

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
освітнього ступеня “Магістр”
на тему:

Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми висівного апарату просапної сівалки

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-1-20
за спеціальністю 208 “Агроінженерія”

_____ Кравець Євгеній Петрович

Керівник _____ Улексін Василь
Олексійович

Рецензент _____
(підпис, прізвище та ініціали)

Дніпро 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

_____ Кравець Євгеній Петрович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

керівник роботи Улексін Василь Олексійович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« ____ » _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом роботи 12.11.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Огляд стану питання в галузі машинобудування та існуючих способів та машин для сівби. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд наукового і патентного матеріалу та постановка задач дослідження. 2. Теоретичні дослідження технологічного процесу роботи висівного апарата. 3. Розробка конструкції висівного апарата насіння просапних культур. 4. Експериментальні дослідження висівного апарата. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6. Результати польових експериментів і техніко-економічна ефективність. Висновки. Бібліографічний список.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми висівного апарату просапної сівалки. 2. Класифікація висівних апаратів. 3. Висівний апарат з внутрішнім заповненням комірок диска насінням. 4. Схема сил, що діють на насіння. 5. Схема руху насіння у висівному вікні 6. Технологічні елементи висівних апаратів 7. Розроблений висівний апарат 8. Експериментальні дослідження висівного апарата. 9. Експериментальні дослідження висівного апарата. 10. Експериментальні дослідження висівного апарата. 11. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
1	Улексін В.О		
2	Улексін В.О		
3	Улексін В.О		
4	Улексін В.О		
5	Кравець В.В.		
6	Вініченко І.І.		
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання: _____ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№п /п	Назва етапів дипломного Проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)		
2	Теоретичний		
3	Експериментальний		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Демонстраційна частина		

Студент

(підпис) _____

Кравець Є.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис) _____

Улексін В.О..

(прізвище та ініціали)

№	Формат	Позначення	Найменування	К-ть арк.	Номер аркуша	Прим
1	A4	52 ДР.020.000.000.ПЗ	Пояснювальна Записка			
2	A4	Microsoft PowerPoint	Презентаційні матеріали		1	
			Обґрунтування конструктивно- технологічної схеми висівного апарату просапної сівалки.		2	
			Класифікація висівних апаратів..		3	
			Висівний апарат з внутрішнім заповненням комірок диска насінням		4	
			Схема сил, що діють на насіння		5	
			Схема руху насіння у висівному вікні		6	
			Технологічні елементи висівних апаратів		7	
			Розроблений висівний апарат		8	
			Експериментальні дослідження висівного апарата		9	
			Експериментальні дослідження висівного апарата.		10	
			Експериментальні дослідження висівного апарата.		11	
			Загальні висновки		12	

АНОТАЦІЯ

Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми висівного апарату просапної сівалки.

Магістерська робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 53 найменувань. Основна частина роботи викладена на 80 сторінках машинописного тексту, містить 21 рисуноків і 10 таблиць.

Мета роботи - підвищення урожайності просапних культур при посіві їх пунктирним способом. За цих умов буде збільшуватися біологічна активність рослин, що сприятиме розвитку їх кореневої системи та покращуватиме рослинам доступ до вологи і поживних речовин.

Для досягнення мети в роботі вирішено такі завдання:

- теоретично обґрунтовано конструкцію висівного швидкісного апарата насіння просапних культур;
- теоретично обґрунтовано параметри швидкісного висівного апарата;
- проведено комплекс теоретичних та експериментальних досліджень і розроблено практичні рекомендації щодо вибору конструктивних, кінематичних і технологічних параметрів швидкісного висівного апарата;
- розроблено експериментальний зразок швидкісного висівного апарата, а також установку для його дослідження;
- надано техніко-економічну оцінку ефективності використання швидкісного висівного апарата насіння просапних культур.

Ключові слова: насіння, сівалка, висівний апарат, конструкція, культура.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. Огляд наукового і патентного матеріалу та постановка задач дослідження.....	9
1.1. Агротехнічні вимоги до пунктирного способу сівби просапних культур.....	9
1.2. Класифікація висівних апаратів для висіву просапних культур.....	10
1.3. Дослідження технологічного процесу відбору насіння з бункера.....	12
1.4. Аналіз досліджень руху насіння від висівного апарата до дна борозни.....	19
1.5. Аналіз досліджень процесу заробки насіння на дні борозни.....	23
1.6. Постановка задач дослідження.....	26
2. Теоретичні дослідження технологічного процесу роботи висівного апарата.....	28
2.1. Теоретичні передумови покращення заповнення комірок висівного диска і рівномірності розподілення насіння вздовж рядка.....	28
2.2. Технологічна схема швидкісного висівного апарата.....	29
2.3. Дослідження руху насіння в комірці диска і при виході з апарата.....	31
2.4. Визначення параметрів сошника.....	34
2.5. Висновки до розділу.....	36
3. Розробка конструкції висівного апарата насіння просапних культур.....	38
3.1. Схеми технологічних елементів висівного апарата.....	38
3.2. Будова висівного апарата.....	41
3.3. Технологічний процес роботи висівного апарата.....	43
3.4. Висновки до розділу.....	45
4. Експериментальні дослідження висівного апарата.....	46
4.1. Мета і задачі експериментального дослідження.....	46
4.2. Програма експериментального дослідження робочого процесу швидкісного висівного апарата.....	46
4.3. Будова і робота стенда для дослідження швидкісних висівних апаратів.....	49

4.4. Результати дослідження робочого процесу швидкісного висівного апарата	54
4.5. Висновки до розділу.....	59
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	62
5.1. Дослідження та оцінка стану з охорони праці в ПП «Ларіни»	62
5.2. Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення в господарстві	65
5.3. Заходи по поліпшенню умов праці.....	67
5.4. Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі виникнення пожежі.....	68
6. Результати польових експериментів і техніко-економічна ефективність.....	72
6.1. Загальні відомості.....	72
6.2 Дослідження швидкісного висівного апарата в польових умовах.....	72
6.3 Розрахунок техніко-економічної ефективності.....	73
6.4. Висновки до розділу.....	82
Загальні висновки.....	83
Список використаної літератури.....	85
Додатки.....	89

ВСТУП

Збільшення виробництва сільськогосподарської продукції можливе на основі впровадження інтенсивних технологій, якими передбачено виконання всіх операцій високопродуктивними машинами, тобто на високих робочих швидкостях. Ефективність вирощування цукрових буряків та кукурудзи в значній мірі обумовлено якістю сівби.

Продуктивність посівних машин може бути збільшена шляхом підвищення швидкості руху агрегату і збільшенням ширини захвату. Відомо, що збільшення ширини захвату машин призводить до росту питомої металоємності конструкції та її ускладнення, а також погіршення копіювання мікрорельєфу поля, що понижує якість виконання технологічних операцій.

Збільшення робочої швидкості сівби просапних культур (цукрових буряків, кукурудзи, соняшнику та інших) з висівними апаратами відомих конструкцій обмежено із-за погіршення заповнення комірок диска, що приводить до збільшення нерівномірності розподілу насіння вздовж осі рядка. Крім того, в цих апаратах насіння викидається з великою по модулю абсолютною швидкістю (по відношенню до ґрунту), оскільки колова швидкість висівного диска приблизно в десять разів менша швидкості руху посівного агрегату. Усунення другого не достатку шляхом збільшення окружної швидкості висівного диска з тим, щоб викидати насіння назад з швидкістю, рівною швидкості посівного агрегату, приводить до посилення першого недоліку, оскільки при більшій швидкості обертання диска коефіцієнт заповнення комірок різко зменшується. Це підтверджено численними дослідженнями відомих вчених-сівальників [1, 2, 3, 9, 10, 14, 15, 26, 41, 50].

Пунктирна сівба значно покращує рівномірність розподілення насіння, а в подальшому і рослин по площі живлення, що приводить до поліпшення повітряно-водного режиму як сходів цукрових буряків так і кукурудзи.

Отже, обґрунтування пунктирного способу сівби для умов Лісостепу України і пошук шляхів підвищення врожайності цукрових буряків і кукурудзи мають велике народногосподарське значення і тому заслуговують на поглиблене їх вивчення та дослідження.

1. ОГЛЯД НАУКОВОГО І ПАТЕНТНОГО МАТЕРІАЛУ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Агротехнічні вимоги до пунктирного способу сівби просапних культур

Від якості сівби кукурудзи і цукрових буряків в значній мірі залежить урожай зерна і силосної маси кукурудзи, а також вихід коренів цукрових буряків з одного гектара. Тому важливому технологічному процесу при вирощуванні кукурудзи і цукрових буряків присвятили свої зусилля багато дослідників, як вітчизняні, так і зарубіжні: В.П. Гоячкін, В.А. Желіговский, М.Н. Летошнєв, П.М. Василенко, П.Я. Лобачевкий, А.Н. Семенов, А.Н. Карпенко, А.И. Трифонов, А.А. Будагов, М.Г. Руденко, Г.М. Бузенков, С.В. Кардашевский, А.Б. Лурьє, В.А. Белодєдов, В.С. Басін, С.А. Ма, А.Г. Цимбал, В.Е. Комарістов, Глуховський В.С., Рудь А.В., Bastow J., Koller K., Schrodel I., Wisnecke F. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 26, 30, 37, 39, 41, 50, 51, 52, 53].

На основі багаторічних дослідів розроблені агротехнічні вимоги до сівби сільськогосподарських культур. Агровимоги розроблялися ВНДІ кукурудзи, ВНДЦБ за участю УкрНДІСГМ, КПКІ з ґрунтообробних і посівних машина (м. Кіровоград), УкрНДІМЕСГ і УкрМДС. Основні агротехнічні вимоги до сівби кукурудзи і цукрових буряків полягають у вимозі рівномірного розподілу насіння вздовж рядка. Допускається відхилення від розрахункового інтервалу між насінням кукурудзи $\pm 30\%$, а в заданому інтервалі з допустимим відхиленням не менше 85% насіння (при нормі висіву 25-80 тис. насінин на га) [14].

Повинна забезпечуватись поодиночна заробка в ґрунт насіння цукрових буряків з інтервалом по довжині рядка в 50, 60, 80, 100 і 120 мм. При сівбі з інтервалом 50 і 60 мм, заміряний у відкритій борозні з точністю ± 5 мм або на липкій стрічці, середньоквадратичне відхилення для дражованих насінин не повинно перевищувати ± 25 мм і звичайних ± 30 мм, а при інтервалах 80, 100,

120 мм відповідно ± 35 мм і ± 45 мм; нерівномірність висіву насіння повинна бути не більше 3 %, а нерівномірність висіву - не більше 2 %; розсів насіння по ширині від осової лінії рядка повинен бути не більше ± 5 мм.

Насіння повинні вкладатися на ущільнене ложе і зароблятися на однакову глибину вологим рихлим ґрунтом, а ґрунт за сошниками повинен прикочуватися. Глибина заробки насіння кукурудзи повинна регулюватися з відхиленням в межах 40-120 мм з інтервалом не більше 10 мм. При заданій глибині з відхиленням ± 15 мм повинно бути зароблено 95 % насінин. Глибина заробки насіння цукрових буряків повинна бути в межах від 20 до 60 мм. Кількість насінин, зароблених в шарі середньої фактичної глибини і двох сусідніх шарах з відхиленням ± 10 мм, повинно бути не менше 95 % при середньоквадратичному відхиленні ± 50 мм [14].

Одночасно з висівом насіння повинно забезпечуватись рядкове внесення мінеральних добрив з розміщенням їх нижче на 10-30 мм і збоку - не більше 50 мм. Норма висіву мінеральних добрив коливається від 50 до 150 кг/га з інтервалом 25 кг. Відхилення від заданої норми висіву добрив не повинно перевищувати $\pm 10\%$ від маси [14].

Потрібно відзначити, що відомі конструкції висівних апаратів серійних кукурудзяних і бурякових сівалок ще повністю не задовольняють агротехнічні вимоги на сівбу кукурудзи і цукрових буряків, що є причиною неперервної інтенсивної роботи науково-дослідних організацій, конструкторських бюро і окремих дослідників в цій галузі сільськогосподарського машинобудування.

1.2. Класифікація висівних апаратів для висіву просапних культур

В даний час у багатьох країнах випускається дві основні групи сівалок для просапних культур: кукурудзяні і бурякові. Для точного висіву насіння просапних культур використовується більше різноманіття конструкцій висівних апаратів. За принципом дії всі апарати можна розділити на три групи: механічні, пневмомеханічні і пневматичної дії (рис. 1.1).

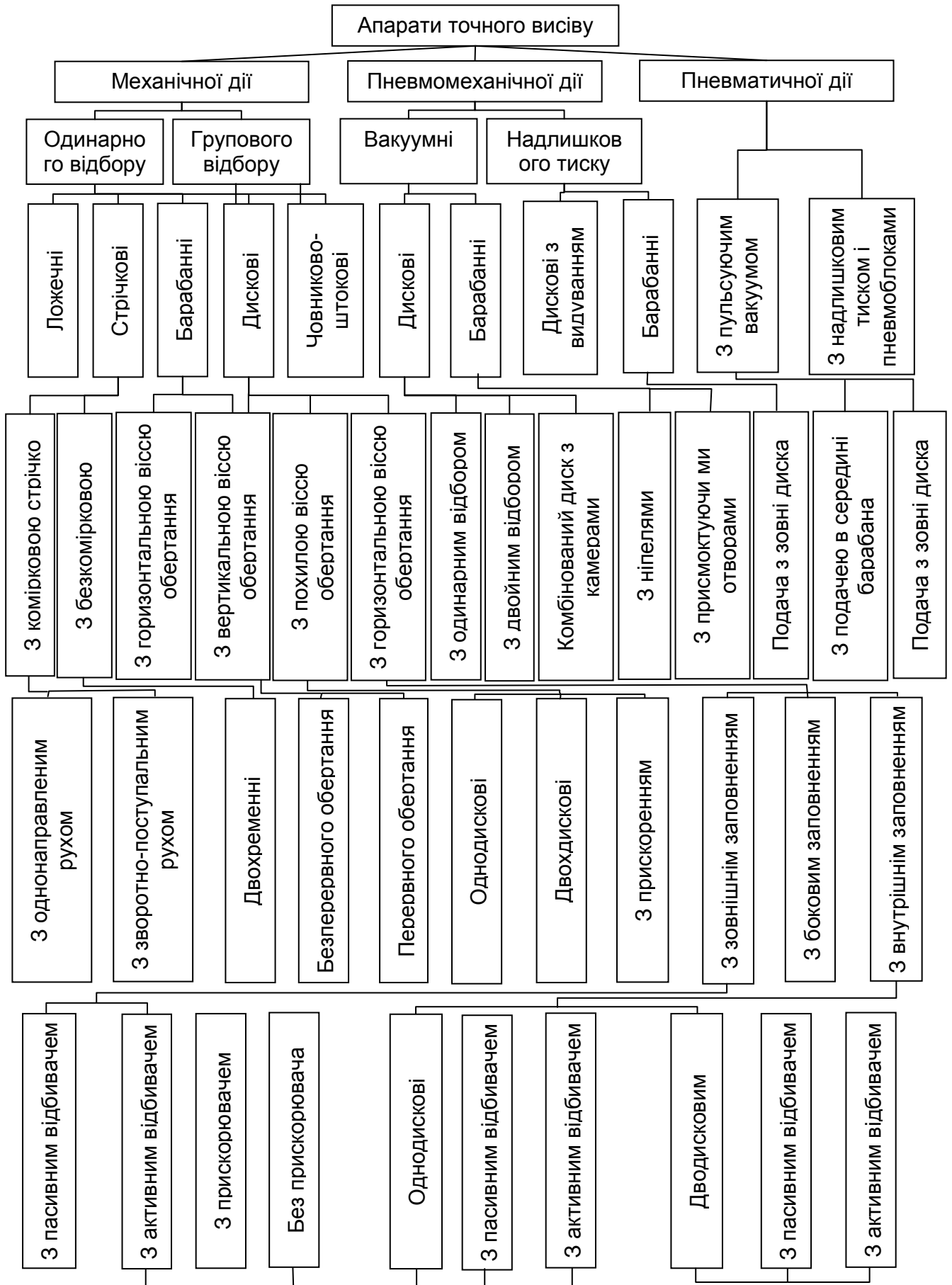


Рис. 1.1. Основні групи висівних апаратів.

Найбільше поширення у всіх країнах отримали апарати механічної дії: комірково-дискові з різним розміщенням осі обертання висівного диска (горизонтальним, похилим, вертикальним) і комірково-стрічкові. З апаратів механічної дії в ряді країн також застосовуються апарати котушкового і ложечкового типу.

Апарати пневмомеханічної дії з пристосування насіння до отвору диска сошника отримали, в основному, поширення в європейських країнах. Пневмомеханічні висівні апарати з використанням надлишкового тиску мають деяку перевагу перед вакуумними апаратами, так, як в процесі роботи комірки за рахунок продування їх не забивається, внаслідок чого виключені просіви.

Пневматичні висівні апарати, які працюють без обертаючих деталей, являють певну цікавість, оскільки дозволяють виключити дроблення насіння. Конструкції цих апаратів в даний час знаходяться в дослідженні.

Не дивлячись на порівняну однотипність висівних апаратів, конструктивне їх виконання різне. Це відноситься до параметрів висівних дисків, форми комірок, типам очисних і виштовхуючи пристроїв, форми і розмірів бункерів і так далі [1].

1.3. Дослідження технологічного процесу відбору насіння з бункера

Рівномірність розподілу рослин вздовж осі рядка залежить від конструкції робочих органів сівалки, ґрунтово-кліматичних умов, стійкості рослин проти хвороб, технології обробки сходів і так далі. Технологічний процес висіву насіння просапними сівалка складається з поштучного відбору насіння з бункера комірковими дисками, який складається з проходу насіння у вхідну фаску і попередньої орієнтації його в певне положення, підходу насіння до комірки, проходу його до комірки і вкладання в ній, транспортування насіння висівним диском до викидного вікна, транспортування насіння від висівного апарата по насіннепроводу до сошника, утворення борозни і заробки насіння ґрунтом.

Дослідженням технологічного процесу відбору насіння з бункера засмались багато вчених. Дослідним шляхом з допомогою кіно і фотозйомки вони вивчали рух насіння в бункері бурякової сівалки. В результаті ним визначено шість зон руху насіння в бункері і зусилля, які впливають в певних зонах при запуску апарата, які змінюються з часом. Пропонується дослідний бункер із збільшеним на 50 мм сектором заповнення комірок і більш широкою боковою кришкою, який дає кращі показники по заповненню комірок і рівномірності розподілу насіння при висіві на липку стрічку [3, 4].

Крім того, ми аналітично на основі теорії напруженого стану сипучого середовища визначили розміри щілинного отвору бункера насіння цукрових буряків, що забезпечують відсутність вільноутворень. Встановлено, що існуючі отвори шириною 20 мм у бурякових сівалок необхідно розширити до 40 мм, а також збільшити сектор заповнення до 240 мм (проти 187 мм).

В результаті дослідження розроблені практичні рекомендації з покращення якості роботи висівних апаратів вітчизняних сівалок ССТ-12А і СДН-12. Визначені оптимальні параметри комірок для висіву бурякового насіння: одноросткового, гібридного і напівгібридних сортів, а також дражованих. Встановлені межі точності калібрування насіння за товщиною і дані рекомендації по їх виконанню. Запропоновано вдосконалення сівалки (типу ССТ) для висіву дражованого насіння шляхом використання еластичного ролика-відбивача [29].

О.Н. Семенов і Н.Н. Яді дослідили, що після виходу комірки з під кришки апарата (після висівного вікна) 65-75% комірок заповнюється з еластичного розвантажуючого купола насіння. Теоретично доказується, що забірні канавки на поверхні диска кукурудзяної сівалки не потрібні, оскільки відносного переміщення насіння по поверхні диска не проходить. Розглянуто умови відсутності пошкоджень насіння зубом-відбивачем. За даними цих авторів, мінімальне пошкодження насіння спостерігається при куті γ від 135 до 150°. Досліджено рух насіння з комірки диска у висівне вікно і визначена необхідна його довжина.

Середа Л.І., Лур'є А.Б. при оцінці якості технологічного процесу дискового апарата точного висіву застосував теорію масового обслуговування. Він встановив, що процес заповнення комірок диска носить ярко виражений ймовірний характер. Комірки поступають в зону контакту з насінням і заповнивши насінини виносяться до висівного вікна (обслуговування). Якщо насіння має здатність заповнити комірку (це залежить від факторів), то це - вимога на обслуговування, якщо ні, то спостерігається відсутність такої потреби. Чергування вимог підкоряється закону Пуассона [45]:

$$Vk(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (1.1)$$

де λ - параметр потоку вимог, рівний математичному очікуванню числа вимог на одиницю часу.

