

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)  
Технічної механіки та сільськогосподарських машин  
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення процесу сівби цукрових буряків з розробкою  
висівного апарату для сівби дражованого насіння

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГс-41  
спеціальності 208

Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Скочиляс М.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Хомик Н.І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Сташків М.Я.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Бабій А.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2024

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«    »

20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Скочилиясу Михайлу Петровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення процесу сівби цукрових буряків з розробкою висівного апарату для сівби дражованого насіння

Керівник роботи Хомик Надія Ігорівна, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи 26 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи ширина захвату агрегату 5,4 м; швидкість руху агрегату робоча до 8 км/год, на поворотах – до 7 км/год; транспортна швидкість – 12 км/год; ширина міжрядь до 0,45 м; кількість висіяного насіння на 1 пог.м. – 20 шт.; глибина висіву 3...4 см; питомий опір ґрунту 65...71 кПа; виробіток за зміну – 21 га/зм; витрата палива – 4,7 кг/га; кількість обслуговуючого персоналу – 1 особа; агрегування з тракторами МТЗ-80/82.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Особливості в агротехніці вирощування цукрових буряків 2. Удосконалення процесу сівби цукрових буряків зміною конструкції висівного апарату сівалки.

3. Проектування та обґрунтування у конструкції висівного апарату.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точних зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1-2. Мета, предмет, об'єкт, задачі дослідження. Актуальність кваліфікаційної роботи.

3. Структура роботи. Зміст роботи. 4. Функціональна схема сівалки ССТ-12Б. 5-6. Зміст роботи

7. Схема механізму передач сівалки ССТ-12Б. 8-9. Зміст роботи (продовження).

10. Удосконалений висівний апарат сівалки ССТ-12Б. 11. Зубчатка ведена висівного апарату.

12 Ролик-чистик висівного апарату 13. Диск висівного апарату. 14. Практичне значення отриманих результатів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф. МТ		

7. Дата видач завдання

24 січня 2024 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін етапів виконання роботи	Примітка
1	Особливості в агротехніці вирощування цукрових буряків	до 20.02.2024	
2	Удосконалення процесу сівби цукрових буряків зміною конструкції висівного апарату сівалки	до 30.03.2024	
3	Проектування та обґрунтування у конструкції висівного апарату	до 30.04.2024	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	до 12.05.2024	
9	Реферат. Вступ. Загальні висновки	до 30.05.2024	
10	Ілюстративний матеріал	до 10.06.2024	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Скочиляс М.П.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Хомик Н.І.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

**Автор роботи** – Скочиляс Михайло Петрович

**Тема роботи** – «Удосконалення процесу сівби цукрових буряків з розробкою висівного апарату для сівби дражованого насіння».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

**Керівник роботи** – Хомик Надія Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку посилань (20 найменувань), додатки на 6 сторінках. Загальний обсяг текстової частини – 50 сторінок, на яких є 9 рисунків та 1 таблиця. Ілюстративний матеріал розміщений на 14 аркушах формату А4.

### **Актуальність теми роботи.**

Удосконалення процесу сівби цукрових буряків можна досягти зміною конструкції висівного апарату сівалки ССТ-12Б, який забезпечує точний висів насіння завдяки рівномірному однозерновому посіву. Створюється це завдяки виключенню заклинювання насіння між роликом-відбивачем і висівним диском та уникнення пошкодження дражованого насіння. У результаті використання запропонованого удосконалення можна отримати рівномірно розміщені на площі поля рослини, які розвиваються у сприятливих умовах оскільки густина рослин є основним фактором, що впливає на врожайність сільськогосподарських культур.

**Мета роботи:** Удосконалення процесу сівби цукрових буряків зміною конструкції висівного апарату сівалки ССТ-12Б.

Мета роботи потребує вирішення таких завдань:

- проаналізувати умови вирощування та властивостей насіння цукрових буряків;

- проаналізувати особливості існуючих технологій вирощування цукрових буряків;

- обґрунтувати удосконалення, а саме комплектування конструкції висівного апарату сівалки ССТ-12Б для удосконалення процесу сівби;
- вибрати параметри висівного апарату сівалки ССТ-12Б;
- обґрунтувати умови формування потоку насіння для точного висіву;
- розрахувати параметри удосконаленого висівного апарату;
- обґрунтувати розташування ролика-чистика у висівному апараті;
- розрахувати умови виштовхування насінин із комірок;
- розробити вимоги безпеки праці при підготовці до роботи, під час сівби, під час технічного обслуговування, транспортування та зберігання сівалки.

**Об'єкт дослідження.** Висівний апарат сівалки ССТ-12Б.

**Предмет дослідження.** Технологічні та кінематичні розрахунки конструктивних елементів сівалки ССТ-12Б, розрахунок геометричних параметрів висівного апарату, обґрунтування умов виштовхування насіння з комірок висівного апарату.

**Практичне значення отриманих результатів.** Обґрунтовано зміни у конструкції комірково-дискового висівного апарату для сівби дражованого насіння цукрових буряків. Покращення процесу сівби досягається встановленням активного ролика-чистика, що забезпечує точний і рівномірний висів насінин, запобігає їх пошкодженням, як, наслідок, сприяє появі дружних сходів та підвищенню врожайності коренеплодів. Завдяки точній сівбі забезпечується економія насіння та підвищення врожайності коренеплодів, які ростуть і розвиваються у сприятливих умовах, тобто мають однакову площу живлення.

**Ключові слова:** дражоване насіння, сівба, висівний апарат, сівалка, трактор, ролик-чистик.

## ЗМІСТ

	стр.
ВСТУП	7
1. ОСОБЛИВОСТІ В АГРОТЕХНІЦІ	
ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ.....	8
1.1. Умови вирощування та властивості насіння	
цукрових буряків.....	8
1.2. Особливості в існуючих технологіях вирощування	
цукрових буряків.....	9
2. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	
ЗМІНОЮ КОНСТРУКЦІЇ ВИСІВНОГО АПАРАТУ СІВАЛКИ.....	17
2.1. Обґрунтування до комплектування конструкції	
висівного апарату сівалки ССТ-12Б .....	17
2.2. Вибір параметрів висівного апарату сівалки ССТ-12Б .....	21
3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ У КОНСТРУКЦІЇ	
ВИСІВНОГО АПАРАТУ .....	26
3.1. Аналіз тенденцій в удосконаленні сівалок.....	26
3.2. Умови формування потоку насіння для точного висіву.....	28
3.3. Розрахунок параметрів удосконаленого висівного апарату.....	31
3.4. Обґрунтування розташування ролика-чистика	
у висівному апараті .....	35
3.5. Умова виштовхування насінин із комірок .....	39
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ,	
ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	43
4.1. Вимоги безпеки праці при підготовці до роботи, технічному	
обслуговуванні і транспортуванні сівалки ССТ-12Б.....	43
4.2. Вимоги безпеки праці під час сівби та	
правила зберігання сівалки .....	45
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	49
ДОДАТКИ .....	51

## ВСТУП

Якісної сівби цукрових буряків можна досягнути суміщенням операцій допосівного обробітку та сівби, забезпечивши максимальне збереження вологи у ґрунті. Сівба є найвідповідальнішою операцією у технологіях вирощування культур, під час її виконання відбувається закладання майбутньої густоти рослин, що у подальшому складатиме основу врожаю, його кількість та якість. Визначальний фактор у цьому – норма висіву насіння.

Отримати дружні сходи можна навіть і при зниженні норми висівання до агротехнічно допустимої. Добиваються цього підвищуючи якісні показники посіву, зокрема рівномірний розподіл насінин на оптимальній глибині; висівання дражованого насіння кращих сортів, що мають високу стійкість до несприятливих погодних, ураження шкідниками та збудниками хвороб.

Висівні апарати – основна складальна одиниця сівалок. Сівалка ССТ-12Б має комірково-дисковий висівний апарат. Зайві або неправильно укладені насінини з комірок висівного диска видаляє ролик-чистик. Такий висівний апарат не підходить для висівання дражованого насіння цукрових буряків. Причина у тому, що під час обертання ролика-чистика назустріч висіваючому диску, насіння ковзає. Це відбувається із тими насінинами, які захоплює ролик відносно висівного диска, а також із насінинами, що уже запали у комірки. Насінини не можуть бути однакових розмірів, навіть за ретельного калібрування, тому, потрапляючи у комірки висівного диска, одні з них виступають за габаритний контур диска, інші не повністю заповнюють об'єм комірок. У незаповнений об'єм потрапляє інше насіння, яке відповідно також виступає за габаритний контур диска. Таке розподілення насіння у комірках спостерігається навіть, якщо насінини мають близьку до круглої форму. Відбиваючий ролик, обертаючись, зустрічається із виступаючими частинами насінин, не може їх перемістити, тому, що відбувається їх заклинювання у комірках висівного диска, у результаті він їх дробить. З часом у висівному апараті нагромаджується значна кількість роздрібненого насіння, а це може призвести до порушення точного висіву.

# 1. ОСОБЛИВОСТІ В АГРОТЕХНІЦІ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

## 1.1. Умови вирощування та властивості насіння цукрових буряків

Цукрові буряки потребують помірного клімату. Насіння може проростати при  $+2...3^{\circ}\text{C}$ , але повільно. Дружні добре розвинуті сходи появляються при температурі вище  $10^{\circ}\text{C}$ . Проростання насіння цукрових буряків відбувається при температурі: мінімальній  $+4...5^{\circ}\text{C}$ ; максимальній  $+28...30^{\circ}\text{C}$ ; оптимальній  $+23...25^{\circ}\text{C}$ . Під час вегетації буряки краще розвиваються при температурі  $+20...25^{\circ}\text{C}$ . Мають добре розвинену кореневу систему, яка проникає у глибину до  $2...2,5$  м, у ширину – до  $1$  м і використовує ґрунтові запаси вологи і мінеральних речовин. Для утворення коренеплодів і листя цукровим бурякам необхідна велика кількість вологи і багато поживних речовин.

Цукрові буряки для високих врожаїв потребують достатньо вологи і родючих чорноземних ґрунтів. Можна вирощувати цю культуру на темно-сірих, сірих і світло-сірих лісових ґрунтах. Не бажано сіяти на важких глинистих ґрунтах та бідних піщаних і кислих.

Цукрові буряки особливо чутливі до освітлення у ранній період, тому рослини не повинні затінювати одна одну, щоб запобігти стіканню: надмірному видовженню коренів, витягуванню та пожовтінню листків, що може призвести до загибелі рослин [14, 15, 16].

Основні властивості насіння, які визначають технологію і техніку сівби називають технологічними властивостями насіння. Такими є посівні якості насіння та їх фізико-механічні характеристики.

Посівні якості насіння: чистота, схожість, посівна придатність, господарча придатність, енергія проростання, маса 1000 насінин, щільність і т.п.

Чистота насіння визначається відсотковим вмістом насіння основної культури в насіннєвому матеріалі. Згідно ДСТУ для насіння цукрових буряків вона має бути не нижче  $92,5\%$ .

Господарчу придатність визначають відсотковим вмістом насіння, яке



може прорости у посівному матеріалі. Для насіння цукрових буряків вона має бути в межах 0,47...0,63 [16].

Схожість насіння – відсотковий вміст нормально пророслого насіння у пробі взятій для аналізу. Для насіння цукрових буряків вона знаходиться в межах 96...98 %.

Польова схожість – кількість проростків, які з'явилися за 30 днів після сівби, виражені у відсотках від числа висіяних схожих насінин. Для насіння цукрових буряків вона коливається в межах 41,6...57,0 %.

Посівна придатність залежить від схожості, для насіння цукрових буряків – 0,4...0,65.

Маса 1000 насінин показує їх повноцінність. Для насіння цукрових буряків  $M_{1000}=9...23$  г [14, 15, 16].

Фізико-механічні властивості насіння суттєво впливають на процес сівби. Ними є лінійні розміри, характер поверхні, коефіцієнти тертя, парусність, сипкість, пружність, твердість, гігроскопічність і т.ін. Форма і розмір насіння впливають на процес висипання насіння через отвори бункерів.

Насіння цукрових буряків має округлу форму і розміри 3,5...5,5 мм.

Коефіцієнти внутрішнього і зовнішнього тертя визначають фрикційні властивості насіння та їх сипкість. Для насіння цукрових буряків коефіцієнт внутрішнього тертя  $\varphi_2=0,39...0,41$ ; коефіцієнт зовнішнього тертя  $\varphi_1=0,33...0,38$  (по сталі). Із таких показників випливає, що насіння цукрових буряків схильне до утворення склепінь у бункерах [7].

Фізико-механічні та технологічні властивості насіння цукрових буряків і ґрунту використовують при обґрунтуванні схеми посівного агрегату та відповідних інженерних розрахунках.

## **1.2. Особливості в існуючих технологіях вирощування цукрових буряків**

Технологію вирощування цукрових буряків реалізують відповідно до технологічних карт. Весь технологічний процес (усі операції) необхідно

виконувати відповідними машинами дотримуючись агротехнічних вимог та термінів виконання.

