ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

Удосконалення механізації вирощування буряків цукрових з модернізацією конструкції сівалки

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-2-22 за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Стельмах Віталій Сергійович

Керівник: _____Теслюк Геннадій Володимирович

Рецензент: _____ _____

Дніпро - 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

_____ Теслюк Г.В.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«____» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Стельмаху Віталію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації вирощування буряків цукрових з модернізацією конструкції сівалки.

керівник роботи Теслюк Геннадій Володимирович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«00» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Дослідження сучасного стану рослинницької галузі та аналіз існуючих конструктивних рішень робочих органів посівних машин. Опрацювання патентних матеріалів, наукових джерел і результатів останніх досліджень, що стосуються обраного напряму дипломного проєкту.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1.Сучасна технологія вирощування цукрових буряків. 2. Аналіз існуючих конструкцій сівалок та обґрунтування актуальності теми дипломного проєкту. 3. Розробка й обґрунтування схеми модернізації. 4. Заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища. 5. Техніко-економічне оцінювання запропонованої сівалки; Висновки; Бібліографія.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1.Огляд конструкцій сівалок. 2. Сівалка ССТ-12М. 3. Апарат вмсіваючий. 4. Деталювання. 5. Показники економіки.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
2	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
3	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
4	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
5	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
нормоконтроль	Золотовська О.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 10.02.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)		
2	Технологічний		
3	Конструкційний		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Графічна частина		

Студент _____ Стельмах В.С..
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Теслюк Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

№строк	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. листів	Номер листа	Примітка
			Документація			
	А1	52.ДП. 072. 000. 000.ПЗ	Розрахунково -	72		
			записка			
	А1	52.ДП. 072. 000.001.ОК	Огляд конструкцій сівалок	1	1	
	А1	52.ДП. 072. 000. 002. ВЗ	Сівалка ССТ-12М	1	1	
	А1	52.ДП. 072. 000. 003. СК	Апарат висіваючий	1	3	
	А3	52.ДП. 072. 000. 004.	Диск	1	4	
	А3	52.ДП. 072. 000. 005. СК	Колесо зубчасте ведене	1	4	
	А3	52.ДП. 072. 000. 006. СК	Ступиця	1	4	
	А3	52.ДП. 056. 000. 007.	Ролик	1	4	
	А1	52.ДП. 056. 000. 008. ПЕ	Показники економіки	1	5	

Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	52.ДП.072.000.000.ПЗ		
Розроб.		Стельмах В			Відомость дипломного проєкту	Літ	Лист	Листів
Перев.		Теслюк Г.В				І		
Н.Контр.		Золотовська				*ДДАЕУ*		
Затв.		Теслюк Г.В.						

РЕФЕРАТ

Стельмах В.Ю. Удосконалення механізації вирощування буряків цукрових з модернізацією конструкції сівалки / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». - ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У дипломній роботі розглянуто питання підвищення якості висіву насіння цукрових буряків шляхом удосконалення висівного апарата бурякової сівалки ССТ-12Б. Виконано аналіз сучасної технології вирощування цукрових буряків в Україні, проведено огляд конструкцій бурякових сівалок, а також визначено основні недоліки серійного комірчасто-дискового висівного апарата.

У роботі обґрунтовано конструктивну схему модернізації висівного апарата, яка передбачає застосування пружного ролика для відокремлення зайвих насінин із комірок висівного диска. Проведено розрахунок модернізованого ролика висівного апарата, визначено його основні геометричні параметри, кінематичні характеристики та умови взаємодії з насінням. Виконано аналіз сил, що діють на насінину в зоні контакту з роликом і коміркою висівного диска, що дозволило обґрунтувати умови видалення зайвих насінин і підтвердити зменшення контактного тиску на насіння.

У результаті проведених досліджень встановлено, що запропонована конструкція ролика забезпечує більш м’яку взаємодію з насінням, зменшує ймовірність його пошкодження та сприяє підвищенню якості посіву цукрових буряків.

Ключові слова: цукрові буряки, сівалка ССТ-12Б, висівний апарат, висівний диск, ролик, насіння, точність висіву.

ЗМІСТ

ВСТУП 8
1. СУЧАСНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УКРАЇНІ 11
1.1 Загальна характеристика сучасної технології вирощування цукрових буряків в Україні 11
1.2 Машини, що використовуються в технології вирощування цукрових буряків 13
1.3 Поширені в Україні сорти і гібриди цукрових буряків 15
1.4 Обґрунтування агротехнічних параметрів сівби цукрових буряків .. 16
Висновок по розділу 19
2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СІВАЛОК ДЛЯ ПОСІВУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ 20
2.1 Загальна характеристика сівалок для посіву цукрових буряків 20
2.2 Вітчизняні сівалки для посіву цукрових буряків 21
2.3 Зарубіжні сівалки точного висіву та їх особливості 22
2.4 Порівняльний аналіз конструктивних схем сівалок 28
2.5 Основні недоліки існуючих сівалок і напрями їх удосконалення 31
Висновки по розділу 32
3. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ СІВАЛКИ ССТ-12Б 34
3.1. Будова та робочий процес вдосконаленого висівного апарата 34
3.2. Конструктивні розрахунки модернізованого ролика висівного апарата 37
3.2.1. Розрахунок геометричних параметрів ролика 38
3.2.2. Кінематичний розрахунок ролика 39
3.2.3. Розрахунок площі контакту ролика з насіниною 40
3.2.4. Оцінка деформації пружного шару 42

3.3. Розрахунок основних експлуатаційних параметрів сівалки ССТ-12Б з модернізованим роликом 46
Висновки по розділу 50
4. ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ ТА ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕРНІЗОВАНОЇ СІВАЛКИ 51
4.1. Загальні положення 51
4.2. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників 51
4.3 Вимоги безпеки під час підготовки сівалки до роботи 52
4.4 Вимоги безпеки під час роботи агрегату в полі 53
4.5. Заходи пожежної безпеки 54
4.6. Переваги модернізованої сівалки та заходи щодо захисту навколишнього середовища 54
Висновки по розділу 56
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ 58
Висновки по розділу 64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 66
ЛІТЕРАТУРА 68
ДОДАТКИ 72

ВСТУП

Буряк є однією з важливих сільськогосподарських культур, що має значне продовольче та господарське значення. Столові буряки широко використовуються в харчуванні населення, а цукрові є основною сировиною для виробництва цукру, патоки та інших продуктів переробки. В умовах України вирощування буряків посідає важливе місце в структурі посівних площ, оскільки ця культура є цінною як для харчової промисловості, так і для аграрного виробництва в цілому.

