиму видалення зайвих насінин із комірок диска.

Однак змінена конструкція потребує додаткових випробувань. Невизначеним є також питання подачі насіння із апарата в порожнину сошника й далі в борозну. Це питання вимагає окремих досліджень, тому що насіння з комірок видувається в порожнину сошника досить сильним повітряним струменем, що буде діяти на насіння в порожнині сошника й у борозні, що може негативно позначитися на повздовжньому розподілі насіння у борозні.

Список літератури

1. Сисолін П. В. Висівні апарати сівалок (еволюція конструкцій, розрахунки параметрів) [Текст] : посібник для студ. вищих навч. закл. із спец. "Машини та обладнання с.-г. виробництва" / П. В. Сисолін, М. О. Свірень ; Кіровоградський національний технічний ун-т. – Кіровоград : [б.в.], 2004. – 160 с.: рис. – Бібліогр.: с. 158.
2. Машины для посева сельскохозяйственных культур / Г. М. Бузенков, С. А. Ма. – М.: Машиностроение, 1976. – 270, [1] с. : ил. – Библиография: с. 266-269.
3. Семенов А.Н. Зерновые сеялки / А.Н. Семенов. – М.: Машиностроение, 1959. – 26 с.
4. Чичкин В.П. Осозные сеялки и комбинированные агрегаты / В.П. Чичкин. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 392 с.
5. Гусев В.М., Иваница С.К. Тенденции развития конструкций пропашных сеялок /Обзорная информация ЦНИИТЭИ тракторсельхозмаш, 1982. – Вып.10. – 32 с.
6. Свіребнь М.О. Дослідження параметрів комірок висівного апарату надлишкового тиску з ре циркулюючим потоком насіння / М.О. Свірень, А.Є. Солових, І.К. Солових, О.В. Анісімов – Конструювання,виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КНТУ.– 2011.– Вип.41. – Ч.2. – С.45 – 46.

Mikola Sviren, Olexandr Anisimov, Igor Solovykh

Kirovohrad National Technical University

Research of parameters and operating modes of pneumo-mechanic sowing device of the excess pressure with recirculated flow of seeds

The objective of the article is to study and create stable one-seed flow of sugar beetroot seeds with the help of a sowing device which can considerably improve the quality of sowing process.

The article presents comparative characteristics of some sowing devices for precise sowing of technical crops taking into consideration their advantages and disadvantages. The design of the pneumo-mechanic sowing device of the excess pressure with recirculated flow of seeds was presented and the ways of improvement were defined.

The following design changes were carried out:

- in the delivery channel we set a wedge pusher which directs and averts the flow of seeds from cells into the pre-chamber cavity through the delivery channel;

- after the wedge pusher the cells with seeds go to fore-and aft nozzle 6 and are blown by the air stream.

As a result excess seeds are blown out of the cells.

recirculated flow of seeds, one-seed flow of seeds, sowing disk, cell, nozzle, channel, excess seeds, pre-chamber cavity, onlay

Одержано 05.05.15