Україна вирощувала і вирощує цукрові буряки уже майже два століття. Здійснювали це за багатьма технологіями, які відображали рівень розвитку технічних засобів, наукової думки, засобів захисту рослин та економічного розвитку країни в цілому.

Головні технології вирощування цукрових буряків за порядком їх винайдення і впровадження: механізована; індустріальна; інтенсивна; інтенсивна малогербіцидна.

Завдяки дослідженням, які застосовували у механізованій технології було встановлено оптимальних попередників і залежність врожаю цукрових буряків від глибини орного шару. Передпосівна підготовка ґрунту включала раннє весняне боронування і дві передпосівні культивуації. Основним способом сівби був пунктирний. Основний її недолік – багато елементів ручної праці, а саме, формування кінцевої густоти посівів, знищення бур'янів у захисних зонах рядків. З середини 60-х років ХХ ст. у механізованих технологіях для боротьби з бур'янами почали використовувати гербіциди, ручна праця значно зменшилась.

Поява гербіцидів ґрунтової дії сприяла впровадженню індустріальної технології вирощування цукрових буряків. Вона базувалася на новому для того часу високопродуктивному комплексі машин: сівалки для пунктирної сівби ССТ-8, ССТ-12, обприскувач ОПШ-15, бурякозбиральні комбайни СКЕМ-3Г, СТС-2.

Розвиток агротехнічної науки призвів до впровадження зональних інтенсивних технологій. В основу яких було покладено використання на посівах гербіцидів винищувальної дії, ґрунтових і післясходових (страхових) гербіцидів.

У 80-х років ХХ ст. були розроблені вітчизняні пунктирні сівалки ССТ-12А, почали використовувати закордонні просапні сівалки: Accord, Kinze-2000 (Джон-Дір-М-7100) та ін..

Інтенсифікація вирощування цукрових буряків посилилася з появою вітчизняних агрегатів для виконання різних операцій, а саме: просапні культиватори УСМК-5,4, обприскувачі ОП-2000, гичкозбиральні машини БМ-6, БС-6, бурякозбиральні машини РКС-6 та КС-6 та інші. Набули застосування закордонні аналоги таких машин.

Різновид інтенсивної технології вирощування – малогербіцидна. Впровадження її стало можливе завдяки використанню комбінованих агрегатів, що суміщають в одному проході виконання декількох операцій. Наприклад, для цукрових буряків – передпосівна культивація, сівба і стрічкове (у зону рядка) внесення ґрунтових гербіцидів; інший варіант – сівба і стрічкове внесення гербіцидів, або культивація міжрядь поєднана з обробкою захисних зон рядків гербіцидами.

Для малогербіцидної інтенсивної технології необхідною є розробка нових робочих органів чи удосконалення існуючих конструкцій для використання у боротьбі з бур'янами у захисних зонах рядків вирощуваних культур, зокрема цукрових буряків. Прикладом таких робочих органів є пруткові пружинні прополювальні борінки, плоскорізні лапи, корпусні підгортачі та ін.

Основною метою кожної технології вирощування с.-г. культур, зокрема і цукрових буряків, є отримання максимально можливого врожаю у конкретних ґрунтово-погодних умовах. Поставлена мета має досягатися при зниженні затрат на гектар і на одиницю отриманої продукції з дотриманням умов захисту ґрунту, навколишнього середовища і людини [14, 15, 16].

Підвищення врожайності цукрових буряків досягають при використанні науково-обґрунтованої інтенсивної енергозберігаючої технології буряківництва, яка забезпечує зниження витрат паливно-мастильних матеріалів та зниження затрат праці.

Обробіток ґрунту перед посівом цукрових буряків доцільно виконувати з використанням комбінованих агрегатів, завдяки яким досягають зменшення затрат і зниження ступеня ущільнення ґрунту порівняно з традиційним обробітком.

Кращі попередники у сівозміні для цукрових буряків – озима пшениця, зернобобові культури, однорічні та багаторічні трави.

Стерню луцять після збирання попередника дисковими знаряддями ЛДГ-10, ЛДГ-15 на глибину 6...8 см, а через 10...12 днів повторно луцять лемішними типу ППЛ-10-25 на глибину 12...14 см; орють на зяб у першій половині серпня. При потребі – поява сходів бур'янів, застосовують поверхневий обробіток зубовими чи дисковими боронами та культиваторами, залежно від ущільнення ґрунту.

Луцять стерню після стерньових і трав, щоб розрихлити верхній шар ґрунту та забезпечити часткове його обертання, перемішування, підрізання бур'янів, та створити умови для кращого загортання стерні і пожнивних решток під час оранки. Глибина обробітку під час луцення до 8 см покращує умови для накопичення вологи у ґрунті, підвищує під час оранки якість кришення пласта, створює умови для зменшення тягового опору плуга. Спосіб руху агрегатів під час луцення човниковий, оптимальна робоча швидкість агрегатів – 7...8 км/год [7, 8, 14, 15, 16].

Глибока оранка на зяб забезпечує рихлення ґрунту на 27...35 см з повним обертанням пласта. Якість оранки залежить від налаштування агрегату та прямолінійності його руху. Допускається відхилення від прямолінійності  $\pm 1$  м на довжині гону. Висота гребенів не більше 5 см.

Для глибокої зяблевої оранки використовують плуги ПЛН-5-35, ПЛН-4-35. Практикують зяблеву оранку виконувати плугами ярусними типу ПНЯ-4-42 та оборотними типу ПОН-5-40 та ін.

Для отримання високих врожаїв цукрових буряків та для кращої якості коренеплодів, ця культура потребує значної кількості органіки. Оптимальною є норма внесення органічних добрив 30...40 т/га. Вносять їх розкидачами ПРТ-10, ПРТ-16, РУН-15-Б. Нерівномірність покриття добривами поверхні ґрунту за шириною захвату машин не більше  $\pm 25$  %, за напрямом руху  $\pm 10$  %.

За умов достатнього зволоження, на глибоких чорноземах у сівозміні з зайнятим паром для отримання 450...500 ц/га буряків оптимальною є така норма поживних речовин: азоту 150, фосфору 170 і калію 140 кг/га [14, 15,

16]. Для кращого засвоєння рослинами мінеральні добрива доцільним є вносити у три етапи: восени (70...75 %) під глибоку оранку, весною (10...15 %) під час посіву, решту під час вегетації.

Весняний обробіток ґрунту під цукрові буряки розпочинають закриттям вологи. Передпосівний обробіток виконують розпушенням ґрунту важкими зубовими боронами БЗТС-1,0 у поєднанні з вирівнюванням поверхні поля знаряддями ШБ-2,5, ВИП-5,6, РВК-5,4. Обробіток ґрунту перед посівом поєднують у єдиний технологічний процес зі сівбою. Результатом є розпушений верхній шар ґрунту, знищені сходи бур'янів і вирівняна поверхня поля. Глибина розпушеного шару на 5...10 мм має бути більша за глибину загортання насіння. Підрізання бур'янів у межах 96...98 %.

Передпосівний обробіток виконують під невеликим кутом ( $2...4^{\circ}$ ) до напрямку посіву [8, 10, 14, 15, 16].

Передпосівний обробіток ґрунту під цукрові буряки – невід'ємна складова частина єдиного технологічного процесу – сівби. Його необхідно здійснювати без будь-якого розриву в часі. Недотримання цього призводить до пересихання розпушеного ґрунту, що суттєво погіршує умови проростання насіння, впливає на терміни і одночасність появи сходів, особливо за малосніжних зим і малої кількості вологи у ґрунті весною.

Глибину загортання насіння буряків задають залежно від ґрунтово-кліматичних умов, вона коливається у межах 2,5...6 см. Знижений вміст вологи у верхньому шарі ґрунту потребує збільшеної глибини посіву. Одночасно з висівом насіння у ґрунт доцільно вносити мінеральні добрива у розрахунку 0,8 т/га. Під час сівби спосіб руху агрегатів – човниковий, рекомендована робоча швидкість руху 4,5...6 км/год [8].

Сівбу і догляд за посівами цукрових буряків виконують використовуючи 12-рядні комплекси (ССТ-12Б, УСМК-5,4Б) машин. Сіяти буряки необхідно у кращі агротехнічні терміни, при середньодобовій температурі ґрунту на глибині 8...10 см у межах  $+5...6^{\circ}\text{C}$ , за вологості 22...23 %. Головна ознака початку сівби – досягнення ґрунтом стану фізичної спілості [7, 8, 14, 15, 16].

Посів буряків на одному полі необхідно виконати за один-два робочі дні. Такі умови сприяють отриманню дружніх і повних сходів, які забезпечують згодом умови для своєчасного і якісного виконання досходового боронування, тощо.

Інтенсивні технології вирощування потребують для сівби каліброваного насіння цукрових буряків. При їх застосуванні глибину загортання насіння зменшують до 3...4 см. При сівбі на кінцеву густоту висівають 10...12 од. насіння, а при механізованому формуванні густоти рослин проріджувачем УСМП-5,4 – висівають 14...16 насінин на один метр рядка [8, 14, 16].

При висіві малих норм дражованого насіння буряків необхідним є комплексне застосування заходів боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами.

Посіви цукрових буряків одразу після сівби коткують котками типу СКГ-2, ЗКВГ-1,4. На ґрунтах, що запливають, у комплекті з котками встановлюють гніздівки для розпушування ґрунту.

Під час сівби, якщо не має можливості застосовувати сучасні системи навігації на полях, доцільним є нарізання напрямних щілини глибиною 16...18 см, які під час догляду за посівами використовують для водіння по них агрегатів. Таку технологічну операцію виконують культиватором обладнаним двома металевими колесами-копірами і котками. Завдяки її виконанню можна зменшити захисну зону рядків від 16...20 до 8...10 см і менше.

Особливо важливою у технології вирощування цукрових буряків є система догляду за посівами. Вона поєднує суцільний обробіток ґрунту в міжряддях і зоні рядків (шарування); суцільне розпушування ґрунту після появи сходів, їх проріджування за потреби; розпушування міжрядь з підживленням після проріджування сходів.

Для догляду за посівами буряків використовують просапні культиватори типу УСМК-5,4Б, КМ-2,7 та інші.

Завдяки розпушенню ґрунту в міжряддях запобігають утворенню ґрунтової кірки або руйнують її, знищують бур'яни. Глибину обробітку ґрунту в міжряддях регулюють – 20...70 мм. Спосіб руху агрегатів – човниковий.

Кількість міжрядних обробітків встановлюють оглядом стану посівів з врахуванням погодних умов.

Цукрові буряки є надміру чутливою культурою щодо шкідливої дії бур'янів, ураження шкідниками та хворобами, особливо на ранніх стадіях росту. Вони призводять до втрати 30 і більше відсотків врожаю коренеплодів навіть за невеликих показників поширення бур'янів, шкідників та хвороб.

Сучасні інтенсивні технології вирощування побудовані на поєднанні захисних можливостей сортів та інтегрованому захисті тобто комплексному застосуванню агротехнічних і хімічних заходів захисту рослин.

Виконання різноманітних заходів захисту рослин реалізують завдяки використанню машин для виконання агротехнічних заходів та машин і знарядь, якими вносять гербіциди та отрутохімікати.

Збирання коренеплодів починають з 20 вересня, а закінчують у 20-их числах жовтня. Завдяки цьому максимально використовують осінні прирости маси коренеплодів і накопичення в них цукру.

Перед збиранням для полегшення роботи коренезбиральних машин рихлять міжряддя культиваторами УСМК-5,4Б.

Для вирощування цукрових буряків у господарстві певних розмірів необхідно підібрати склад машинно-тракторного парку так, щоб на виробництво запланованої продукції припало мінімум затрат праці і коштів.

Збирання гички і коренеплодів цукрових буряків здійснюють різними машинами та різними способами.

Гичкозбиральні машини мають забезпечувати її зрізування у межах нормативного допуску і після зрізання можуть гичку навантажувати у транспортні засоби або розкидати по полю. Загальні втрати зеленої маси гички до 5...15 %, залишки гички на коренях після доочищення не повинні перевищувати 1...1,5 %, швидкість руху агрегатів на збиранні – 7 км/год.

Коренеплоди цукрових буряків збирають коренезбиральними машинами. Викопані корені машини навантажують у транспортні засоби, що рухаються поряд з ними, або вкладають у бункери комбайнів з вивантаженням у польові кагати поблизу доріг. Вимоги до збирання, які мають забезпечувати

збиральні машини: повне викопування коренів з ґрунту, очищення їх від ґрунту та рослинних домішок. Втрати коренів можуть бути до 1,5 %, пошкодженість до 3 %, забрудненість гичкою до 3 %. Швидкість руху агрегатів під час збирання коренів – 5...9 км/год [7].

Найважливіші показники, що характеризують технологію вирощування певної культури, зокрема цукрових буряків – вартісні результати. Ефективність технології вирощування цукрових буряків оцінюють за урожайністю, затратами праці, валовим виробництвом.