Прийнята дослідником модель технологічного процесу дискового апарата точного висіву дозволяє отримати диференційне рівняння, що описує процес заповнення комірок диска і аналітичної оцінки якості роботи апарата.

Окрім того, пропонується комірки висівного диска виконувати похилими або з фаскою і встановлювати над диском ворушилку з активним приводом для порушення динамічних зведень в товщі насіння.

Дослідники обґрунтовують необхідність збільшення швидкості диска до 0,5-0,8 м/с за рахунок застосування похилої комірки із задньою стінкою, закругленою вверх по мінімальному радіусу, що забезпечує попадання насіння в комірку після відбивання від кромки комірки. Визначені параметри раціональної комірки, величина критичної швидкості V_0^{np} , при якій задовільно заповнюються комірки і запропонована нова технологія сівби.

В дослідженнях В.С. Басіна, В.О. Белодедова, А.А. Будагова розглядається питання про те, як краще регулювати подачу насіння дисковим висівним апаратом - розміром комірок (тобто застосовувати комірки, які вміщують по дві, три і більше насінин) або швидкість обертання диска, зберігаючи однонасінні комірки. Дослідним шляхом встановлено, що регулювати подачу краще швидкістю обертання диска, ніж зміною розмірів комірок, оскільки в останньому випадку зростає дроблення насіння. При

однонасінних комірках подача насіння рівномірніше, ніж при порційних [1, 7, 8].

Кількісний вплив окремих параметрів висівних пристроїв на рівномірність розподілу насіння просапних культур досліджено В.А. Белодедовим.

Будагов А.А. на основі дослідних даних приводить результати досліджень по запропонованим новим висівним пристроям: пневмомеханічному апараті на базі сівалки СКПІ-6, пневматичному барабанного типу і вертикально-дисковому висівному апараті на базі сівалки 2СТСН-6, даються формули для розрахунку розмірів комірок висівного диска [7, 8].

Підвищенням точності розподілу насіння цукрових буряків займався В.С. Басін. Процес заповнення комірок висіваю чого диска ним розділявся на три фази: підхід насіння до комірки, прохід його в комірку і укладка в комірку. Визначена необхідна довжина комірки, а також її глибина в залежності від розмірів насіння, вертикального і бокового тиску в бункері. Відносної швидкості руху насіння по диску. Виведені ймовірні умови западання насіння в комірку 0, 1, 2 і так далі в залежності від радіуса диска, швидкості обертання і кута обхвату диска насінням. Експериментально визначені дослідні значення коефіцієнтів μ і ϵ , які показують співвідношення вертикальних і бокових тисків. Крім того, приведені дослідні данні по заповненню і розміщенню насіння цукрових буряків висівним апаратом сівалки 2СТС-6 з висівним диском, на якому урівень з його робочою поверхнею встановлені гумові кільця для покращення щеплення насіння з диском в порівнянні з висівним апаратом, обладнаним серійним висівним диском [1].

Г.М. Бузенков і С.В. Кардашевський при дослідженні насіння цукрових буряків обґрунтували два принципово різних шляхи конструювання висівних апаратів для пунктирного висіву цукрових буряків. Перший шлях - це забезпечення високої рівномірності подачі насіння висівним апаратом і зменшення всіх розсіваючих факторів, які впливають на насіння при русі їх від висівного диска до борозни. Другий шлях заключається в тому, що конструкція висівного апарата повинна забезпечувати нерівномірну подачу

насіння. При цьому експериментально необхідно підбирати висоту розміщення точки викиду насінини, поступальну швидкість руху посівного агрегату і так далі, тобто весь комплекс дії на рух насіння для зменшення високої вхідної нерівномірності висіву насіння апаратом. Доказується перевага другого способу, яка основана на можливості транспозиції (інверсії) насіння, при якому попередня насінини, подана висівним диском, може опинитися на дні борозни позаду послідувачого, що можливо при порівняно малих (порядку 40-60 мм) інтервалах між насінинами.

Окрім того, для вибору оптимального співвідношення між розмірами комірок диска і фракціями насіння вивчав процес заповнення комірок висівного диска насіння кукурудзи. Запропоновані практичні рекомендації з вибору параметрів комірок висівного диска. Фіксуванням насіння кукурудзи в насінневому бункері розплавленим парафіном вивчалась увлекаємость насіння обертаючим висівним диском. Побудовані графіки дають наглядне уявлення про взаємодію висівного диска з насінням.

Г. М. Бузенков і С.А. Ма обґрунтували перспективні способи сівби насіння просапних культур: пунктирний і пунктирно-переривчатий. Для отримання необхідної густоти рослин при будь-яких схемах сівби треба знати число висіяних в букет насіння в залежності від польової схожості. Ймовірність появи пустих букетів в результаті проведення механізованих операцій, дії шкідників і хвороб може бути виражена залежністю [26]:

$$P_0 = P_0^n + \sum P_0^i P_i + P_v + P_c; \quad (1.2)$$

$$P_0 \leq \Delta\pi,$$

де P_0^n - ймовірність появи пустих букетів після висіву n насінин;

$P_0^1, P_0^2, \dots, P_0^i$ - ймовірність появи пустих букетів з числом рослин 1, 2, 3... i після прорідження;

P_i - ймовірність появи в букеті i -тої рослини;

P_v, P_c - ймовірність появи пустих букетів від дії шкідників і хвороб відповідно;

$\Delta\pi$ - допуск на кількість пустих букетів на плантації.

Дані розрахунків представлені графіками, за якими можна для кожного конкретного господарства визначити в залежності від потрібної середньої відстані між коренями цукрових буряків розрахункову відстань між насінинами (норму висіву на 1 м) при відомих положеннях схожості і схемі прорідження.

Питаннями пошуків і дослідження висівного апарата для точного висіву бавовнику на підвищених робочих швидкостях займався С.А. Ма. Ним розроблена теорія процесу висіву, розглянутий процес руху насіння в бункері, попадання і укладка його в комірки висівного диска, транспортування насіння комірчастим диском і вигризка їх з комірок [26].

А.А. Будагов, С.Д. Полонецький, С.А. Монякін, В.М. Сдугінов і І.Н. Слюсарев розробили і дослідили висівний апарат з боковим заповненням комірок диска. Наводяться дослідні данні, які характеризують роботу цього апарата і серійного висівного апарата СКНК-6. В якості безумовних для точного розміщення насінин вздовж рядка висунуті вимоги:

- а) висота падіння насіння на дно борозни повинна бути мінімальною;
- б) горизонтальна швидкість насіння в момент виходу з комірки повинна бути рівна швидкості агрегату і мати зворотний напрям, тобто по відношенню до землі горизонтальна абсолютна швидкість насіння повинна бути рівна нулю.

Пропонується використовувати висівний апарат сівалки СТСН-6 для висіву насіння кукурудзи та інших крупнонасінних культур. Обґрунтовані кінематичні і розмірні характеристики комірок висівного диска, розглянута робота роликів відбивача. При збільшенні колової швидкості V_0 висівного диска розміри комірок необхідно збільшити, а при коловій швидкості висівного диска $V_0 = 0,3$ м/с можна забезпечити високу швидкість руху посівного агрегата. Розрахунки показують, що при 2-х рядному розміщенні комірок на диску (24×2) та інтервалах між насінням 200 мм - швидкість сівалки може бути 4,25 м/с.

Руденко М.Г. обґрунтував параметри котушкового фрикційного апарата для однозернового висіву некаліброваного насіння кукурудзи та інших культур.

Точність розкладки насіння вздовж рядка цього апарата вище, ніж сівалки СКНК-6: 80 % проти 50 % (при швидкості 1,44 м/с). Дано теоретичне і дослідне обґрунтування параметрів, необхідних для конструювання апарату.

Ахметовим Х.Х. розроблена модель процесу пунктирного посіву насіння, яка була реалізована на аналоговій машині. Послідовний аналіз процесу сівби по запропонованій моделі дозволить виявити ступінь впливу на рівномірність розподілу насіння різних випадкових факторів, а також вибрати режим роботи досліджуваних апаратів і їх конструктивних параметрів, що забезпечують кращі результати [29].

Дослідження, виконані Бондаренко П.М. визначають шлях вирішення проблеми сівби рицини, дають можливість при допомозі стенда для випробовування висівних апаратів і посівних секцій, розширити сферу застосування кукурудзяних сівалок шляхом обладнання роторними відбивачами насіння, які використані в дослідних зразках висівних апаратів і сівалочних агрегатів, що дозволяють підвищити основні якісні показники виробничих посівів і зменшити розхід насіння [5].

Застосування теорії масового обслуговування для описання однонасінного висіву обґрунтовується Цибульським В.Н.. Ним дані залежності для абсолютної швидкості виходу насіння-двійника із комірки висівного апарата сівалки СТСН-6, а також величини інтервалу між ними. Наведений алгоритм для моделювання процесу однонасінного висіву і результати цього моделювання.

Будагов А.А. на основі аналізу літературних даних робить висновки:

а) опір повітря треба враховувати при відносній швидкості вище 1 м/с;
б) рекомендацію про викид насіння з апарату назад із швидкістю, близькою до швидкості агрегату, треба рахувати недостатньо обґрунтовано, оскільки збільшена відносна швидкість насіння приведе до збільшення розсіювання насіння вздовж рядка;

в) висоту установки апарату над дном борозни треба збільшувати, але в розумних межах.

Bastow G. дослідив апарати для точного висіву насіння просапних культур. Ним встановлено, що насіння викидатися в борозну зі швидкістю $V_c = -V_a$ може тільки таким апаратом, в якого процеси вибірки з бункера і викидання в борозну розділені.

1.4. Аналіз досліджень руху насіння від висівного апарата до дна борозни

В технологічному процесі роботи висівних апаратів сівалок просапних культур звичайно застосовується транспортування насіння після вивантаження його з комірок висівного диска на дно борозни.

Викидання насіння ротаційними апаратами сівалок точного висіву і рух їх при падінні в борозну досліджено Г.М. Бузенковим і Ю.К. Брандтом. На основі аналітичного і експериментального досліджень отримано рівняння прискорення руху насіння по лопаті, яке розв'язано для випадків горизонтального і вертикального розміщення диска.

Розглядається технологічний процес висіву у взаємозв'язку роботи висівного апарата з транспортуванням насіння в насіннепроводі і кінцевим розподілом їх в борозни. В його дослідженнях відмічається, що насіннепроводи зменшують нерівномірність розподілу насіння, викликану нерівномірністю їх подачі висівним апаратом і поштовхами сівалки під час її руху, тому швидкість руху сівалки не робить помітного впливу на рівномірність розподілу насіння вздовж осі рядка.

Комарістов В.Є. дослідив вплив насіннепроводу квадратно-гніздової сівалки на рівномірність висіву. Встановлено вплив часу заспокоєння насіння на клапані на величину розтягнутості гнізд і величину цього часу. Чим більший час заспокоєння насіння в клапані, тим більш розтягнутим буде гніздо і навпаки, чим обумовлюються деякі елементи конструкції каналів насіннепроводів і клапанів. При русі в каналах сошника сівалки СКГН-6 насіння вдаряються в його стінки, в наслідок чого рух їх до дна борозни різний, що має суттєвий вплив на рівномірність розподілу насіння при їх висіві.

Експериментальне дослідження В.А. Белодєдова показало, що основним розсіювальним фактором при русі насіння по насіннепроводу є удари їх в стінки насіннепроводу. Зроблено припущення, що із збільшенням висоти і зменшенням діаметра насіннепроводу кількість ударів насіння в стінки збільшується. Для зменшення розсіювання насіння при русі їх по насіннепроводу параметри висівного апарата і насіннепроводу необхідно підбирати з умови, щоб при русі по насіннепроводу не було ударів в стінки. Умовою цієї вимоги можливо при розміщенні точки викиду насіння з комірок висівного диска на поперечному діаметрі висівного апарата. Точку викиду насіння треба розміщати з правої сторони по ходу руху посівного агрегату. При такому розміщенні точки викиду довжина траєкторії насіння відносно землі буде коротше, ніж у випадку розміщення її з лівої сторони апарата. За рахунок цього зменшується розсіювання насіння з врахуванням парусності. Разом з тим для виключення ударів насіння в стінки насіннепроводу його форма повинна відповідати траєкторії руху насіння. Без врахування сили опору повітря траєкторія руху насіння в поздовжній вертикальній площині буде направлена по параболі [2, 3]

$$y = -\frac{gx^2}{2V_0^2}, \quad (1.3)$$

де x, y - відповідно абсциса і ордината траєкторії руху насіння;

V_0 - колова швидкість висівного диска;

g - прискорення сили тяжіння.

Відповідно, насіннепровід повинен мати форму параболи, направленої назад по ходу руху посівного агрегату. Дані аналітичні умови виникнення інверсії при висіві насіння в борозну. Інверсія проходить за рахунок розбіжності в швидкостях окремих насінин. Умова утворення інверсії

$$t_2 > t_3 + t_0, \quad (1.4)$$

або
$$t_2 - t_3 > t_0, \quad (1.5)$$

де t_2, t_3 - час падіння попереднього і наступного насіння;

t_0 - час між виходом з висівного апарата двох сусідніх насінин.

Приведені графіки з дослідними даними, які носять загальний характер; описаний аналітичний метод визначення числа інверсійних інтервалів. Автори рахують, що інверсії негативно впливають на розподіл насіння. Для зменшення інверсії матеріал необхідно розділити на 3-4 фракції по швидкості живлення, або по кутах тертя руху.

Розроблена методика розрахунку безударного насіннепроводу для відомого діапазону швидкостей руху сівалки. З метою зменшення ширини насіннепроводу пропонується два висівних диска з попереднім виштовхуванням насіння з верхнього диска на підході до висівного вікна, що забезпечує вільне розміщення насінин в комірці нижнього диска і випадання з неї без дії виштовхувача, чим виключається його негативний вплив на рівномірність подачі насіння. Автори прийшли до висновку, що повітряне середовище істотно на розподіл насіння не впливає, а сівалка СКПН-6 дає порівняно гірший розподіл через удари насіння до стінок насіннепроводу.

Теоретичні та експериментальні дослідження руху насіння в насіннепроводі виконані А.Ф. Петуніним і В.П. Івановим. Наведенні рівняння руху насіння в насіннепроводі з врахуванням ударів їх в стінки насіннепроводів. Виконана швидкісна кінозйомка руху насіння кукурудзи в стандартному насіннепроводі сівалки СКПН-6, а також в скляному насіннепроводі діаметром $D = 20$ мм і висотою $H = 420$ мм. Встановлено, що із збільшенням швидкості насіння при виході з висівного апарата число ударів насінин в стінки насіннепроводу збільшується, а в скляному насіннепроводі насіння ковзає по стінках вже після 1-2 ударів. Для покращення розподілу насіння пропонується мати висівний апарат, що забезпечує викидання насінин з постійною швидкістю і напрямом, насіннепровід не повинен забезпечувати постійний час руху насіння в його зоні.

Використовуючи розраховані ЕВМ безрозмірні траєкторії, дослідники визначили параметри руху тіла у повітряному середовищі. Приводяться рівняння руху тіла з розрахунком опору повітря і номограми для визначення параметра подоби траєкторії руху тіла.

Пивовар С.Г. вивчав питання рівномірності розподілу насіння кукурудзяними сівалками СКПН-6 і СНК-6 при пунктирній сівбі. Приведені експериментальні дані про вплив поступальної швидкості V_a руху сівалки, висоти H насіннепроводу і діаметра D насіннепроводу на рівномірність розподілу насіння кукурудзи при пунктирному посіві. Для покращення рівномірності розподілу насіння вздовж осі рядка пропонується висівний апарат розміщати якомога ближче до землі; звузити переріз насіннепроводу до максимально можливого розміру, зменшити тертя насіння до стінок насіннепроводів.

Результати експериментального дослідження падіння насіння і відбивання після удару до дна борозни приведені Белодєдовим В.О.. При збільшенні висоти падіння бокові зміщення ростуть, але середня величина їх носить випадковий характер (немає прямої залежності між висотою падіння і середньою величиною відскоку насіння). Більш виражений характер збільшення максимальних зміщень при рості висоти падіння. Так, при падінні з висоти 300 мм на ґрунт середньої щільності максимальне підскакування насіння рівна 123 мм і 190 мм при падінні на щільний ґрунт. Тому при підвищенні швидкості сівби для забезпечення рівномірності розподілу насіння необхідно максимально опускати апарат до дна борозни [2, 3].

Лобачевським П.Я. застосована теорія ймовірності для описання розподілу насіння в гніздах по 0, 1, 2 і так далі насінин. Отриманий біноміальний закон розподілу, який підтверджений експериментально. Дані дослідні залежності подачі насіння від технологічних і кінематичних параметрів висівних пристроїв. Є рекомендації про калібрування насіння на фракції: некаліброване насіння значно гірше висівається, ніж каліброване. Зроблено висновок про негативний вплив насіннепроводу і клапанів на перерозподіл насіння по гніздам. Автор вважає, що причина перерозподілу - удари насіння в стінки насіннепроводів. Крім того, доведена об'єктивна присутність закономірності розподілу рослин вздовж рядка, яка може бути виражена математично.

Виконано також аналітичне визначення швидкості руху насіння в насіннєпроводі пневматичного висівного апарата. Розглядається рух зерноповітряного струменя в пневматичній трубці для «вистрілювання» насіння, в результаті отримана формула для вертикальної швидкості V_z руху насіння.

1.5. Аналіз досліджень процесу заробки насіння на дні борозни

При роботі сівалок для висіву просапних культур насіння після виходу з висівного апарата падає на дно борозни і це падіння супроводжується підскакуванням його і переміщенням разом з ґрунтом під час закриття борозни. Параметри сошників і заробляючих органів сівалки впливає на рівномірність розподілу насіння вздовж рядка.

Оцінкою якості роботи сошника в своїх дослідженнях займалися Г.М. Бузенков, Ю.К. Брандт і В.Н. Рібаков. Ними доказано, що для оцінки заробки насіння просапних культур по глибині можна застосувати ймовірність попадання насіння в певний інтервал глибини $\mu+\Delta$ або $\mu-\Delta$ (μ - встановлена (бажана) глибина заробки насіння, Δ - допустиме відхилення від бажаної глибини заробки) [9, 10].

Семенов А.Н. і Абашкін А. вивчали вплив на якість заробки насіння природного осипання ґрунту після проходження сошника. При вивченні процесу осипання ґрунту застосовувалось фотографування. Визначені три зони осипання: в першій зоні частинки ґрунту осипаються в сторону руху сошника; у другій зоні вони осипаються назустріч одне одному перпендикулярно до напрямку руху сошника; в третій зоні ґрунт осипається в протилежному напрямі руху сошника. При осипанні ґрунт закриває дно борозни на величину, меншу, ніж глибина ходу сошника.

Будагов А.А. і Петунін А.Ф. розробляли сошник, який має борозно утворювач з кутом в 30° , при якому отримані найкращі показники по рівномірності розподілу насіння. Були проведені дослідження з насінням кукурудзи, цукрових буряків, соняшника і ріцини при їх вертикальному падінні з висоти 300 мм і похилому падінні в ґрунтовому каналі. При висіві

насіння в борозну з кутом розкриття в 30° точність висіву і рівномірність заробки насіння у всіх випадках були кращими. Рекомендується сошник, отриманий борозно утворювачем з таким кутом для роботи не тільки на звичайних, але й на підвищених (більше 2,5 м/с) швидкостях руху агрегату [7].

Питанням покращення точності висіву насіння цукрових буряків займалися В.О. Белодєдов, А.В. Рудь, Е. Г. Федоренко. Для вивчення впливу швидкості V_c руху насіння в момент входження його в борозну застосовувалась установка, яка дозволяє визначити кут β між вектором швидкості насіння і дном борозни.

З графіків, побудованих за результатами дослідів, виходить, що із збільшенням швидкості V_c руху насіння, середнє квадратичне відхилення σ інтервалів між насінням зменшується [2, 3].

Було досліджено падіння насіння, відбиття його при ударі, а також вплив на відбиття кута нахилу і модуля швидкості падіння. Проведено три серії дослідів: падіння насіння з висоти від 50 до 400 мм на горизонтальну поверхню, що складається з ґрунту середньої і підвищеної щільності; визначення величини переміщення насіння по поверхні ґрунту в залежності від горизонтальної швидкості; визначення величини перекочування насіння в залежності від кута і модуля швидкості падіння.

Зроблено висновок, що явище удару насіння в ґрунт не може бути описано при допомозі методів класичної механіки, оскільки насіння не сферичне і існує тертя. Крім того він вважає, що при побудові швидкісних сівалок точного висіву необхідно викидати насіння назад з горизонтальною швидкістю, рівною по модулю швидкості руху агрегату, а також виключати їх удари у відбивні поверхні.

Теоретично і експериментально обґрунтована зміна форми щок сошника для насіння цукрових буряків, що забезпечують загортання його вологим, а не сухим ґрунтом. При висіві експериментальним сошником польова схожість насіння цукрових буряків підвищилась на 10-15 % в порівнянні з висівом звичайними сошниками.

