

Всеукраїнський науково-технічний журнал

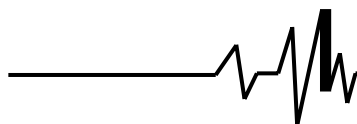
Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2306-8744

DOI: 10.37128/2306-8744-2021-1

# Вібрації в техніці та технологіях



**З М І С Т****1. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН**

<i>Калетнік Г.М., Цуркан О.В.</i> <b>ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ВІБРАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ВИСОКОВОЛОГОЇ НАСІННЕВОЇ СИРОВИНИ.....</b>	<b>5</b>
<i>Дудніков А. А., Дудник В. В., Горбенко О.В., Келемеш А.О.</i> <b>ВІБРАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН .....</b>	<b>14</b>
<i>Ольшанський В. П., Сліпченко М. В., Спольнік О. І., Солоня О.В.</i> <b>КОЛИВАННЯ МИТТЄВО НАВАНТАЖЕНОГО ДИСИПАТИВНОГО ОСЦИЛЯТОРА.....</b>	<b>21</b>
<i>Купчук І. М., Токарчук О.А., Гонтар В. Г., Замрій М.А.</i> <b>THE KINEMATIC ANALYSIS OF A VIBRATION CRUSHER FOR FEED GRAIN .....</b>	<b>32</b>
<i>Булгаков В. М., Адамчук В. В., Калетнік Г.М., Головач І. В.</i> <b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ, ФРОНТАЛЬНО НАВИШЕНОЇ НА ПРОСАПНИЙ ТРАКТОР.....</b>	<b>39</b>
<i>Ольшанський С. В., Сліпченко М. В., Харченко С. О., Полевода Ю. А.</i> <b>НАБЛИЖЕНИЙ СПОСІБ РОЗРАХУНКУ ЗЕРНОПОТОКУ В ВЕРТИКАЛЬНОМУ ЦИЛІНДРИЧНОМУ ВІБРОРЕШЕТІ.....</b>	<b>57</b>
<i>Sevostianov I., Melnyk O.</i> <b>ELABORATION OF IMPROVED HYDROPONIC INSTALLATIONS.....</b>	<b>66</b>
<i>Рахманов С.Р., Зданевич С.В.</i> <b>КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ МЕХАНИЗМА УДЕРЖАНИЯ ОПРАВКИ АВТОМАТИЧЕСКОГО СТАНА.....</b>	<b>76</b>
<i>Топільницький В.Г., Ребот Д.П.</i> <b>РОЗРОБЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ МЛИНА ВІБРАЦІЙНОГО ТИПУ ТОНКОГО ПОМЕЛУ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>89</b>
<i>Омельянов О.М., Полевода Ю.А., Замрій М.А.</i> <b>ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРАЦІЇ ПРИ РІЗАННІ МАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>100</b>

**2. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА**

<i>Matviychuk V., Kolisnyk M.</i> <b>DEVELOPMENT OF THE COMBINED TECHNOLOGICAL PROCESS OF BLANK STACKS FLANGES FORMATION BY THE METHOD OF STAMPING BY ROLLING AND ROTARY DRAWING.....</b>	<b>111</b>
<i>Гайдамак О.Л., Матвійчук В.А.</i> <b>СТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ПОКРИТТІВ ГАЗОДИНАМІЧНИМ НАПИЛЕННЯМ.....</b>	<b>122</b>
<i>Shvets L..</i> <b>DEVELOPMENT OF DEVICE FOR RESTORATION OF PLACES FOR BEARINGS.....</b>	<b>133</b>
<i>Грушецький С.М., Яропуд В.М.</i> <b>ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ .....</b>	<b>139</b>
<i>Яропуд В.М., Дацюк Д.А.</i> <b>ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТА СЕЛЕКЦІЙНОЇ СІВАЛКИ ДРІБНОНАСІННЕВИХ КУЛЬТУР.....</b>	<b>152</b>

**Яропуд В. М.**

к.т.н., доцент

**Дацюк Д.А.**

аспірант

*Вінницький національний  
аграрний університет***Yaropud V.****Datsiuk D.***Vinnitsia National Agrarian  
University***УДК 631.331****DOI: 10.37128/2306-8744-2021-1-15**

## **ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТА СЕЛЕКЦІЙНОЇ СІВАЛКИ ДРІБНОНАСІННЄВИХ КУЛЬТУР**

Одним з найважливіших етапів вирощування дрібнонасіненних культур в селекційному виробництві є сівба насіння. Сівба повинна забезпечити найбільш сприятливі умови для проростання насіння і подальшого розвитку рослин, що сприяє збільшенню польової схожості і врожайності селекційних культур. Однією з таких умов, є рівномірність розподілу насіння в рядку, яка повинна становити для селекційних посівів – 99,9 %. За результатами аналізу конструкцій існуючих висівних апаратів доповнено їх класифікацію на основі принципу дії апаратів і конструктивних особливостей висівних механізмів.

У результаті патентно-інформаційного аналізу встановлено, що електромеханічні висівні апарати є найбільш ефективними під час селекційної сівби дрібнонасіненних культур, оскільки вони забезпечують достатньо високу точність висіву і мають перспективні можливості щодо організації зміни сортозразків безпосередньо під час сівби на різних ділянках. Аналіз роботи висівної системи «Клен» дозволив сформулювати основні шляхи її удосконалення: необхідно удосконалити робочий орган висівного апарата для забезпечення точності висіву дрібнонасіненних культур на рівні 99,9 %; для сівби на ділянках доbazового насінництва необхідно забезпечити автоматичне завантаження насіння різних сортозразків до висівного апарата; потребує удосконалення система висіву на ділянках доbazового насінництва з урахуванням GPS-трекінгу; елементи системи висіву повинні бути блочними для легкої заміни на випадок виходу їх з ладу.

Для вирішення поставлених задач обґрунтовано конструктивно-технологічну схему висівного апарата селекційної сівалки дрібнонасіненних культур, що дозволяє повністю автоматизувати процес сівби на ділянках доbazового насінництва майже без участі селекціонера із забезпеченням високої точності висіву.

**Ключові слова:** насіння, дрібнонасіненні культури, висівний апарат, класифікація, конструктивно-технологічна схема, аналіз.