Рівень урожайності цукрових буряків визначають такі фактори [16]: своєчасне внесення та у достатній кількості органічних добрив; сівба насінням високоврожайних сортів; своєчасне внесення мінеральних добрив, правильне їх зберігання і висока якість; застосування рідких комплексних добрив; почастильне внесення мінеральних добрив (під глибоку оранку, перед посівом, під час сівби та підживлення) і дотримання співвідношення основних компонентів (N, P, K); зменшення затрат праці; запобігання великим втратами коренеплодів під час збирання; дотримання агротехнічних вимог з підготовки ґрунту та агротехнічних термінів сівби; запобігання процесам вітрової ерозії, поєднанням передпосівного обробітку та сівби.



## **2. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ СІВБИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЗМІНОЮ КОНСТРУКЦІЇ ВИСІВНОГО АПАРАТУ СІВАЛКИ**

### **2.1. Обґрунтування до комплектування конструкції висівного апарату сівалки ССТ-12Б**

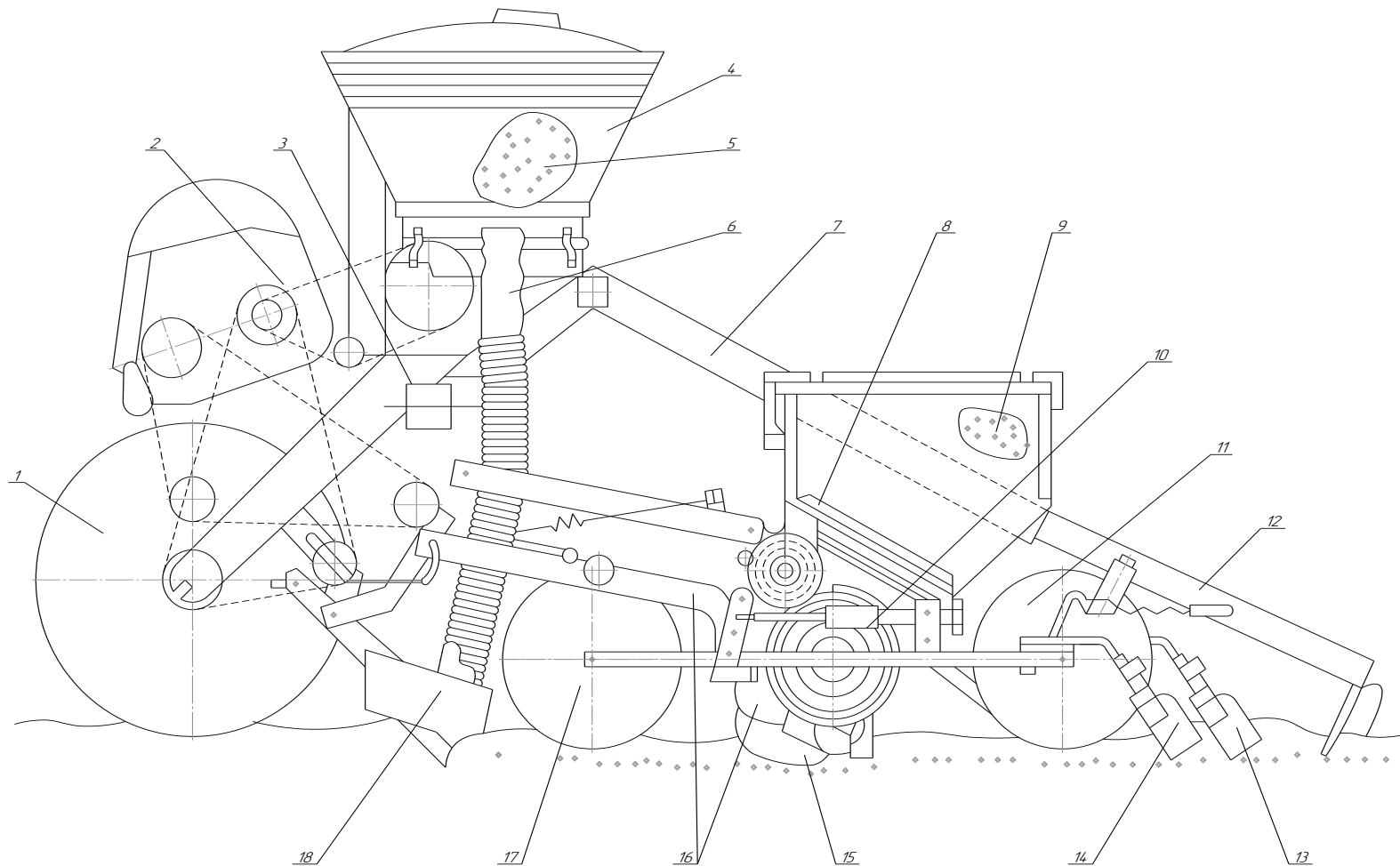
Проаналізуємо коротко будову, принцип роботи, можливі регулювання та умови використання сівалки ССТ-12Б (рис. 2.1), яку використовують для сівби цукрових буряків.

Сівалку ССТ-12Б агрегатують з тракторами МТЗ-80/82, ЮМЗ і Т-70, які оснащені додатковими вантажами передніх коліс.

Сівалка ССТ-12Б (рис 2.1) має в основі раму 3 із замком автозчіпки, два опорно-приводні колеса 1, механізм передач, дванадцять посівних секцій 16, шість туковисівних апаратів 4, два маркери, підніжку та слідоутворювач.

Рама сівалки односекційна, зварна. Передня частина рами праворуч і ліворуч підсилена фланцями, до яких приєднують кронштейни маркерів і шпренгель. Так забезпечується міцність і жорсткість конструкції в обох площинах. Основний брус рами у центральній частині має чотири отвори з втулками для встановлення осей, завдяки яким замок автозчіпки з'єднують з рамою. Замок є частиною автозчіпки для автоматичного з'єднання сівалки з трактором. Автозчіпка має рамку, розміщену на тягах начіпного пристрою трактора. Замок з'єднують з основним брусом рами. Є можливість зміщувати його вліво від осі рами на 225 мм. Завдяки цьому сівалку можна агрегатувати з колісними або гусеничними просапними тракторами з колією 1800 і 1350 мм. При такому монтажі можна уникнути проходження сошників по сліду гусениць. Механізм передач через опорно-приводні колеса задіює насінневисівні та туковисівні апарати сівалки ССТ-12Б.

Секція робочих органів сівалки має паралелограмний механізм навіски, насінневисівний комірково-дисковий апарат 5, насінневий 13 і туковий 17 сошники з грудковідводом 16, переднє 15 і заднє 8 колеса, загортачі 10 і 11, механізм 6 регулювання глибини ходу сошників і підставку 12. Сівалка ССТ-12Б має дванадцять посівних секцій [9].



1 – опорне приводне колесо; 2 – коробка передач; 3 – рама; 4 – туковисівний апарат; 5 – добрива; 6 – тукопровід;  
 7 – кронштейн слідоутворювача; 8 – бункер для насіння; 9 – насіння; 10 – насінневисівний апарат;  
 11 – заднє прикочувальне колесо; 12 – повідець з лапою; 13 і 14 – загортачі; 15 – насінневий сошник; 16 – посівна секція;  
 17 – переднє прикочувальне колесо; 18 – туковий сошник

Рисунок 2.1 – Функціональна схема сівалки ССТ-12Б

Паралелограмний механізм навіски забезпечує шарнірне приєднання посівної секції до рами сівалки та включає кронштейн 1 і корпус насінневисівного апарата, які шарнірно з'єднані між собою за допомогою верхніх 2 і нижніх 3 повідців. Кронштейн кріпиться до основного бруса рами сівалки, а корпус насінневисівного апарата підтримується на колесах 8 та 15. Для забезпечення стійкого ходу посівної секції і необхідного тиску насінневого сошника на ґрунт на повідцях встановлено пружини з механізмом регулювання.

Висівний апарат виконаний конструктивно як алюмінієвий корпус, у якому встановлене зубчасте колесо ( $z_B=90$ ), на якому закріплений висівний диск, проміжне зубчасте колесо ( $z_{II}=40$ ), вал-шестерня, ролик, відбивач, кришки і накладка.

Вал-шестерня передає обертання через проміжне зубчасте колесо  $z_{II}=40$ , змонтоване на осі, зубчастому колесу  $z_B=90$  і висівному диску. На валу-шестерні за допомогою шпонки нерухомо закріплений ролик. У верхній частині корпусу прикріплений відбивач. Зазор між відбивачем і роликом 0,1...0,6 мм. Між зубчастими колесами та висівним диском до корпусу прикріплена накладка.

Висівні диски сівалок циліндричні за формою, можуть мати один ряд комірок або три ряди. Розміри комірок відповідають фракціям насіння, що висівається [9]. Фракції насіння можуть мати розміри 3,5...4,5 мм, або 4,5...5,5 мм. Їм відповідають розміри комірок, а саме, глибина 2,5 мм або 3,3 мм та діаметр 5,1 мм або 6,1 мм.

Розміри фракцій насіння нанесені на висівних дисках. Внизу корпусу на штирях встановлені три клинових виштовхувачі. Опорні буртики штирів розташовані так, щоб диск їх не торкався. У кільцевому пазу висівного диска є сектор, який перекриває ряд комірок. Насінневі сошники кріплять до корпусів висівного апарата болтами. Тукові сошники кріплять до кронштейнів висівних секцій рухомими рамками. Тукові сошники виконують роль грудковідводу та мають подільники, за допомогою яких мінеральні добрива направляють в борозни двома потоками – з боків рядка, що засівається.

Насінне- й туковисівні апарати приводяться у рух від опорно-приводних коліс сівалки через ланцюгові передачі та коробку передач.

Колеса забезпечують рівномірний хід насінневих сошників, встановлених на задану глибину, і є опорами висівних секцій.

Переднє колесо ущільнює ґрунт перед насінневим сошником, а заднє прикочує борозну з висіяним насінням, цим створюється кращий контакт насіння з ґрунтом.

Загортачі шарнірно прикріплені до рамки заднього колеса. Тиск загортачів на ґрунт змінюють, переставляючи пружину в пазах сектора, який прикріплено до повідця. Для запобігання деформаціям і поломкам загортачів при русі сівалки назад встановлені шарніри.

Є також механізм регулювання глибини ходу насінневого сошника, він складається з регулювального гвинта і ручки. Стяжка гвинта має поділки. Одна поділка відповідає 1 см заглиблення сошника. Завдяки цьому механізму дотримуються глибини ходу сошники на одному рівні. Змінити глибину ходу можна обертаючи ручку регулювального гвинта.

Головна з умов якісного посіву цукрових буряків – суміщення в часі допосівного обробітку і сівби. Так створюються умови для максимального збереження вологи у ґрунті, а це сприяє появі дружних сходів.

Найякісніші показники посіву цукрових буряків отримують за умов сівби дражованим насінням. Порівняльні випробування різних бурякових сівалок підтвердили це при посіві дражованого і звичайного шліфованого насіння.

Базова сівалка ССТ-12Б має комірково-дисковий висівний апарат, який не може бути застосований на посіві дражованого насіння буряків.

Недолік комірково-дискового висівного апарату у тому, що при обертанні ролика-чистика назустріч висівному диску, стається ковзання насіння, яке захоплене роликом, відносно висівного диска та ковзання насіння, що уже потрапило у комірки диска. Так як розміри насіння не є однаковими навіть за умов ретельного калібрування, то, потрапивши у

комірки висівного диска, одне насіння може виступати за габаритний контур диска обмежений його робочою частиною. Інші насінини можуть не повністю заповнювати об'єм комірок, через це незаповнений об'єм може зайняти інше насіння, яке також буде виступати за габаритний контур диска. Таке розташування насіння у комірках стається навіть тоді, коли насінини є близькими до круглої форми.

Однопаросткове насіння цукрових буряків некругле, а плоске, тому потрапляння його у габаритний контур диска та рівномірне заповнення ним комірок ще складніше забезпечити. За таких умов, відбиваючий ролик, що обертається, зустрічаючись із виступаючими частинами насіння, не може їх перемістити через заклинювання насіння у комірках висівного диска і, тому дробить їх. З часом роботи висівного апарата у бункері нагромаджується роздрібнене насіння, а це призводить до порушення точності висіву. Для запобігання пошкодженню дражованого насіння доцільно дещо удосконалити конструкцію висівного апарата.

## **2.2. Вибір параметрів висівного апарату сівалки ССТ-12Б**

Сівалку ССТ-12Б встановлюють на норму висіву насіння перед початком сівби. Перевіряють чи відповідають диски фракціям насіння, що висівається. До сівалки входять два комплекти трирядних і два комплекти однорядних дисків з позначенням на них розмірів фракцій. Кожен комплект використовують за призначенням для роботи з насінням тільки тієї фракції, номер якої вказаний на диску. Висівний апарат виконує висів сухого насіння, вологість якого не перевищує 14,5 % [9].