Вплив конструкції сошників сівалки на польову схожість і урожай цукрових буряків вивчали В.В. Брей і А.А. Будагов [6, 7]. Приведені результати дослідження експериментального і серійного сошників. Експериментальний сошник включає ложе утворювач, який робить вузьку щілеподібну борозну, і крила, які ґрунт з нижнього вологого шару стінки борозни направляли на насіння, що лежить на дні борозни. Ефективність такого сошника підтверджено дворічними дослідями: польова схожість підвищилась на 9-10 %, підвищилась дружність сходів, отримана прибавка урожаю на 9-31 ц/га.

Для деяких видів насіння обґрунтована раціональна форма сошника. Багаточисленні дослідження підтверджують ефективність борозенного посіву. Так, при борозенному посіві сходи більш ранні (на 1,5-3 дні) і дружні. Запропоновані схеми розміщення добрив і насіння з розрахунку, щоб насіння отримувало добриво пізніше, після їх проростання, для чого конструкція серійного сошника була змінена. Мінеральне добриво висівалось по дві сторони висіяного насіння на 33-40 мм глибше. Польові досліді показали прибавку урожаю, але з'явилося коріння вилчатої форм, тому пропонуються для дослідження нові схеми розміщення насіння і добрив.

Сколювання стружки ґрунту при русі вертикального клина розглядав Г.М. Рудаков. При русі вертикального клина з кутом β загострення з швидкістю V в ґрунті проходить сколювання стружки в дві сторони з певним кроком

$$l_{cmp} = - \frac{0,5 \square \cos \phi}{\sin^2 \beta}, \quad (1.6)$$

де h - глибина ходу;

ϕ - кут тертя ґрунту по сталі;

β - кут загострення.

Для зменшення розрихлювання ґрунту треба збільшити крок, тобто зменшити кут β . Дослідним шляхом для підготовленої до сівби сіроземноговажко суглинкового ґрунту визначені кут тертя ґрунту по сталі і кут між напрямом руху і вертикальною площиною зсуву ґрунту.

Для сошників з радіальною і паралелограмною підвіскою виведено диференційне рівняння руху сошника по висоті (при умові, що брус сівалки не робить коливань). Приведені значення коефіцієнтів цих рівнянь, отримані експериментальним шляхом, а також дослідні і теоретичні криві розкодування (відхилення сошника від заданої траєкторії), які співпадають з точністю до 15%.

Розроблена схема механізму автоматичного коректування ходу сошника. Цей механізм краще копіює нерівності при русі сошника по западинам і випуклостям, рівномірність ходу сошника по глибині покращується при цьому на 61%. Приводиться опис механізму автоматичної корекції ходу сошника по глибині і даний порядок визначення його параметрів [9, 10, 17].

1.6. Постановка задач дослідження

З врахуванням викладеного в даній дипломній роботі ставились такі основні задачі:

1. Провести теоретичне дослідження робочого процесу висіву насіння апаратом з регулюємою швидкістю ковзання і відцентровим розгоном насіння від основних факторів, що обумовлюють процес висіву.

2. На основі теоретичного дослідження розробити конструкції висівних апаратів, технологічний процес роботи яких задовольняв наступні вимоги:

а) комірка диска заповнювалася б не тільки під дією сили тяжіння, але й відцентровою силою;

б) швидкість ковзання насіння по комірчастій поверхні диска була б регульована;

в) насіння вивантажувалося б з комірки диска зі швидкістю, горизонтальна складова якої по модулю була би рівна швидкості агрегату і протилежно направлена.

3. Встановити кількісний зв'язок між конструктивними і технологічними параметрами експериментального висівного апарата і показниками якості висіву при допомозі методів теорії планування експерименту.

4. На основі математичних моделей процесу сівби знайти умови роботи експериментальних висівних апаратів цукрового буряка і кукурудзи в зв'язку з поздовжньою рівномірністю розподілу і пошкодженням насіння.

5. Виконати порівняльні польові дослідження бурякової і кукурудзяної сівалок: серійних бурякових ССТ-12А, кукурудзяної СКНК-8 і сівалок, обладнаних експериментальними висівними апаратами для цукрових буряків і кукурудзи.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ ВИСІВНОГО АПАРАТА

2.1. Теоретичні передумови покращення заповнення комірок висівного диска і рівномірності розподілення насіння вздовж рядка

В конструкції вітчизняних і зарубіжних однозернових висівних апаратів процес западання насіння в комірки здійснюється під дією сили тяжіння, що обумовлює порівняно низьку продуктивність апаратів. Підвищення швидкості руху комірок під шаром насіння обмежується погіршенням їх заповнення через зменшення часу контакту між насінням і коміркою.

В апаратах з горизонтальною віссю обертання диска і зовнішнім заповненням комірок при збільшенні частоти обертання диска різко збільшується відцентрова сила, яка протидіє руху насіння в комірку. Тому в цих апаратів задовільне заповнення дотримується лише на швидкостях обертання диска, що не перевищують 0,2-0,3 м/с. В таких апаратів диск є і вибираючим і висівним органом, що затримує підвищення якості розподілу насіння в борозні, так, як швидкість V_c викиду насіння повинна бути близька до швидкості V_a посівного агрегату, тобто насіння до точки викидання на дно борозни повинно підводитися зі швидкістю, рівною по модулю і протилежною по напрямком швидкості руху сівалки. Внаслідок цього насіння падає в борозну з нульовою швидкістю відносно поверхні поля. При цьому збільшується стабільність траєкторії польоту насіння в борозну. Ці умови висіву забезпечуються в апаратах вертикально-дискового типу шляхом застосування внутрішнього заповнення комірок, коли насіння подаються у внутрішню порожнину диска (рис. 2.1).

В конструкціях цих апаратів заповнення комірок диска здійснюється під дією відцентрової сили $F_{ц}$ і сили тяжіння G . Насіння в порожнині висівного диска рухається до внутрішньої комірчастої поверхні диска по лопастях крильчатки. При цьому колова швидкість обумовлює незалежність приводу диска і крильчатки.

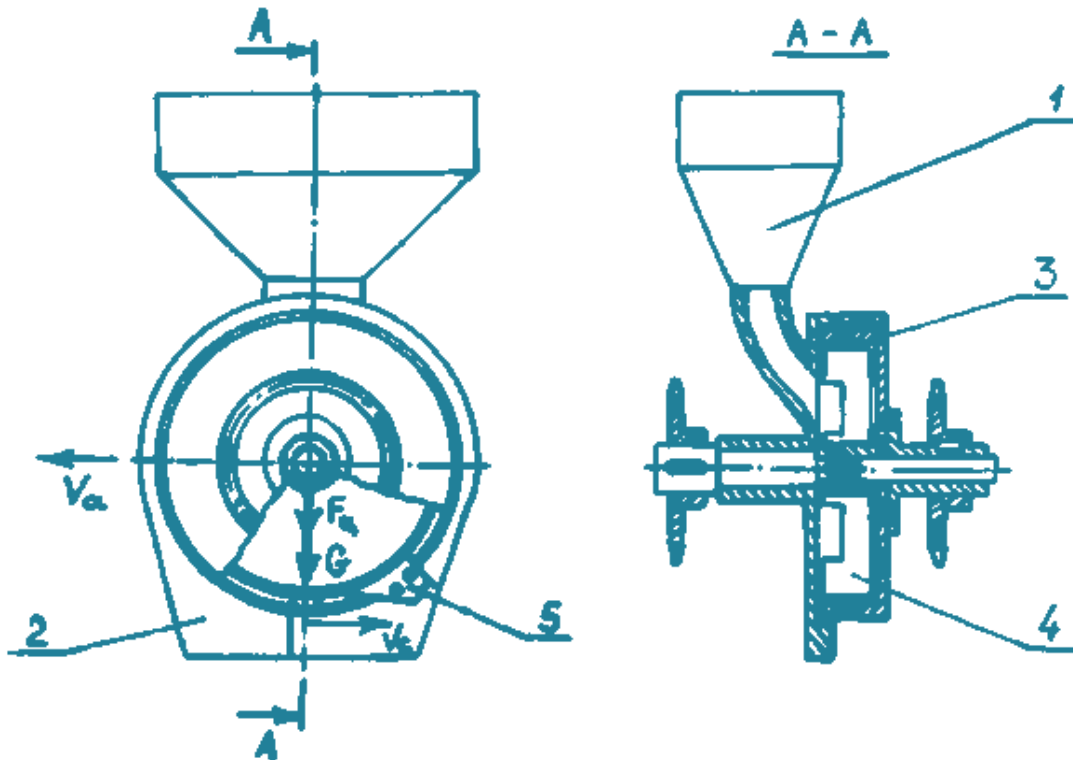


Рис. 2.1. Висівний апарат з внутрішнім заповненням комірок диска насінням:

1 - насінневий бункер; 2 - корпус; 3 - висівний диск; 4 - крильчатка; 5 - виштовхувач.

2.2 Технологічна схема швидкісного висівного апарата

При роботі експериментального висівного апарата насіння з бункера під дією сили тяжіння поступає в порожнину висівного диска через круглий отвір M (рис. 2.2) в корпусі апарата. Діаметр D_1 отвору насінневого каналу приймається рівним 35 мм з умови, обґрунтованої А.Н. Семеновим, з якої слідує, що потік насіння проходить без особливих затримок, якщо

$$\frac{r_1}{4\sqrt{BC}} \geq 1, \quad (2.1)$$

де r_1 - половина радіуса отвору;

B - ширина насіння;

C - товщина насіння.

При цьому переріз отвору має знаходитися в межах 624-1134 мм². В розглянутому апараті площа поперечного перерізу насінневого каналу рівна 961,6 мм², що забезпечує вільне поступання насіння. Крім того, насіння кукурудзи має властивість переміщатися поздовжньою віссю по напрямку руху і має при цьому можливість займати більш вигідне положення для проходження через вузький отвір.

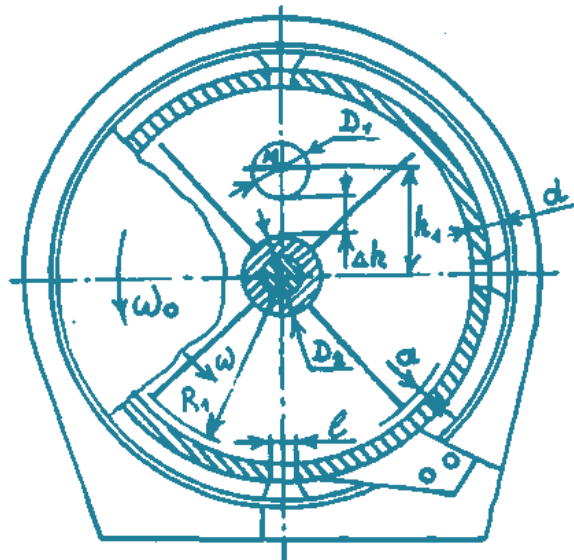


Рис. 2.2. Схема технологічного процесу роботи експериментального висівного апарата.

Зовнішній діаметр D_2 втулки крильчатки 35 мм; висота h_1 розміщення центру вхідного отвору насінневого каналу прийнята такою, що величина $\Delta h = 0$. Колова швидкість V крильчатки менша колової швидкості V_0 висівного диска на

$$\Delta V = V_0 - V = 0,2 \text{ м/с},$$

що забезпечує ковзання насіння по внутрішній комірчастій поверхні диска. Зовнішній радіус R_1 крильчатки прийнятий рівним 85 мм (без врахування монтажного зазору $a = 1$ мм між кінцем лопаті і внутрішньою поверхнею диска). Товщина d висівного диска для насіння кукурудзи прийнята рівною 6 мм; довжина l комірки - 10 мм.

В таблиці 2.1 представлені параметри швидкісного режиму роботи експериментального висівного апарата.

**Швидкісний режим роботи експериментального
швидкісного висівного апарата**

Параметри	Числові значення				
$n_0, \text{хв}^{-1}$	176	224	280	328	379
$\omega_0, \text{рад/с}$	18,42	23,44	29,30	34,33	39,67
$V_0, \text{м/с}$	1,75	2,22	2,78	3,26	3,76
$n, \text{хв}^{-1}$	156	203	259	308	358
$\omega, \text{рад/с}$	16,33	21,25	27,12	32,24	37,47
$V, \text{м/с}$	1,55	2,02	2,58	3,06	3,56

В таблиці 2.1 позначено:

n_0 - частота обертання висівного диска;

ω_0 - кутова швидкість висівного диска;

V_0 - колова швидкість висівного диска;

n - частота обертання крильчатки;

ω - кутова швидкість крильчатки;

V - колова швидкість крильчатки.

Після виходу з насінневого каналу насіння попадає під дію лопатей обертаючої крильчатки, яка виконує дві функції: передає насінню відцентрову силу і відповідно швидкість ΔV ковзання по комірчастій поверхні диска, величину якої можна регулювати; всі ці фактори складають благочинні умови для западання насіння в комірки диска. При теоретичному аналізі роботи необхідно розглядати рух насіння по лопаті крильчатки, що дає можливість визначити основні параметри його роботи.

2.3 Дослідження руху насіння в комірці диска і при виході з апарата

Насіння після западання в комірку висівного диска транспортується останнім до висівного вікна, притискаючись при цьому відцентровою силою $F_{ц}$ до внутрішньої поверхні корпусу апарата.

Після виходу з комірки висівного диска насіння проходить у висівне вікно (рис. 2.3) корпусу апарата. Для визначення довжини L висівного вікна складаємо диференціальне рівняння руху насіння в комірці, спроектувавши діючі сили на вісь Y_1 (рис. 2.3) [37]

$$m\ddot{y}_1 = m \cdot (g + \omega^2_0 R_1). \quad (2.2)$$

Скоротивши ліву і праву частину рівняння (2.2) на m , отримаємо

$$\ddot{y}_1 = g + \omega^2_0 R_1. \quad (2.3)$$

Далі інтегруємо рівняння (2.3) двічі по t

$$\dot{y}_1 = k_1 t_1 + C_3, \quad (2.4)$$

$$y_1 = 0,5 k_1 t_1^2 + C_3 t_1 + C_4, \quad (2.5)$$

де $k_1 = g + \omega^2_0 R_1$.

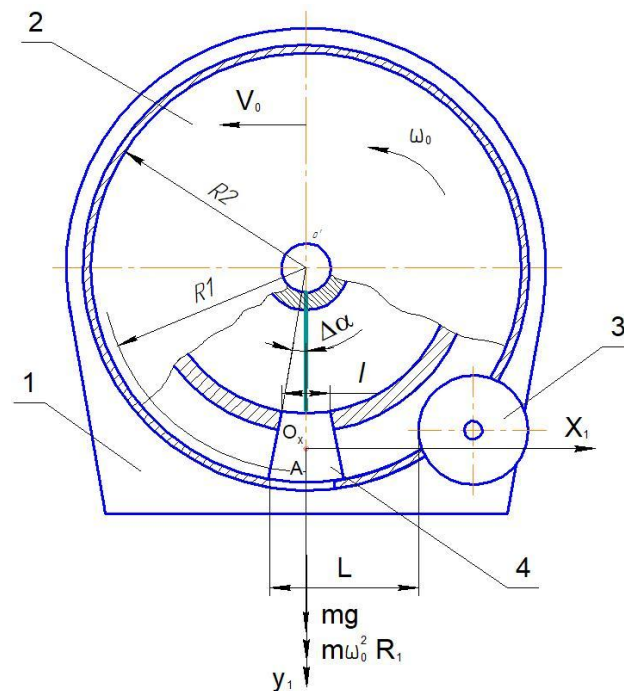


Рис. 2.3. Схема сил, що діють на насіння при русі і виході його з комірки висівного диска:

1 - корпус; 2 - висівний диск; 3 - відбивний ролик; 4 - комірка; V_0 - колова швидкість; ω_0 - кутова швидкість висівного диска; R_1 - радіус крильчатки; R_2 - радіус висівного диска; l - довжина комірки; L - довжина висівного вікна; mg - сила тяжіння; $m\omega_0^2 R_1$ - відцентрова сила; X_1 - вісь абсцис; Y_1 - вісь ординат.

Постійні C_3 і C_4 визначаємо за початковими умовами: при $t_1 = 0$, $y_1 = 0$ і $\dot{y}_1 = 0$. З урахуванням початкових умов величини $C_3 = 0$, $C_4 = 0$. Тоді рівняння (2.4) і (2.5) запишуться:

$$y_1 = k_1, \quad (2.6)$$

$$y_1 = 0,5k_1t_1^2, \quad (2.7)$$

Зважаючи на мізерність величини O_1A , нехтуємо зміною відцентрової сили і вираховуємо її за виразом [37]

$$F_y = m\omega_0^2 R_1, \quad (2.8)$$

де $R_1 = O'O_1 + 0,5O_1A = 102,18 + 0,5 \cdot 2,82 = 103,59$ мм.

(точка O_1 - початок координат - розміщена посередині глибини комірки).

Насіння вийде з комірки, якщо опуститься на половину її глибини, тобто

$$y_1 = O_1A = 0,5C, \quad (2.9)$$

де C - розмір насіння (товщина насіння), $C = 4,65$ мм.

Визначаємо швидкість y_1 і час t виходу насіння з комірки з рівнянь (2.6) і (2.7). Горизонтальна швидкість по модулю буде рівна

$$x_1 = \omega_0 R_2, \quad (2.10)$$

де $R_2 = O'A$ - радіус висівного диска.

Швидкість x_1 перпендикулярна до $O'A$; кут $\Delta\alpha = \omega_0 t_1$.

Якщо $y_1 = C$, то отримуємо

$$t_1 = \sqrt{\frac{C}{0,5k_1}}. \quad (2.11)$$

Довжина висівного вікна рівна

$$L = V_0 t. \quad (2.12)$$

Підставивши значення у формулу (2.12), знаходимо

$$L = W_0 R_1 \sqrt{\frac{C}{0,5k_1}}. \quad (2.13)$$

Алгоритм розрахунку складових швидкостей виходу насіння з комірки диска і довжини висівного вікна представлений в таблиці 2.2.

**Алгоритм розрахунку швидкостей виходу насіння
і довжини L висівного вікна**

Одиниці виміру	Параметри	Кутова швидкість диска, рад/с				
		18,42	23,44	29,30	34,33	39,67
ω^2_0	$1/c^2$	339,30	549,43	858,49	1178,56	1573,71
$\omega^2_0 R_1$	мм/с ²	56915,82	56915,82	88930,97	122085,80	163020,50
k_1	мм/с ²	44985,08	66725,82	98740,97	131895,80	172830,50
t	с	$1,12 \cdot 10^{-2}$	$0,92 \cdot 10^{-2}$	$0,76 \cdot 10^{-2}$	$0,65 \cdot 10^{-2}$	$0,57 \cdot 10^{-2}$
t_1	с	$1,59 \cdot 10^{-2}$	$1,30 \cdot 10^{-2}$	$1,07 \cdot 10^{-2}$	$1,93 \cdot 10^{-2}$	$0,81 \cdot 10^{-2}$
y_1	мм/с	503,53	614,00	746,92	836,26	988,18
x_1	мм/с	1934,10	2461,20	3076,50	3604,65	4165,35
L	мм	30,75	32,03	32,91	33,36	33,68

2.4. Визначення параметрів сошника

Насіння виходить з комірки, маючи складові швидкості по осях x і y (рис. 2.4). Силу опору повітря не враховуємо. Система xOy зв'язана з рамою сівалки.

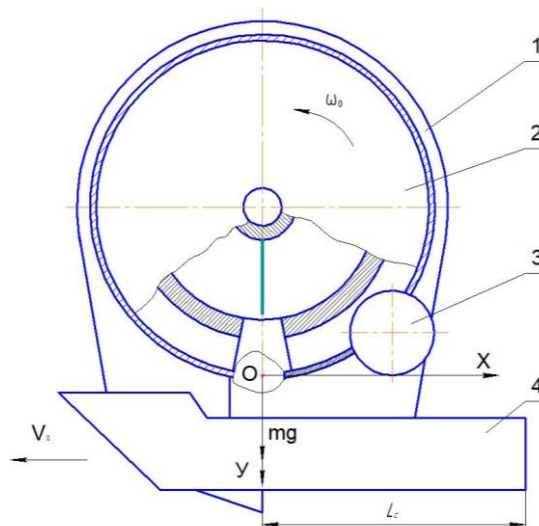


Рис. 2.4. Схема руху насіння у висівному вікні:

1 - корпус; 2 - висівний диск; 3 - відбивний ролик; 4 - сошник;
 V_a - швидкість руху посівного агрегату; ω_0 - кутова швидкість висівного диска;
 L - довжина висівного вікна; mg - сила тяжіння; X_1 - вісь абсцис; Y_1 - вісь ординат.