**Вступ** Одним з найважливіших етапів вирощування дрібнонасіненних культур в селекційному виробництві є сівба насіння. Сівба повинна забезпечити найбільш сприятливі умови для проростання насіння і подальшого розвитку рослин, що сприятиме збільшенню польової схожості і врожайності селекційних культур [1-3]. Однією з таких умов,

є рівномірність розподілу насіння в рядку, яка повинна становити для селекційних посівів – 99,9 %.

При посіві дрібнонасіненних культур на ділянках сортовипробування і попереднього розмноження велике поширення в Україні отримали пневматичні і електромеханічні сівалки.





Однак, проблемою їх використання є не достатня рівномірність розподілу насіння вздовж рядка, що пов'язано з випадковими процесами, які відбуваються під час висіву. Внаслідок чого посіви виходять нерівномірними – із згущенням або розрядженням рослин в рядку що, в кінцевому підсумку, призводить до зниження врожайності селекційноцінних дрібнонасіневих культур [4].

У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на удосконалення процесу дозування насіння висівними апаратами селекційних сівалок мають важливе наукове і практичне значення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Висівний апарат – один з найбільш важливих робочих органів сівалки. Він служить для відбору із загальної маси певної кількості насіння і формування вихідного потоку його із заданими параметрами [5]. Тому переваги і недоліки сівалок, щодо якості розподілу насіння в рядку і в цілому на засіяному полі, головним чином визначаються роботою висівних апаратів.

До теперішнього часу в літературі

опубліковано кілька класифікацій висівних апаратів сівалок загального призначення і для дрібнонасіневих культур зокрема [6, 7]. Однак багато з дослідників не в повній мірі відображають особливості конструкцій висівних апаратів і не узгоджують їх між собою по класифікаційним ознакам, що вносить певні складнощі при удосконаленні і розробці їх конструктивно-технологічних схем.

З класифікацій висівних апаратів сівалок для дрібнонасіневих культур, розроблених до теперішнього часу, найбільший інтерес представляє запропонована класифікація А. М. Рузаєва [8]. У цій класифікації за ознаку прийнято принцип дії апаратів і конструктивне оформлення їх висівних пристроїв, що додало їй більшу універсальний характер з можливістю охоплення як існуючих, так і новостворених моделей. Однак в даній класифікації відсутнє місце електромеханічних висівних апаратів і системи автоматичного керування їх роботою. Тому запропоновано доповнену класифікацію висівних апаратів, яка приведена на рис. 1.

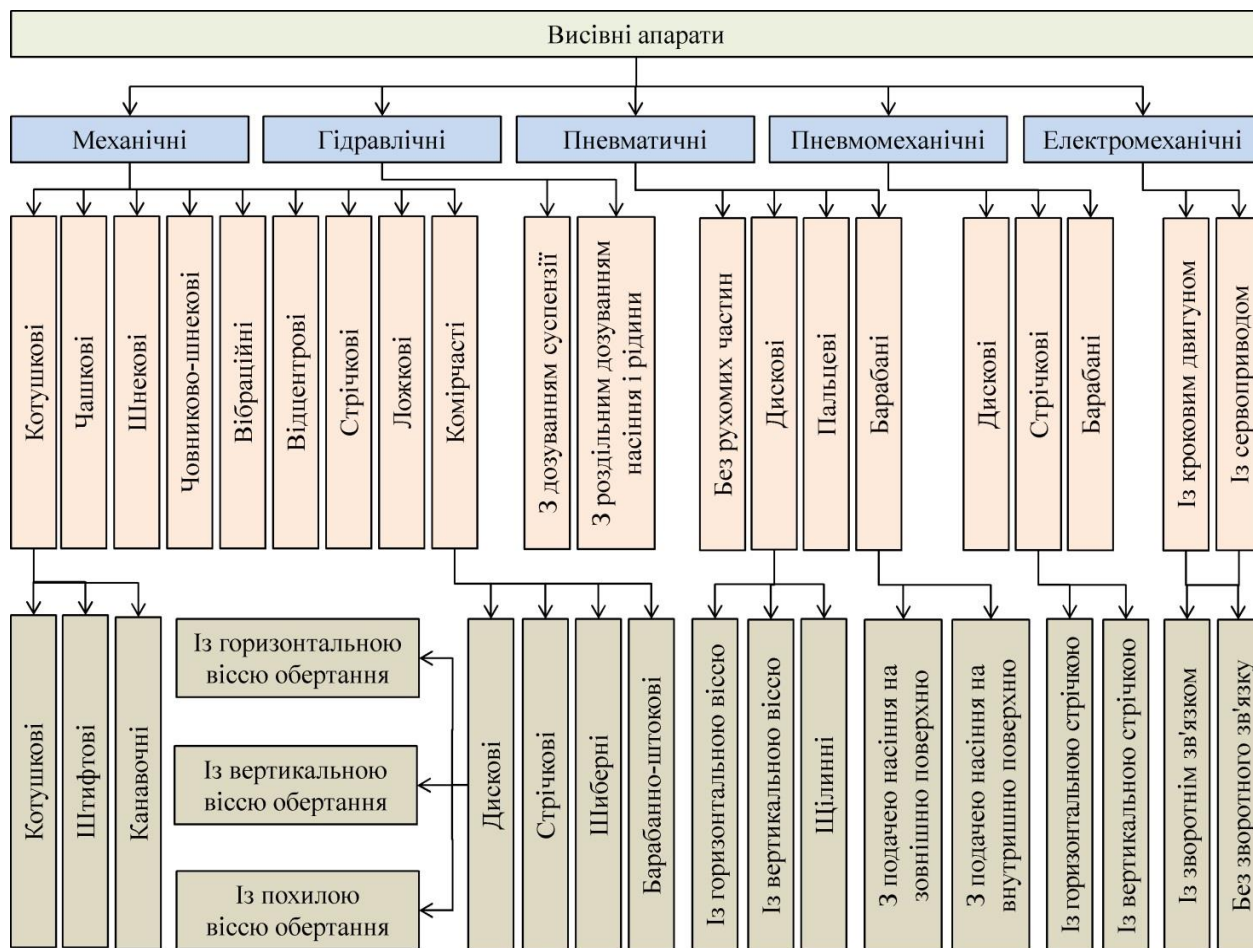


Рис. 1. Класифікація висівних апаратів сівалок для дрібнонасіневих культур



За принципом дії (захоплення насіння) висівні апарати сучасних сівалок для дрібнонасіньєвих культур можуть бути розділені на механічні, пневматичні, пневмомеханічні, гідравлічні і електромеханічні.