Щоб визначити норму висіву насіння використовують схему механізму передач сівалки ССТ-12Б (рис. 2.2) та рекомендації для встановлення режимів роботи (табл. 2.1).

Враховуюючи те, що кожна комірка диска висіває лише одну насінину, визначають норму висіву насіння  $N$  на один метр рядка [8]

$$N = \frac{mi}{3,14 D}, \quad (2.1)$$

де  $m$  – кількість комірок на диску;

$i$  – передаточне відношення на висівний диск;

$D$  – діаметр опорно-приводного колеса.

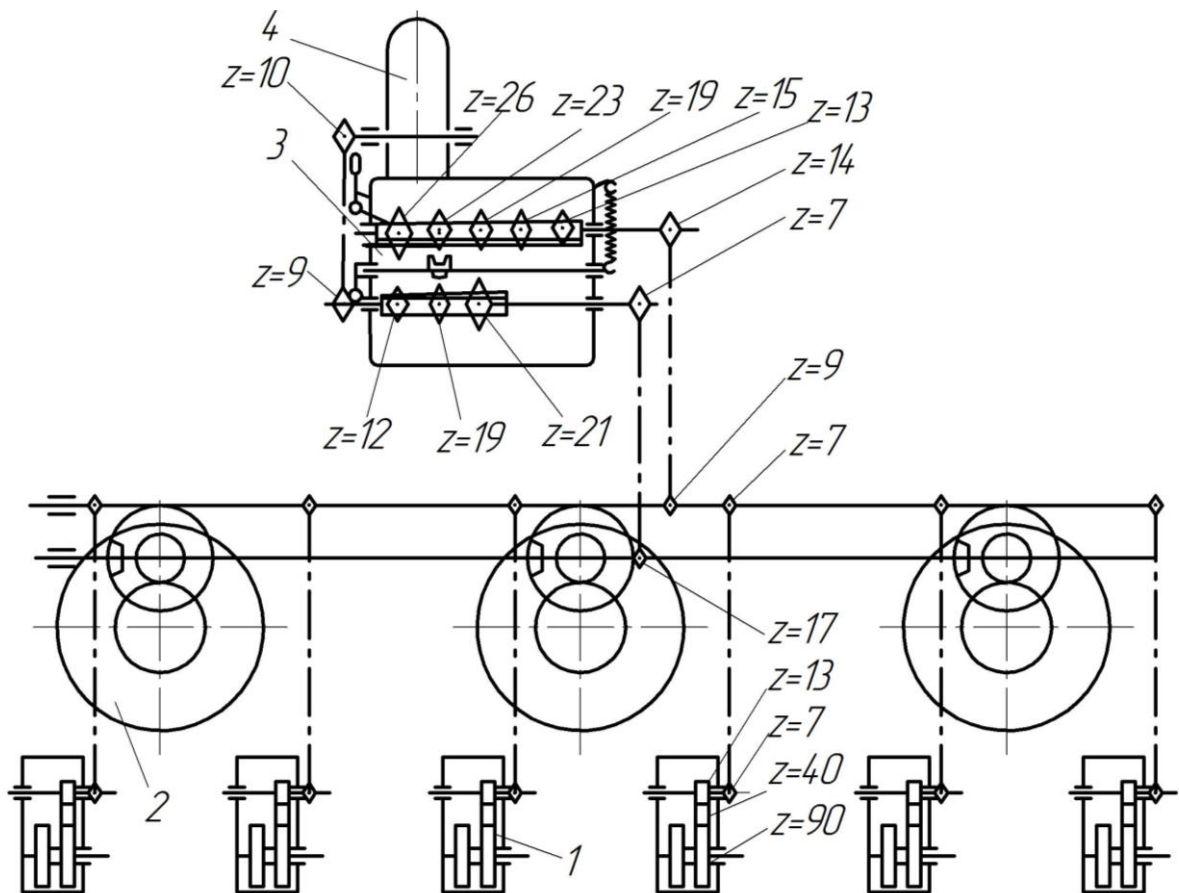


Рисунок 2.2

Фактичну норму висіву насіння необхідно уточнити у процесі роботи сівалки у полі. Відбувається це у такий спосіб: засипають насіння у бункери висівних апаратів орієнтовно на 1/3 об'єму і проїжджають 50...100 м; сошники мають бути встановлені на найменше заглиблення. Опісля рахують число насінин, що висіялися на одному погонному метрі рядка. Якщо визначене число

не відповідає заданому, то потрібно підбирати інше передаточне відношення або інший диск і заново перевірити результати висіву [8].

Таблиця 2.1 – Рекомендовані режими роботи сівалок типу ССТ

Норма висіву насіння на 1м	Швидкість сівалки не більше, км/год	Число рядів комірок на диску	Число зубів зірочок		Передаточне відношення до насінневисівних дисків	Додаткові відомості
			ведучої	веденої		
<b>Трирядний диск</b>						
8	9	2	12	26	0,116	зі сектором
10	9	2	12	23	0,131	»
12	9	2	12	19	0,158	»
15	9	2	19	26	0,183	»
20	9	2	19	19	0,250	»
25	9	3	21	26	0,202	без сектора
35	6	2	21	13	0,404	зі сектором
35	9	3	21	19	0,276	без сектора
50	6	3	21	13	0,404	»
<b>Однрядний диск</b>						
8	9	1	12	19	0,158	-
10	9	1	19	26	0,183	-
12	9	1	21	23	0,228	-
15	9	1	19	15	0,317	-
20	9	1	21	13	0,404	-

Удосконалення висівного апарату сівалки ССТ-12Б можна досягнути завдяки підвищенню показників якості посіву запобігши ушкодженню дражованого насіння і, в результаті, отримавши гарантований однозерновий висів. Досягнути цього можна застосувавши проміжне кільце у ролику-чистику. Цей елемент виготовляють з пружного матеріалу. Рекомендовані співвідношення між характеристиками матеріалу кільця та геометрією насіння:

- добуток товщину насіння на модуль пружності матеріалу кільця у відношенні до товщини проміжного кільця має бути більшим за величину тиску насіння у робочій зоні висіваю-чого апарату.

- добуток висоти насіння на модуль пружності матеріалу проміжного кільця у відношенні до товщини проміжного кільця, має бути меншим за границю пропорційності матеріалу з якого виготовлене проміжне кільце.

Висівний апарат (рис. 2.3а), який мав би створювати відповідні умови посіву має висівний диск 1 з комірками 2 і поміщений у бункер 3.

Дотично до висівного диска встановлено, відбиваючий ролик (рис. 2.3б). Він обертається, конструктивно – це жорстка маточина 4, на якій змонтовані проміжне кільце 5 і бандаж 6, які виготовляють з матеріалів, що мають різні модулі пружності, особливість у тому, що жорсткість матеріалу, з якого виготовлене проміжне кільце ролика-чистика, повинна задовольняти співвідношення [7, 8]:

$$\frac{E \cdot t_H}{T} > P_C \quad \text{та} \quad \frac{E \cdot h_H}{T} > \sigma_{PP}, \quad (2.2)$$

де  $E$  – модуль пружності матеріалу проміжного кільця;

$P_C$  – тиск насіння у робочій зоні бункера;

$T$  – товщина проміжного кільця ролика;

$t_H$  – товщина висіваного насіння;

$\sigma_{PP}$  – границя пропорційності матеріалу проміжного кільця;

$h_H$  – висота насіння, що висівається.

Процес роботи висівного апарата.

Насіння, яке помістили у бункер 3, взаємодіючи з висівним диском 1, що обертається і має комірки 2, заповнює їх. У кожному комірці може потрапити не більше однієї насінини.

Висівний диск обертається і насіння контактує з робочою частиною проміжного кільця 5 ролика-чистика, обтягнутого бандажем 6. Ролик своєю робочою частиною відокремлює від насіння, яке потрапило у комірці, все зайве насіння і переміщає його у бункер 3. Відбувається це за рахунок різниці швидкостей – колова швидкість ролика-чистика більша за колову швидкість висівного диска.



Зайві насінини, що потрапили у комірки і виходить за габаритний контур висівного диска, підтискаються пружною робочою частиною бандажа і проміжного кільця ролика-чистика.

Завдяки силі  $F$  (див. рис. 2.3б) виникає момент, під впливом якого зайве насіння викочується з комірок, і потрапляє у бункер. Насінини, що залишилися у комірках, переміщуються у зону висіву, де згодом, випадають з комірок, поступають насіннепроводами у ґрунт.

Відсікач 7 закриває зазор між роликом-відбивачем і корпусом бункера. Завдяки цьому запобігає випаданню зайвого насіння у зону висіву.

Враховуючи те, що поміжне кільце ролика-відбивача виготовлене з матеріалу з відповідними пружними властивостями, щодо матеріалу і розмірів насіння, то виключається заклинювання насінин між роликом-відбивачем і висівуючим диском, а це запобігає пошкодженню насіння і підвищує точність висіву.

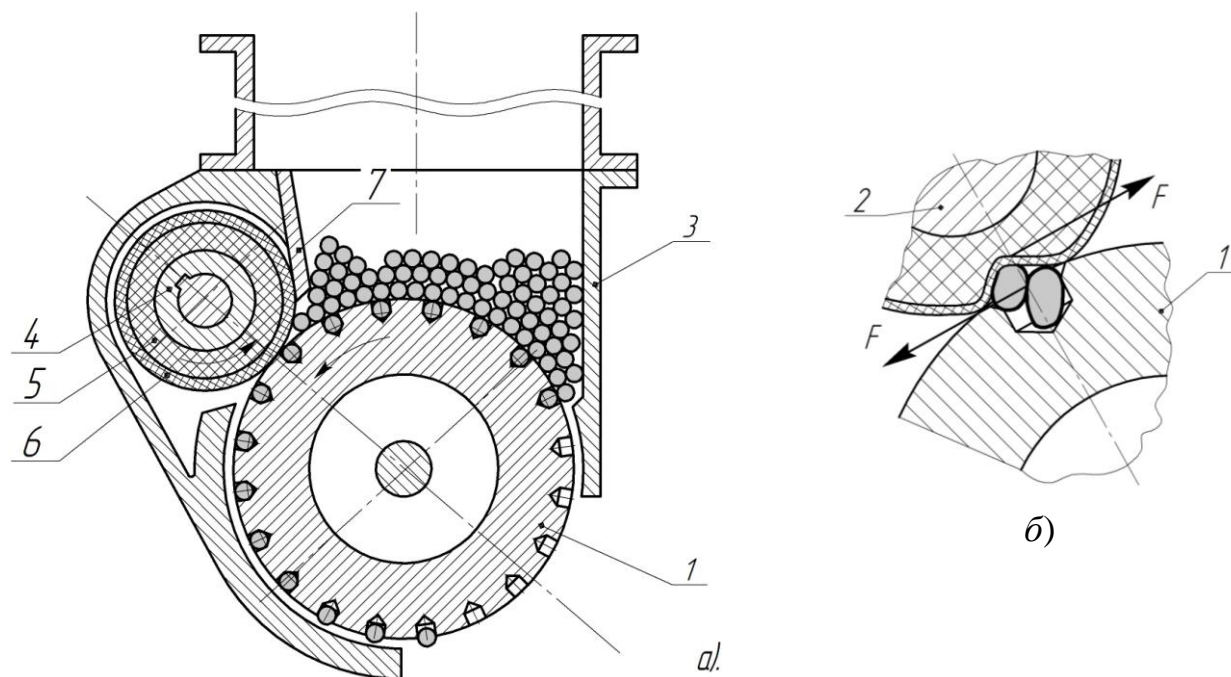


Рисунок 2.3 – Схема конструкції комірково-дискового висівного апарату сівалки ССТ-12Б (а) і схема взаємодії ролика-відбивача (б)

### **3. ПРОЄКТУВАННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ У КОНСТРУКЦІЇ ВИСІВНОГО АПАРАТУ**

#### **3.1. Аналіз тенденцій в удосконаленні сівалок**

Технології сівби сільськогосподарських культур змінюються і вдосконалюється, змінюються вимоги до конструкцій техніки для посіву, а саме, якість сівби, висока продуктивність та універсальність машин.

Найяочніше зміни у технологіях сівби помітні на прикладах удосконалення технологій вирощування кукурудзи або цукрових буряків. Покращення якості насіння сприяє підвищенню його польової схожості, підвищує вимоги до якості сівби. Дотримання вимог агротехніки на сівбі цукрових буряків робочі можливі за швидкості 4...5 км/год, а це знижує продуктивність.

Удосконалення технологій вирощування можливе лише при удосконаленні посівної техніки. Основні тенденції направлені на підвищення продуктивності агрегатів посівних й зниження трудомісткості сівби. Для такої просяної культури, як цукрові буряки, застосовують пунктирну сівбу. Основна вимога цього процесу – рівномірне розподілення насіння у рядках із заданим інтервалом та дотриманням глибини загортання на підготовлених полях.