Ефективність виробництва буряків значною мірою залежить від рівня механізації технологічних процесів, якості виконання агротехнічних операцій та впровадження сучасних технічних рішень. Високі врожаї коренеплодів можуть бути отримані лише за умови дотримання науково обґрунтованої технології вирощування, яка включає використання якісного насіння, правильний вибір попередників, раціональний обробіток ґрунту, оптимальну систему удобрення, захист рослин від бур’янів, шкідників і хвороб, а також своєчасне і якісне виконання всіх польових робіт.

Одним із ключових етапів технологічного процесу вирощування буряків є їх сівба, оскільки саме від якості виконання цієї операції значною мірою залежать рівномірність сходів, густота рослин і майбутня врожайність культури. Саме на цьому етапі формується майбутня густота рослин, яка є основою для одержання високого та якісного врожаю. Особливістю насіння буряків є необхідність його загортання на невелику і стабільну глибину. Порушення рівномірності висіву, недотримання заданої глибини загортання, а також недостатня якість передпосівної підготовки ґрунту призводять до появи зріджених або нерівномірних сходів, що в подальшому негативно впливає на ріст і розвиток рослин та знижує врожайність культури [1,2].

Сучасні вимоги до технології вирощування буряків передбачають не лише підвищення врожайності, а й зниження енергоємності та матеріалоємності виробництва. У зв’язку з цим особливого значення набуває застосування ресурсозберігаючих технологій, які забезпечують скорочення витрат праці, пально-мастильних матеріалів і насіннєвого матеріалу. Одним із шляхів реалізації такого підходу є вдосконалення технічних засобів сівби, що дає змогу забезпечити більш точне розміщення насіння у ґрунті, зменшити норму висіву та створити оптимальні умови для формування дружних сходів.

Незважаючи на наявність різних конструкцій сівалок і ґрунтообробних знарядь, існуючі технічні засоби не завжди повною мірою забезпечують необхідну рівномірність глибини загортання насіння та стабільність його розміщення в посівному рядку. Це зумовлює потребу у вдосконаленні конструкції посівних машин і розробці нових технічних рішень, спрямованих на підвищення якісних показників сівби буряків.

Отже, тема дипломного проєкту є актуальною, оскільки спрямована на вирішення важливого науково-практичного завдання - підвищення якості посіву насіння буряків та забезпечення оптимальної густоти рослин. Реалізація цього завдання дасть змогу підвищити ефективність використання насіннєвого матеріалу, покращити умови проростання насіння, забезпечити дружні сходи та створити передумови для підвищення врожайності культури.

Метою дипломного проєкту є підвищення якісних показників сівби насіння буряків шляхом удосконалення технічного засобу для висіву, що забезпечить рівномірне розміщення насіння на заданій глибині та сприятиме формуванню дружних сходів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати існуючі засоби механізації сівби буряків;
- обґрунтувати напрями вдосконалення посівного агрегату;

- розробити пристосування для висіву насіння на кінцеву густоту рослин;

- виконати необхідні технологічні, конструктивні та інженерні розрахунки;

- оцінити ефективність запропонованого технічного рішення.

Перспективним напрямом підвищення ефективності сівби буряків є використання високоякісного дражованого насіння у поєднанні з удосконаленими висівними робочими органами, що забезпечують високу точність дозування та рівномірність загортання. Це створює умови для зниження норми висіву, скорочення витрат праці на догляд за посівами та підвищення загальної ефективності виробництва.

1. СУЧАСНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УКРАЇНІ

1.1 Загальна характеристика сучасної технології вирощування цукрових буряків в Україні

Цукрові буряки є однією з найважливіших технічних культур України, яка має велике значення для агропромислового комплексу держави. Вони є основною сировиною для виробництва цукру, а також цінних побічних продуктів переробки, зокрема жому, патоки та меляси, які широко використовуються у тваринництві, харчовій та переробній галузях. Саме тому підвищення ефективності вирощування цукрових буряків є важливим завданням сучасного сільськогосподарського виробництва.

Сучасна технологія вирощування цукрових буряків в Україні базується на раціональному поєднанні агротехнічних, організаційних, технічних і хімічних заходів, спрямованих на отримання високого врожаю коренеплодів із високим вмістом цукру. Ефективність цієї технології визначається правильним вибором попередника, якісним обробітком ґрунту, використанням високопродуктивного насіння, точним висівом, збалансованим удобренням, своєчасним доглядом за посівами та якісним механізованим збиранням урожаю.

Найбільш сприятливими зонами для вирощування цукрових буряків в Україні є Лісостеп, частково Полісся та північні райони Степу. Саме в цих зонах ґрунтово-кліматичні умови найбільшою мірою відповідають біологічним вимогам культури. Для вирощування цукрових буряків найбільш придатними є чорноземи, темно-сірі та сірі лісові ґрунти, які характеризуються високою природною родючістю, доброю структурою та достатньою забезпеченістю вологою.

Однією з найважливіших умов отримання високих урожаїв є правильне розміщення культури у сівозміні. Кращими попередниками для

цукрових буряків вважаються озимі зернові культури, зернобобові, багаторічні трави та інші культури, після яких поле залишається чистим від бур'янів і має добрий поживний режим. Недотримання сівозміни призводить до посилення забур'яненості, накопичення хвороб і шкідників, погіршення структури ґрунту та зниження продуктивності посівів[3,4].

Важливе місце у сучасній технології займає система обробітку ґрунту. Вона повинна забезпечувати накопичення і збереження вологи, знищення бур'янів, створення оптимальної структури орного шару та вирівнювання поверхні поля. Після збирання попередника зазвичай виконують лущення стерні, а далі - основний обробіток ґрунту шляхом оранки або глибокого розпушування. Навесні проводять передпосівну підготовку, яка має забезпечити дрібногрудочкуватий стан верхнього шару ґрунту та формування щільного посівного ложа.

Сучасна технологія вирощування цукрових буряків також передбачає використання високоякісного насіннєвого матеріалу. У виробничих умовах переважно застосовують однонасінні дражовані гібриди, які забезпечують високу польову схожість, рівномірність розміщення насіння в рядку та можливість формування оптимальної густоти рослин. Це дає змогу підвищити якість сівби, зменшити витрати насіння і скоротити потребу у ручній праці.

Особливого значення у сучасній технології набуває точний висів насіння. Саме від якості виконання цієї операції значною мірою залежать дружність сходів, рівномірність розвитку рослин і майбутній урожай. Використання сівалок точного висіву дозволяє забезпечити однакову глибину загортання насіння, рівномірний розподіл його в рядку та необхідну густоту посіву.