Механічні апарати за конструктивним виконанням та принципом дії основного робочого органу, що здійснює відбір насіння їх загальної маси і створює насінневий потік, можна розділити на котушкові, чашкові, шнекові, вібраційні, відцентрові, ложкові, комірчасті і стрічкові апарати [9].

Механічні апарати відрізняються достатньо високою надійністю і простотою в обслуговуванні. Однак дані апарати мають ряд недоліків: низька здатність рівномірного висіву насіння, відсутність автоматизації процесу висіву, відсутність можливості швидкої зміни партії насіння під час висіву селекційних ділянок, ймовірність травмування насіння.

Гідравлічні висівні апарати призначені в основному для пунктирного і гніздового висіву пророщеного насіння дрібнонасіньєвих культур. В основу цих апаратів покладено принцип об'ємного дозування суспензії, що складається з рідини і рівномірно розподіленого в ній насіння. В якості робочої рідини зазвичай використовують воду або гель. Дозувальні пристрої, як правило, представляють собою поршневі насоси або клапанні системи, що забезпечують порційну подачу суспензії по трубопроводах безпосередньо в ґрунт або борозни, відкритими сошниками. Норма висіву насіння встановлюється шляхом зміни вмісту їх в суспензії обсягу порції, яка подається. Якість роботи цих апаратів визначається рівномірністю розподілу насіння в рідині [10, 11].

Перевагами даних висівних апаратів є насамперед можливість додавання разом із рідиною стимуляторів росту і мікродобрив, що позитивно впливає на подальший ріст і розвиток рослин. Недоліками апаратів даного типу є: низька рівномірність висіву, відсутність можливості швидкої зміни партії насіння під час сівби на селекційних ділянках, складність в обслуговуванні через велику кількість гідроканалів і патрубків.

Пневматичні висівні апарати за конструктивним оформленням висівних пристроїв можуть бути розділені на дискові, барабанні, пальцеві (штокові) і апарати без рухомих частин, що працюють як на вакуумному принципі, так і на принципі нагнітання повітря в насінневу камеру. В обох випадках насіння притискається до отворів (комірок) висівних пристроїв повітряним струменем, утримуються і переносяться ним до місця скидання. Скидання насіння зазвичай здійснюється шляхом припинення подачі

повітря (екранування) або механічними скидачами [12].

Пневмомеханічні висівні апарати по конструкції діляться на дискові, барабанні і стрічкові. До групи пневмомеханічних апаратів в даному випадку віднесені висівні пристрої, в яких пневматика служить для покращення захоплення і винесення насіння із загальної маси. Подальше транспортування і забезпечення рівномірної подачі насіння в цих апаратах здійснюється спеціальними механічними пристроями [13].

Перевагами пневматичних і пневмомеханічних висівних апаратів є висока точність висіву для крупних насінин (> 5 мм) і не висока складність під час технічного обслуговування. Також дані висівні апарати можуть комплектуватися датчиками контролю положення насіння в отворі, що дає змогу автоматично перевести робочий орган в інше положення у разі відсутності насіння. Це сприяє підвищенню точності висіву. Недоліками даних апаратів є недостатня точність висіву для дрібних насінин (< 5 мм), необхідність контролю герметичності системи і очищення її від забруднення.

Електромеханічні висівні апарати відрізняються від механічних наявністю електропривода робочих органів. Можуть бути використані як крокові двигуни так і сервоприводи. Використання системи контролю електроприводами і різноманітними датчиками швидкості і положення дозволяє виконувати процес висіву з достатньо високою точністю навіть для дрібнонасіньєвих культур. При цьому є можливість змінювати сортозразки насіння безпосередньо під час висіву на різних ділянках. Недоліками електромеханічних висівних апаратів є складність технічного обслуговування, високий рівень знань обслуговуючого персоналу і необхідність формування бази даних сортозразків перед процесом висіву [14-17].

Спираючись на вище сказане можна стверджувати, що саме електромеханічні висівні апарати найбільш доцільно застосовувати під час селекційної сівби дрібнонасіньєвих культур.

#### **Мета та завдання дослідження.**

Метою досліджень є комплексний аналіз роботи сучасних електромеханічних висівних апаратів і визначення шляхів їх удосконалення для забезпечення точного висіву дрібнонасіньєвих культур на селекційних ділянках.

**Методика досліджень** Комплексний аналіз роботи сучасних електромеханічних висівних апаратів проводився відповідно до СОУ НАН 73.1-001:2011 «Організація і проведення науково-дослідних робіт», ДСТУ 3575-97 «Патентні дослідження. Основні



положення та порядок проведення» і загально прийнятих методик щодо інформаційного пошуку.

**Результати досліджень.** Проведений аналіз показав, що найпоширенішими селекційним сівалками в Україні є сівалки із висівними електромеханічними апаратами «Клен» (рис. 2), які призначені для точного рядкового висіву насіння дрібнонасіньневих культур на ділянках попереднього і

виробничого конкурсного сортовипробування, а також для проведення агротехнічних дослідів. Висівний апарат оснащено надійним електромеханічним приводом і ротаційним розподільником насіння. Розподільник насіння має плавне регулювання частоти обертання для найкращого розподілу різного за величиною насіннєвого матеріалу по сошниках [18].



Рис. 2. Загальний вигляд селекційних сівалок «Клен-4,2» (а) і «Клен-1,5» (б) [18-19]

Висівна система «Клен» являє собою комплекс (рис. 3), що складається з: вимикача живлення, пульта управління, двигуна

дозатора, двигуна розподільника насіння, датчика швидкості, датчиків дозатора, виносного сигналу в кабінку тракториста.



Рис. 3. Схема висівної системи «Клен» [18-19]



Живлення системи здійснюється через силовий провід з наконечниками для підключення до акумуляторної батареї. Налаштування параметрів ділянки і параметрів сівалки відбувається оперативно, централізовано з пульта управління. Контроль за роботою висівної системи – електронний (світлова і звукова сигналізація несправності на пульта управління). Облік засіяних ділянок – електронний (індикація на пульта управління) [18-19].