Неможливо досягти повноту досконалості конструкцій сівалок, бо постійно зростають агрономічні вимоги до виконання сівби

Розроблені чи удосконаленні сівалки мають бути конкурентоспроможними, їх кращих показників можна досягати вирішуючи такі проблеми:

- вдосконалювати процес сівби порівняно з існуючими сівалками, найдоцільніше реалізовувати підвищенням робочої швидкості на сівбі;

- розширяти універсальність використовуваних основних вузлів та робочих органів сівалок з можливістю сівби різними способами;

- підвищувати продуктивність посівних агрегатів через підвищення їх робочих швидкостей, зменшуючи затрати робочого часу на ТО та ремонт, знижуючи енерговитрату на сівбі [7, 8].

Сучасні конструкції сівалок розробляють вдосконаленням перевірних часом конструкцій робочих органів, підбираючи раціонально склад комбінованих агрегатів.

Для пунктирної сівби, застосовуваної для висівання багатьох кормових і овочевих культур, основна вимога – якісно сформувати однозерновий потік відбором окремих насінин із загальної маси застосовуючи спеціальні дозуючі елементи. На якість його формування впливають такі фактори: форма, розмір і маса насіння, зміна лінійної швидкості дозуючого елемента, вібрація та можливі поштовхи під час руху сівалки, спосіб пересування насіння на дно борозни, її профіль та спосіб загортання. Досконалість конструкцій робочих органів сівалок залежить також і від випадкових процесів, трапляються під час сівби.

Показник, що оцінює якість розподілу насінин у борозні при пунктирній сівбі – це допуски, що є коефіцієнтами впливу варіаційної статистики. Їх розміри визначають аналізуючи умови впливу якості сівби на отриманий врожай, економічність досягнення необхідної якості.

Для сівалки типу ССТ-12В коефіцієнт варіації відхилень інтервалів між насінинами у рядку має бути, залежно від норми висіву, для менших норм висіву 35 %, для більших – 55 % [9].

Оцінюють також рівномірність висіву між апаратами сівалки, таким показником є величина відхилення кількості посівного насіння у кожному рядку. Залежить він від надійності роботи висівних апаратів сівалки та можливого окремого технологічного підрегулювання норм висіву у кожному апараті.

Для цукрових буряків на всю сівбу виділяють 4...5 днів. На одному полі посіяти потрібно протягом 1...2 днів. Запізнення на кілька весняних днів із сівбою призводить до значних втрат врожаю.

Визначальні властивості посівного матеріалу, а саме, форма і розмір насіння, характер його поверхні, міцність, коефіцієнт тертя впливають на висипання насіння з отвору. Також вони є визначальними для вибору типу

висівного апарату та параметрів чарунок й отворів висівних дисків сівалок для пунктирної сівби, впливають вони і на параметри сошників і насіннепроводів.

Шліфоване або дражоване насіння цукрових буряків за формою сферичне.

У розрахунках пневмомеханічних висівних апаратів важливим є коефіцієнт присмоктування, для цукрових буряків – 0,13.

Вихідний потік посівного матеріалу з бункера формується по-різному:

- завдяки його контакту з рухомою шорсткою або ребристою поверхнею, (катушки, щитки, крильчатки, диски);

- через його контакт з поверхнею, що має присмоктувач (барабан або диски з отворами), з подальшим відділенням зайвих насінин від присмоктувальних отворів.

Скидають сформований потік в борозну елементи висівної системи, що його спрямовують: співудар з відбивачем; випадання або виштовхування із чарунки; відпадання від присмоктувального отвору після відміни дії вакууму; через розгін повітропоток у насіннепневмопроводі.

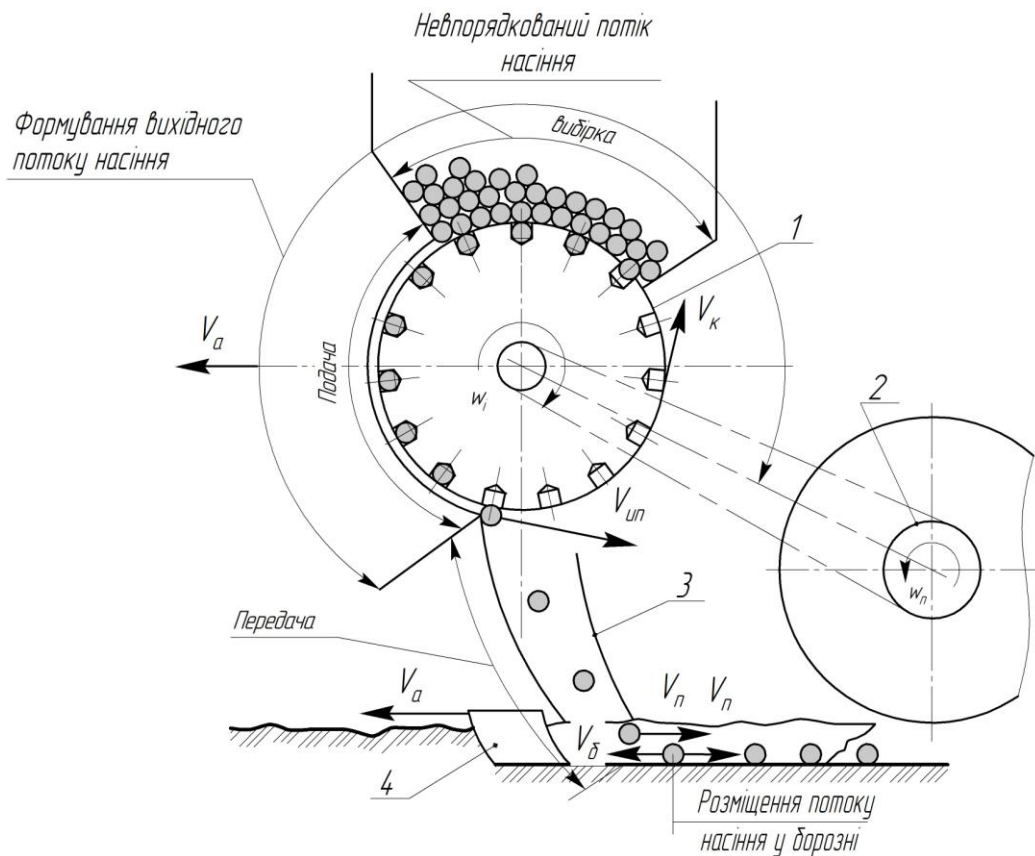
Усі зони висівної системи по-своєму впливають на якість висіву. Тому під час вибору висівної системи потрібно аналізувати як працюють усі зони, щоб вибрати потрібний принципи роботи кожної із них для досягнення відповідної якості висіву.

### **3.2. Умови формування потоку насіння для точного висіву**

Точна сівба реалізуються однозерновим рівномірним на довжині рядка розміщенням у ґрунті насіння, яке висівають. Так забезпечуються найсприятливіші умови для проростання насіння появи сходів.

Завдяки дотриманню умов точної сівби (рис. 3.1) є можливість для всіх рослин розвиватися рівномірно. Також перевагою є економія насіння та підвищення врожайності завдяки сприятливим умовам для розвитку.

Технологічний процес, що здійснює сівалка точного висіву, – перетворення хаотично розташованої сукупності насінин у технологічному об’ємі, в упорядкований не випадковий його потік з подальшим розташуванням у ґрунті із рекомендованим інтервалом.



1 – висівний апарат, 2 – привод, 3 – насіннепровід, 4 – сошник.

Рисунок 3.1

Формується вихідний потік насіння подачею з бункера до вибираючих елементів у вигляді комірок, що створюють потік робочих елементів з параметрами:  $M_K$  – кількість комірок,  $d_K$  – діаметр комірки,  $V_K$  – швидкість руху комірки.

Комірки беруть насінини із невпорядкованого потоку у бункері і доносять їх по одному у місце розвантаження, формуючи вихідний потік, що у подальшому направляється насіннепроводом або без нього у борозну, утворену сошником.

Факторів, що діють на нього при передачі, перетворюють вихідний потік насіння у потік з параметрами  $M_{II}$  – інтервал між насінинами.

Потрапивши у борозну, потік переформовується у потік насінин з параметрами:  $m_B$  – відстань між насінням у борозні,  $v_B$  – швидкість руху насіння під час подачі його у борозну.

Параметри сформованого кінцевого потоку  $m_B$  і  $v_B$  можна вважати результатом перетворень вихідного потоку в операціях передачі та розміщення, результатом яких є те, що вихідний потік високої рівномірності може перетворюватися у нерівномірний потік що матиме значні відхилення інтервалів між насінинами від заданого. Оптимізувати висів насіння можна вибравши такі технічні та технологічні рішення, які, за мінімальних затрат, забезпечать високу рівномірність вихідного потоку насіння і мінімальне перетворення його під час передачі і розміщення у борозні.

Проаналізуємо операції, що відбуваються при точній сівбі. Подачу насіння можна розділити на дві основні фази: западання насінин у комірки та забирання зайвих насінин з робочої поверхні висівного диска.

Западання насінин у комірки залежить здебільшого від геометричних і кінематичних параметрів дискового висівного апарату.

Висівний апарат, що розглядаємо – комірково-дисковий, його параметри (рис. 3.2): діаметр диска  $D_d$ , діаметр і глибину комірки  $d_k$  та  $h_k$ , кількість комірок  $z_k$  у ряду, крок між комірками  $S$ , кількість рядів комірок  $c_k$ .

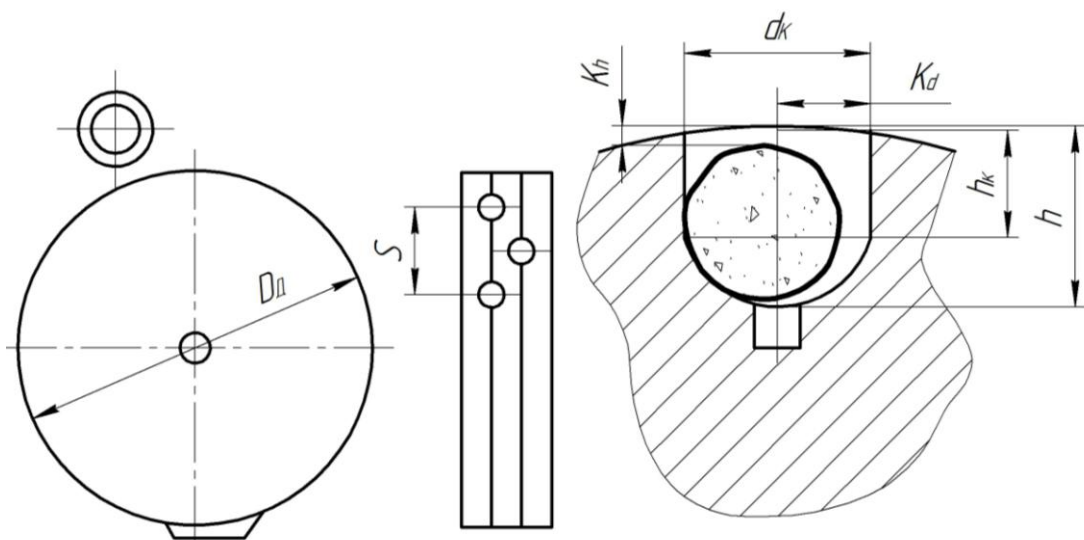


Рисунок 3.2

Циліндричні поверхні дисків апаратів можуть бути трьохрядні, дворядні й однорядні. Розміри комірок відповідають фракціям насіння, що висівається. Розміри фракціїй наносять на висіваючі диски. У нижній частині корпусу на двох штирях встановлюють клинові очисники.

### 3.3. Розрахунок параметрів удосконаленого висівного апарату

Кільцевий паз висіваючого диска має сектор, що перекриває ряд комірок.

Користуючись умовою влучення в середину комірки тільки одного зерна визначаємо діаметр комірки [8]

$$2\delta_{\min} > d_K = b_{\max} + K_d, \quad (3.1)$$

де  $\delta_{\min}$  – мінімальна товщина насіння, мм;

$d_K$  – діаметр комірки, мм;

$b_{\max}$  – максимальна ширина насіння, мм;

$K_d$  – зазор між стінкою комірки й насінням

$$K_d = (0,35 \dots 0,45) \cdot l, \quad (3.2)$$

тут  $l$  – довжина насіння, мм.

Геометричні розміри насіння цукрових буряків [16]:

- довжина  $l = 2,5 \dots 6,5$  мм;

- ширина  $b = 1,5 \dots 5,5$  мм;

- товщина  $\delta = 1,5 \dots 5,5$  мм.

З умови потрапляння у комірку тільки однієї насінини (3.1) визначимо діаметр комірки

$$d_K = b_{\max} + 0,4l; \quad (3.3)$$

матимемо

$$d_K = 5,5 + 0,4 \cdot 6,5 = 8,1 \text{ мм.}$$

Так як умова  $2\delta_{\min} > d_K$ , тобто  $2 \cdot 1,5 < 8,1$  мм, не виконується, потрібно зменшити до найближчого стандартного значення діаметр комірки  $d_K = 6$  мм. Щоб забезпечити умови якісної сівби, потрібно насіння відкалібрувати по товщині на фракції 3,5...4,5 мм і 4,5...5,5 мм.