Протягом вегетації важливе значення має догляд за посівами, який включає боротьбу з бур'янами, шкідниками і хворобами, проведення міжрядних обробітків, а також контроль стану рослин. Ефективне поєднання агротехнічних і хімічних методів догляду дає змогу забезпечити

нормальний ріст і розвиток рослин, знизити конкуренцію з боку бур’янів та зберегти потенціал урожайності культури.

Заключним етапом технології є збирання врожаю. Воно має бути своєчасним, якісним та маловитратним. Сучасні бурякозбиральні машини забезпечують зрізування гички, викопування коренеплодів, очищення їх від ґрунту та домішок, а також навантаження у транспортні засоби. Якість роботи збиральної техніки суттєво впливає на величину втрат, пошкодження коренеплодів та збереження їх технологічних властивостей.

Отже, сучасна технологія вирощування цукрових буряків в Україні являє собою цілісну систему взаємопов’язаних технологічних операцій, виконання яких забезпечує формування високого і якісного врожаю при раціональному використанні матеріальних, трудових та енергетичних ресурсів.

1.2 Машини, що використовуються в технології вирощування цукрових буряків

Ефективність сучасної технології вирощування цукрових буряків значною мірою залежить від рівня технічного забезпечення господарства. Для виконання окремих технологічних операцій застосовується комплекс машин, який охоплює засоби для обробітку ґрунту, сівби, внесення добрив, захисту рослин, міжрядного обробітку та збирання врожаю.

Для післяжнивного лущення стерні застосовують дискові лущильники та короткі дискові борони, зокрема ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛДГ-20, Amazone Catros, Lemken Heliodor, Horsch Joker. Ці машини забезпечують подрібнення післяжнивних решток, часткове їх загортання у ґрунт, знищення сходів бур’янів і збереження вологи.

Основний обробіток ґрунту виконують плугами та глибокорозпушувачами. У господарствах використовують плуги ПЛН-5-35, ПОН-5-40, а також сучасні оборотні плуги Lemken EurOpal, Kverneland,

Gregoire Besson. Для глибокого безполицевого обробітку ґрунту можуть застосовуватися машини типу Horsch Tiger, Case Ecolo-Tiger, Kuhn Cultimer.

Передпосівну підготовку ґрунту здійснюють культиваторами та комбінованими агрегатами, такими як КПС-4, Комбінатор, Європак, Lemken Korund, Kompaktor, Horsch Cruiser. Використання цих машин дозволяє створити вирівняне посівне ложе з дрібногрудочкуватою структурою верхнього шару ґрунту.

Сівбу цукрових буряків проводять сівалками точного висіву. У вітчизняній практиці використовувались сівалки ССТ-12Б, ССТ-8А, СТВ-12, а в сучасних господарствах широко застосовують високоточні пневматичні сівалки Monosem NG Plus, Monosem ValoTerra, Väderstad Tempo, Kverneland Optima, Gaspardo MTR, MaterMacc, Horsch Maestro. Ці сівалки забезпечують точне поштучне висівання насіння, рівномірне розміщення його в рядку та стабільну глибину загортання.

Для внесення мінеральних добрив використовують машини РУМ-5, МВУ-8, Amazone ZA-M, Amazone ZG-B, Bogballe, Kuhn Axis. Органічні добрива вносять за допомогою машин ПРТ-10, ПРТ-16, Annaburger, Fliegl. Використання сучасних розкидачів забезпечує рівномірне внесення добрив та підвищує ефективність їх використання рослинами.

Для захисту посівів від бур’янів, шкідників і хвороб застосовують обприскувачі ОП-2000, ОПШ-2000, Hardi Navigator, Amazone UX, Berthoud, John Deere, Case Patriot. Ці машини забезпечують рівномірне внесення робочого розчину і дають можливість своєчасно виконувати хімічний захист рослин.

Міжрядний обробіток посівів виконують культиваторами УСМК-5,4, КРН-5,6, КРНВ-5,6, а також сучасними просапними культиваторами Einböck, Garford, Kongskilde. Такі машини використовуються для розпушування міжрядь, знищення бур’янів та часткового внесення добрив у міжряддя.

Для збирання цукрових буряків застосовують причіпні та самохідні бурякозбиральні машини. До причіпних належать КБ-2, КБ-6, КС-6Б, а до сучасних самохідних - Holmer Terra Dos, Ropa Tiger, Kleine, Grimme. Ці машини виконують комплекс операцій: зрізування гички, викопування коренеплодів, очищення їх від ґрунту та домішок, а також завантаження у бункер або транспортний засіб [5-8].

Таким чином, технологія вирощування цукрових буряків базується на використанні комплексу сучасних машин, які забезпечують високоякісне виконання всіх основних технологічних операцій і створюють умови для підвищення врожайності та зниження витрат виробництва.

1.3 Поширені в Україні сорти і гібриди цукрових буряків

У сучасному буряківництві України переважно використовують не звичайні сорти, а високопродуктивні гібриди цукрових буряків, які відзначаються підвищеною врожайністю, кращою вирівняністю рослин, високою цукристістю та стійкістю до несприятливих умов вирощування. Використання гібридного насіння є важливою умовою інтенсифікації виробництва цукрових буряків та підвищення економічної ефективності галузі.

У виробничих умовах України поширені гібриди як вітчизняної, так і зарубіжної селекції. До вітчизняних гібридів належать Уманський ЧС 97, Український ЧС 72, Олександрія, Анічка, Кварта, Булава, Злука. Ці гібриди добре пристосовані до ґрунтово-кліматичних умов України, характеризуються стабільною врожайністю та достатньо високими технологічними показниками.

Значне місце у структурі посівів займають і гібриди зарубіжної селекції. У господарствах України широко використовують насіння компаній KWS, SESVanderHave, Strube, Betaseed, MariboHilleshög,

Syngenta та інших. Серед поширених гібридів можна відзначити БТС 590, БТС 990, Конкорд, Акцент, Цезар, Хайленд, Шторм, Вапіті. Вони вирізняються високим потенціалом урожайності, доброю стійкістю до окремих хвороб, високим вмістом цукру та придатністю до механізованого вирощування і збирання [9,10].

Вибір конкретного гібрида залежить від зони вирощування, типу ґрунтів, забезпечення вологою, рівня удобрення, фітосанітарного стану поля та запланованої врожайності. У сучасному виробництві перевагу надають гібридам, які поєднують високу врожайність коренеплодів із значною цукристістю та стійкістю до церкоспорозу, кореневих гнилей, ризоманії та інших небезпечних захворювань.