Пульт управління – основний вузол системи, з яким взаємодіє оператор сівалки. Має дисплей, три світлові індикатори, шість кнопок навігації і окрему кнопку подачі сигналу (на правій грані корпусу). Здійснює управління електричних конструктивних елементів сівалки згідно обраного режиму роботи.

Двигун дозатора – кроковий двигун, що обертає дозувальний апарат. Розташований позаду самого апарату.

Мотор-редуктор розкидачі – приводить в рух пристрій розподілу насіння до сошників, обладнаний колекторним електродвигуном. Його працездатність визначається пультом по споживаному струму. Сам пристрій розподілу насіння (розкидач) розташований під поверхнею дозатора і з'єднаний з сошниками гнучкими насіннепроводами.

Датчик колеса – оптичний датчик розташований в маточині опорного колеса (лівого по ходу руху сівалки). З його допомогою виконується вимірювання швидкості руху і визначення пройденої відстані. Підключається до пульта через перехідник-подовжувач.

Датчик положення дозатора – механічний кінцевий вимикач, що спрацьовує при перекритті вихідного отвору дозатора (початкове положення). Має механічне регулювання. Зупинка дозатора відбувається в момент розмикання контактів датчика.

Датчик завантаження дозатора – механічний кінцевий вимикач, що спрацьовує при натисканні на ручку завантаження (і опусканні конуса). При натисканні на ручку ланцюг замикається. Він є обов'язковим елементом системи, в разі відмови дублюється кнопкою «+» на пульта.

Сигнал тракториста – виносний звуковий випромінювач підвищеної гучності. Вмикається кнопкою, яка розташована на правій стороні пульта. Служить для подачі сигналу трактористу оператором сівалки (наприклад, про необхідність почати рух або зупинитися).

Вимикач живлення – захисний автомат, розташований на ввіді живлення в систему. Служить для захисту самої системи і обладнання трактора від перевищення струму в разі короткого замикання або пошкодження проводки. Також виконує роль механічного

вимикача живлення. Конструктивно являє собою блок з двома кабелями: один підключається в пульт управління, інший – до акумулятора трактора.

Представлена система є автоматизованою, проте потребує наступного удосконалення:

- необхідно удосконалити робочий орган висівного апарату для забезпечення точності висіву дрібнонасіньових культур на рівні 99,9 %;

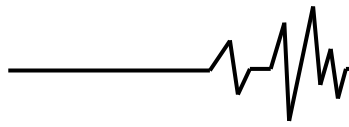
- для посіву ділянок добазового насінництва необхідно забезпечити автоматичне завантаження насіння різних сортозразків до висівного апарату;

- потребує удосконалення система висіву на ділянках добазового насінництва з урахуванням GPS-трекінгу;

- елементи системи висіву повинні бути блочними для легкої заміни у випадку виходу їх з ладу.

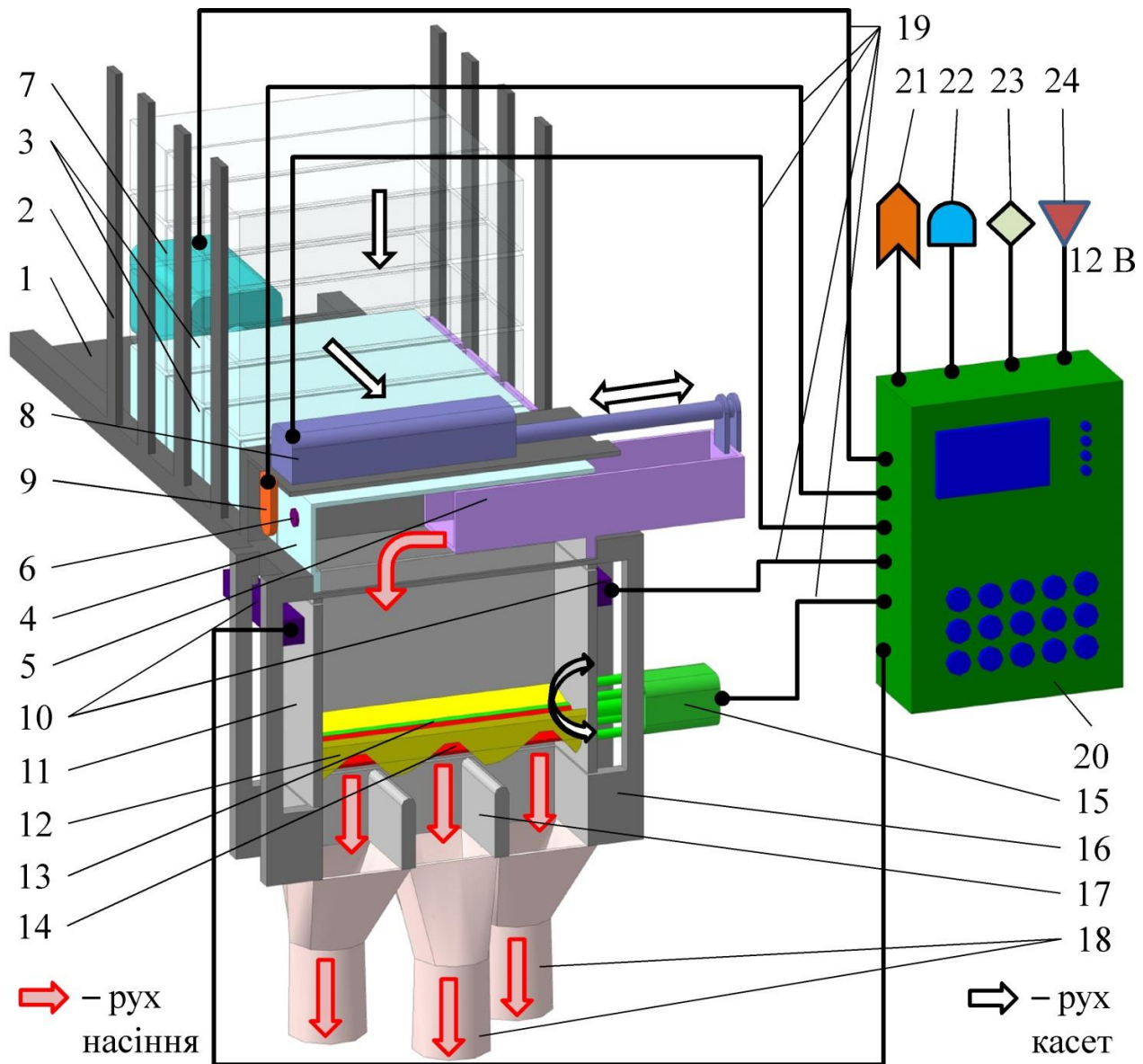
Для вирішення поставлених задач розроблено висівний апарат селекційної сівалки дрібнонасіньових культур, конструктивно-технологічна схема якого представлена на рис. 4. Висівний апарат містить раму 1, яка закріплена на рамі селекційної сівалки. На рамі 1 один встановлено контейнер 2, де розміщуються касети 3 із насінням. Касети 3 складаються із корпусу 4, висувного футляра 5 і RFID-мітки 6. На тильній стороні контейнера 2 на рамі 1 встановлено актуатор контейнера 7. На фронтальній стороні контейнера 2 на рамі 1 встановлено актуатор футляра 8 і модуль зчитування даних 9. З двох боків рами 1 під актуатором футляра 8 жорстко закріплені тензодатчики 10. До тензодатчиків 10 кріпиться ємність 11. У ємності 11 розміщується дозатор 12 циліндричної форми із трикутними вирізами. Співвісно до дозатора 12 встановлено вал 13 із заслінкою 14. Вал 13 приєднано до валу крокового двигуна 15, який жорстко закріплено із зовнішньої сторони ємності 11. До рами 1 за допомогою кронштейнів 16 закріплено розподільник 17. До розподільника 17 знизу жорстко закріплені патрубки насіннепроводу 18. До патрубків насіннепроводу 18 приєднані гофровані насіннепроводи (на рис. не показано).