Глибина комірки описується умовою [7, 8]

$$2\delta_{\min} > h_K = \delta_{\max} + K_h, \quad (3.4)$$

де  $\delta_{\max}$  – максимальна товщина насіння, мм;

$h_K$  – глибина комірки, мм;

$K_h$  – зазор між верхньою площиною диска й насінням,  $K_h = 2...3$  мм.

Висоту комірки визначатимемо врахувавши геометричні розміри насіння

$$h_K = \delta_{\max} + 2 = 5,5 + 2 = 7,5 \text{ мм.}$$

Умова  $2\delta_{\min} > h_K$ , тобто  $2 \cdot 3,5 < 7,5$  мм не виконується, відповідно потрібно зменшити глибину комірки, кінцево  $h_K = 4$  мм.

За один оберт диска об'єм насіння, що потрапляє у комірки, визначаємо як

$$q_1 = 0,25 \pi \cdot d_K^2 \cdot h_K \cdot C_K \cdot Z_{K1}, \quad (3.5)$$

де  $C_K$  – число рядів комірок;

$Z_{K1}$  – число комірок в одному ряду.

Для однорядних висівних дисків  $Z_{K1} = 90$ , для трьохрядних відповідно –  $Z_{K1} = 70$  [8].

Маючи встановлену норму висіву, можна визначити об'єм насіння, що має висіяти комірково-дисківий апарат за один оберт диска



$$q = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot Q \cdot B \cdot m_H \cdot 10^{-3}}{\gamma (1 - \varepsilon) \cdot u_j}, \quad (3.6)$$

де  $D_0$  – діаметр опорно-приводного колеса, м;

$Q$  – норма висіву,  $Q = 8 \dots 45$  шт./пог.м;

$m_H$  – маса насіння,  $m_H = m_0 \cdot 10^{-3}$ ; тут  $m_0$  – маса 1000 шт. насіння, г;

$B$  – ширина міжряддя, м;

$u_j$  – передаточне відношення приводу;

$\gamma_H$  – об'ємна маса насіння, кг/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon$  – коефіцієнт буксування (при ковзанні).

Прирівнюючи (3.5) і (3.6), можемо визначити потрібну кількість комірок в одному ряду

$$Z_{K1} = \frac{4 D_0 \cdot Q \cdot B_C \cdot m_H \cdot 10^{-3}}{d_K^2 \cdot h_K \cdot C_K \cdot \gamma (1 - \varepsilon) \cdot u_j}. \quad (3.7)$$

Щоб визначити число комірок на диску, прийmemo такі вихідні дані [7, 8]:

- діаметр колеса опорно-приводного  $D_0 = 0,5$  м;
- ширина захоплення сівалки  $B_C = 5,4$  м;
- норма висіву  $Q = 20$  шт./пог.м;
- число рядів комірок  $C_K = 2$  ;
- маса насіння  $m_H = m_0 \cdot 10^{-3} = 25$  г;
- коефіцієнт буксування  $\varepsilon = 0,1$  ;
- густина насіння цукрових буряків  $\gamma_H = 350$  кг/м<sup>3</sup>;
- передаточне число механізму приводу  $u_j = 0,452$  .

Матимемо таку кількість комірок в одному ряду диска

$$Z_{K1} = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 20 \cdot 5,4 \cdot 2,5 \cdot 10^{-5}}{0,006^2 \cdot 0,004 \cdot 2 \cdot 350 (1 - 0,1) \cdot 0,452} = 131 \text{ шт.}$$

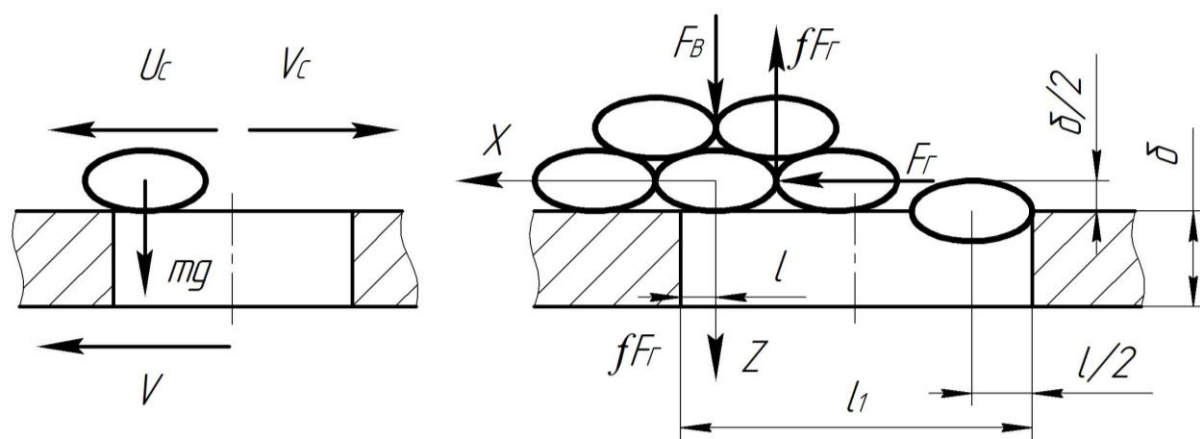
Оскільки у вихідних даних приймали максимально можливу норму висівання насіння, тому отримали  $z_k = 131$  шт, кінцево прийmemo  $z = 90$ , що є найближчим стандартним значенням.

Переміщення насіння на поверхні висівного диска обумовлює його западання у комірки. Форми насіння впливає на можна процес, що буде спостерігатися на робочій поверхні – це ковзання або кочення-ковзання.

Диск обертаючись, передає нижньому шару насіння швидкість, яка відрізняється від його швидкості, але не більше її. Завдяки цьому нижній шар насіння захоплюватиме верхній і т.д. Результат – забезпечується передавання руху від диска висівного до маси насіння в апараті.

Западання насінин у комірки диска відбувається завдяки відносній швидкості  $v_c$ , а не абсолютній  $u_c$ , тобто необхідне відносне переміщення для реалізації процесу.

Проаналізуємо як відбувається западання насінин еліпсоїдної форми у комірку подовженої форми. Якщо є одиничний або невеликий шар насінин, то западання відбуватиметься у момент, коли центр ваги насінини буде біля краю комірки (рис. 3.3).



а) одиничний шар; б) великий шар

Рисунок 3.3 – Западання насіння еліпсоїдної форми у комірки диска

За умови, що висота шару насіння у банку велика, а це властиво дисковим висіваючим апаратам, то на насіння, діють сили: ваги  $mg$ ,

вертикального  $F_B$  і горизонтального  $F_G$  тиску і тертя  $fF_G$ . За такого впливу сил момент западання насінин починається одразу після зсуву його центра ваги відносно краю на деяку відстань  $\Delta l$ . Ця величина буде різною для різних насінин. Для насіння цукрових буряків  $\Delta l = (0,35 \dots 0,45) \cdot l$ . Якщо трапиться, що центр ваги насінин опиниться нижче або на рівні з поверхнею диска, то воно западатиме у комірку.

Умова западання насінин у комірки: радіальна швидкість  $U$  центра комірок диска має бути тим меншою, порівняно з більшими розмірами насіння  $l$  та  $\delta$ , коротшою за довжину комірок  $l_1$  і меншою за абсолютну швидкість насіння  $U_c$ .

За швидкостей руху посівних агрегатів до 8 км/год швидкість центрів комірок для насіння цукрових буряків – 0,43 м/с.

### 3.4. Обґрунтування розташування ролика-чистика у висівному апараті

Вертикально-дискові висівні апарати сівалок ССТ-12 мають активні ролики-чистики щоб видаляти зайві або неправильно укладені насінини з комірок диска. Його положення відносно вертикальної осі диска обирають з умови мінімального пошкодження насінин за оптимального заповнення ними комірок.

На рис. 3.4 є схема взаємодії ролика-чистика 2 із клубочком насіння 3, що має бути видалене з комірки висівного диска 1.

На виході з комірки зайве скупчення насіння буде повертається навколо точки  $C$ . Рівняння моментів сил, що діють на насінину відносно точки  $C$

$$F_2 \cdot l_1 + N_2 \cdot l_2 - mg \cdot l_3 = 0 ; \quad \text{або}$$

$$f \cdot N_2 \cdot l_1 + N_2 \cdot l_2 - mg \cdot l_3 = 0 ; \quad (3.8)$$

де  $f$  – коефіцієнт зчеплення скупчення насіння із поверхнею ролика;

$g$  – прискорення вільного падіння;

$N_2$  – сила нормального тиску ролика-чистика на поверхню скупчення насіння;

$m$  – маса клубочка насіння;

$l_1, l_2, l_3$  – плечі сил, які діють на насініну, відносно точки  $C$ .

З рис. 3.4 запишемо:

$$l_1 = AB + BC \cdot \cos \theta ; \quad (3.9)$$

$$l_2 = BC \cdot \sin \theta ; \quad (3.10)$$

$$l_3 = BC \cdot \sin \psi ; \quad (3.11)$$

де  $AB = r$  – радіус клубочка насіння;

$BC$  – відстань,

$$BC = \frac{1}{2} \sqrt{4r^2 - a^2} ; \quad (3.12)$$

$\theta$  – кут між нормаллями  $N_1$  і  $N_2$  ;

$a$  – ширина канавки для встановлення клинового очисника насіння.

$$\lambda = 90^\circ - (90^\circ - \alpha_y + a) = \alpha_y - a ; \quad (3.13)$$

де  $\alpha_y$  – кут між вертикаллю і прямою, що проходить через центри

ролика-чистика і висіваючого апарата;

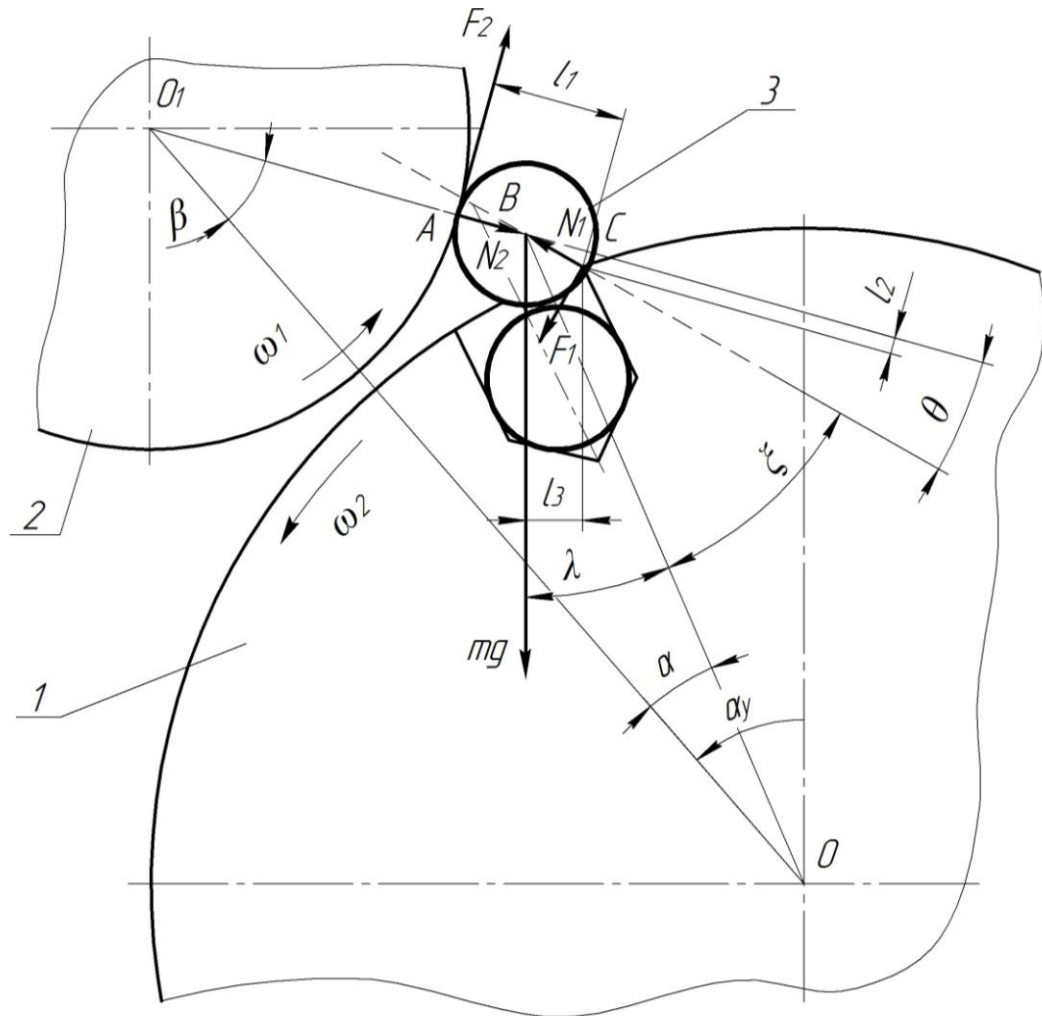
$\xi$  і  $\alpha$  – кути, які визначають з геометричних співвідношень радіусів висіваючого диска, ролика і клубочка насіння.