Довжину L_c сошника вираховуємо, склавши систему диференціальних рівнянь відносно осей абсцис і ординат

$$\begin{cases} m\ddot{y} = mg \\ m\ddot{x} = 0 \end{cases} \quad (2.14)$$

Після зменшення на m рівняння (2.14) приймає вид

$$\begin{cases} \ddot{y} = g \\ \ddot{x} = 0 \end{cases} \quad (2.15)$$

Інтегруємо систему рівнянь (2.15) двічі по t :

$$\begin{cases} \dot{y} = gt + C_5 \\ \dot{x} = C_7 \end{cases} \quad (2.16)$$

$$\begin{cases} y = 0.5gt^2 + C_5t + C_6 \\ x = C_7t + C_8 \end{cases} \quad (2.17)$$

де C_5, C_6, C_7 і C_8 - постійні інтегрування.

Задавшись початковими умовами: при $t = 0, x_0 = 0$.

$x_0 = x_1, y_0 = 0$ (x_1 - визначається за таблицею 2.2, рядок 7);

$y_0 = y_1$ (y_1 - визначається за таблицею 2.2, рядок 6); знаходимо значення постійних з формул (2.16) і (2.17) $C_5 = y_1; C_6 = 0; C_7 = x_1; C_8 = 0$.

Рівняння (2.16) і (2.17) з врахуванням постійних набувають вигляд:

$$\begin{cases} \dot{y} = gt + \dot{y}_1 \\ \dot{x} = \dot{x}_1 \end{cases} \quad (2.18)$$

$$\begin{cases} y = 0.5gt^2 + \dot{y}_1 t \\ x = \dot{x}_1 t \end{cases} \quad (2.19)$$

Із системи рівнянь (2.19) рахуємо рівняння

$$y = 0,5gt^2 + y_1 t, \quad (2.20)$$

відносно t

$$0,5gt^2 + y_1 t - y = 0. \quad (2.21)$$

Скорочуємо (2.21) на величину $0,5g$ і отримуємо

$$t^2 + \frac{\dot{y}_1}{0.5g} t - \frac{y}{0.5g} = 0. \quad (2.22)$$

Проводимо заміну:

$$p = \frac{\dot{y}_1}{0.5g}; \quad q = -\frac{y}{0.5g}. \quad (2.23)$$

Після проведеної заміни по (2.23) рівняння (2.22) записуємо

$$t^2 + pt + q = 0. \quad (2.24)$$

Рішаємо рівняння (2.24) і отримуємо

$$t = t_2 = -0.5p + \sqrt{0.25p^2 - q}. \quad (2.25)$$

Припускаючи $y = 80$ мм, визначаємо з рівняння (2.18) і (2.19) довжину L_c сошника

$$L_c \geq x = x_1 t_2. \quad (2.26)$$

Алгоритм розрахунку довжини L_c сошника представлений в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3.

Алгоритм розрахунку довжини L_c сошника

Параметри	Одиниці виміру	Кутова швидкість диска ω_0 , рад/с				
		18,42	23,44	29,30	34,33	39,67
P	с	0,1026	0,1252	0,1523	0,1760	0,2015
Q	с ²	-0,0163	-0,0163	-0,0163	-0,0163	-0,0163
$-0,5p$	с	-0,0513	-0,0626	-0,0762	-0,0880	-0,1008
p^2	с ²	0,0105	0,0157	0,0232	0,0310	0,0406
$0,25p^2$	с ²	0,0026	0,0039	0,0058	0,0077	0,0102
$0,25p^2 - q$	с ²	0,0189	0,0202	0,0221	0,0240	0,0264
$\sqrt{0.25p^2 - q}$	с	0,1376	0,1422	0,1486	0,1551	0,1626
t_2	с	0,0863	0,0796	0,0724	0,0671	0,0618
L_c	м	0,1669	0,1959	0,2229	0,2417	0,2576

2.5. Висновки до розділу

1. З теоретичних посилань покращення заповнення комірок висівного диска і рівномірності розподілу насіння вздовж осі рядка впливає, що в існуючих конструкціях однозернових висівних апаратів процес западання насіння в комірки здійснюється, в основному, під дією сили тяжіння, що обумовлює порівняно низьку їх продуктивність. Висів цукрових буряків і кукурудзи на високих робочих швидкостях з рівномірним розподілом насіння можливий шляхом застосування внутрішнього заповнення комірок, при якому насіння подається у внутрішню порожнину вертикального диска, при цьому насіння западає в комірки не тільки під дією сили тяжіння, але й відцентрової сили.

2. Лопатева крильчатка забезпечує ковзання насіння по внутрішній поверхні висівного диска з певною швидкістю, що сприяє найкращому западанню їх в комірки і створює відцентрову силу, яка забезпечує швидкий рух насіння в комірку. На основі цих закономірностей розроблені конструкції швидкісних відцентрових однонасінних висівних апаратів.

3. В результаті теоретичного аналізу визначені основні параметри висівного апарата, необхідні для його виготовлення: розмір і форма комірок, швидкість обертання диска і крильчатки, довжини висівного вікна і щок сошника. Основні положення і результати теоретичного дослідження робочого процесу експериментального апарата можуть бути використані для обґрунтування інтервалів і рівнів варіювання конструктивних, технологічних та режимних параметрів швидкісного висівного апарата при його дослідженні із застосуванням методів теорії планування екстремальних експериментів.

3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВИСІВНОГО АПАРАТА НАСІННЯ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

3.1. Схеми технологічних елементів висівного апарата

В результаті теоретичного дослідження технологічного процесу роботи швидкісного висівного апарата насіння просапних культур розроблені схеми апаратів точного висіву (табл. 3.1).





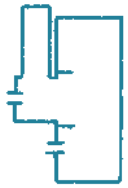


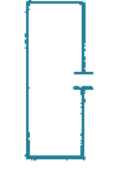
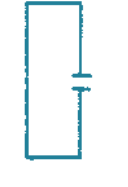
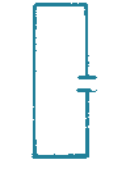
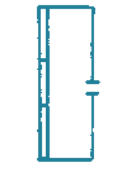
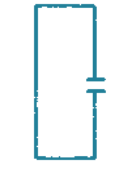
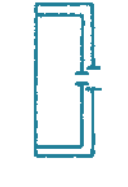







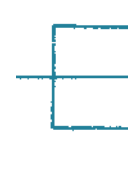








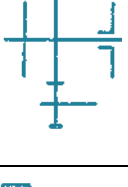
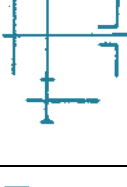





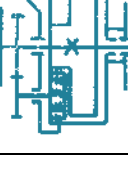





В заголовку таблиці представлені апарати однодискові, дводискові і барабанні з горизонтальною віссю обертання. В рядках розміщені схеми корпусів і висівних дисків; вони утворюють робочу порожнину апарата; диски можуть бути звичайні або з кільцем, наявність якого сприяє зменшенню тертя насіння до корпусу та їх пошкодження.

Далі представлені схеми лопатевих крильчаток, які забезпечують ковзання насіння по внутрішній комірчастій поверхні висівного диска: лопаті крильчаток можуть бути з еластичними накладками, з боковими вирізами або вирізами на торці для виключення пошкодження насіння в порожнині апарата, а також з вирізами на кінцях і з кулачком для забезпечення роботи очисних роликів, які попереджають попадання в комірку двох і більше насінин.

Вивантаження насіння з комірок здійснюється під дією відцентрової сили $F_{ц}$ і сили тяжіння G , тому насіння зразу ж подається (без додаткових механізмів) у висівне вікно. Для очистки комірок від «заклинившисься» насінин встановлюється виштовхувач з горизонтальною робочою гранню, чим виключається передача насінню додаткової швидкості в момент його виходу з комірки у висівне вікно.

Замість виштовхувача може бути встановлено відбиваючий ролик (жорсткий або пружинний), який, крім очистки комірок від «заклинившисься» насінин, виконує роль активної робочої грані у висівному вікні, внаслідок чого зменшується пошкодження насіння.

Схеми технологічних елементів висівних апаратів

Технологічні елементи висівного апарата	Однодискові					Дво-дискові	Барабанні
	З клиновим виштовхувачем	З очисним роликом		З відбивним роликом			
Корпус							
Диск							
Крильчатка							
Зчисний орган							
Привід							
Висівний апарат							
Номер автор. свідоцтва	535044	541455	541456	927156	1014493	576983	528055

Привід висівного апарата здійснюється від опорно-привідних коліс сівалки через вал контрприводу однією або двома ланцюговими передачами і зірочками (в однодискових і барабанних висівних апаратах) і трьома ланцюговими передачами (в дводискових апаратах). Можливий привід і однією ланцюговою передачею, для чого в корпусі апарата встановлюється шестеренчастий привід висівного диска від вала крильчатки.

У швидкісному висівному апараті насіння просапних культур (рис. 3.1.) забезпечується внутрішнє заповнення комірок за допомогою відцентрового розгону насіння.

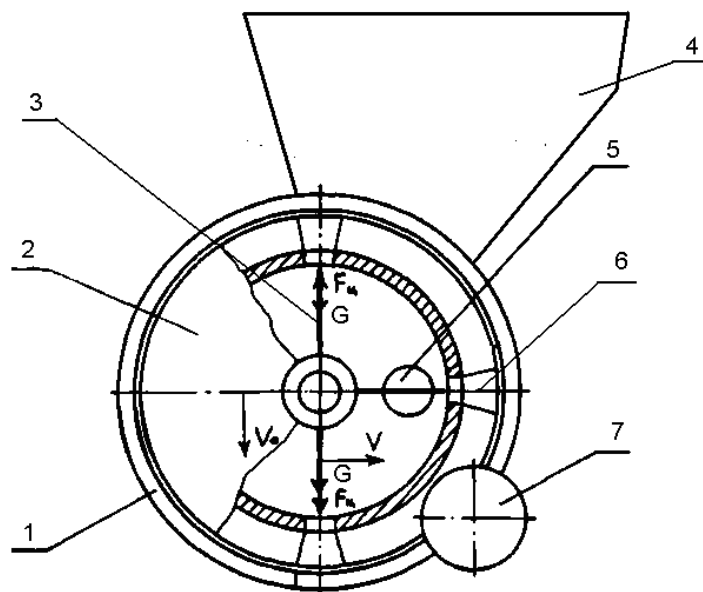


Рис. 3.1. Принципова схема швидкісного висівного апарата:

1 - корпус; 2- висівний диск; 3 - крильчатка; 4 - бункер; 5 - насінневий канал; 6 - комірка; 7 - відбивний ролик; F_u - відцентрова сила; G - сила тяжіння; V_0 - швидкість диска; V - швидкість крильчатки.

Для цього крильчатка обладнана механізмом приводу, який передає їй швидкість в напрямку обертання диска по модулю меншу, ніж швидкість диска. Автономний привід висівного диска і крильчатки дозволяє передавати насінню відповідну швидкість V_n ковзання по комірчастій поверхні диска

$$V_n = V_0 - V, \quad (3.1)$$

де V_0 - колова швидкість обертання висівного диска;

V - колова швидкість обертання лопатевої крильчатки.

Із збільшенням колової швидкості обертання крильчатки поліпшується примусове «зштовхування» насіння в комірки диска відцентровою силою. Крім того, якість однозернового висіву таким апаратом підвищується внаслідок поліпшення заповнення комірок шляхом збільшення зони заповнення до 360° і різкого зростання часу контакту комірок з насінинами.

3.2. Будова висівного апарата

Висівний апарат (рис. 3.2) складається з корпусу 1, диска 2, крильчатки 3 і деталей механізму приводу. Корпус 1 виготовлений з алюмінієвого сплаву. Для отримання відливки за робочими кресленнями була виготовлена модель. Після формовки виконувалось лиття. Відливка оброблялась на токарно-гвинторізному і фрезерному станках з врахуванням допусків і посадок, що забезпечують роботоздатність висівного апарата.

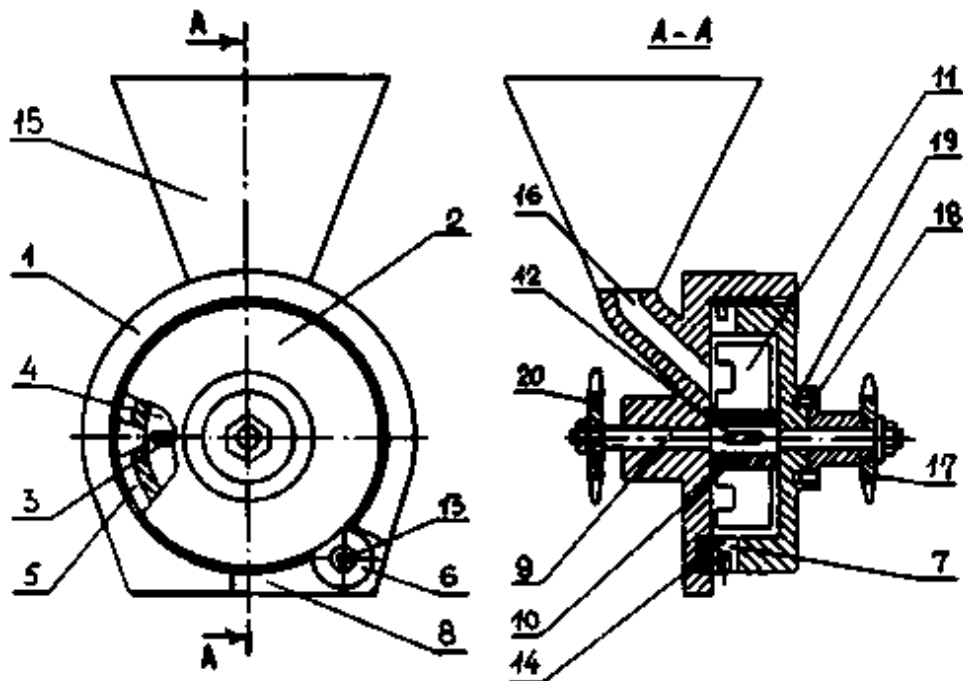


Рис. 3.2. Висівний апарат:

1 - корпус; 2 - диск; 3 - крильчатка; 4 - порожнина; 5 - кільцева проточка; 6 - відбивний ролик; 7 - комірка; 8 - висівне вікно; 9 - вал; 10 - маточина; 11 - лопать; 12 - шпонка; 13 - вісь; 14 - чистик; 15 - насінневий бункер; 16 - насінневий канал; 17 і 20 - зірочки; 18 - штифт; 19 - отвір.

В корпусі апарата встановлений висівний диск 2, який разом з корпусом 1 утворює порожнину 4. Диск також виготовлений відливкою з алюмінієвого сплаву з подальшою обробкою його на токарно-гвинторізному і свердлильному станках. Він має кільцеву проточку 5, в яку входить відбивний ролик 6 і наскрізні комірочки 7, якими здійснюється забір насіння з порожнини 4, що утворена корпусом 1 і диском 2 апарата та подача їх у висівне вікно 8. Комірочки мають форму розширеного назовні конуса, при цьому враховані форма і розміри насіння культури, яка висівається, внаслідок чого є можливість за допомогою заміни висівних дисків виконувати висів різних просапних культур (кукурудза, цукрові буряки та інші).

В порожнині 4 на валу 9 встановлена лопатева крильчатка 3, яка примусово, за рахунок відцентрової сили направляє насіння в комірочки 7 висівного диска 2, що охоплює його по колу. Крильчатка 3 включає маточину 10 і лопаті 11 з вирізами виготовлена з смугової сталі. Лопаті крильчатки 3 приварені до маточини 10; для забезпечення приводу крильчатки маточина 10 виконана із шпонковою канавкою, за допомогою якої через шпонку 12 обертання крильчатці передається від вала 9.

Для виключення пошкодження насіння у висівному вікні 8 робоча грань корпусу 1 апарата виконана активною у вигляді відбивного ролика 6, встановленого на осі 13 наявність ролика виключає заклинювання насіння в комірках 7. Відбивний ролик виготовлений із сталі. Додаткова очистка комірок від сміття і заклинившихся насіння здійснюється чистиком 14 у вигляді щітки, яка встановлена в нижній частині корпусу 1 висівного апарата у висівному вікні 8.

Насіння засипається в насінневий бункер 15, з якого поступає в насінневий канал 16, що виконаний в корпусі 1 висівного апарата.

Привід висівного диска 2 і крильчатки 3 незалежний. Обертання висівного диска 2 здійснюється ланцюговою передачею через зірочку 17 і штифти 18, які входять в отвір 19 на зовнішньому торці диска 2. Крильчатка 3 приводиться в роботу від вала 9 за допомогою ланцюгової передачі і зірочки 20.

3.3. Технологічний процес роботи висівного апарата

Технологічний процес роботи швидкісного висівного апарата (рис. 3.2) полягає в наступному. Під час руху посівного агрегату обертання від опорно-привідних коліс сівалки через вал контрпривода передається двома ланцюговими передачами на висівний апарат (рис. 3.3).

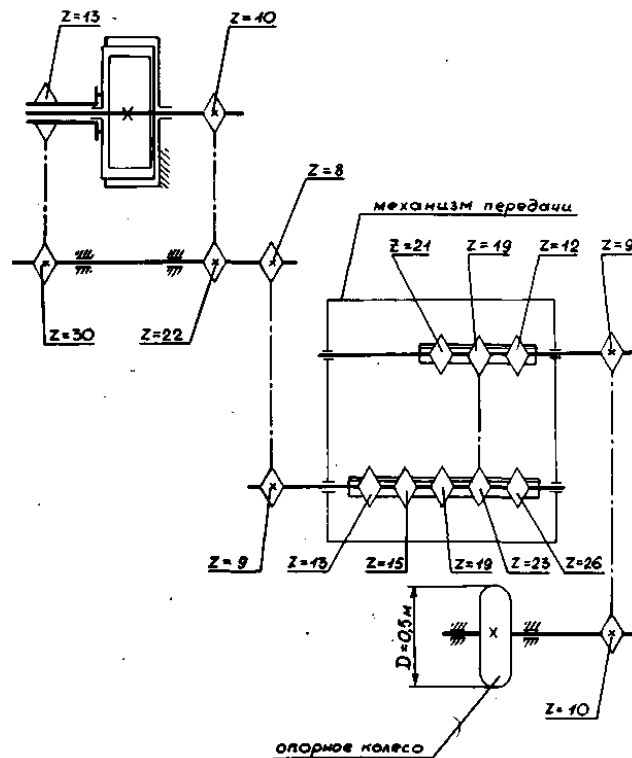


Рис. 3.3. Кінематична схема механізму приводу швидкісного висівного апарата.

При цьому обертання висівного диска 2 і крильчатки 3 здійснюється незалежно в одному і тому ж напрямку, але з різними коловими швидкостями. Висівний диск 2 обертається з коловою швидкістю, рівною швидкості руху сівалки, а крильчатка 3 - з меншою швидкістю; при цьому різниця в швидкостях руху диска і крильчатки, що визначає швидкість ковзання насіння по комірчастій поверхні диска, підбирається зміною передаточного відношення з умови найкращого заповнення комірок. Для цього на валу контрпривода встановлюються зірочки для приводу диска 2 і крильчатки 3 з числом зубів

відповідно $Z = 30$ і $Z = 22$. Зірочка на валу привода крильчатки має число зубів $Z = 10$, а зірочка для приводу висівного диска має число зубів $Z = 13$.

Насіння, яке знаходиться в насінневному бункері 15, під дією сили тяжіння рухається в насінневий канал 16 корпусу 1 висівного апарата, заповнюючи при цьому порожнину 4, що утворена між корпусом 1 і висівним диском 2 і в якій розміщена крильчатка 3. По лопатям 11 обертаючої крильчатки 3 насіння рухаються під дією відцентрової сили і сили тяжіння (по всій довжині зони заповнення), що при невеликій швидкості ковзання насіння по комірчастій поверхні диска (біля 0,1-0,2 м/с) забезпечує надійне заповнення комірок.

Насіння, яке попало в комірки 7 після відбивного ролика 6 (за напрямком обертання диска 2), не випадають з комірок 7 за рахунок дії відцентрової сили, а після проходження ними верхньої частини висівного апарата вони утримуються в комірках ще й силою тяжіння.

Вивантажуються насіннина з комірок 7 в нижній частині корпусу 1 апарата у висівне вікно 8 під дією відцентрової сили і сили тяжіння. в момент проходження висівного вікна 8 коміркою, заповненою насінням на останнє діє чистик 14 у вигляді еластичної щітки, яка виштовхує заклинене насіння і очищає комірки від забруднення сторонніми домішками. Відбивний ролик 6, обертаючись за рахунок сили тертя до диска, виштовхує насіння, яке заклинилося в комірках 7, знову в порожнину диска.