Актуатор контейнерів 7, актуатор футляра 8, модуль зчитування даних 9, тензодатчики 10, кроковий двигун 15 по засобам електричних проводів 19 приєднано до блока керування 20. Блок керування 20 по засобам електричних проводів 19 приєднано до датчика обертів 21, який розміщено на колесі сівалки. Блок керування 20 по засобам електричних проводів 19 приєднано до сигналу тракториста 22, який розміщено в кабіні трактора. Блок керування 20 по засобам електричних проводів 19 приєднано



до модуля GPS-зв'язку 23, який розміщено на сівалці. Блок керування 20 по засобам електричних проводів 19 приєднано до

джерела живлення 24, яким може виступати акумулятор (12 В) трактора



**Рис. 4. Конструктивно-технологічна схема висівного апарата селекційної сівалки дрібнонасіньєвих культур**

Висівний апарат селекційної сівалки дрібнонасіньєвих культур працює наступним чином. Перед початком сівби згідно відповідного плану, селекціонер засипає в касети 3 насіння дрібнонасіньєвих культур необхідних сорторазків, шляхом переміщення висувного футляра 5 з корпусу 4. Після завантаження насіння, з використанням програматора селекціонер записує номер сорторазка у RFID-мітку 6. Далі селекціонер встановлює сформовані касети 3 із насінням в контейнер 2 і завантажує до блока керування 20 через персональний комп'ютер або телефон

файл із планом посіву. У файлі вказані дані щодо розміру ділянок, їх розташування, розміщення сорторазків на них, густоту висіву і морфологічних параметрів насіння (середній геометричний розмір, маса 1000 насінин і лабораторна схожість).

Після підготовчих операцій селекціонер вмикає блок керування 20, який зчитує отриману інформацію з файлу із планом посіву і по засобам електричних проводів 19 передає сигнал до сигналу тракториста 22. Тракторист починає керувати рухом трактора. Інформація з модуля





GPS-зв'язку 23 і датчика обертів 21 по засобам електричних проводів 19 передається до блока керування 20, де визначаються координати сівалки і швидкість руху трактора. Порівнюючи отримані дані із планом посіву блок керування 20 починає процес висіву.

Блок керування 20 по засобам електричних проводів 19 передає сигнал до актуатора контейнерів 7, який приводиться в дію і переміщує нижній ряд касет 3 з контейнера 2 по рамі 1 до місця, де встановлений модуль зчитування даних 9. Модуль зчитування даних 9 зчитує інформацію щодо сортозразка з RFID-мітки 6 і передає її до блока керування 20. Блок керування 20 для визначеного сортозразка встановлює параметри висіву відповідно до завантаженого плану посіву. Далі блок керування 20 передає сигнал по засобам електричних проводів 19 до актуатора футляра 8, який відкриває висувний футляр 5 з корпуса 4, що призводить до вивантаження насіння до ємності 11. Після цього актуатор футляра 8 закриває висувний футляр 5.

Тензодатчики 10 вимірюють масу вивантаженого насіння і передають цю інформацію до блока керування 20, який порівнює її із завантаженими даними морфологічних параметрів насіння. На основі прийнятого рішення щодо норми висіву блок керування 20 по засобам електричних проводів 19 вмикає кроковий двигун 15, який починає обертати вал 13 і відповідно заслінку 14 на певний кут періодично в обох напрямках обертання. Частота обертання і амплітуда кута повороту залежить від встановленої норми висіву і морфологічних параметрів насіння. У відкритому стані заслінка 14 і дозатор 12 утворюють отвір, через який насінини потрапляють до розподільника 17, а далі до патрубку насіннепроводу 18 і гофрованого насіннепроводу 3 гофрованого насіннепроводу насіння потрапляє до сошника і далі в ґрунт.

Досягнувши краю ділянки (за даними з модуля GPS-зв'язку 23) або закінчення насіння в ємності 11 (по даним з тензодатчиків 10) блок керування 20 передає відповідний сигнал по засобах електричних проводів 19 до сигналу тракториста 22. Після цього актуатор контейнера 7 штовхає касети 3. Касета без насіння виштовхується з рами 1, а на її місце встановлюється наступна і процес повторюється.