Важливою особливістю сучасного насіннєвого матеріалу є його калібрування і дражування. Дражоване насіння має вирівняні розміри, що дозволяє підвищити точність роботи висівних апаратів сівалки. Це забезпечує рівномірне розміщення насіння у рядку, зменшення кількості пропусків і двійників, а також формування оптимальної густоти рослин.

Таким чином, застосування сучасних гібридів цукрових буряків є важливим елементом технології вирощування культури в Україні, оскільки саме якість і властивості насіння значною мірою визначають рівень урожайності, цукристість коренеплодів та економічну ефективність виробництва.

1.4 Обґрунтування агротехнічних параметрів сівби цукрових буряків

Висів цукрових буряків належить до найбільш важливих технологічних операцій у процесі їх вирощування. Саме під час сівби формується рівномірність розміщення насіння в рядку, створюються умови для дружного проростання сходів і забезпечується необхідна густота рослин, від якої значною мірою залежать урожайність та якісні показники коренеплодів. Від якості виконання сівби залежить рівномірність появи

сходів, одночасність розвитку рослин та ефективність подальшого догляду за посівами.

Однією з основних агротехнічних вимог є проведення сівби у оптимальні строки. Насіння цукрових буряків висівають тоді, коли ґрунт на глибині загортання прогріється до температури близько 5-6 °С і досягне фізичної стиглості. Надто рання сівба у холодний або перезволожений ґрунт негативно позначається на польовій схожості, а запізнення із сівбою призводить до втрати вологи у верхньому шарі ґрунту та зниження дружності сходів.

Передпосівний стан ґрунту повинен відповідати вимогам культури. Поле має бути добре вирівняним, чистим від бур'янів, без великих грудок, рослинних решток і колій. Верхній шар ґрунту повинен мати дрібногрудочкувату структуру, а посівне ложе - бути ущільненим і забезпеченим вологою. Це створює сприятливі умови для якісного загортання насіння та його швидкого проростання.

Насіння цукрових буряків необхідно висівати на однакову глибину. У більшості випадків оптимальна глибина загортання становить 3-4 см, а за недостатньої вологості верхнього шару ґрунту - 4-5 см. Відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати ±0,5 см. Недотримання цієї вимоги призводить до нерівномірної появи сходів, ослаблення окремих рослин і зниження врожайності.

Важливою вимогою до сівби є точне поштучне розміщення насіння в рядку. Сучасні сівалки точного висіву повинні забезпечувати мінімальну кількість пропусків і двійників. Це дає змогу уникнути загущення або зрідження посіву, покращити умови живлення рослин і створити передумови для одержання вирівняного врожаю.

Ширина міжрядь при вирощуванні цукрових буряків у більшості господарств становить 45 см. Така схема розміщення забезпечує оптимальні умови для росту і розвитку рослин, проведення міжрядного обробітку, внесення добрив і механізованого збирання врожаю.

Норма висіву має бути такою, щоб забезпечити оптимальну кінцеву густоту рослин. У сучасній технології вирощування цукрових буряків прагнуть сформувати посів із густотою близько 90-110 тис. рослин на 1 га. Для цього використовують високоякісне однонасінне дражоване насіння та сівалки точного висіву, які дають можливість максимально наблизитися до кінцевої густоти без додаткового проріджування.

Під час сівби необхідно забезпечити добрий контакт насіння з ґрунтом. Для цього висівні секції сівалки оснащують прикочувальними колесами, які ущільнюють ґрунт у зоні розміщення насіння. Разом із тим ущільнення не повинно бути надмірним, оскільки це може призвести до утворення ґрунтової кірки та ускладнити появу сходів.

Швидкість руху посівного агрегату повинна відповідати агротехнічним вимогам і технічним можливостям сівалки. За надмірного підвищення швидкості погіршується рівномірність розміщення насіння за глибиною і по довжині рядка, збільшується кількість пропусків і двійників, що негативно впливає на якість сівби [12].

Важливою вимогою також є забезпечення прямолінійності посівних рядків. Це полегшує проведення міжрядних обробітків, обприскування та механізоване збирання врожаю. У сучасних умовах цього досягають завдяки застосуванню маркерів, систем паралельного водіння та GPS-навігації.

Отже, агротехнічні вимоги до сівби цукрових буряків передбачають проведення сівби у оптимальні строки, якісну передпосівну підготовку ґрунту, точне поштучне висівання насіння, рівномірне його загортання на задану глибину, дотримання необхідної ширини міжрядь та формування оптимальної густоти рослин. Виконання цих вимог є основою отримання дружних сходів, рівномірного розвитку рослин та формування високого врожаю цукрових буряків.

Висновок по розділу

1. У результаті проведеного аналізу встановлено, що сучасна технологія вирощування цукрових буряків в Україні є багатокомпонентною системою взаємопов’язаних агротехнічних, організаційних і технічних заходів, спрямованих на одержання високого врожаю коренеплодів із підвищеним вмістом цукру. Ефективність цієї технології визначається правильним вибором попередника, якісним обробітком ґрунту, використанням високопродуктивного насіннєвого матеріалу, своєчасною сівбою, збалансованим удобренням, належним доглядом за посівами та якісним механізованим збиранням урожаю.

2. На підставі виконаного аналізу можна зробити висновок, що одним із найважливіших напрямів удосконалення технології вирощування цукрових буряків є підвищення якості сівби. Це пов’язано з тим, що навіть незначні відхилення у глибині загортання насіння, нерівномірність його розміщення в рядку або порушення заданої густоти посіву призводять до зрідження сходів, нерівномірного розвитку рослин і зниження врожайності. Тому вдосконалення конструкції посівних машин і робочих органів, що забезпечують більш точне висівання насіння, є актуальним та практично значущим завданням.

2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СІВАЛОК ДЛЯ ПОСІВУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

2.1 Загальна характеристика сівалок для посіву цукрових буряків

Сівба цукрових буряків є однією з найбільш відповідальних технологічних операцій, оскільки саме в цей період формується початкова густота рослин, закладаються умови для дружного проростання насіння та рівномірного розвитку посівів. Якість виконання цієї операції значною мірою залежить від конструкції сівалки, технічного стану її робочих органів, точності висівного апарата та здатності машини забезпечувати стабільну глибину загортання насіння.

Для посіву цукрових буряків застосовують сівалки точного висіву, призначені для поштучного дозування насіння, рівномірного його розміщення в рядку та забезпечення необхідної глибини загортання. На відміну від звичайних зернових сівалок, бурякові сівалки повинні працювати з підвищеною точністю, оскільки насіння цукрових буряків висівається на невелику глибину, а відстань між насінинами в рядку має бути максимально вирівняною. Саме це забезпечує формування оптимальної площі живлення рослин і створює передумови для отримання високого врожаю.