Рівняння (3.8) з урахуванням попередніх співвідношень

$$\begin{aligned} N_2 \left( f \cdot r + 0,5 f \sqrt{4r^2 - a^2} \cdot \cos \theta + 0,5 \sqrt{4r^2 - a^2} \cdot \sin \theta \right) = \\ = 0,5 mg \sqrt{4r^2 - a^2} \cdot \sin (\xi + \alpha_y - \alpha). \end{aligned} \quad (3.14)$$

Звідси

$$N_2 = \frac{mg \sqrt{4r^2 - a^2} \cdot \sin(\xi + \alpha_y - \alpha)}{2f \cdot r + \sqrt{4r^2 - a^2} \cdot (f \cos \theta + \sin \theta)} \quad (3.15)$$



1 – диск висіваючого апарата; 2 – ролик-чистик; 3 – клубочок насіння.

Рисунок 3.4

Сила нормального тиску  $N_2$  стискатиме клубочок насіння і, при деякому значенні, може його зруйнувати. Щоб зменшити подрібнення клубочків насіння, потрібно зменшувати силу нормального тиску на них. З (3.16) помітно, що ця умова забезпечуватиметься при зменшенні кута  $\alpha_y$ . Цей кут обумовлює встановлення ролика-чистика відносно вертикальної осі

висівного диска. Зменшення кута  $\alpha_y$  призведе до зменшення зони заповнення комірок диска висіваючого апарата клубочками насіння. Це допустимо тільки до деякої межі, оскільки може спричинити пропуски під час висівання насіння. Спостерігатиметься мінімальне ушкодження клубочків насіння при  $N_2 = 0$

$$\alpha_y = -(\xi - \alpha). \quad (3.16)$$

Аналітично встановлено, що для висівного апарата сівалки ССТ-12 (при діаметральних розмірах висівного диска – 220 мм і ролика-чистика – 110 мм) для забезпечення умови  $N_2 = 0$  потрібно, щоб кут  $\alpha_y = 18^{\circ} 25'$ . Відмірюють його позаду вертикальної осі диска висівного апарату. За таких умов більша частина зони заповнення комірок диска висіваючого апарату клубочками насіння буде перекрита роликом-чистиком. Цього не можна допускати, тому що різко погіршиться заповнення комірок насінням.

Забезпечити достатнє заповнення комірок клубочками насіння запобігаючи при цьому одночасному зменшенні їх дроблення, можна встановивши ролик-чистик так, щоб поверхня його обода у задній частині торкалася вертикальної осі диска висіваючого апарата.

Кут  $\alpha_y$  для цих умов визначають так

$$\alpha_y = \arcsin \frac{r}{R + r}, \quad (3.17)$$

де  $r$  – радіус ролика-чистика  $r = 55$  мм;

$R$  – радіус диска висіваючого апарата,  $R = 110$  мм.

Отримаємо

$$\alpha_y = \arcsin \frac{55}{(110 + 55)} = 19^{\circ} 30'.$$

Отже, для пропонованого удосконалення висівного апарату сівалки ССТ-12Б, доцільно прийняти кут  $\alpha_y = 20^{\circ}$ .

### 3.5. Умова виштовхування насінин із комірок

Насіння виводиться з комірок висіваючого диска завдяки вільному випаданню і примусовому виштовхуванню. На бурякових сівалках встановлюють клинові пластинчасті очисники.

Під час перебування насінини у комірці у зоні вивантаження (рис. 3.5), на нього діють такі сили: тяжіння  $mg$ ; відцентрова  $m\omega^2 R_D$ ; тертя  $F_f$  та інерції  $m \frac{dV}{dt}$ . Умова випадання насінини із комірки [7, 8]

$$m \frac{dV}{dt} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \leq mg + m\omega^2 R_D, \quad (3.18)$$

де  $\omega$  – кутова частота обертання диска,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\varphi_1$  – кут зовнішнього тертя насіння, град;

$R_D$  – радіус диска, м;

$mg$  – вага насіння, Н.

Проінтегрувавши (3.18)

$$\int dV \leq \frac{g}{\operatorname{tg} \varphi_1} \int dt + \frac{\omega^2 \cdot R_D}{\operatorname{tg} \varphi_1} \int dt; \quad (3.19)$$

матимемо залежність, щоб визначати швидкість обертання висівного диска

$$V \leq \frac{g}{\operatorname{tg} \varphi_1} \cdot t + \frac{\omega^2 \cdot R_D}{\operatorname{tg} \varphi_1} \cdot t + C. \quad (3.20)$$

де  $t$  – час падіння насінин з висоти  $h$ . При  $t = 0$  постійна інтегрування  $C = 0$ .

Час падіння насінин з висоти  $h$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (3.21)$$

Водночас час  $t$  виражають через швидкість руху сівалки  $V_M$  і крок між насінинами за довжиною ходу  $a$

$$t = \frac{a}{V_M}. \quad (3.22)$$

Прирівнюючи (3.21) і (3.22), і врахувавши, що  $a = a_{\max}$ , матимемо висоту встановлення диска відносно дна борозни [8]

$$h = \frac{a_{\max}^2 \cdot g}{2V_M^2}. \quad (3.23)$$

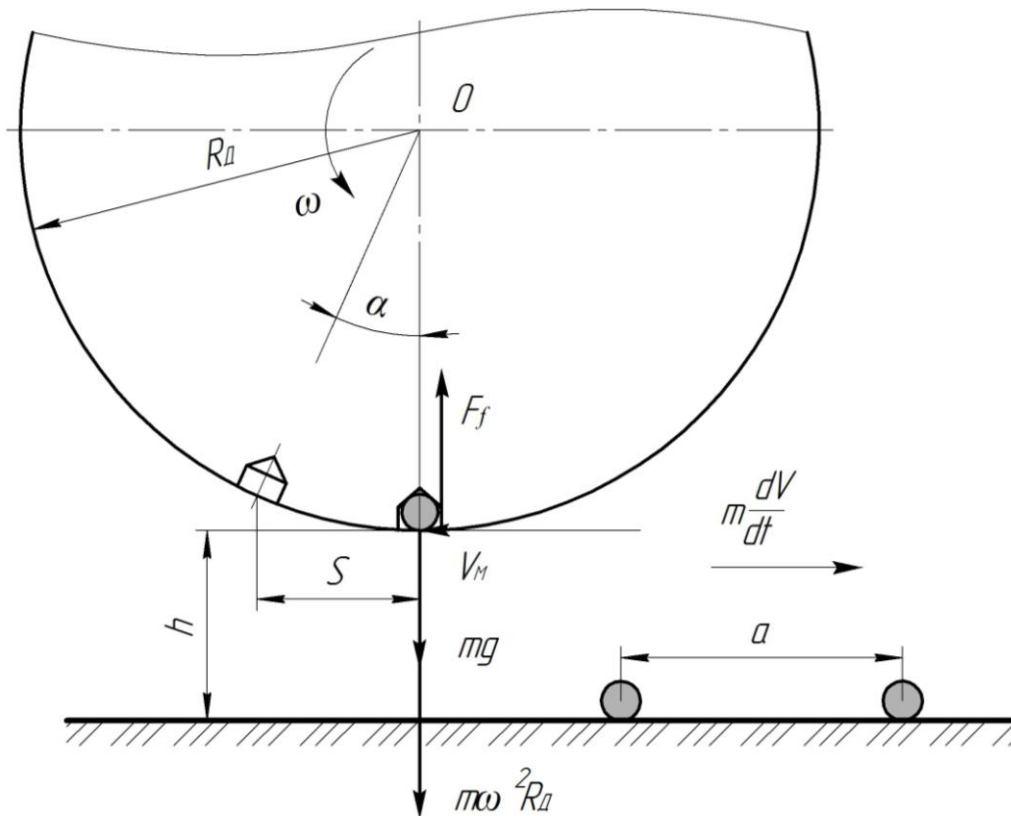


Рисунок 3.5

Підставляючи (3.21) у (3.20) і врахувавши, що  $V = \omega \cdot R_D$ ;  $\omega = \omega_{\min}$ ;  $h = h_{\max}$ ; матимемо залежність для визначення діаметра диска

$$D_D \geq \frac{2g \cdot \sqrt{\frac{2h_{\max}}{g}}}{\omega_{\min}^2 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g} - \omega_{\min} \cdot \text{tg } \varphi_1}}. \quad (3.24)$$



Мінімальна кутова швидкість обертання диска висівуючого апарата

$$\omega_{\min} = \frac{2V_M}{D_0 \cdot u_{\max}}, \quad (3.25)$$

де  $u_{\max}$  – максимальне передаточне відношення.

Діаметр висівного диска визначають ще й так [8]

$$D_{\text{д}} = \frac{S}{\sin \frac{180^\circ}{z}}, \quad (3.26)$$

де  $S$  – крок між комірками в одному ряді,

$$S = d_k + \Delta S, \quad (3.27)$$

де  $\Delta S$  – відстань між комірками, м.

Щоб визначити висоту встановлення висівуючого диска приймають крок між насінинами у рядку  $a = 0,2$  м, швидкість сівалки  $V_M = 2$  м/с. Підрахувавши за (3.23), отримаємо

$$h = \frac{0,2^2 \cdot 9,81}{2 \cdot 2^2} = 0,05 \text{ м.}$$

Отримане значення для висоти розташування висівного апарату наближається до значення висоти встановлення висівного апарату сівалки ССТ-12Б ( $h = 0,07$  м). Тому, приймаємо, що  $h = 0,07$  м.

Насіння, яке застрягло у комірках, видаляють з них користуючись пластинчастим клиновим виштовхувачем. Схема його роботи зображена на рис. 3.6.

Для пластинчастого клинового очисника профіль робочої грані  $a_2 - a_2$  визначають з умови видалення насіння з комірки.

Грань переважно нахилена до стінки комірки під кутом  $\alpha$ . Під час обертання диска  $I$  на насінини діють сили нормального тиску  $N$  з боку стінки

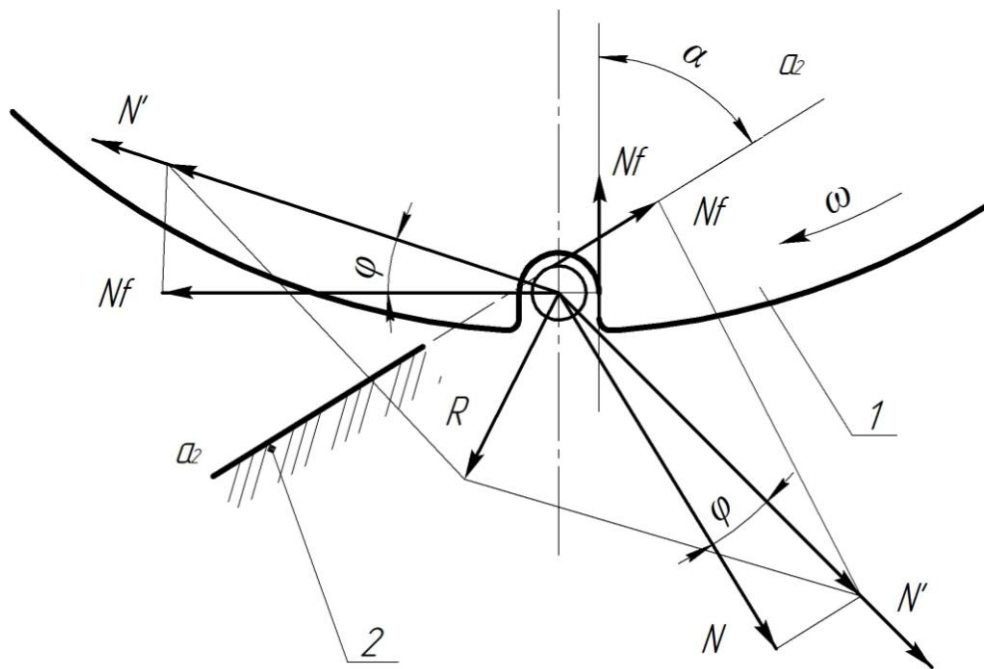
комірки й очисника. Завдяки силам тертя ці сили відхилені від нормалі на кут тертя  $\varphi$ . Якщо їх просумувати, то результуюча сила  $R$  буде намагатися видалити насіння з комірки. Враховуючи рівність коефіцієнтів тертя які виникають між насінням, з одного боку, стінкою комірки й очисником з іншого, умова виштовхування насінин комірок

$$\alpha > 2\varphi, \quad (3.28)$$

де  $\varphi$  – кут зовнішнього тертя насінин по матеріалу диска і виштовхувача.