Під час роботи згідно з планом посіву і даних отриманих з датчика обертів 21 і модуля GPS-зв'язку 23, блок керування 20 передає відповідний сигнал по засобах електричних проводів 19 до сигналу тракториста 22, вказуючи про необхідність продовження шляху, зупинок і поворотів.

Використання запропонованого висівного апарата дозволяє повністю автоматизувати процес висіву ділянок добазового насінництва майже без участі селекціонера із забезпеченням високої точності висіву.

Подальшими дослідженнями передбачено обґрунтування конструктивних параметрів дозатора і режимних параметрів (швидкість, періодичність і амплітуда обертання) крокового двигуна висівного апарата в залежності від морфологічних властивостей насіння дрібнонасіньєвих культур і норми їх висіву.

**Висновки.** За результатами аналізу конструкцій існуючих висівних апаратів доповнено їх класифікацію на основі принципу дії апаратів і конструктивного оформлення їх висівних пристроїв.

У результаті патентно-інформаційного аналізу встановлено, що електромеханічні висівні апарати є найбільш ефективними при селекційних посівах дрібнонасіньєвих культур, оскільки вони забезпечують достатню високу точність висіву і мають перспективні можливості щодо організації зміни сортозразків безпосередньо під час висіву на різних ділянках.

Аналіз роботи висівної системи «Клен» дозволив сформулювати основні шляхи її удосконалення:

- необхідно удосконалити робочий орган висівного апарата для забезпечення точності висіву дрібнонасіньєвих культур на рівні 99,9 %;

- для сівби на ділянках добазового насінництва необхідно забезпечити автоматичне завантаження насіння різних сортозразків до висівного апарата;

- потребує удосконалення система висіву на ділянках добазового насінництва з урахуванням GPS-трекінгу;

- елементи системи висіву повинні бути блочними для легкої заміни у випадку виходу їх з ладу.

Для вирішення поставлених задач обґрунтовано конструктивно-технологічну схему висівного апарата селекційної сівалки дрібнонасіньєвих культур, що дозволяє повністю автоматизувати процес сівби на ділянках добазового насінництва майже без участі селекціонера із забезпеченням високої точності висіву.

#### Список використаних джерел

1. Поляков О.І., Вахненко С.В., Нікітенко О.В., Вендель В.В. Особливості формування продуктивності гірчиці ярої під впливом мінеральних добрив за різних норм висіву. Науково-технічний бюлетень Інституту



олійних культур НААН. № 23. 2016. С. 155-161.  
[http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2016/23/Poliakov3\\_23.pdf](http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2016/23/Poliakov3_23.pdf)

2. Поляков О.І., Вахненко С.В. Водоспоживання ріпака ярого в залежності від строків, способів сівби та норм висіву насіння. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. № 17. 2012. С. 130-133.  
[http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2012/17/Poliakov\\_17.pdf](http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2012/17/Poliakov_17.pdf)

3. Полякова І.О. Кореляційно-регресійний аналіз господарських ознак в селекційній роботі з льоном олійним. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. № 29. 2020. С. 92-101.  
<http://bulletin.imk.zp.ua/index.php?menu=4&id=376&lang=ua>

4. Жаксылыкова З.С. Высевающий аппарат для внесения минеральных удобрений. Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 9: новый вектор развития высшего образования и науки» посвященная дню Первого Президента Республики Казахстан. 2013. Т.1, ч.1 С.78-80.

5. Панков А.А., Аулин В.В., Черновол М.И. Технические средства процесса высева на основе элементов пневмоники: Монография. Кировоградский национальный технический университет. Кировоград: издатель Лысенко В.Ф. 2016. 243 с.

6. Бойко А. І., Свірень М. О., Шмат С. І., Ножнов М. М. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин: Навч. пос.. Кировоград, Центр. Укр. Видавництво, 2003.

7. Астахов В. С. Механико-технологические основы посева сельскохозяйственных культур сеялками с пневматическими системами группового дозирования : дисс. ... доктора технических наук : 05.20.01. Горки, 2007. 377 с.

8. Рузаева А.М., Кузнецова Б.Ф., Моргунов Ю.А., Кондратец Л.И., Суворова Л.Г., Ножнов М.М., Кудряшова И.В., Солодовникова Н.И., Сизова В.И. Состояние и направления развития конструкций овощных сеялок и сеялок для сахарной свеклы. М.: ЦНИИТЭИ. Тракторосельхозмаш, 1986. 55 с.

9. Сисолін П. В., Свірень М. О. Висівні апарати сівалок (еволюція конструкцій, розрахунки параметрів): Навч. пос.. Кировоград, Центр. Укр. Видавництво, 2004.

10. Бойко В.Б., Алієв Е.Б. Теоретичні дослідження руху рідини в ємності гідропневматичного висівного апарата. Інженерія природокористування. 2015. №2(4). с. 78-84.

11. Бойко В.Б., Алієв Е.Б. Дослідження процесу зарядження насінини в насіннепровід гідропневматичного висівного апарата. Збірник

тез Міжнародної наукової інтернет-конференції «Перспективи та стратегія адаптивного і ресурсозберігаючого вирощування олійних культур в умовах зміни клімату» (30 жовтня 2015 р.). Запоріжжя: ІОК НААН, 2015. С. 148-149.

12. Фирсов А.С. Параметры и режимы работы пневматического высевающего аппарата под мелкосеменные культуры : дисс. ... кандидата технических наук : 05.20.01. Тверь, 2015. 135 с.

13. Горобей В.П. Механіко-технологічні і конструктивні основи підвищення ефективності робочих органів для сівби в селекції і насінництві: дис. ... доктора технічних наук : 05.05.11. Мелітополь, 2017. 428 с.

14. Leela C., Saravanakumar M. Development of Electronically Meterized Maize Planter. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci (2019) 8(4): 2432-2440.