У вітчизняній і зарубіжній практиці використовуються механічні та пневматичні сівалки точного висіву. Механічні сівалки простіші за конструкцією, легші в обслуговуванні та менш вибагливі до умов експлуатації, однак за точністю висіву вони часто поступаються сучасним пневматичним моделям. Пневматичні сівалки забезпечують більш якісне поштучне відбирання насіння, меншу кількість пропусків і двійників, кращу рівномірність розміщення насіння в рядку, що особливо важливо для вирощування буряків на кінцеву густоту.

Сучасні сівалки для цукрових буряків, як правило, мають модульну будову і складаються з рами, висівних секцій, опорно-приводних коліс, висівних апаратів, сошників, загортальних пристроїв, прикочувальних коліс, маркерів або навігаційних систем. Часто вони комплектуються туковисівними апаратами для локального внесення мінеральних добрив, а також пристроями для контролю норми висіву та рівномірності роботи окремих секцій.

Основними вимогами до бурякових сівалок є забезпечення заданої норми висіву, точного поштучного розміщення насіння, рівномірності глибини загортання, прямолінійності рядків, мінімального травмування насіннєвого матеріалу та стабільної роботи в різних польових умовах. Разом з тим практика показує, що не всі наявні конструкції повною мірою відповідають сучасним агротехнічним вимогам, особливо щодо забезпечення однакової глибини загортання насіння та рівномірності його розміщення в рядку [13,21].

2.2 Вітчизняні сівалки для посіву цукрових буряків

У вітчизняному сільськогосподарському виробництві для посіву цукрових буряків тривалий час широко використовувалися спеціалізовані бурякові сівалки точного висіву, серед яких найбільш відомими є ССТ-12Б, ССТ-8А, а також окремі модифікації сівалок типу СТВ. Ці машини були розроблені для висіву каліброваного або дражованого насіння буряків із міжряддям 45 см і призначені для роботи в умовах традиційної технології вирощування культури.

Сівалки типу ССТ характеризуються відносною простотою конструкції, достатньою надійністю та пристосованістю до агрегатування з поширеними вітчизняними тракторами. Вони забезпечують одночасне виконання кількох операцій: розкриття борозни, дозування насіння, його укладання на дно борозни, загортання та часткове ущільнення ґрунту.

Окремі модифікації можуть комплектуватися пристроями для внесення мінеральних добрив.

Перевагами цих сівалок є конструктивна простота, доступність запасних частин, невисока вартість експлуатації та ремонтопридатність. Завдяки цьому вони й досі використовуються у частині господарств. Однак поряд із перевагами такі машини мають і низку недоліків. Насамперед це недостатньо висока точність поштучного висіву порівняно з сучасними пневматичними сівалками, підвищена кількість пропусків і двійників, а також залежність якості роботи від ретельності підготовки насіння і стану посівного ложа.

Крім того, у багатьох випадках вітчизняні сівалки не забезпечують достатньо стабільної глибини загортання насіння на нерівній поверхні поля або за наявності грудкуватого ґрунту. Це пов’язано з особливостями конструкції сошників, систем копіювання поверхні поля та прикочувальних елементів. У результаті насіння розміщується на різній глибині, що призводить до недружних сходів, нерівномірного розвитку рослин та зниження врожайності.

Таким чином, вітчизняні бурякові сівалки мають важливе практичне значення, однак у сучасних умовах їх технічний рівень не завжди відповідає вимогам інтенсивної технології вирощування цукрових буряків. Саме це зумовлює необхідність удосконалення їх конструкції, зокрема робочих органів, що відповідають за формування борозни, укладання насіння та його загортання.

2.3 Зарубіжні сівалки точного висіву та їх особливості

Сівалка Monosem NG Plus належить до високоточних пневматичних сівалок, які широко застосовуються для висіву просапних культур, у тому числі й цукрових буряків. Конструкція машини передбачає використання висівних секцій із паралелограмною підвіскою, що дозволяє якісно

копіювати поверхню поля і забезпечувати стабільну глибину висіву. Висівний апарат пневматичного типу забезпечує точне відбирання насіння та мінімізує кількість пропусків і двійників. До переваг цієї сівалки належать висока точність роботи, надійність конструкції та можливість використання в різних ґрунтово-кліматичних умовах.



Рис. 2.1. Сівалка Monosem NG Plus

Сівалка Monosem ValoTerra є сучасною високопродуктивною моделлю точного висіву, яка поєднує новітні технічні рішення в галузі електроприводу, автоматичного контролю та точного землеробства. Машина оснащується індивідуальними висівними секціями, електронними системами керування та високоточними висівними апаратами, що забезпечують стабільне дозування насіння навіть на підвищених робочих швидкостях. Завдяки удосконаленій конструкції сошникової групи і прикочувальних елементів сівалка забезпечує рівномірне укладання насіння на задану глибину та належний контакт його з ґрунтом [15].



Рис. 2.2. Сівалка Monosem ValoTerra

Сівалка Väderstad Tempo належить до числа найбільш відомих сучасних високошвидкісних сівалок точного висіву. Її основною особливістю є здатність забезпечувати високу якість висіву за значних робочих швидкостей без помітного зниження точності розміщення насіння. Це досягається завдяки застосуванню надлишкового повітряного тиску у висівному апараті, що забезпечує контрольоване транспортування насіння до посівної борозни. Сівалка має високу продуктивність, точне копіювання рельєфу поля та ефективну систему загортання насіння, що робить її перспективною для використання у сучасних інтенсивних технологіях вирощування цукрових буряків.



Рис. 2.3. Сівалка Väderstad Tempo

Сівалка Kverneland Optima є пневматичною сівалкою точного висіву, яка добре відома завдяки високій якості виконання посіву та універсальності застосування. Вона використовується для висіву різних просапних культур і характеризується точністю дозування насіння, рівномірністю його розміщення в рядку та можливістю адаптації до різних умов роботи. Висівні секції машини обладнані ефективними копіювальними механізмами, що дає змогу підтримувати стабільну глибину загортання насіння. Важливою перевагою цієї сівалки є поєднання високої точності роботи з надійністю конструкції та зручністю регулювання.