Оскільки колова швидкість висівного диска рівна швидкості руху сівалки і в нижній частині корпусу апарата направлена назад по ходу, то насіння викидається з комірок назад з горизонтальною швидкістю, рівною швидкості агрегату, що по відношенню до землі складає нульову горизонтальну швидкість. Із збільшенням швидкості обертання диска і крильчатки надійність заповнення комірок підвищується, так, як відцентрова сила, «заштовхуюча» насіння в комірки, збільшується пропорційно квадрату кутової швидкості крильчатки.

З висівного вікна 8 насіння падає на дно борозни, утвореної сошником, і заробляється самоосипаючим ґрунтом або загортачами з подальшим ущільненням поверхні поля котками посівних секцій.

3.4. Висновки до розділу

1. За результатами теоретичних досліджень технологічного процесу роботи швидкісного висівного апарата насіння просапних культур розроблені схеми апаратів точного висіву.

2. У швидкісному висівному апараті насіння просапних культур забезпечується внутрішнє заповнення комірок за допомогою відцентрового розгону насіння.

3. Оскільки колова швидкість висівного диска рівна швидкості руху сівалки і в нижній частині корпусу апарата направлена назад по ходу, то насіння викидається з комірок назад з горизонтальною швидкістю, рівною швидкості агрегату, що по відношенню до землі складає нульову горизонтальну швидкість.

4. Зі збільшенням швидкості обертання диска і крильчатки надійність заповнення комірок підвищується, так, як відцентрова сила, «заштовхуюча» насіння в комірки, збільшується пропорційно квадрату кутової швидкості крильчатки.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТА

4.1. Мета і задачі експериментального дослідження

Метою експериментального дослідження є визначення оптимальних технологічних, режимних і конструктивних параметрів швидкісного висівного апарата [2, 3, 12,16, 19, 21, 22, 23, 25, 29].

Для досягнення мети були поставлені і вирішені такі задачі (при висіві насіння кукурудзи і цукрових буряків):

- а) розробка і виготовлення спеціального стенда для дослідження швидкісних висівних апаратів точного висіву;
- б) підготовка об'єктів дослідження (натурних моделей висівних апаратів) та вимірнувальної апаратури;
- в) експериментально вивчити вплив технологічних, режимних і конструктивних параметрів експериментального апарата за методикою одно факторного експерименту;
- г) провести порівняльні дослідження роботи апарат в польових умовах.

4.2. Програма експериментального дослідження робочого процесу швидкісного висівного апарата

Програмою експериментального дослідження роботи швидкісного висівного апарата ставилась задача визначення найбільш перспективної технологічної схеми цього апарата, що зумовлюється поєднанням конструктивних елементів (табл. 3.1).

Вибрана перспективна схема апарата потім піддавалась дослідженню за методикою однофакторного експерименту. Крім того, в програму пошукових дослідів були включені такі фактори, як розміри і форма комірок висівного диска, що зумовлюють спосіб западання насіння кукурудзи в комірку: плазом,

на ребро чи торчком. Розміри комірок при цьому визначались за відомими рекомендаціями. Комірки виготовлялись з врахуванням западання дрібного і крупного насіння кукурудзи.

При однофакторному дослідженні перевірялась якість поздовжнього розподілу насіння при зміні параметрів лопатевої крильчатки, клинового виштовхувача, висівного диска, корпуса, а також при зміні висоти установки апарата на стрічкою стенда. При вивченні роботи лопатевої крильчатки досліджувався вплив на розподіл насіння числа n лопатей, зазору a між кінцями лопатей і внутрішньою коміркою поверхнею диска, а також довжини l_1 і l_2 вирізу на лопатях крильчатки (рис. 4.1).

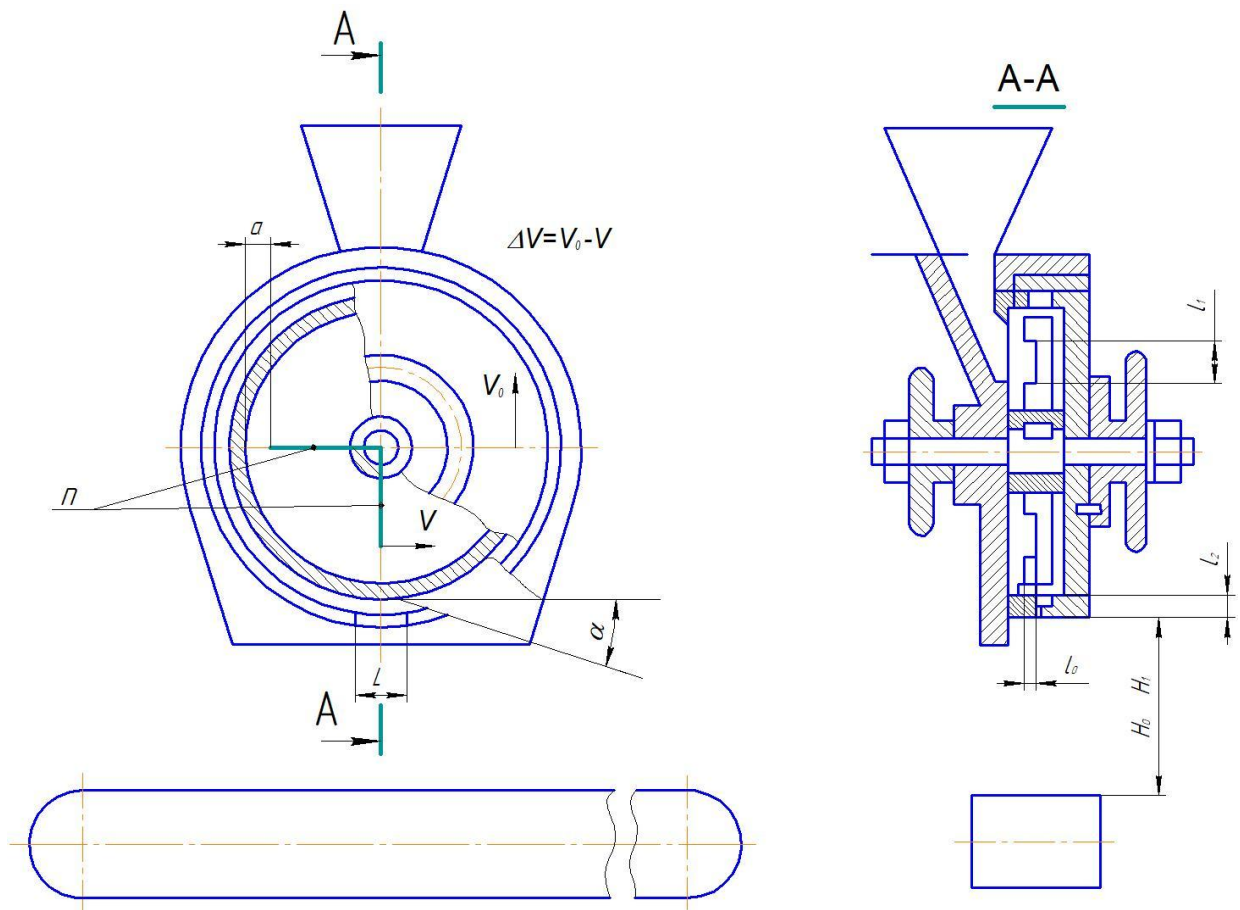


Рис. 4.1. Схема досліджуваних параметрів швидкісного висівного апарата

При дослідженні процесу виходу насіння з комірок вивчався вплив на розподіл насіння вздовж стрічки кута α нахилу робочої грані клинового виштовхувача і довжини L висівного вікна.

Досліджувані параметри варіювалися по п'яти рівнях. (табл. 4.1).

Таблиця 4.1.

**Значення параметрів при однофакторному дослідженні
швидкісного висівного апарата**

Параметри	Значення параметрів				
t_c	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
V_0	1,94	2,50	3,05	3,61	4,16
ΔV	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
L	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00
N	1	2	3	4	5
A	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
l_1	29,00	32,00	35,00	38,00	41,00
l_2	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00
A	0,00	0,17	0,35	0,52	0,70
H_k	80,00	180,00	280,00	360,00	480,00
H_c	30,00	60,00	90,00	120,00	150,00

В таблиці 4.1 позначено (рис. 4.1):

t_c - глибина циліндричних комірок діаметром 5,0 мм;

V_0 - колова швидкість обертання висівного диска, м/с;

ΔV - різниця колових швидкостей обертання диска і крильчатки, м/с;

L - довжина висівного вікна, мм;

n - кількість лопатей крильчатки, шт.;

a - зазор між кінцями лопатей крильчатки і внутрішньою комірчастою поверхнею висівного диска, мм;

l_1 - довжина вирізу на лопаті крильчатки, мм;

l_2 - глибина вирізу на лопаті крильчатки, мм;

α - кут нахилу робочої грані клинового виштовхувача до горизонту, рад.;

H_k - висота розміщення точки виходу насіння кукурудзи з комірок диска над липкою стрічкою, мм;

H_c - висота розміщення точки виходу насіння цукрових буряків з комірок диска над липкою стрічкою, мм.

Частота обертання висівного диска контролювалась при допомозі імпульсного лічильника.

При допомозі процесу заповнення комірок диска насіння з допомогою імпульсного лічильника фіксувалась кількість комірок які пройшли і підраховувалась кількість висіяних цими комірками насінин. При цьому висівалось більше 200 насінин. Після чого визначався коефіцієнт заповнення комірок диска, важений в долях одиниці

$$k = \frac{N_c}{N}, \quad (4.1)$$

де N_c - кількість висіяних насінин, шт.;

N - кількість насінин які пройшли, шт.

При дослідженні впливу конструктивних і режимних параметрів експериментального висівного апарата на дроблення насіння останнє висівалось масою від 0,05 кг до 0,10 кг. З маси висіяних насінин вибиралось все дроблене насіння і зважувалось. Зважувалось і ціле (не пошкоджене) насіння. Кожний дослід виконувався в трикратній послідовності, після чого визначався відсоток дроблення насіння для різних рівнів варіювання факторів

$$D = \frac{m}{M_c} \cdot 100\%, \quad (4.2)$$

де m - маса пошкодженого насіння, кг;

M_c - маса пошкодженого і цілого насіння, кг.

4.3. Будова і робота стенда для дослідження швидкісних висівних апаратів

Якість роботи висівних апаратів характеризується, в основному, рівномірністю розподілу насіння вздовж осі рядка, на яку суттєвий вплив має коефіцієнт заповнення комірок диска і пошкодження насіння апаратом.

Для дослідження швидкісних висівних апарат на рівномірність розподілу насіння вздовж осі рядка, а також експериментального вивчення впливу технологічних, режимних і конструктивних параметрів апаратів на коефіцієнт

заповнення комірок диска і пошкодження насіння був розроблений і виготовлений дослідний стенд (рис. 4.2), що дозволяє вивчити роботу апаратів точного висіву на підвищених швидкостях.

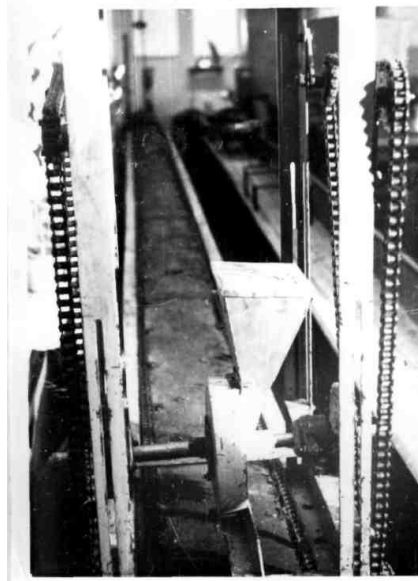


Рис. 4.2. Загальний вигляд стенда для дослідження швидкісних висівних апаратів.

Стенд має підвищену надійність і роботоздатність за рахунок плавності його пуску і підвищеної рівномірності руху стрічки. Для плавного збільшення швидкості стрічки до потрібної використовувався рідинний реостат, за допомогою якого здійснювався плавний запуск. Рівномірність руху стрічки досягалась за рахунок застосування несучого втулково-роликового ланцюга з малим кроком (19,5 мм) та її установки таким чином, щоб площа стрічки співпадала з площиною осьових ліній пальців ланцюга.

Дослідний стенд (рис. 4.3) складається з рами 1, на якій змонтовано приймальний ланцюгово-стрічковий транспортер 2 і спеціальна рамка 3 для встановлення і кріплення дослідного висівного апарата 4, рідинного реостата 5, електродвигуна 6, електродвигуна постійного струму 7, черв'ячного редуктора 8 і вала контрприводу 9 досліджуваного висівного апарата. Приймальний транспортер складався з двох безкінечних ланцюгів 10, до спеціальних лапок 11 яких прикріплена стрічка 12. Регулювання натягу приймального транспортера здійснювалось за допомогою болтів 13 натяжного пристрою веденого вала 14.

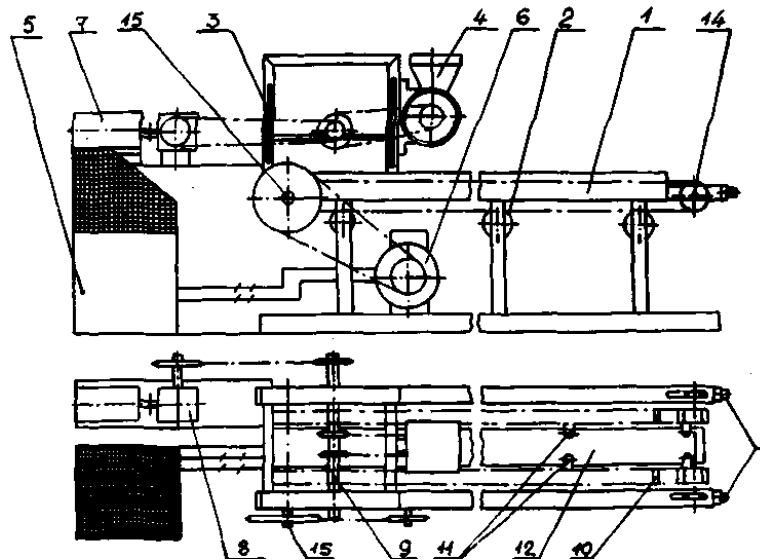


Рис. 4.3. Стенд для дослідження висівних апаратів.

Електрична схема стенда (рис. 4.4) включала реверсивний магнітний пускач ПМЕ-211; асинхронний електродвигун з фазним ротором МІ-ІІІ-6 (напруга 220/380 В, потужність $N + 3,5$ кВт, частота обертання $n = 915$ хв⁻¹); рідинний реостат, призначений для плавної зміни частоти обертання електродвигуна; пристрій для визначення середньої швидкості руху приймального транспортера при встановленому режимі (електромагніт РВП22-32, два мікровимикачі МП-110, секундомір С-11-16) і кнопку управління КМЗ-3В.

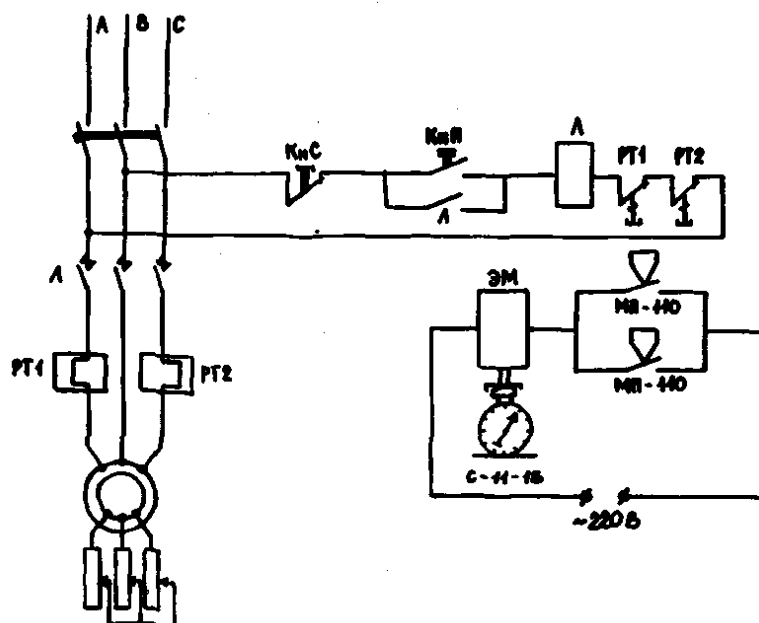


Рис. 4.4. Електрична схема стенда.

Робота стенда полягає в наступному. Для передачі прийомному транспортеру 2 необхідної швидкості включався пускач ПМЕ-211 і вводились електроди рідинного реостату 5 в 3% розчин кальцинованої соди. По мірі занурення електродів рідинного реостату постійно збільшувалась частота обертання вала електродвигуна 6, чим забезпечувався плавний розгін приймального транспортера 2 і висока точність потрібної швидкості рух стрічки 12. При досягненні номінальної частоти обертання електродвигуна електроди повністю занурювались в розчин кальцинованої соди.

Рух від електродвигуна до приймального транспортера передавався за допомогою механізму, що складався з ведучої, веденої і натяжної зірочок та втулково-роликового ланцюга, зірочок ведучого 15 і веденого 14 валів приводу стрічки 12 транспортера 2 через лапки 11 і втулково-роликові ланцюги 10.

Швидкість руху стрічки приймального транспортеру визначалась на даній ділянці, довжина якої була рівною семи метрам. На розгін і гальмування відводилось не менше 0,5 м.

Привод досліджуваного висівного апарата для висіву насіння кукурудзи (рис. 4.5) здійснювався від ведучого вала приймального транспортера через приводні зірочки і ланцюги.

Привід встановленого на дослідному стенді апарата для висіву насіння цукрових буряків був автономним (рис. 4.6). Механізм приводу висівного апарату включає електродвигун постійного струму, черв'ячний редуктор, вал контрприводу, приводні зірочки і ланцюги.

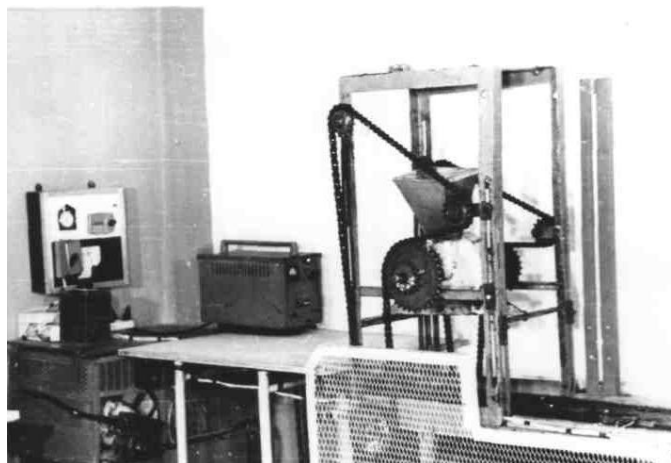


Рис. 4.5. Досліджуваний висівний апарат насіння кукурудзи на стенді.

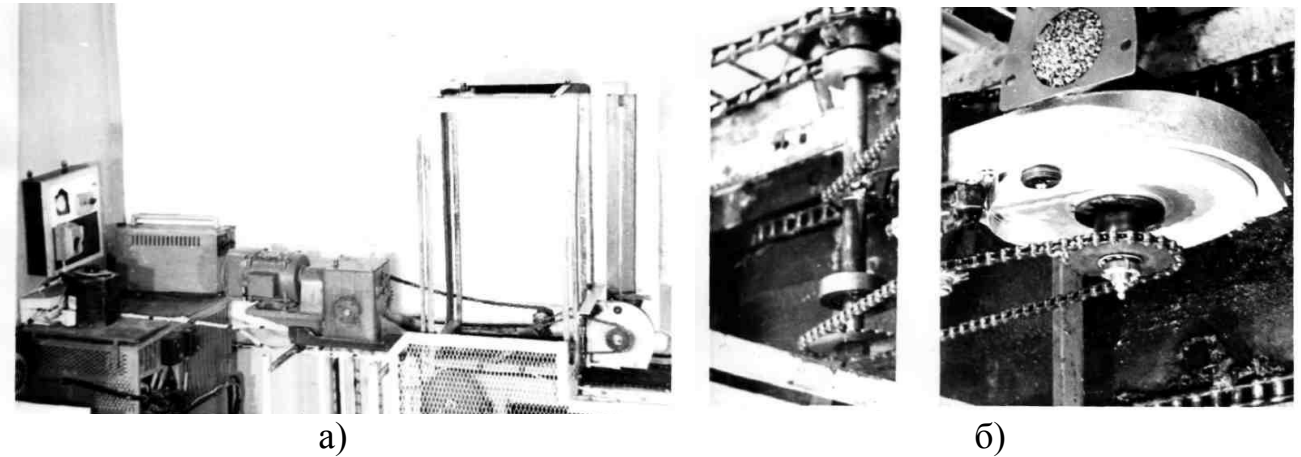


Рис. 4.6. Досліджуваний висівний апарат насіння цукрових буряків на стенді:

а) вид з боку; б) вид зверху.