<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.804.283>

15. Elijah A. Alhassan, Adejoke D. Adewumi, Bernard Okpodjah. Development of a self-propelled multi-crop two rows precision planter: a new design concept for the metering mechanism. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). Volume 9, Issue 10, October 2018, pp. 349–358.  
<http://www.iaeme.com/ijmet/issues.asp?JType=IJMET&VType=9&IType=10>

16. Alexander Lavrov, Igor Smirnov, Maksim Litvinov. Justification of the construction of a self-propelled selection seeder with an intelligent seeding system. MATEC Web of Conferences 224. 05011. 2018

<https://doi.org/10.1051/mateconf/201822405011>

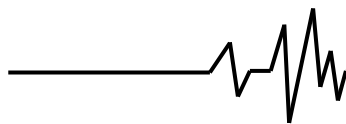
17. Zhai Jianbo, Xia Junfang, Zhou Yong, Zhang Shun. Design and experimental study of the control system for precision seed-metering device. Int J Agric & Biol Eng. 2014. Vol. 7 No.3. P. 13-18.

18. Сеялка «Клен-1.5». Селекционная, порционная. Руководство по эксплуатации. Паспорт. Луганск. 35 с.

19. Сеялка Клен-2,8. 4 секции. Селекционная, порционная. Руководство по эксплуатации. Паспорт. Луганск. 38 с.

## References

1 Polyakov O.I., Vakhnenko S.V., Nikitenko O.V., Wendel V.V. (2016). Osoblyvosti formuvannya produktyvnosti hirchytisi yaroyi pid vplyvom mineral'nykh dobryv za riznykh norm vysivu [Features of formation of productivity of spring mustard under the influence of mineral fertilizers at different seeding rates]. Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS. № 23. 2016. pp. 155-161.  
[http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2016/23/Poliakov3\\_23.pdf](http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2016/23/Poliakov3_23.pdf)



[pdf](#) . [in Ukrainian].

2 Polyakov O.I., Vakhnenko S.V. (2012). Vodospozhyvannya ripaka yarocho v zalezhnosti vid strokiv, sposobiv sivby ta norm vysivu nasinnya [Water consumption of spring rape depending on the timing, methods of sowing and seeding rates]. *Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS*. № 17. 2012. pp. 130-133.

[http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2012/17/Poliakov\\_17.pdf](http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2012/17/Poliakov_17.pdf) . [in Ukrainian].

3 Polyakova I.O. (2020). Korelyatsiyno-rehresiyyny analiz hospodars'kykh oznak v selektsiyniy roboti z l'onon oliynym [Correlation-regression analysis of economic characteristics in selection work with oil flax]. *Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS*. № 29. 2020. pp. 92-101.

<http://bulletin.imk.zp.ua/index.php?menu=4&id=376&lang=ua>. [in Ukrainian].

4 Zhaksylykova Z.S. (2013). Vysewayushchyy apparat dlya vnesenyya myneral'nykh udobrennyy [Sowing device for applying mineral fertilizers]. *Materials of the Republican scientific-theoretical conference "Seifullin Readings - 9: a new vector of development of higher education and science" dedicated to the Day of the First President of the Republic of Kazakhstan*. 2013. Vol. 1. Part 1. p. 78-80.

5 Pankov A.A., Aulin V.V., Chernovol M.I. (2016). Tekhnicheskyye sredstva protsessu vyseva na osnove élementov pnevmonyky [Seeding process technical means based on pneumonics elements]. *Monograph. Kirovograd National Technical University. Kirovograd: publisher Lysenko V.F.* 2016. 243 p.

6 Boyko A.I., Sviren M.O., Shmat S.I., Nozhnov M.M. (2003). Novi konstruktsiyi gruntoobrobnykh ta posivnykh mashyn [New designs of tillage and seeding machines]. *Textbook. settlement. Kirovograd, Center. Ukr. Publishing house*. 2003. [in Ukrainian].

7 Astakhov V.S. (2007). Mekhanyko-tekhnolohicheskyye osnovy poseva sel'skokhozyaystvennykh kul'tur seyalkamy s pnevmatycheskymy systemamy hrupovoho dozyrovannya [Mechanical and technological foundations of sowing agricultural crops with seeders with pneumatic systems for group dosing]. *Diss. ... doctors of technical sciences: 05.20.01. Gorki*, 2007. 377 p. [in Russian].

8 Ruzaveva A.M., Kuznetsova B.F.,

Morgunov Yu.A., Kondratets L.I., Suvorova L.G., Nozhnov M.M., Kudryashova I.V., Solodovnikova N.I., Sizova V.I. (1986). Sostoyanye y napravlenyya razvytyya konstruktsyy ovoshchnykh seyalok y seyalok dlya sakharnoy svekly [State and development directions of designs of vegetable seeders and seeders for sugar beet]. *TSNIITEI. Traktoroselkhoz mash.* 1986. 55 p. [in Russian].

9 Sysolin P.V., Sviren M.O. (2004). Vysivni aparaty sivalok (evolyutsiya konstruktsiy, rozrakhunky parametriv) [Sowing machines of seeders (evolution of designs, calculations of parameters)]. *Textbook. settlement. Kirovograd. Center. Ukr. Publishing house*. 2004. [in Ukrainian].

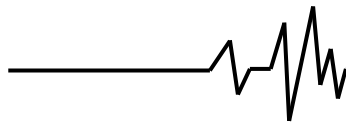
10 Boyko V.B., Aliyev E.B. (2015). Teoretychni doslidzhennya rukhu ridyny v yemnosti hidropnevmatychnoho vysivnoho aparata [Theoretical studies of fluid motion in the tank of hydropneumatic seeding machine]. *Environmental engineering*. 2015. №2 (4). pp. 78-84. [in Ukrainian].

11 Boyko V.B., Aliyev E.B. (2015). Doslidzhennya protsesu zaryadzheniya nasiny v nasinnypovid hidropnevmatychnoho vysivnoho aparata [Investigation of the process of loading seeds into the seed line of a hydropneumatic sowing machine]. *Proceedings of the International Scientific Internet Conference "Prospects and Strategy for Adaptive and Resource-Growing Oilseeds in Climate Change" (October 30, 2015)*. Zaporozhye: IOC NAAS. 2015. pp. 148-149. [in Ukrainian].

12 Firsov A.S. (2015). Parametry y rezhymy raboty pnevmatycheskoho vysewayushcheho aparata pod melkosemnyye kul'tury [Parameters and operating modes of a pneumatic sowing machine for small-seeded crops]. *Diss. ... candidate of technical sciences: 05.20.01. Tver*. 2015. 135 p. [in Russian].