Рис. 2.4. Сівалка Kverneland Optima

Сівалка Gaspardo MTR призначена для точного висіву насіння просапних культур і відзначається достатньо високою точністю та надійністю в роботі. Машина комплектується пневматичними висівними апаратами, які забезпечують поштучне дозування насіння та зменшують нерівномірність розміщення рослин у рядку. Сошникова група сівалки забезпечує формування посівної борозни, укладання насіння та його загортання з одночасним ущільненням ґрунту. Завдяки своїй конструкції ця модель є придатною для використання у господарствах різного рівня технічного забезпечення та може ефективно застосовуватися у технології вирощування цукрових буряків.



Рис. 2.5. Сівалка Gaspardo MTR

Сівалка MaterMacc належить до сучасних машин точного висіву, які забезпечують високий рівень якості посіву за рахунок застосування пневматичної системи дозування насіння та удосконаленої конструкції висівних секцій. Її характерними особливостями є добра рівномірність розміщення насіння, стабільність загортання на задану глибину та можливість одночасного внесення добрив. Машина може комплектуватися сучасними електронними системами контролю висіву, що підвищує точність технологічного процесу. Вона є досить перспективною для використання в інтенсивних технологіях вирощування буряків [22].



Рис. 2.6. Сівалка MaterMacc

Сівалка Horsch Maestro є високопродуктивною пневматичною сівалкою точного висіву, яка розрахована на роботу за інтенсивних технологій і на великих площах. Машина відзначається значною робочою шириною, високою продуктивністю та можливістю підтримувати точність посіву на підвищених швидкостях. Конструкція висівних секцій передбачає якісне копіювання рельєфу поля, точне формування борозни, укладання насіння і його загортання. Наявність сучасних електронних

систем керування та контролю дозволяє оперативно змінювати параметри висіву, що підвищує ефективність роботи сівалки в польових умовах.



Рис. 2.7. Сівалка Horsch Maestro

Таким чином, аналіз зарубіжних сівалок точного висіву показує, що всі розглянуті моделі характеризуються високою точністю дозування насіння, стабільністю виконання технологічного процесу та пристосованістю до сучасних вимог інтенсивного землеробства. Разом із тим кожна з цих машин має свої конструктивні особливості, які впливають на якість посіву, продуктивність і доцільність використання в конкретних умовах господарства. Саме тому їх порівняльний аналіз є важливим для обґрунтування напрямів удосконалення сівалок для посіву цукрових буряків.

2.4 Порівняльний аналіз конструктивних схем сівалок

Порівняльний аналіз існуючих сівалок для посіву цукрових буряків показує, що їх конструкції відрізняються насамперед типом висівного апарата, будовою сошникової групи, схемою загортання насіння, здатністю секцій копіювати мікрорельєф поля та рівнем автоматизації контролю технологічного процесу. Саме ці ознаки найбільш суттєво впливають на рівномірність висіву, стабільність глибини загортання насіння і формування кінцевої густоти рослин.

За типом висівного апарата бурякові сівалки доцільно поділяти на механічні та пневматичні. Механічні апарати є простішими за будовою, дешевшими в експлуатації та менш складними в обслуговуванні, однак вони більш чутливі до розмірів і форми насіння, а також частіше допускають пропуски і двійники. Пневматичні висівні апарати забезпечують вищу точність поштучного відбору насіння, що особливо важливо під час сівби на кінцеву густоту без додаткового проріджування.

За конструкцією сошників сівалки можуть оснащуватися анкерними, полозоподібними або дисковими сошниками. Анкерні сошники відзначаються простотою і задовільно працюють на добре підготовлених ґрунтах, проте за наявності грудок і рослинних решток вони можуть погіршувати стабільність ходу по глибині. Дискові сошники краще розрізають поверхневий шар ґрунту, якісніше працюють за наявності рослинних решток і забезпечують більш стабільне витримування заданої глибини, хоча є складнішими та дорожчими [19].

За способом загортання насіння та ущільнення ґрунту використовують різні конструктивні рішення: загортачі, прикочувальні колеса клиноподібного або V-подібного типу, а також комбіновані ущільнювальні елементи. Від правильності вибору цієї схеми залежить контакт насіння з ґрунтом, доступ до вологи та швидкість проростання. Недостатнє ущільнення може спричинити пересихання зони розміщення насіння, а надмірне - утворення ґрунтової кірки.

Таблиця 2.1.

Порівняльна характеристика конструктивних схем сівалок для посіву цукрових буряків

Марка сівалки	Тип висівного апарата	Тип сошника	Система загортання та ущільнення	Особливості конструкції	Загальна оцінка
ССТ-	Механічний,	Анкерний	Загортачі та	Проста	Доцільна для

12Б	комірчасто-дисковий		прикочувальні колеса	конструкція, доступність в експлуатації, проте обмежена придатність для дражованого насіння і нижча точність висіву	традиційної технології, потребує модернізації
Monosem NG Plus	Пневматичний дисковий	Дводисковий	V-подібні прикочувальні колеса	Незалежні секції, добра стабільність глибини, висока точність поштучного висіву	Високий технічний рівень
Monosem ValoTerra	Пневматичний з електроприводом	Дводисковий	Прикочувальні колеса регульованого тиску	Сучасна електроніка, точне дозування насіння, придатність до точного землеробства	Дуже високий технічний рівень
Vädersta d Tempo	Пневматичний надлишкового тиску	Дводисковий	Комбіновані прикочувальні колеса	Висока точність на підвищених швидкостях, стабільне транспортування насіння	Одна з найперспективніших схем
Kvernela nd Optima	Пневматичний дисковий	Дводисковий	Прикочувальні колеса клиноподібного типу	Надійна конструкція, точне розміщення насіння, зручне регулювання	Висока якість посіву
Gaspard o MTR	Пневматичний дисковий	Дводисковий	Прикочувальні колеса	Добра точність і надійність, придатність для різних умов роботи	Ефективна універсальна схема

Horsch Maestro	Пневматичний високошвидкісний	Дводисковий	Комбінована система ущільнення	Висока продуктивність, стабільність роботи на великих швидкостях, сучасне електронне керування	Високопродуктивна сучасна схема

Суттєве значення має і здатність висівної секції копіювати мікрорельєф поля. У сучасних машинах це досягається завдяки паралелограмній підвісці секцій та системам регулювання тиску секції на ґрунт. Саме ці елементи забезпечують більш точне загортання насіння на однакову глибину. У старіших конструкціях така можливість обмежена, що негативно позначається на якості сівби.

2.5 Основні недоліки існуючих сівалок і напрями їх удосконалення

Незважаючи на значну різноманітність конструкцій, існуючі сівалки для посіву цукрових буряків мають низку спільних недоліків, які негативно впливають на якість сівби. До них належать недостатньо стабільне витримування глибини загортання насіння, нерівномірність розміщення його в рядку, наявність пропусків і двійників, а також погіршення якості роботи на нерівній поверхні поля або за недостатньо якісної передпосівної підготовки ґрунту.