Електрична схема приводу складається з вимикача TGL 16563, електродвигуна постійного струму з незалежним збудженням типу МІ-32 (напруга включення 220В, потужність $N = 0,76$ кВт, номінальна частота обертання $n_n = 2500$ хв⁻¹); однофазних випрямлячів для живлення обмотки збудження і обмотки якоря, зібраних на напівпровідникових діодах Д232А (сила струму $J = 10$ А); лабораторного автотрансформатора РНО-250-2 (потужність $N = 2$ кВт, межа регулювання напруги U від 0 до 220 В); пристрою для визначення частоти обертання висівного диска апарата (мікровимикач МП101, вирівнювач АДЗ-50, імпульсний лічильник БИС-62) і вольтметра Е-30.

Робота механізму приводу досліджуваного апарата полягала в наступному. Для передачі висівному диску апарата необхідної частоти обертання натискалась кнопка «Пуск» вимикача TGL 16563, маховичком автотрансформатора РНО-250-2 встановлювалась відповідна напруга, яка контролювалась вольтметром Е-30, висівний диск апарата при цьому починав плавно обертатися і набирив потрібну частоту.

При натисканні на кнопку «Стоп» вимикача TGL 16563 проходило знеструмлення електричної схеми приводу висівного апарата, чим забезпечувалась швидка зупинка диска апарата.

Висів насіння апаратом проводиться тільки на відліковій ділянці приймального транспортера. Для цього все висіане в процесі розгону апарата насіння збиралось в приймальний лоток. Одночасно з включенням секундоміра лоток відводився в сторону і насіння висівалось на липку стрічку приймального транспортера. Після проходження відлікової ділянки проводилось знеструмлення електричних схем установки і механізму приводу апарата, внаслідок чого забезпечувалась швидка зупинка приймального транспортера і висівного диска апарата. Після зупинки приймального транспортера підраховувалась кількість висіяних насінин фіксувалось їх взаємне розміщення на липкій стрічці. Інтервали між висіяним насінням замірялись за допомогою мірної лінійки з точністю $\pm 0,5$ мм. Результати замірів записувались в журналі дослідів.

Для визначення коефіцієнта заповнення комірок висівного диска висів насіння здійснювався в спеціальну ємність. При цьому з допомогою пристрою для визначення частоти обертання диска фіксувалось число обертів диска.

Пошкодження насіння висівним апаратом визначалось з допомогою висіву порції насіння масою більше $\pm 0,05$ кг в спеціальну ємність, де воно збиралось і зважувалось. Після чого вибиралось все пошкоджене насіння і також зважувалось.

Експериментальне дослідження технологічного процесу висіву насіння просапних культур з врахуванням впливу заробки насіння ґрунтом в борозні можливе при допомозі розроблених нами лабораторних установок, принципова новизна яких підтверджена трьома авторськими свідоцтвами.

4.4. Результати дослідження робочого процесу швидкісного висівного апарата

Результати дослідження робочого процесу експериментального апарата при висіві ним насіння кукурудзи представлені в таблицях А1, А2, А3, А4, А5, А6, і А7 додатків.

На рисунках 4.7 - 4.13 розміщені графіки залежності середньо-арифметичного значення v_1 інтервалів між насінинами, середнього квадратичного відхилення σ інтервалів між насінинами і коефіцієнта варіації v від способу заповнення комірок висівного диска насінинами різних фракцій, колової швидкості V_0 обертання диска, різниці колової швидкостей ΔV обертання диска і крильчатки, кута α нахилу робочої грані клинового виштовхувала, висоти H установки висівного апарата над стрічкою прийомного транспортера, числа n лопатей крильчатки, а також зазору a між кінцями лопатей крильчатки і внутрішньою комірчастою поверхнею диска.

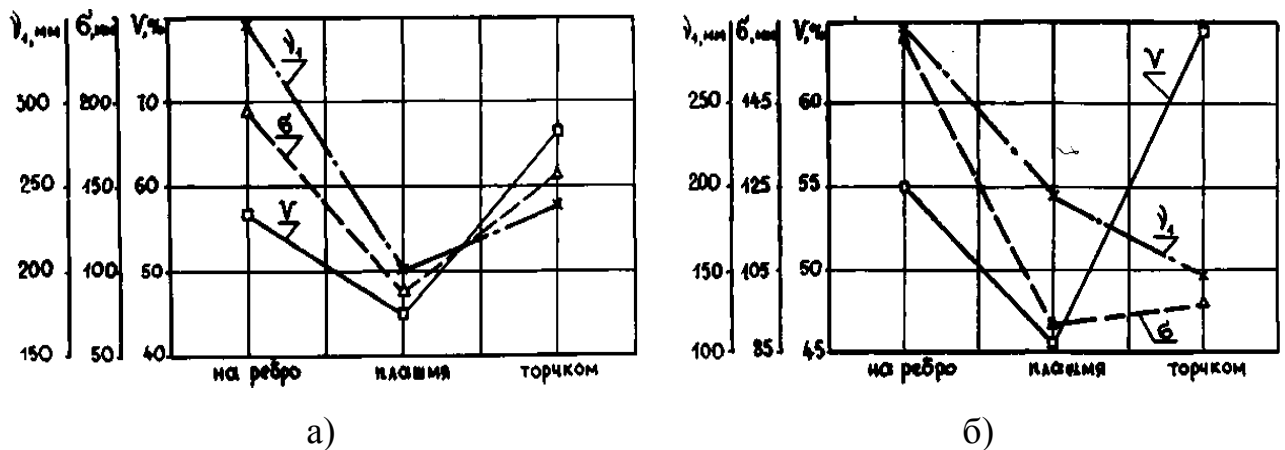


Рис. 4.7. Вплив способів заповнення комірок висівного диска насінням кукурудзи на рівномірність їх розподілу вздовж рядка при висіві різних сортів і фракцій:

а) насіння сорту Дніпропетровський 247 МВ третя фракція; б) насіння сорту ВІР-42 перша фракція.

З графіків (рис. 4.7) видно, що середнє квадратичне відхилення σ і коефіцієнт варіації v мають явно виражений мінімум при заповненні комірок висівного диска насінням кукурудзи, коли вони западають в комірки плашлія. Середнє арифметичне значення v_1 інтервалів близьке при цьому до розрахункового значення (210 мм). При заповненні комірок диска на ребро і торчком σ і v значно зростають, а величина v_1 суттєво відрізняється від розрахункового в більшу сторону.

Із збільшенням колової швидкості V_0 обертання диска, а відповідно, і швидкості стрічки приймального транспортера до 3,0 м/с (рис. 4.8) при висіві насіння кукурудзи величини σ і ν порівняно невеликі. Подальше збільшення швидкості висівного диска і стрічки (до 4-5 м/с) веде до деякого росту нерівномірності розподілу насіння.

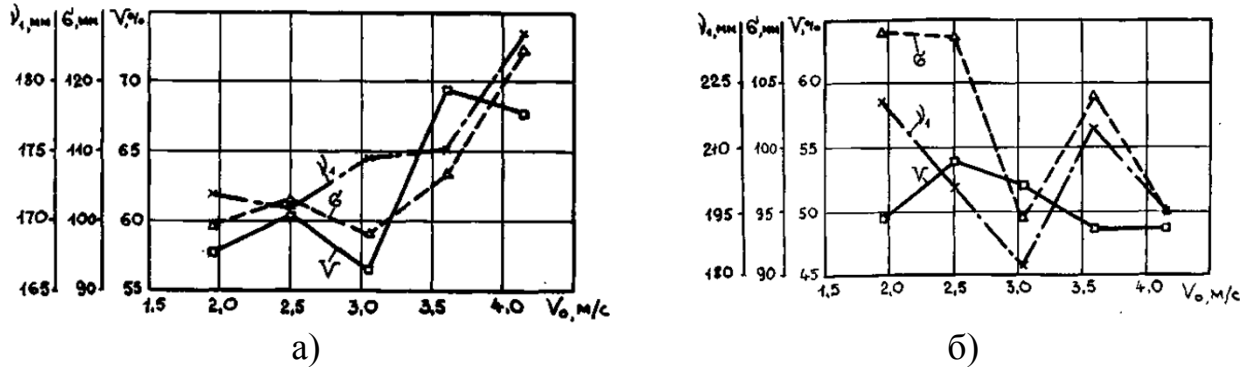


Рис. 4.8. Залежність рівномірності розподілу насіння кукурудзи вздовж рядка від колової швидкості V_0 обертання висівного диска при висіві різних сортів і фракцій:

а) насіння сорту Дніпропетровський 247 МВ третя фракція; б) насіння сорту ВІР-42 перша фракція.

Зв'язок між різницею колових швидкостей ΔV обертання висівного диска і крильчатки та рівномірністю розподілу насіння кукурудзи вздовж осі рядка представлено на графіку (рис. 4.9).

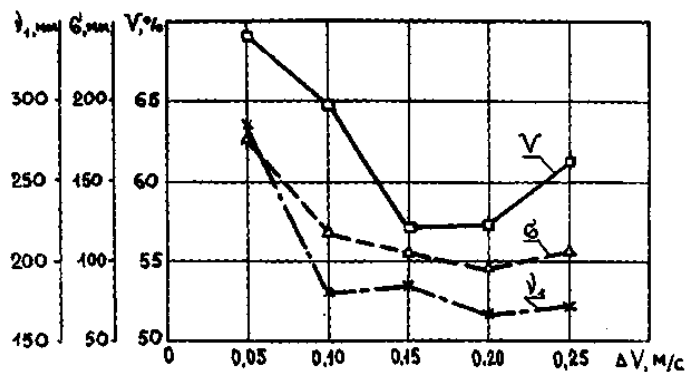


Рис. 4.9. Зв'язок між різницею колових швидкостей ΔV обертання висівного диску і крильчатки та рівномірністю розподілу насіння кукурудзи вздовж осі рядка.

Аналіз графіків (рис. 4.9) показує, що із збільшенням різниці колових швидкостей ΔV обертання висівного диска і крильчатки до 0,15-0,20 м/с якість розподілу насіння вздовж рядка і заповнення комірок висівного диска покращується. При подальшому збільшенні ΔV рівномірність розподілу насіння погіршується.

Певний вплив на якість висіву насіння має кут α нахилу робочої грані клинового виштовхувача (рис. 4.10).

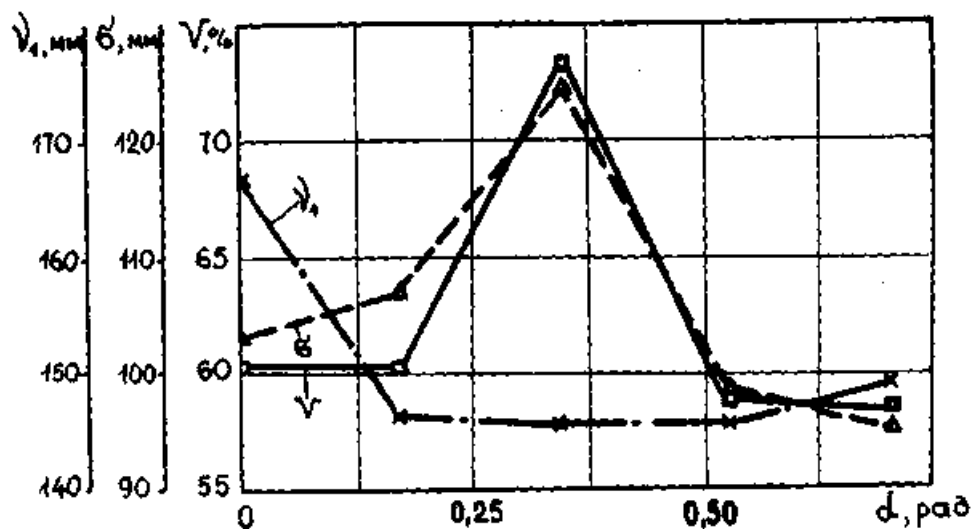


Рис. 4.10. Вплив кута α нахилу робочої грані клинового виштовхувача на рівномірність розподілу насіння кукурудзи вздовж осі рядка.

Так, при значенні кута α нахилу робочої грані клинового виштовхувача близькому до нуля, спостерігається більш рівномірний розподіл насіння вздовж осі рядка. Це пояснюється тим, що при цьому швидкість виходу насіння з комірок диска рівна швидкості руху агрегату і протилежно напрямлена. Із збільшенням кута α до 0,35 рад. якість розподілу насіння погіршується. При подальшому збільшенні кута α (до 0,70 рад) рівномірність розподілу насіння ще більше погіршується.

Із збільшенням висоти H_k установки висівного апарата над липкою стрічкою транспортера рівномірність розподілу насіння значно погіршується (рис. 4.11), що пояснює збільшення часу руху насіння до дна борозни.

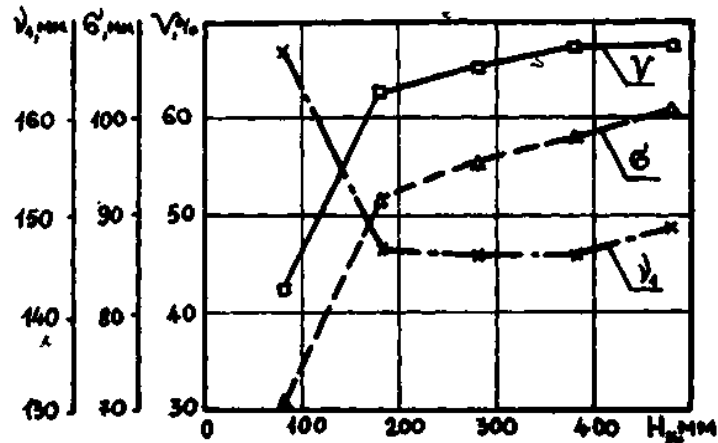


Рис. 4.11. Залежність між рівномірністю розподілу насіння кукурудзи вздовж рядка і висотою H_k установки висівного апарата над стрічкою приймального транспортера.

Зв'язок між кількістю n лопатей крильчатки і рівномірністю розподілу насіння кукурудзи вздовж рядка подано на рисунку 4.12.

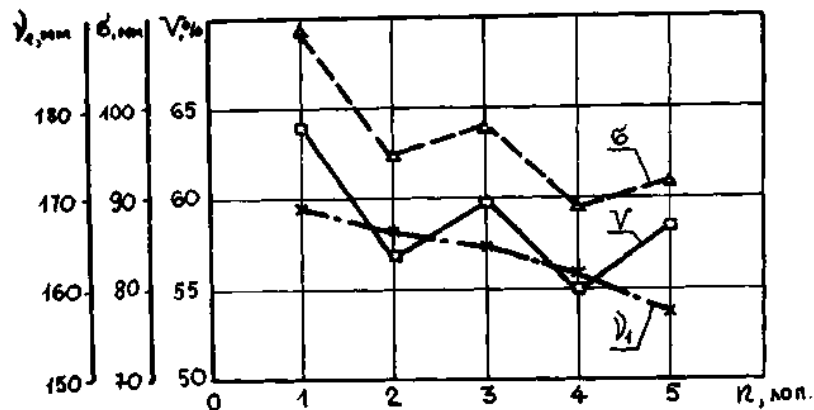


Рис. 4.12. Зв'язок між кількістю n лопатей крильчатки і рівномірністю розподілу насіння кукурудзи вздовж рядка.

Як видно з графіків (рис. 4.12), збільшення кількості n лопатей крильчатки (до чотирьох) приводить до деякого покращення рівномірності висіву, оскільки при збільшенні кількості лопатей швидкості окремих насінин, які рухаються по внутрішній комірчастій поверхні диска, вирівнюється між собою і це сприяє стабілізації процесу висіву.

Вплив зазору a між кінцями лопатей крильчатки і внутрішньої комірчастої поверхні висівного диска на рівномірність розподілу насіння кукурудзи вздовж рядка показано графічно на рисунку 4.13.

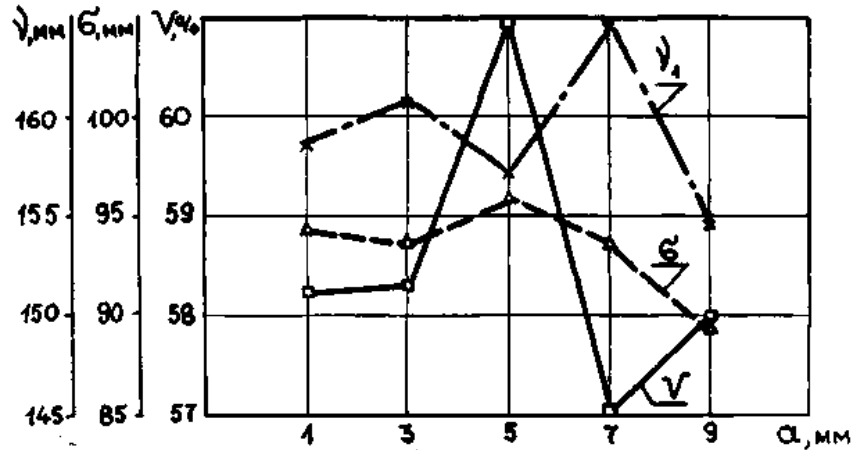


Рис. 4.13. Вплив зазору a між кінцями лопатей крильчатки і внутрішньої комірчастої поверхні висівного диска на рівномірність розподілу насіння кукурудзи вздовж рядка.

При порівняно малих зазорах a між кінцями лопатей крильчатки і внутрішньою поверхнею диска (до 5 мм) якість висіву кукурудзи гірша, ніж при зазорі, рівному 7,0 мм (рис. 4.13). Це пояснюється тим, що при малому зазорі лопать крильчатки діє на насіння під час його западання в комірку чим погіршується заповнення окремих комірок. Подальше збільшення зазору приводить до погіршення заповнення комірок насінням.

4.5. Висновки до розділу

1. Експериментальними дослідженнями роботи швидкісного висівного апарата насіння просапних культур передбачалося визначення найбільш перспективної технологічної схеми цього апарата, що забезпечиться поєднанням відповідних конструктивних елементів.

2. Для дослідження швидкісних висівних апарат на рівномірність розподілу насіння вздовж осі рядка, а також експериментального вивчення

впливу технологічних, режимних і конструктивних параметрів апаратів на коефіцієнт заповнення комірок диска і пошкодження насіння був розроблений і виготовлений дослідний стенд, що дозволяє вивчити роботу апаратів точного висіву на підвищених швидкостях.

3. Експериментальне дослідження технологічного процесу висіву насіння просапних культур з врахуванням впливу заробки насіння ґрунтом в борозні можливе при допомозі розроблених нами лабораторних установок, принципова новизна яких підтверджена трьома авторськими свідоцтвами.

4. Середнє квадратичне відхилення σ і коефіцієнт варіації v мають явно виражений мінімум при заповненні комірок висівного диска насінням кукурудзи, коли вони западають в комірки плашлія. Середнє арифметичне значення v_1 інтервалів близьке при цьому до розрахункового значення (210 мм). При заповненні комірок диска на ребро і торчком σ і v значно зростають, а величина v_1 суттєво відрізняється від розрахункового в більшу сторону.

5. Із збільшенням колової швидкості V_0 обертання диска, а відповідно, і швидкості стрічки приймального транспортера до 3,0 м/с при висіві насіння кукурудзи величини σ і v порівняно невеликі. Подальше збільшення швидкості висівного диска і стрічки (до 4-5 м/с) веде до деякого росту нерівномірності розподілу насіння.

6. Із збільшенням різниці колових швидкостей ΔV обертання висівного диска і крильчатки до 0,15-0,20 м/с якість розподілу насіння вздовж рядка і заповнення комірок висівного диска покращується. При подальшому збільшенні ΔV рівномірність розподілу насіння погіршується.

7. При значенні кута α нахилу робочої грані клинового виштовхувача близькому до нуля, спостерігається більш рівномірний розподіл насіння вздовж осі рядка. Це пояснюється тим, що при цьому швидкість виходу насінин з комірок диска рівна швидкості руху агрегату і протилежно напрямлена. Із збільшенням кута α до 0,35 рад. якість розподілу насіння погіршується. При подальшому збільшенні кута α (до 0,70 рад) рівномірність розподілу насіння ще більше погіршується.

8. Із збільшенням висоти H_k установки висівного апарата над липкою стрічкою транспортера рівномірність розподілу насіння значно погіршується, що пояснює збільшення часу руху насіння до дна борозни.

9. Збільшення кількості n лопатей крильчатки (до чотирьох) приводить до деякого покращення рівномірності висіву, оскільки при збільшенні кількості лопатей швидкості окремих насінин, які рухаються по внутрішній комірчастій поверхні диска, вирівнюється між собою і це сприяє стабілізації процесу висіву.

10. При порівняно малих зазорах a між кінцями лопатей крильчатки і внутрішньою поверхнею диска (до 5 мм) якість висіву кукурудзи гірша, ніж при зазорі, рівному 7,0 мм. Це пояснюється тим, що при малому зазорі лопать крильчатки діє на насіння під час його западання в комірку чим погіршується заповнення окремих комірок. Подальше збільшення зазору приводить до погіршення заповнення комірок насінням.