Згідно з [8]  $\varphi = 20^\circ$  Тоді  $\alpha \geq 2 \cdot 20^\circ = 40^\circ$ . Прийmemo, що  $\alpha = 45^\circ$ .

Висівний диск під час роботи змінює нахил стінки комірки відносної грані очисника. Умова (3.28) має виконуватися, тому робоча грань нерухомого клинового очисника має вигляд логарифмічної кривої.



1 – комірковий диск, 2 – виштовхувач

Рисунок 3.6

Виконанні розрахунки геометричних та кінематичних параметрів висівного апарату, визначено оптимальну висоту встановлення висівного апарату відносно дна борозни. Ці результати обґрунтовують доцільність пропонованого удосконалення.

## **4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1. Вимоги безпеки праці при підготовці до роботи, технічному обслуговуванні і транспортуванні сівалки ССТ-12Б**

Перед виїздом у поле оглядають технічний стан сівалки і виконують її технічне обслуговування. Перевіряють правильність розміщення висівних секцій. Їх встановлюють чітко по лунках, які виконано на брусі рами сівалки.

Під час перевірки пристрою пристосування контролю і сигналізації вимагаються, щоб датчики рівня насіння знаходилися на другій та одинадцятій секціях сівалки ССТ-12Б. На туковисівних апаратах такі датчики розташовують на третьому і четвертому апаратах сівалки ССТ-12Б.

Домагаються, щоб перекіс ланцюга не перевищував 2 мм, а прогин його неробочої гілки був 8...12 мм під дією зусилля 100 Н.

Тиск у пневматичних шинах коліс доводять до  $0,25 \pm 0,02$  МПа.

Перевіряють роботу механізмів сівалок. Усі механізми повинні працювати плавно, без заїдань і стороннього шуму.

Удосконалення сівалки, зокрема висівного апарату передбачає встановлення допоміжних робочих органів, що може призводити до почастішання випадків травматизму. Тому, поряд із правилами техніки безпеки, встановленими заводом-виробником, слід дотримуватися таких вимог. Забороняється: рух агрегату на великих швидкостях і круті повороти; при тривалій стоянці залишати сівалку у піднятому стані; ремонтувати, змащувати, підтягувати кріплення, очищати сівалку під час руху агрегату і при включеному двигуні трактора; під час регулювання механізму включення гідропідіймання і при переводі сівалки у транспортне положення й навпаки знаходитися біля сівалки стороннім особам; сідати на сівалку під час руху агрегату; догляд і регулювання механізмів на ходу агрегату; транспортувати сівалку без світловідбивачів у темний час доби.

Транспортна швидкість по дорогах із твердим покриттям не повинна перевищувати 15 км/год.

При далеких переїздах використовують транспортне пристосування.

При транспортуванні агрегату по вибитих дорогах і мостах швидкість не повинна бути більша 5 км/год.

Транспортування агрегату на великі відстані необхідно проводити тільки при позначені габаритів агрегату відповідними знаками, які передбачені Правилами дорожнього руху.

Усі роботи, пов'язані з ремонтом і технічним обслуговуванням, виконувати тільки на відчепленій, або опущеній на землю сівалці і при заглушеному двигуні трактора.

Для підтримання сівалки у належному технічному стані виконують щозмінне технічне обслуговування одночасно з обслуговуванням трактора, з яким вона працює. При встановленні на зберігання проводять післясезонне технічне обслуговування.

Під час щозмінного технічного обслуговування добре очищають агрегат від ґрунту, бур'янів, та рослинних решток, оглядають стан кріплення всіх складальних одиниць і робочих органів; гайки осей батарей повинні бути надійно затягнуті і зафіксовані. Перевіряють тиск у пневматичних шинах. Виявлені недоліки усувають. Всі тертьові поверхні змащують.

Перевіряють та підтягують кріплення сошників, правильність встановлення та натяг ланцюгів, розміщення сошників, відсутність у бункерах насіння і добрив, сторонніх предметів, змащують сівалку згідно з картою мащення.

При післясезонному технічному обслуговуванні, крім операцій щозмінного технічного обслуговування, робочі органи знарядь промивають у гасі і покривають захисним мастилом для запобігання іржавінню [2, 6, 9].

Перевід сівалки з робочого положення у транспортне і навпаки здійснювати тільки при опущеній транспортній підставці на рівній ділянці поля зі схилом не більше 5°.

Сівалка може працювати на схилах крутизною не більше 5° із дотриманням необхідних заходів безпеки з обмеження швидкості і при відповідній колії трактора.

Забороняється заглиблювати сівалку не на ходу, а на місці, ставлячи при цьому важіль розподільника на «опускання» і «замкнено».

#### **4.2. Вимоги безпеки праці під час сівби та правила зберігання сівалки**

Під час сівби необхідно дотримуватися вимог безпеки. Забороняється знаходитися під час роботи попереду агрегату, сидіти на сівалці та інших частинах посівного агрегату.

Під час роботи агрегату забороняється: проводити регулювання робочих органів сівалки; змінювати показники норми висіву насіння, добрив, пестицидів; очищувати від залишків ґрунту та технологічних матеріалів робочі органи посівного агрегату; заправляти насінням та добривами технологічні місткості посівного агрегату; сідати в трактор та виходити з нього; змінювати положення маркерів вручну.

Заправку агрегату насінням та добривами необхідно проводити у спеціальному одязі і при використанні засобів захисту від отрутохімікатів.

Очищення робочих органів агрегату (сошники, лапи і т.ін.) необхідно виконувати відповідними штатними очисними пристосування.

Монтажні роботи, технічне обслуговування агрегату, усунення несправностей необхідно проводити при зупиненому двигуні.

Забороняється знаходитись між трактором і сівалкою під час її монтажу на гідронавіску трактора.

Вимоги техніки безпеки при підготовці посівного агрегату для сівби цукрових буряків передбачають, що до роботи з агрегатом допускаються особи, які ознайомлені з будовою агрегату, його регулюваннями та організацією виконання робіт. Перед початком робіт необхідно: заїхати на регульовальний майданчик, відкинути підставки, опустити агрегат на опорні колеса сівалки; установити підпірки так, щоб вони торкалися майданчика, при цьому агрегат ними підтримується; установити глибину загортання насіння

цукрових буряків і норму висіву відповідно до заводської інструкції та удосконаленої конструкції висівного агрегату. Такий порядок підготовки посівного агрегату до роботи дозволить уникнути травматизму.

Перед виїздом із регульовального майданчика переконатися, що в зоні маневрування немає сторонніх осіб і об'єктів, що заважають руху.

У процесі посіву цукрових буряків механізатор зобов'язаний мати і використовувати індивідуальні засоби захисту.

Зберігання сівалки здійснюють згідно рекомендацій ДСТУ.

Після закінчення польових робіт складові частини сівалки необхідно доставити до місця зберігання і виконати такі роботи: очистити від пилу, бруду і рослинних залишків; встановити на підставки; демонтувати гідроциліндри, ходові колеса, рукави високого тиску і здати на склад; змастити солідолом маслянки; нанести консерваційне мастило на робочі органи; відкриті місця гідросистем змазати солідолом і оберігати від попадання бруду і вологи; бункери насінневих і туковисівних апаратів очистити від насіння і мінеральних добрив; туковисівні апарати та їх бункери промити теплою водою, просушити, щільно закрити; місця із пошкодженою фарбою підфарбовують; тукопроводи знімають із сівалки, очищають від пилу, добрив, промивають теплою водою та підсушують; втулково-роликові ланцюги знімають з сівалок, промивають дизельному паливі і протягом 20 хв проварюють у автолі; при зберіганні агрегату у приміщенні ланцюги без натягу встановлюють на сівалки, а з сівалок на відкритих майданчиках здають на склад; зірочки, зубчасті передачі, різьбові з'єднання покривають антикорозійним мастилом; всі підшипники і тертьові поверхні змащують згідно з картою мащення; тиск у камерах пневматичних шин коліс знижують до 0,098МПа; всі пружини розвантажують та змащують антикорозійним мастилом; електросигналізацію знімають і зберігають на складі після її очищення.

Зберігають знаряддя встановленим на підставки у закритому приміщенні або під навісом [2, 6, 9].

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Удосконалити процес сівби цукрових буряків можна реалізувати підвищенням якісних показників посіву. Досягнути цієї мети можна запобігши ушкодженню дражованого насіння і реалізацією однозернового висіву. Для цього розроблено висівний апарат, що функціонує за моделлю системи точного висіву. Така система призначена реалізувати технологічний процес розподілу насінин у ґрунті з відповідними параметрами, а саме, крок сівби, глибина загортання. Точний посів досягається поєднанням трьох операцій: формуванням вихідного потоку насіння, просування насіння до сошників і розподіл його у борозні.

Розроблений висівний апарат конструктивно виконаний як диск з комірками, що поміщений у бункер посівної секції сівалки. Дотично до висівного диска встановлено відбиваючий ролик, що обертається; він має в основі жорстку маточину, на якій змонтоване проміжне кільце та бандаж, що виготовлені з матеріалів, які мають різні коефіцієнти пружності. Завдяки різним пружним властивостям матеріалів деталей висіваючого апарату, властивостям посівного матеріалу та регулюванням процесу висіву не відбувається заклинювання насінин між висіваючим диском і роликом-відбивачем, так запобігаючи пошкодженням насіння і підвищуючи точність висіву, тобто реалізується однозерновий посів.

У подачі насіння до спрямування у борозну можна виділити дві фази: западання насінин у комірки та усунення зайвих насінин з робочої поверхні висіваючого диска. Щоб забезпечити достатнє заповнення насінням комірок диска висівного апарату, одночасно запобігаючи зменшенню їх дроблення, запропоновано змінений конструктивно обертовий ролик-чистик встановити так, щоб поверхня його обода у задній частині торкалася вертикальної осі диска. Насіння з комірок висівного диска випадає по-різному, частково завдяки вільному випаданню, решта – примусовим виштовхуванням, зокрема,

те, що заклинило у комірках, видаляється з них пластинчастим клиновим виштовхувачем.

Висівний диск у процесі сівби постійно змінює нахил стінки комірки відносно грані очисника. Для дотримання умови постійного виштовхування зерна з комірок, робоча грань нерухомого клинового очисника виконана у вигляді логарифмічної кривої.

Для розробленої до сівалки ССТ-12Б конструкції висіваючого апарата для сівби насіння цукрових буряків обґрунтовано упорядковане формування вихідного потоку насіння; визначено параметри комірково-дискового висіваючого апарата, а саме: кількість комірок 90 шт., діаметр комірок – 6 мм, глибина комірок – 4 мм, швидкість руху центрів комірок – 0,43 м/с.

Виконанні розрахунки, якими встановлено інші параметри висівного апарата, у результаті визначено величину кута для забезпечення необхідного положення ролика-чистика відносно вертикальної осі висівного диска –  $20^{\circ}$ ; оптимальна висота положення висівного апарата відповідно дну борозни – 0,07 м; умова виштовхування насіння з комірок, тобто кут нахилення грані до стінки комірки –  $40...45^{\circ}$ .

Усі виконанні обґрунтування конструкції та розрахунки параметрів розробленого висівного апарата для удосконалення процесу сівби цукрових буряків із застосуванням дражованого насіння, підтверджують, що підвищити рівномірність розподілу насіння по довжині рядків можна зменшивши горизонтальну складову абсолютної швидкості руху насіння, а це можна досягти встановивши активний насінневідвід.

У роботі розроблено вимоги безпеки під час підготовки до роботи, виконання технологічного процесу, технічного обслуговування, зберігання і транспортування сівалки ССТ-12Б.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
2. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230 с.
3. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
4. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
5. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А.Довбуш, Н.І.Хомик, А.В. Бабій, Г.Б.Цьонь, А.Д.Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А.,2022. 220с
6. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. 188 с.
7. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник /Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
8. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машин: теоретичні основи, конструкторія, проектування. Кн.1: Машини для рільництва /П.В. Сисолін, В.М.Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. Київ: Урожай, 2001. 382 с.
9. Сеялка свекловичная пунктирная навесная ССТ-12Б. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Кировоград: Облполиграфиздат, 1981. 111 с.
10. Хомик Н.І. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, І.Й. Блозва, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
11. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.

12. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машины та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина друга. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.
13. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування /Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
14. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
15. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, Н.А. Антончак. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 320 с.
16. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
17. Andreikiv, O.E., Babii, A.V., Dolinska, I.Y. *et al.* Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Mater Sci* 56, 112–118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00404-2>
18. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor *Procedia Structural Integrity*, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
19. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Dunets Bogdan. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2019. Vol. 93. No. 1. P. 61-69. (Manufacturing engineering and automated processes).
20. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Palyukh A. Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2022. Vol 108. No 4. P. 5-15.
21. Babii A., Levytskyi B., Dovbush T., Babii M., Khomuk N., Dovbush A., Valiashek V. Mathematical model of sprayer tank loading. *Procedia Structural Integrity*, 2024. No 59, 609-616.

## **ДОДАТКИ**