Особливо суттєвим недоліком є порушення рівномірності загортання насіння. Для цукрових буряків це має вирішальне значення, оскільки насіння висівається на невелику глибину, а навіть незначні відхилення від оптимального значення призводять до нерівномірного проростання. Часто це пов’язано з недосконалістю сошникової групи, недостатньою ефективністю прикочувальних елементів або незадовільним копіюванням рельєфу поля висівною секцією.

Іншим важливим недоліком є недостатня рівномірність інтервалів між насінинами в рядку. У результаті формується неоднорідна густота рослин: в одних місцях спостерігається загущення, в інших - зрідження. Це погіршує умови росту окремих рослин, знижує вирівняність коренеплодів і ускладнює догляд за посівами.

Для частини сівалок характерна також залежність якості роботи від швидкості руху агрегату. При збільшенні робочої швидкості погіршується стабільність роботи висівного апарата, зростає вібрація секцій, порушується глибина загортання насіння, збільшується кількість пропусків. Це обмежує продуктивність агрегату та знижує ефективність використання техніки.

У зв’язку з цим основними напрямами удосконалення бурякових сівалок є покращення конструкції висівних апаратів, підвищення точності їх роботи, удосконалення сошникової групи, забезпечення більш стабільного копіювання поверхні поля, оптимізація систем загортання і прикочування насіння, а також впровадження сучасних засобів автоматичного контролю технологічного процесу. Особливу увагу доцільно приділити саме тим елементам, які впливають на рівномірність глибини загортання насіння, оскільки цей показник безпосередньо пов’язаний із дружністю сходів та майбутньою врожайністю культури.

Таким чином, аналіз існуючих сівалок для посіву цукрових буряків показує, що, незважаючи на значну кількість конструктивних рішень, питання підвищення якості сівби залишається актуальним. Це підтверджує доцільність подальшого вдосконалення посівних машин і розробки нових або модернізованих робочих органів, здатних забезпечити більш точне розміщення насіння у ґрунті та покращити агротехнічні показники посіву.

Висновки по розділу

1. Встановлено, що найбільш перспективними є пневматичні сівалки точного висіву з незалежними висівними секціями, удосконаленими системами копіювання поверхні поля та ефективними прикочувальними пристроями. Разом з тим навіть сучасні машини не завжди повною мірою забезпечують виконання всіх агротехнічних вимог, особливо в складних польових умовах.

2. На підставі проведеного аналізу можна зробити висновок, що одним із головних напрямів підвищення якості посіву цукрових буряків є удосконалення конструкції робочих органів сівалки, які відповідають за стабільність формування борозни, точність укладання насіння та рівномірність його загортання. Це і визначає актуальність подальшої розробки або модернізації посівної машини в дипломному проєкті.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ СІВАЛКИ ССТ-12Б

3.1. Будова та робочий процес вдосконаленого висівного апарата

Аналіз умов експлуатації бурякової сівалки ССТ-12Б свідчить про те, що забезпечення високої якості посіву можливе лише за дотримання низки технологічних і конструктивних вимог, виконати які в реальних виробничих умовах досить складно. Досягнення найкращих показників рівномірності висіву, точності розміщення насіння в рядку та формування заданої густоти посіву значною мірою залежить від типу насіннєвого матеріалу. Практика використання бурякових сівалок і результати порівняльних випробувань показують, що найвища якість посіву забезпечується під час висіву дражованого насіння. Водночас конструкція комірчасто-дискового висівного апарата сівалки ССТ-12Б не дає змоги ефективно використовувати таке насіння, що суттєво обмежує можливості машини в сучасних технологічних умовах.

Одним із головних недоліків комірчасто-дискового висівного апарата є особливість взаємодії насіння з роликом-чистиком. Під час роботи апарата ролик обертається назустріч висівному диску, унаслідок чого між насінинами, які захоплюються роликом, і поверхнею диска виникає ковзання. Аналогічне явище відбувається і з насінням, яке знаходиться безпосередньо в комірках висівного диска. Через це погіршуються умови стабільного дозування насіння і зростає ймовірність його механічного пошкодження.

Складність роботи такого апарата пояснюється також тим, що навіть після ретельного калібрування насіння не має абсолютно однакових геометричних розмірів і форми. У процесі заповнення комірок частина насінин може виступати за межі робочого контуру диска, тоді як інші,

навпаки, не займають усього об’єму комірки. У вільному просторі може розміщуватися ще одна насінина, яка також частково виходить за межі габаритного контуру диска. Унаслідок цього в комірках порушується правильне розміщення насіннєвого матеріалу, що негативно впливає на точність висіву.

Особливо несприятливо в такому висівному апараті працює насіння неправильної форми. Якщо насіння, близьке до округлої форми, ще може більш-менш стабільно розміщуватися в комірках, то плоске однопаросткове насіння цукрових буряків значно гірше пристосоване до такої схеми дозування. У результаті взаємодії з роликом-чистиком виступаючі частини насіння зазнають додаткового механічного впливу. Оскільки насінини в комірках часто виявляються заклиненими, ролик не може змістити їх у потрібне положення, а натомість пошкоджує або частково руйнує.

У процесі тривалої роботи висівного апарата кількість подрібнених і травмованих частинок насіння в бункері поступово збільшується. Це призводить до засмічення робочої зони апарата, погіршення умов відбору насіння, зростання кількості пропусків і двійників, а в окремих випадках - до істотного порушення точності висіву. Таким чином, конструкція комірчасто-дискового висівного апарата сівалки ССТ-12Б не повною мірою відповідає сучасним вимогам до посіву цукрових буряків і потребує конструктивного вдосконалення.

Під час удоуконалення сівалки ССТ-12Б ми взяли за основу авторське свідоцтво № 122298 запропонована корисна модель спрямована на зменшення механічного травмування насіння в процесі висіву та підвищення конструктивної уніфікації робочого органа. Це досягається завдяки тому, що ролик виконано у вигляді пружного багатошарового елемента, до складу якого входять шар газонаповненої гуми і шар кордового матеріалу. Таке конструктивне рішення сприяє більш м’якій

взаємодії ролика з насінням і покращує експлуатаційні характеристики висівного апарата (рис.3.1.).