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1 Дослідження та оцінка стану з охорони праці в ПП «Ларіни»

Науково-технічний прогрес обумовлює нові задачі, пов'язані з охороною праці. В умовах зросту механізації та автоматизації процесів зберігання та переробки зернової продукції, велике значення набуває проблема охорони праці працюючих.

Збільшення енергоозброєності та технічної оснащеності потребує своєчасного виявлення, усунення і потенційного прогнозування можливих небезпечних місць на виробничих лініях, складах та інших виробничих об'єктах. Необхідне проведення робіт профілактичного характеру, пов'язаних з попередженням нещасних випадків. Для цієї цілі відповідним службам з охорони праці необхідно керуватися:

1. Законом України «Про охорону праці», прийнятим Верховною Радою України 21 листопада 2002 року;
2. «Типовим Положенням» про навчання по питанням охорони прані;
3. «Інструкціями» – тобто нормативними актами, які містять обов'язкові для дотримання працівниками вимог з охорони прані при виконанні робіт на робочих місцях.

В ПП «Ларіни» за стан охорони праці відповідає директор, Черкашина Т.В. Їй підпорядковується інженер з питань охорони праці, який працює за сумісництвом і має практичний стаж роботи більше 3-х років.

До основних обов'язків директора входить:

- опрацювання ефективної цілісної системи управління ОП;
- сприяння удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи;

В свою чергу спеціаліст з питань охорони праці контролює:

- дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання працівниками посадових інструкцій з питань

охорони праці;

- виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій та подань уповноважених трудових колективів і профспілок з питань охорони праці;
- своєчасне проведення навчання та інструктажів працюючих, атестації та переатестації з питань безпеки праці посадових осіб та осіб, які виконують роботи підвищеної небезпеки, а також дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт.

За стан охорони праці на робочих місцях відповідають начальники цехів, майстри, бригадири. До їх обов'язків входить:

- забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань опрацювання ефективної цілісної системи управління охороною праці;
- вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працівників;
- професійного добору виконавців для визначених видів робіт.

Вступний інструктаж з питань охорони праці для працівників проводить спеціаліст з охорони праці підприємства.

В підприємстві погано організована пожежно-сторожова охорона, яка не оснащена зв'язком зі всіма підрозділами господарства. Графік чергувань пожежної охорони розроблено, але його не завжди дотримуються. Навчання правилам безпеки практично не ведеться.

Стан охорони праці на виробничих ділянках характеризує узагальнений коефіцієнт рівня охорони праці.

$$K_{cn}^u = \frac{K_{\partial} + K_{\text{б}} + K_{\text{внр}}}{3} \leq 1 \quad (5.1)$$

Розраховуємо коефіцієнт рівня дотримання правил охорони праці:

$$K_{\partial} = \frac{C_{\partial}}{C}, \quad (5.2)$$

де K_{∂} – коефіцієнт рівня дотримання правил охорони праці;

C_{∂} – кількість працівників, що дотримуються правил охорони праці;

C – загальна кількість працівників.

$$K_{\partial 2015} = \frac{9}{10} = 0,9;$$

$$K_{\partial 2016} = \frac{10}{10} = 1,0;$$

$$K_{\partial 2017} = \frac{10}{10} = 1,0.$$

Як показали розрахунки, рівень дотримання правил охорони праці в господарстві за останній рік підвищився.

Розраховуємо коефіцієнт технічної безпеки обладнання:

$$K_{\sigma} = \frac{n_{\sigma\sigma}}{n}, \quad (5.3)$$

де K_{σ} – коефіцієнт технічної безпеки обладнання;

$n_{\sigma\sigma}$ – кількість одиниць обладнання, що відповідає вимогам безпеки і санітарним вимогам;

n – загальна кількість обладнання.

$$K_{\sigma 2015} = \frac{20}{25} = 0,8;$$

$$K_{\sigma 2016} = \frac{20}{25} = 0,8;$$

$$K_{\sigma 2017} = \frac{23}{25} = 0,92.$$

Як показали розрахунки, рівень технічної безпеки в господарстві за останні роки підвищився.

Розраховуємо коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці:

$$K_{\text{впр}} = \frac{m_{\text{сп}}}{m}, \quad (5.4)$$

де $K_{\text{впр}}$ – коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці;

m_{cp} – кількість фактично виконаних запланованих робіт з охорони праці;

m – загальна кількість запланованих робіт за певний відрізок часу.

$$K_{впр2015} = \frac{5}{10} = 0,5;$$

$$K_{впр2016} = \frac{6}{10} = 0,6;$$

$$K_{впр2017} = \frac{6}{10} = 0,6.$$

Коефіцієнт рівня охорони праці дорівнює:

$$K_{сн2015}^ч = \frac{0,9 + 0,8 + 0,5}{3} = 0,73;$$

$$K_{сн2016}^ч = \frac{1,0 + 0,8 + 0,6}{3} = 0,8;$$

$$K_{сн2017}^ч = \frac{1,0 + 0,92 + 0,6}{3} = 0,84.$$

Коефіцієнт рівня охорони праці свідчить, що стан охорони праці в господарстві, як показують розрахунки даний показник за останній рік підвищився.

В господарстві стан охорони праці знаходиться на належному рівні, але маютьяся недоліки: не проводиться атестація робочих місць; підвищений рівень запиленості робочих місць; не проводиться інструктаж з охорони праці та надання першої медичної допомоги, для учнів і студентів, які прибувають на виробничу практику до господарства.

5.2 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення в господарстві

Метою дослідження виробничого травматизму є розробка заходів по запобіганню нещасних випадків на підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини. Аналіз причин

травматизму дозволяє поділяти їх на організаційні, технічні, психофізіологічні та санітарно-гігієнічні.

Так, як в господарстві випадків травматизму за досліджувані роки не було, проводимо розрахунок показників захворювань.

Для їх кількісної характеристики використовують такі показники:

- коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 100 \quad (5.4)$$

- коефіцієнт важкості захворювань:

$$K_{\text{в}} = \frac{Д}{T} \quad (5.5)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу:

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{P} \cdot 100 \quad (5.6)$$

де T – кількість випадків захворювань за досліджуваний період;

P – середньоспискова кількість працівників, чол.;

$Д$ – сумарна втрата днів працездатності в результаті захворювань, днів.

Отже, за звітній період отримаємо наступні дані:

- коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{\text{ч}2015} = \frac{1}{10} \cdot 100 = 10$$

- коефіцієнт важкості захворювань:

$$K_{\text{в}2015} = \frac{24}{1} = 24$$

- коефіцієнт втрат робочого часу:

$$K_{\text{вт}2015} = \frac{24}{10} \cdot 100 = 240$$

Основні показники захворювань зводяться до таблиці 5.1 та робляться висновки про його рівень.

Таблиця 5.1 – Основні показники захворювань по ПП «Ларіни»

Показники	Роки		
	2019	2020	2021
Кількість працюючих, чол.	10	10	10
Кількість захворювань, од	1	-	-
Втрати днів непрацездатності від захворювань	24	-	-
Коефіцієнт частоти	10	-	-
Коефіцієнт важкості	24	-	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	240	-	-

5.3. Заходи по поліпшенню умов праці

Для покращення стану охорони праці на підприємстві, створення безпечних умов праці, зменшення виробничого травматизму та захворюваності, в наслідок чого підвищення рівня виробництва рекомендується:

- організувати кабінет з охорони праці;
- забезпечити кабінет необхідним обладнанням;
- закупити учбові плакати з охорони праці та розповсюдити їх по всіх виробничих підрозділах;
- систематично проводити демонстрацію фільмів про охорону праці та пожежну безпеку;
- проводити з працівниками лекції та бесіди з охорони праці;
- щомісяця проводити на підприємстві день охорони праці;
- налагодити пропаганду безпечних умов праці.
- слідкувати за чистотою площадок для зберігання техніки.
- перевірити лінії електропередач, висоту введів в приміщення. Висота ліній по нижньому проводу повинна бути не менше 6 м, а висота вводу в приміщення не менше 2,5 м.
- перевірити блискавкозахист приміщень.

- перевірити контури заземлення електрообладнання та встановити захисні щитки.
- забезпечити протипожежним інвентарем, резервуарами з водою та вогнегасниками.
- посадити зелене насадження.
- забезпечити кожний агрегат аптечкою першої медичної допомоги.
- регулярно проводити інструктажі з охорони праці.
- забезпечити всі виробничі приміщення плакатами з охорони праці.

5.4 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі виникнення пожежі

В разі виникнення пожежі на стаціонарних об'єктах викличте пожежну команду, повідомте керівництво і приступіть до ліквідації осередку загоряння згідно з вимогами інструкції про заходи з пожежної безпеки.

При виникненні пожежі на електроустановках у першу чергу необхідно повідомити про це пожежну охорону, відповідального за електрогосподарство, керівника робіт.

У випадку загоряння зерна погасіть топку, виключіть вентилятори і вивантажувальні пристрої, закрийте випускні заслінки і, не зупиняючи подачі вологого зерна, відкрийте люки дифузорів, виявивши осередок загоряння, через вікно коробка спробуйте витягнути його із шахти. Якщо осередок загоряння усунути не вдається, включіть розвантаження на максимальну продуктивність, а осередки загоряння зерна гасіть водою й усувайте з основного потоку зерна. Після розвантаження всього зерна ретельно очистіть стінки камери й поверхню коробів від нагару.

При загорянні одязі постарайтесь зняти її або накрийте палаючу ділянку щільною матерією, при можливості занурте у воду.

Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшенню умов праці в підприємстві

Розрахунок освітлення виробничих приміщень

Специфіка обладнання підприємств зі зберігання техніки полягає в тому, що воно майже не потребує місцевого освітлення, тому розрахуємо загальне освітлення. Розрахунок проведемо для основних виробничих приміщень.

Розрахунок виконаємо за методом використання світлового потоку. Для цього знайдемо висоту підвісу світильників:

$$H_c = H - (h_p + h_r), \text{ м} \quad (5.8)$$

де H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочого місця, м;

h_r – відстань від стелі до світильника, м.

Для всіх приміщень висота підвісу буде складати:

$$H_c = 6 - (1,15 + 0,45) = 4,4 \text{ м}$$

Далі визначаємо показник приміщення:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H_c (a + b)}, \quad (5.9)$$

де a і b – довжина і ширина приміщення відповідно, м.

Для виробничого відділення цей індекс складає:

$$\varphi = \frac{18 \cdot 9}{4,4 \cdot (12 + 9)} = \frac{162}{118,8} = 1,36$$

Далі визначаємо кількість світильників в цеху при умові розміщення їх один від одного на відстані три метри:

$$n = \frac{S}{l^2}, \text{ шт} \quad (5.10)$$

Звідси,

$$n = \frac{162}{9} = 18 \text{ шт}$$

Таким чином, приймаємо кількість світильників рівну 18 шт.

Далі визначаємо світловий потік однієї лампи за формулою:

$$F = \frac{E_{\min} \cdot K \cdot Z \cdot S}{n \cdot \eta} \quad (5.11)$$

де E – мінімальна освітленість, що дорівнює 150 люкс;

K – коефіцієнт запасу, що враховує запиленість світильників ($K = 1,7$);

Z – відношення середньої освітленості до мінімальної ($Z = 0,53$);

S – площа приміщення, м²;

n – кількість світильників, шт.;

η – коефіцієнт використання світового потоку ($\eta = 0,55$).

Розрахунковий світовий потік складає:

$$F = \frac{150 \cdot 1,7 \cdot 0,53 \cdot 162}{18 \cdot 0,55} = 2211_{\text{лм}}$$

Отже,

$$E = \frac{2211 \cdot 18 \cdot 0,55}{1,7 \cdot 162 \cdot 0,53} = 150_{\text{лк}}$$

Далі за визначеним мінімальним світовим потоком вибираємо лампи для світильників. Таким чином, для обраних світильників типу ОДОР приймаємо люмінесцентні газорозрядні лампи ЛДЦ потужністю 40 Вт.

Рекомендації щодо покращення охорони праці

1. Більше уваги приділяти навчанню робітників підрозділів, керівнику підприємства і інженеру з охорони праці.
2. Перевірити стан вентиляції в приміщеннях.
3. Обладнати належним чином місця для куріння на всіх виробничих дільницях, керівнику підприємства.
4. Звернути особливу увагу на проведення інструктажів з питань охорони праці, ознайомити працівників зі способами надання першої медичної допомоги, для учнів і студентів, які прибувають на виробничу практику до господарства, інженеру по охороні праці.
5. Провести атестацію робочих місць.

Висновки

У даному розділі приведені стан охорони праці та обов'язки відповідальних осіб з охорони праці на підприємстві, проаналізований стан охорони праці в цеху. У частині інженерних розрахунків для покращення умов праці та підвищення безпеки виробництва був проведений розрахунок системи освітлення приміщень. Також був розроблений план дій виробництва при вибуху, як найбільш ймовірній надзвичайній ситуації.

На підставі проведеного аналізу стану охорони праці на підприємстві був розроблений план заходів і засобів спрямованих на покращення умов та безпеки праці, підвищення культури виробництва та зниження травматизму робітників.

6. РЕЗУЛЬТАТИ ПОЛЬОВИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

6.1. Загальні відомості

Дослідження експериментального швидкісного висівного апарата проводилися з метою впровадження його у виробництво.

За результатами дослідження складені висновки і розроблені рекомендації з впровадження швидкісного висівного апарата у виробництво. Результати дослідження швидкісного висівного апарата прийняті проектно-конструкторським інститутом для впровадження в процесі проектування принципово нових конструкцій висівних апаратів для висіву насіння просапних культур і зокрема цукрових буряків, кукурудзи, соняшнику та інших.

Впровадження розробленого і дослідженого експериментального висівного апарата проводилося у виробничих умовах в господарствах Дніпропетровської області.

6.2 Дослідження швидкісного висівного апарата в польових умовах

Дослідження швидкісного висівного апарата в польових умовах проводилося у ПП «Ларіни» Солонянського району Дніпропетровської області. Експериментальною сівалкою, яка була обладнана розробленим швидкісним висівним апаратом, була виконана сівба кукурудзи. На цій же площі за однакових умов була виконана контрольна сівба кукурудзи сівалкою УПС-8 серійного виробництва, яка розроблена Кропивницьким приватним акціонерним товариством «Ельворті». У результаті більш рівномірного розподілу насіння вздовж рядка отримана надбавка урожаю зерна кукурудзи (табл. 6.1).

Площа посівів і урожайність кукурудзи

Сівалка	Культура	Площа, га	Урожайність, ц/га
ПП «Ларіни»			
УПС-8 (контроль)	Кукурудза на зерно	84,5	46,8
Експериментальна	Кукурудза на зерно	2,0	55,5

Як видно з таблиці 6.1, приріст урожаю зерна кукурудзи склав в середньому 18,6% при середній урожайності на контролі 46,8 ц/га.

6.3 Розрахунок техніко-економічної ефективності

Для розрахунку техніко-економічної ефективності була прийнята методика визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій, а також рекомендації інших авторів [27, 32].

Визначались наступні основні вартісні натуральні показники, що враховують виробництво і експлуатацію серійної та експериментальної сівалки: економія експлуатаційних витрат, економія витрат праці, річна економія, окупність додаткових витрат, рентабельність вирощування кукурудзи, металоємність процесу та інше.

Розрахунки техніко-економічної ефективності виконувались на основі матеріалів виробничих випробувань, проведених на полях ПП «Ларіни» Солонянського району Дніпропетровської області.

Експериментальна сівалка була виготовлена на базі серійної кукурудзяної сівалки УПС-8. Якість виконання сівби експериментальною сівалкою, обладнаною швидкісним висівним апаратом, значно вища показників серійної кукурудзяної сівалки УПС-8. Перевірка ефективності агрегатів виконувалась на

ділянках з довжиною гону в середньому 1000 м і загальною площею до 100 гектарів.

Експлуатаційні витрати експериментальної і серійної кукурудзяної сівалок визначались порівнянням затрат на виконання сівби кукурудзи. Були складені технологічні карти на вирощування кукурудзи сорту «Дніпропетровська 247МВ» із застосуванням серійної кукурудзяної сівалки УПС-8 і експериментальної, яка була обладнана швидкісним відцентровим висівним апаратом. Технологічна оцінка машин приведена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2.

Техніко-експлуатаційна характеристика посівних агрегатів

Показники	Варіант	
	Базовий	Новий
1. Марка: трактора сівалки	ЮМЗ-6АКМ УПС-8	ЮМЗ-6АКМ УПС-8М
2. Маса: трактора ЮМЗ-6АКМ, кг сівалки, кг	3147 1125	3147 1065
3. Ширина захвату посівного агрегату, м	5,6	5,6
4. Робоча швидкість, м/с	1,94	2,91
5. Кількість робітників: трактористів сівальників	1 1	1 1
6. Змінна продуктивність, га/зміну	21,9	32,85
7. Годинна продуктивність, га/год	3,12	4,69
8. Річне завантаження, год: трактора ЮМЗ-6АКМ сівалки УПС-8	1800 50	1800 50
9. Річний виробіток посівних агрегатів, га	156,0	234,5

Розраховані дані продуктивності посівного агрегату, що записані в таблиці 6.2, визначалися за формулою [5, 20, 28, 32. 36]

$$W = 0,36 \cdot V \cdot T \cdot B \cdot \tau, \quad (6.1)$$

де W - змінна продуктивність, га/зміну;

V - робоча швидкість посівного агрегату, м/с;

T - тривалість часу зміни, год;

B - ширина захвату агрегату, м;

τ - коефіцієнт використання часу зміни.

Змінна продуктивність експериментального кукурудзяного посівного агрегату склала

$$W = 0,36 \cdot 5,6 \cdot 2,91 \cdot 7 \cdot 0,8 = 32,85 \text{ га/зміну.}$$

Для серійного кукурудзяного посівного агрегату змінна продуктивність визначалась аналогічно.

Вихідні данні для розрахунку виробничих витрат подані в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3.

Вихідні техніко-економічні данні

Показники	Варіант	
	Базовий	Новий
Балансова вартість, грн.: трактора ЮМЗ-6АКМ сівалки УПС-8	113160 75000	113160 75000
Годинна ставка оплати з надбавками і нарахуваннями (середня по зонах), грн. трактористу на сівбі цукрових кукурудзи сівальнику	100,0 85,0	100,0 85,0
Норма амортизаційних відрахувань, %: тракторів сівалок і зчіпок	17,5 14,2	17,5 14,2
Норма відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування, %: тракторів кукурудзяних сівалок	8 18	8 18
Розхід палива при сівбі кукурудзи, кг/год	9,1	10,3

Розрахунок амортизаційних відрахувань, відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування виконувалось окремо для трактора і кукурудзяної сівалки. Амортизаційні відрахування (на реновацію і капітальний ремонт) трактора і сівалки визначалися за формулою [5, 20]

$$A = \frac{Ba}{100A_3}, \quad (6.2)$$

де A - відрахування на амортизацію, грн.;

B - балансова вартість, грн.;

A_3 - річне завантаження, год.

Сума амортизаційних відрахувань по базовому посівному агрегату склала

$$A_{\bar{o}} = \frac{113160 \cdot 17,5}{100 \cdot 1800} + \frac{75000 \cdot 14,2}{100 \cdot 50} = 224 \text{ грн./год.}$$

$$A'_{\bar{o}} = 224 : 3,12 = 77,79 \text{ грн./га}$$

Визначення відрахувань на амортизацію по експериментальному посівному агрегату проводилось аналогічно. Результати визначення амортизаційних відрахувань приведені в таблиці 6.4.

Розрахунок відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування трактора і сівалки проводилось за формулою [20, 32]

$$R = \frac{Ba'}{100A_3}, \quad (6.3)$$

де R - відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн.;

a' - норми відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування, %.

Тоді відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування по новому посівному агрегату будуть рівні:

- на годину роботи

$$R_n = \frac{113160 \cdot 8}{100 \cdot 1800} + \frac{75000 \cdot 18}{100 \cdot 50} = 275 \text{ грн./год.};$$

- на 1 га посівів

$$R'_n = 275 : 4,69 = 58,64 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування по базовому посівному агрегаті вираховувалось аналогічно, значення їх представлені в таблиці 6.4.