13 Gorobey V.P. (2017). Mekhaniko-tekhnolohichni i konstruktyvni osnovy pidvyshchennya efektyvnosti robochykh orhaniv dlya sivby v seletsyi i nasinnystvi [Mechanico-technological and constructive basis for the advancement of the efficiency of working organs for sowing in the village and in the field]. *Dis. ... doctors of technical sciences: 05.05.11. Melitopol*. 2017. 428 p. [in Ukrainian].

14 Leela C., Saravanakumar M. (2019). Development of Electronically Meterized Maize Planter. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* (2019) 8(4):



2432-2440.

<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.804.283> . [in English]

15 Elijah A. Alhassan, Adejoke D. Adewumi, Bernard Okpodjah. (2018). Development of a self-propelled multi-crop two rows precision planter: a new design concept for the metering mechanism. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*. Volume 9. Issue 10. October 2018. pp. 349–358. <http://www.iaeme.com/ijmet/issues.asp?JType=IJMET&VType=9&IType=10> . [in English]

16 Alexander Lavrov, Igor Smirnov, Maksim Litvinov. (2018). Justification of the construction of a self-propelled selection seeder with an intelligent seeding system. *MATEC Web of Conferences* 224. 05011. 2018 <https://doi.org/10.1051/mateconf/201822405011> . [in English]

17 Zhai Jianbo, Xia Junfang, Zhou Yong, Zhang Shun. (2014). Design and experimental study of the control system for precision seed-metering device. *Int J Agric & Biol Eng.* 2014. Vol. 7. No.3. P. 13-18.

18 Seyalka «Klen-1.5». Selektionnaya, portionnaya [Seeder "Klen-1.5". Selection, portioned]. *Manual. The passport*. Luhansk. 35 p. [in Russian].

19 Seyalka Klen-2,8. 4 sektsii. Selektionnaya, portionnaya [Seeder "Klen-2.8". 4 sections. Selection, portioned]. *Manual. The passport*. Luhansk. 38 p. [in Russian].

#### ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ СЕЛЕКЦИОННОЙ СЕЯЛКИ МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

Одним из важнейших этапов выращивания мелкосемянных культур в селекционном производстве является посев семян. Посев должен обеспечить наиболее благоприятные условия для прорастания семян и дальнейшего развития растений, способствует увеличению полевой всхожести и урожайности селекционных культур. Одним из таких условий является равномерность распределения семян в ряду, которая должна составлять для селекционных посевов - 99,9%. По результатам анализа конструкций существующих высевальных аппаратов дополнена их классификация на основе принципа действия аппаратов и конструктивных особенностей высевальных механизмов. В результате патентно-

информационного анализа установлено, что электромеханические посевные аппараты являются наиболее эффективными при селекционном посеве мелкосемянных культур, так как они обеспечивают достаточно высокую точность высева и имеют перспективны по организации изменения сортообразцов непосредственно во время посева на разных участках. Анализ работы высевальной системы «Клен» позволил сформировать основные пути ее усовершенствования: необходимо усовершенствовать рабочий орган высевального аппарата для обеспечения точности высева мелкосемянных культур на уровне 99,9%; для посева на участках добазового семеноводства необходимо обеспечить автоматическую загрузку семян различных сортообразцов к высевальному аппарату; требует совершенствования система высева на участках добазового семеноводства с учетом GPS-трекинга; элементы системы высева должны быть блочными для легкой замены в случае выхода их из строя. Для решения поставленных задач обоснованно конструктивно-технологическую схему высевального аппарата селекционной сеялки мелкосемянных культур, что позволяет полностью автоматизировать процесс посева на участках добазового семеноводства почти без участия селекционера с обеспечением высокой точности высева.

**Ключевые слова:** семена, мелкосеменные культуры, высевальный аппарат, классификация, конструктивно-технологическая схема, анализ.

**Рис. 4. Лист. 19.**

#### BY IMPROVING BREEDING SEEDER SOWING DEVICE SMALL SEEDED CROPS

One of the most important stages of growing small-seeded crops in breeding is the sowing of seeds. Sowing should provide the most favorable conditions for seed germination and further plant development, which increases field germination and yield of breeding crops. One of such conditions is the uniformity of seed distribution in a row, which should be for breeding crops - 99.9%. According to the results of the analysis of the constructions of the existing sowing machines, their classification on the basis of the principle of operation of the machines and design features of the sowing mechanisms has been supplemented. As a result of patent information analysis, it was found that electromechanical sowing machines are the most effective during selective sowing of small-seeded crops, as they





provide a sufficiently high seeding accuracy and have promising opportunities to change varieties directly during sowing in different areas. The analysis of the work of the sowing system "Maple" allowed to form the main ways of its improvement: it is necessary to improve the working body of the sowing machine to ensure the accuracy of sowing of small-seeded crops at the level of 99.9%; for sowing in areas of pre-seed production it is necessary to provide automatic loading of seeds of different varieties into the sowing machine; needs to improve the sowing system in areas of pre-seed production, taking into account GPS-tracking; the

elements of the seeding system must be block for easy replacement in case of failure. To solve the set problems, the constructive-technological scheme of the sowing apparatus of the selection seeder of small-seeded crops is substantiated, which allows to fully automate the sowing process on the plots of pre-seed production almost without the breeder's participation with high seeding accuracy.

**Key words:** seeds, small-seeded crops, sowing machine, classification, constructive-technological scheme, analysis.

#### **Відомості про авторів**

**Яропуд Віталій Миколайович** - кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: [yaropud77@gmail.com](mailto:yaropud77@gmail.com)).

**Дацюк Дмитро Анатолійович** - аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008).

**Яропуд Віталій Николаевич** - кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования сельскохозяйственного производства Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: [yaropud77@gmail.com](mailto:yaropud77@gmail.com)).

**Дацюк Дмитрий Анатольевич** - аспирант кафедры машин и оборудования сельскохозяйственного производства Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008).

**Yaropud Vitaliy** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of machinery and equipment for agricultural production of Vinnytsia National Agrarian University (St. Soniachna, 3, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: [yaropud77@gmail.com](mailto:yaropud77@gmail.com)).

**Datsiuk Dmytro** - postgraduate student of the Department "Machinery and Equipment of Agricultural Production" of Vinnytsia National Agrarian University (3 Sonyachna Street, Vinnytsia, 21008).