Прямі виробничі витрати на експлуатацію посівних агрегатів, що змінювались в залежності від застосованої сівалки, визначались за формулою [20, 32]

$$U = Z + A' + C_2 + x, \quad (6.4)$$

де U - прямі виробничі витрати з експлуатації агрегатів, грн.;

Z - заробітна плата робочих, які обслуговують агрегат, грн/га;

A' - сума амортизаційних відрахувань (на реновацію і капітальний ремонт), грн/га;

R' - відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

C_2 - витрати на паливо-мастильні матеріали, грн./га;

X - витрати на зберігання машин, грн./га.

$$x = \frac{0,078}{Wr};$$

$$x_{\bar{o}} = \frac{0,078}{3,12} = 0,025 \text{ грн./га};$$

$$x_n = \frac{0,078}{4,69} = 0,017 \text{ грн./га}.$$

Для серійного кукурудзяного посівного агрегату прямі виробничі витрати з його експлуатації становитимуть

$$U_{\bar{o}} = 8,47 + 77,79 + 91,06 + 20,41 + 0,025 = 197,76 \text{ грн./га}.$$

Розрахунок прямих виробничих витрат експериментальної кукурудзяної сівалки посівного агрегату виконується аналогічно. Результати розрахунків поміщені в таблиці 6.4.

Питомі капіталовкладення відповідно при використанні серійної і експериментальної сівалок визначались по балансовій вартості придбання машин (відповідно існуючих каталогів на нову техніку та річним звітам господарства).

Питомі капіталовкладення визначались за формулою [20, 32].

$$K = \frac{\Sigma K}{Az}, \quad (6.5)$$

де K - питомі капітальні вкладення, грн.;

ΣK - загальна сума капітальних вкладень, грн.

При використанні серійної бурякової сівалки питомі капітальні вкладення на один гектар посівів базовим агрегатом склали

$$K_{\delta} = \left(\frac{113160}{1800} + \frac{75000}{50} \right) \cdot \frac{1}{3,12} = 500,12 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно визначались питомі капітальні вкладення на гектар посівів кукурудзи експериментальним посівним агрегатом (табл. 6.4).

Таблиця 6.4.

Визначення питомих виробничих витрат і капітальних вкладень, грн./га

Показники	Варіант	
	Базовий	Новий
Амортизаційні відрахування	77,79	47,76
Відрахування на поточний ремонт і ТО	91,06	58,64
Заробітна плата:		
- трактористів	4,58	3,05
- сівальників	3,89	2,59
Вартість палива	20,41	15,47
Витрати на зберігання машини	0,025	0,017
Прямі виробничі витрати з експлуатації посівних агрегатів, всього	197,76	127,53
Питомі капітальні вкладення	500,12	328,20

Річний госпрозрахунковий економічний ефект визначався виходячи з економії прямих виробничих витрат

$$E_x = (U_{\delta} - U_n) \cdot A_n, \quad (6.6)$$

де E_x - річний госпрозрахунковий економічний ефект, грн.;

U_{δ} - прямі виробничі витрати з експлуатації базового посівного агрегатів, грн./га;

U_n - прямі виробничі витрати з експлуатації експериментального посівного агрегатів, грн./га;

A_n - річний виробіток експериментального посівного агрегату, га.

Госпрозрахунковий річний економічний ефект склав

$$E_x = (197,76 - 127,53) \cdot 234,5 = 16469 \text{ грн.}$$

Річний народногосподарський економічний ефект в сфері експлуатації, тобто від впровадження сівалки, обладнаної експериментальним висівним апаратом для висіву насіння кукурудзи, в сільськогосподарське виробництво, вираховується за формулою

$$E_n = [(U_{\delta} + \epsilon_n \cdot K_{\delta}) - (U_n + \epsilon_n \cdot K_n)] \cdot A_n, \quad (6.7)$$

де E_n - річний народногосподарський економічний ефект, грн.;

ϵ_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, рівний 0,15.

Кількісне значення символів поміщене в таблиці 5.4.

Підставляємо значення у формулу (5.7) і отримуємо

$$E_n = [(197,76 + 0,15 \cdot 500,12) - (127,53 + 0,15 \cdot 328,20)] \cdot 234,5 = 22516,2 \text{ грн.}$$

Затрати праці на одиницю виконуваної роботи вираховувались за формулою [20, 32]

$$Z_m = \frac{L}{W_e}, \quad (6.8)$$

де Z_m - затрати праці, год./га;

L - кількість людей, які обслуговують агрегат, чол.;

W_e - виробіток за час експлуатаційної години, га.

Затрати праці на одиницю виконуваної роботи базовим посівним агрегатом склали

$$Z_m = \frac{2}{3,12} = 0,64 \text{ год./га}$$

Аналогічно вираховувались затрати праці нового експериментального посівного агрегату.

$$Z_m = \frac{2}{4,69} = 0,43 \text{ год./га.}$$

Результати розрахунків приведені в таблиці 6.5.

Техніко-економічна ефективність проекту

Показники	Варіанти	
	Базовий	Експериментальний
Затрати праці, год./га	0,64	0,43
Енергоємність процесу сівби, кВт-год/га	14,14	9,41
Металоємність процесу, кг/га.	7,77	5,18
Рівень рентабельності вирощування кукурудзи, %	-	117

Енергоємність визначалась за формулою [20, 32]

$$E = \frac{N_{en}}{W_r}, \quad (6.9)$$

де E - енергоємність процесу посіву, кВт-год./га;

N_{en} - номінальна потужність трактора, кВт;

W_r - годинна продуктивність трактора, га/год.

Енергоємність процесу сівби кукурудзи базовим посівним агрегатом склала

$$E = \frac{44,13}{3,12} = 14,14 \text{ кВт-год./га}$$

Визначення енергоємності сівби новим експериментальним посівним агрегатом проводилось аналогічно, результати записані в таблиці 6.5.

Визначення металоємності проводилось за формулою [20, 32]

$$M = \frac{G_m + \frac{G_m \cdot A'_3}{A_3}}{A_n}, \quad (6.10)$$

де G_m - маса агрегатованої машини, кг;

G_m - маса трактора, кг;

A'_3 - завантаження трактора на сівбі кукурудзи, год;

A_3 - річне завантаження трактора, год;

A_n - річний виробіток посівних агрегатів, га.

Металоємність процесу сівби:

- базовим посівним агрегатом

$$M = \frac{1125 + \frac{3147 \cdot 50}{1800}}{156.0} = 7.77 \text{ кг/га.},$$

- експериментальним посівним агрегатом

$$M = \frac{1125 + \frac{3147 \cdot 50}{1800}}{234.0} = 5.18 \text{ кг/га.}$$

Результати розрахунків представлені в таблиці 6.5.

Рівень рентабельності вирощування кукурудзи в новому варіанті визначався як співвідношення прибутку Π до повної собівартості C [20, 32]

$$Y_n = \frac{\Pi \cdot 100}{C}, \quad (6.11)$$

$$Y_n = \frac{1131 \cdot 100}{970} = 117\%.$$

Цей показник порівнювався з рівнем рентабельності у базовому варіанті, який визначався таким же способом. Значення рівня рентабельності записані в таблиці 6.5.

Як видно з таблиці, затрати на виготовлення експериментального швидкісного висівного апарата не перевищують затрат на виготовлення серійного висівного апарата. Але варто відмітити, що під час сівби кукурудзи сівалкою, яка обладнана експериментальним швидкісним висівним апаратом, зменшуються затрати на вирощування кукурудзи і підвищується урожайність. Додатковий чистий дохід, отриманий при цьому, дає значний економічний ефект.

За всіма основними показниками експериментальна сівалка більш економічно ефективна, ніж серійна кукурудзяна сівалка УПС-8. При використанні експериментальної сівалки забезпечується зниження експлуатаційних затрат на гектар посівів на 35,51 %, затрат праці на 32,81 %. Річний народногосподарський економічний ефект від використання одної експериментальної сівалки УПС-8Е рівний 22516,2 грн. в порівнянні з використанням серійної кукурудзяної сівалки УПС-8.

6.4. Висновки до розділу

1. При висіві насіння кукурудзи експериментальним швидкісним апаратом і апаратом сівалки УПС-8 в лабораторних умовах якість висіву із збільшенням колової швидкості V_0 диска експериментального апарата покращується, в той же час як у серійного воно погіршується: так, коефіцієнт варіації v інтервалів для апарата сівалки УПС-8 більше на 10-15%, ніж у експериментального апарата.

2. Порівняльні польові дослідження експериментального і серійного апаратів для висіву насіння кукурудзи підтвердили більш високу якість розподілу сходів вздовж рядка для експериментального апарата: так, коефіцієнт варіації v для експериментального апарата виявився на 25,0% менше, ніж в апарата сівалки УПС-8, де він рівний 85,2%.

3. Польові дослідження експериментального і серійного висівних апаратів для кукурудзи показали, що із збільшенням швидкості руху апарата з експериментальними посівними секціями рівномірність розподілу сходів покращується, коефіцієнт варіації v інтервалів при цьому для експериментальних апаратів в 1,3-1,7 разів нижча, ніж в серійних (54-42% проти 70%).

4. Посіви кукурудзи у виробничих умовах ФГ «Ларіни», при сівбі сівалкою обладнаною експериментальним швидкісним висівним апаратом, врожай зерна кукурудзи підвищився на 8,7 ц/га при середній урожайності на контролі 46,8 ц/га.

5. Економічний розрахунок показав, що сівалка, обладнана експериментальним швидкісним висівним апаратом більш ефективна, ніж серійна кукурудзяна сівалка УПС-8. Впровадження експериментальної кукурудзяної сівалки забезпечить зниження експлуатаційних затрат на гектар посівів на 35,51%, затрат праці на 32,81 %. Річний народногосподарський економічний ефект від використання одної експериментальної сівалки складає 22516,2 гривні в порівнянні з сівалкою УПС-8 серійного виробництва.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведене дослідження робочого процесу відцентрового висівного апарата дозволило зробити наступні основні висновки і пропозиції:

1. Конструкція відцентрового висівного апарата має принципову новизну, що підтверджено авторськими свідоцтвами та патентами на винаходи. В цьому апараті насіння подається до внутрішньої порожнини диска, де з допомогою лопатевої крильчатки забезпечується ковзання його з регулюємою швидкістю по внутрішній комірчастій поверхні висівного диска; в комірки диска насіння западає не тільки під дією сили тяжіння, як у серійних апаратів, але й під дією відцентрової сили.

2. Теоретичний аналіз робочого процесу дозволив визначити основні параметри швидкісного висівного апарата: переміщення x насіння по лопаті в залежності від кута a повороту лопаті W її обертання; часу t западання насіння в комірку і довжину l комірки диска у верхньому положенні; довжина L висівного вікна корпусу апарата і довжину L_c щок сошника.

3. При дослідженні роботи відцентрового висівного апарата встановлено, що із зменшенням кута a нахилу робочої грані клинового виштовхувала до нуля розподіл насіння кукурудзи покращується; від зазору a між кінцем лопаті крильчатки і внутрішньою поверхнею диска і від різниці швидкостей ΔV обертання диска і крильчатки коефіцієнт варіації v інтервалів між насінинами залежить криволінійно; при цьому є мінімум величини v при $x_2(a) = 0$; $x_n(\Delta V) = 0$; розподіл насіння практично не залежить від висоти H розміщення апарата над стрічкою приймального транспортера.

4. Порівняльні лабораторні дослідження швидкісного висівного апарата для кукурудзи і апарата серійної кукурудзяної сівалки УПС-8 показали, що поздовжня рівномірність розподілу насіння швидкісним експериментальним висівним апаратом із збільшенням швидкості обертання диска покращується, в той же час в апараті сівалки УПС-8 вона погіршується: коефіцієнт варіації v інтервалів більше на 10-15%, ніж в експериментального висівного апарата.

5. Порівняльні польові дослідження швидкісного експериментального апарата для висіву кукурудзи і серійного апарата сівалки УПС-8 показали, що із збільшенням швидкості руху експериментального посівного агрегату поздовжня рівномірність розподілу сходів покращується: коефіцієнт варіації v в експериментального агрегату при цьому на 35% менше, ніж у серійного.

6. Швидкісний відцентровий однозерновий висівний апарат з оптимальними параметрами був встановлений на експериментальній кукурудзяній сівалці, якою була проведена сімба кукурудзи на зерно на площі два гектари. Ця сімба показала, що при висіві кукурудзи сівалкою, яка була обладнана швидкісним висівним апаратом, урожай зерна кукурудзи збільшився на 15,9% (на контролі урожай зерна кукурудзи становив 46,8 ц/га).

7. В результаті проведення досліджень розроблені і впровадженні стенд для дослідження швидкісних висівних апаратів і лабораторні установки, які можуть бути використані в науково-дослідних інститутах, машино-випробувальних станціях і конструкторських бюро з метою прискорення і більш якісного проведення лабораторних досліджень, а також з удосконалення конструкцій висівних апаратів і посівних секцій.

8. Швидкісний відцентровий однозерновий висівний апарат насіння просапних культур забезпечує більш рівномірний розподіл насіння кукурудзи і цукрових буряків вздовж рядка, при впровадженні його у виробництво затрати праці на один гектар посівів будуть зменшені; річний економічний ефект від зниження експлуатаційних витрат складає 22516,2 грн.; вартість додатково отриманого з одного гектара зерна кукурудзи становить 1131 гривня, рентабельність вирощування кукурудзи підвищиться на 17%; а додаткові капіталовкладення окупуються за один сезон.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басин В.С. Состояние и тенденции развития конструкций зарубежных сеялок для сахарной свеклы. - Обзорная информация ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, - М.: 1978, вып. I. - 56 с.
2. Белодедов В.А., Рудь А.В. Скоростной высевающий аппарат точного высева семян кукурудзы. Хмельницкий ЦНТИ, 1976, № 12-76. - 4 с.
3. Белодедов В.А., Рудь А.В. Установка для испытания скоростных высевающих аппаратов точного высева семян пропашных культур. - Инф. листок. Хмельницкий ЦНТИ, 1976, № 13-76. - 4 с.
4. Бондаренко П.М. Исследование процесса высева клещевины дисковым аппаратом.: Автореферат. Дис. к.т.н. Волгоград, 1982. - 24 с.
5. Бондаренко М. Г., Деменчук В. А. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві: Підручник. - К.: Вища школа. 1995. -237 с.
6. Брей В.В. Предпосылки системного анализа и синтеза формирования насаждений сахарной свеклы. - Механизация и электрификация соц. сел. хоз-ва, 1979, № 6. - С. 10-15.
7. Будагов А.А. Исследования по проблеме посева пропашных культур на высоких скоростях движения. - В кн.: Совершенствование конструкций сельскохозяйственных машин: Сб. трудов / Кубанский с.-х. ин.-т. Краснодар, 1970, вып. 30 (58) . - С. 3-21.
8. Будагов А.А. Предпосылки создания зерновой сеялки точного высева. - Механизация и электрификация соц. сел. хоз-ва, 1970, № 3. - С. 14-16.
9. Бузенков Г.М., Брандт Ю.К. Выброс семян ротационными аппаратами сеялок точного высева. - Механизация и электрификация соц. сел. хоз-ва, 1970, № 3. - С. 26-29.
10. Бузенков Г.М., Рыбаков В.Н. Оценка качества работы сошников - Механизация и электрификация соц. сел. хоз-ва, 1970, № 12. - С. 51-53.

11. Веденяпин П. В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. - М.: Колос. 1967.
12. Гарькавий А.Д. Конкуентоспроможність технології машин: навчальний посібник / А.Д. Гарькавий, В.Ф. Петриненко, А.В. Спирін. - Вінниця: ВДАУ - „Тірас”. - 2003. - 68 с.
13. Глуховський В. С. Комплексна механізація вирощування цукрових буряків. - К.: Урожай, 1986. - 245 с.
14. Горячкин В.П. Собрание сочинений. В 3-х т. - Изд. 2-е. - М.: Колос, 1968. - 720 с.
15. Дипломне та курсове проектування / Д.Г. Войтюк, О.В. Датишин, В.С. Колісник та ін.; За ред. О.В. Дацишина. - К.: Урожай, 1996. - 192 с.
16. Доспехов В.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). - Изд. 4-е перераб. и доп. - М.: Колос, 1979. - 416 с.
17. Дубчак В.М. Вища математика в прикладах та задачах. Навчальний посібник / В.М. Дубчак, В.М. Пришляк, Л.І. Новицька. – Вінниця: ВНАУ, 2018. – 254 с.
18. Иванов М.І., Гунько І.В., Ковальова І.М., Худолій О.І. Аналіз технологічних систем. Навчальний посібник. Частина 1. Вінниця.2010. – 113с.
19. Ільченко В. Д. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Д. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт та ін.: За ред. В.Д. Ільченка. - К.: Урожай, 1993.-288 с.
20. Калетнік Г. М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість [Текст] : підручник / Г. М. Калетнік, М. Г. Чаусов, В. М. Швайко *[та ін.] ... М-во аграр. політики України , Вінниц. держ. аграр. ун-т; . - Київ : Хай-Тек Прес, 2011. - 616 с.
21. Калетнік Г. М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість [Текст] : підручник. ... за ред. Г. М. Калетніка, М. Г. Чаусова. - Київ : Хай-Тек Прес, 2013. - 528 с.
22. Калетнік Г.М. Технічна механіка. Підручник. Калетнік Г.М., Булгаков

В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О.В. – К.: «Хай-Тек-Прес», 2011. – 340 с.

23. Ковбаса В. П. Пришляк В.М., Ярощук Р. О. Визначення впливу сільськогосподарської техніки на ґрунт. Всеукраїнський науково–технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях», Вінниця: 2019. №4 (95). С. 76–81.

24. Методика навчання і наукових досліджень у вищій школі: Навчальний посібник /С.У. Гончаренко, П.М. Олійник, В.К. Федорченко та ін.; За ред. СУ. Гончаренка, П.М. Олійника. - К.: Вища шк., 2003. - 323 с.

25. Ма С.А., Магомедов С.Д. Сочетание пунктирно-прерывчатого посева и прореживания свеклы. - Механизация и электрификация соц. сел. хоз-ва, 1975, № 6. - С. 9-11.

26. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. / Под общ. рук. Г.М. Лозы. - М.: Колос, 1980. - 112 с.

27. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. У 2 т: Т. 1 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. - К.: Агроосвіта, 2012. - 584 с.

28. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. У 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. - К.: Агроосвіта, 2012. - 434 с.

29. Определение эффективности новой техники: определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / Под общ. рук. Н.П. Федоренко, А.В. Бачуриной. - Техника в сел. хоз.-ве, 1977, № 12. - С. 79-85.

30. Павленко В.С., Цуркан О.В., Кравченко І.Є., Любін М.В. Пасові передачі. Теорія, розрахунки, конструювання: Навчальний посібник / За ред...В.С. Павленка. – К.: «Хай-Тек Прес», 2011. – 140 с.

31. Павленко В.С. З'єднання в машинобудуванні: Навч. Посібник / В.С. Павленко, І.П. Паламарчук, О.В. Цуркан, Ю.А. Полевода / За ред.. В.С.

Павленка. – Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2015. – 110 с.

32. Пат. № 6280. Україна, АОІС 7/08. Пристрій для визначення рівномірності розподілення насіння / А.В. Рудь, І.О. Мошенко, Ю.Ф. Павельчук, В.М. Жалоба, Л.М. Михайлова. № 2003119972; Заяв. 5 листопада 2003 р. Опубліковано 16. 05. 2005. Бюл. № 5.

33. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. Посібник / За ред. Мельника. - К.: Кондор. - 2004. - 284 с.

34. Практикум по сільськогосподарських машинах і знарядь А. В. Рудь, О. М. Коноваленко, І. О. Мошенко, В. В. Іванишин - К.: Урожай, 1996. - 208 с.

35. Пришляк В.М. Грунтово-регіональні особливості сівби та розробка стенду сівалки Міжн. наук. журн. Випуск 28. Кам'янець-Подільський-Тернопіль: СМП «ТАЙП» 2018. С.183 – 190.

36. Рудь А.В., Павельчук Ю.Ф., Жалоба В.М., Михайлова Л.М. Патент на корисну модель №18854 Україна. А01С7/08 Пристрій для визначення рівномірності розподілу насіння. Опубліковано 15.11.2006. Бюл. №11.

37. Рудь А.В. Деклараційний патент 51400 А01В 49/06. „Сівалка”. - №2002032028; Заяв. 13.03.2002, Опубліковано 15.11. 2002. Бюл. № 11.

38. Рудь А. В., Мошенко І. О. Методичні вказівки для підготовки даних на дипломне проектування з механізації вирощування сільськогосподарських культур (програма переддипломної практики) - Кам'янець-Подільський, ПДАТА, 2009. - 11 с.

39. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. - К.: Вища освіта, 2004. - 544 с.

40. Спирін А.В., Твердохліб І.В., Борисюк Д.В., Омельянов О.М. Охорона праці в галузі. Практикум.– Вінниця: РВВ ВНАУ, 2015. – 127 с.

41. Українська інтенсивна технологія вирощування цукрових буряків // За ред. О. М. Ткаченка, М. В. Роїка. - Київ "Академпрес", 1998. - 140 с.

42. Bastow G. Drill unit testing service. - Brit Lugar Beet Rev., 1981, № 49(4) . - P. 59-61