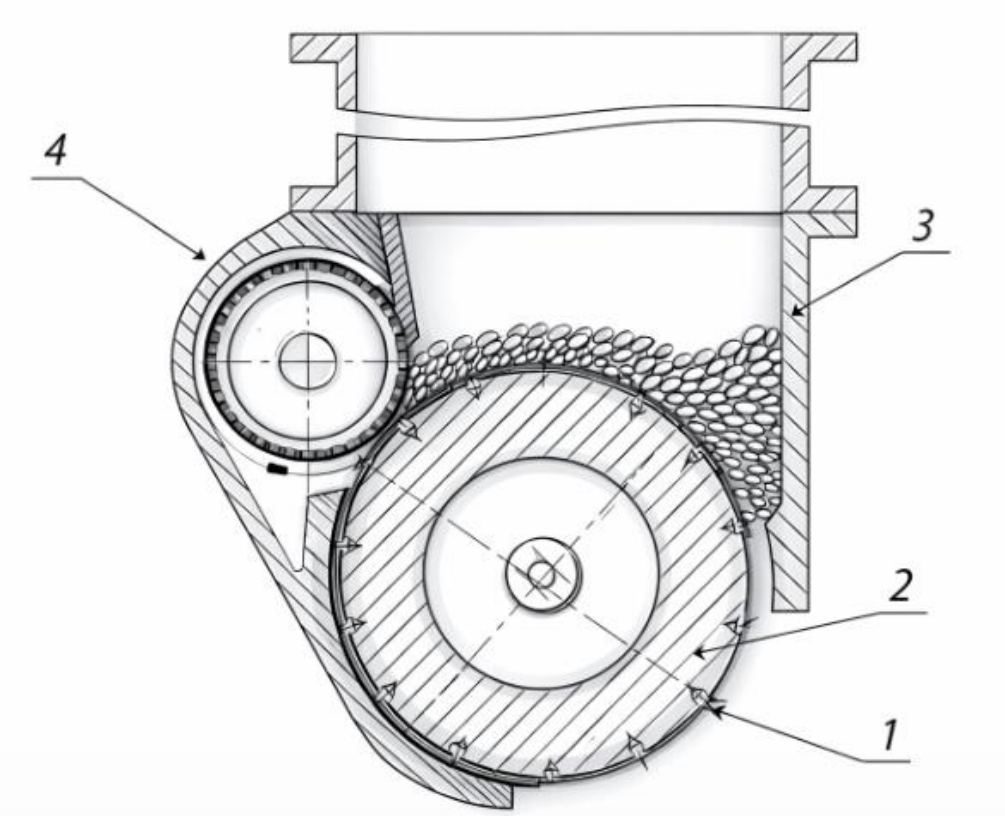


Рис. 3.1. Модернізований висіваючий апарат сівалки ССТ-12Б

Висівний апарат функціонує таким чином. Насіння, яке знаходиться в бункері 3, під дією власної маси надходить до висівного диска 1 і заповнює його комірки 2. При цьому можливе потрапляння в окремі комірки більше ніж однієї насінини.

Під час обертання висівного диска 1 насіння, що знаходиться в комірках, взаємодіє з робочою поверхнею ролика 4. У процесі цієї взаємодії ролик відокремлює зайві насінини, які потрапили в комірки, та повертає їх назад у бункер 3. Це забезпечується тим, що колова швидкість ролика перевищує колову швидкість висівного диска.

Насінини, які виступають за межі робочого контуру диска 1, під дією ролика занурюються в його пружну поверхню, внаслідок чого відбувається

їх виштовхування з комірок і повернення в бункер. Таким чином у кожній комірці залишається лише одна насінина.

Далі насіння, що залишилося в комірках, транспортується в зону висіву, де воно випадає з комірок і через насіннєпровід подається в ґрунт.

Отже, запропонована конструкція висівного апарата забезпечує більш делікатну взаємодію з насінням і сприяє зменшенню його механічного пошкодження під час висіву.

3.2. Конструктивні розрахунки модернізованого ролика висівного апарата

У процесі роботи висівного апарата бурякової сівалки важливе значення має якісне відокремлення зайвих насінин із комірок висівного диска. Від правильності виконання цієї операції залежить точність висіву, рівномірність розміщення насіння у рядку та рівень його травмування. Недоліком традиційних жорстких роликів є підвищене механічне навантаження на насіння, унаслідок чого частина насінин може пошкоджуватися або дробитися.

З метою усунення цього недоліку запропоновано модернізований ролик, конструкція якого передбачає наявність пружного робочого шару. Такий ролик забезпечує м’якшу взаємодію з насіниною, зменшує контактні напруження та створює кращі умови для виштовхування зайвих насінин із комірок без їх руйнування.

Конструкція ролика включає жорстку металеву основу та зовнішній пружний шар, який безпосередньо контактує з насінням. Саме така будова дозволяє поєднати достатню міцність деталі з її демпфувальними властивостями.

Для виконання розрахунку приймаємо такі вихідні дані [9].:

- швидкість руху посівного агрегату

$$v = 6 \text{ км/год}=1{,}67 \text{ м/с};$$

- зовнішній діаметр ролика

$$D = 110 \text{ мм}=0{,}11 \text{ м};$$

- внутрішній діаметр під вал

$$d = 20 \text{ мм}=0{,}02 \text{ мм};$$

- ширина ролика

$$B = 24 \text{ мм};$$

- товщина пружного шару

$$\sigma = 2{,}5 \text{ мм};$$

- зовнішній діаметр висівного диска

$$D_{\text{д}} = 300 \text{ мм} = 0{,}30 \text{ м};$$

- коефіцієнт кінематичного режиму ролика

$$\lambda = 1{,}3.$$

Останній параметр показує, що ролик повинен обертатися з більшою коловою швидкістю, ніж висівний диск, щоб забезпечити надійне відділення зайвих насінин.

3.2.1. Розрахунок геометричних параметрів ролика

Зовнішній радіус ролика визначається за формулою

$$R = \frac{D}{2}. \tag{3.1}$$

Підставивши числові значення, одержимо

$$R = \frac{110}{2} = 55 \text{ мм}.$$

Внутрішній радіус отвору під вал:

$$r = \frac{d}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ мм.} \quad (3.2)$$

Радіальна товщина ролика без урахування зовнішнього пружного шару дорівнює

$$h = \frac{D - d}{2} - \sigma. \quad (3.3)$$

Тоді

$$h = \frac{110 - 20}{2} - 2,5 = 45 - 2,5 = 42,5 \text{ мм.}$$

Отже, металева частина ролика має товщину 42,5 мм, а зовнішній робочий шар - 2,5 мм.

3.2.2. Кінематичний розрахунок ролика

Для нормальної роботи висівного апарата модернізований ролик повинен мати більшу колову швидкість, ніж висівний диск. Це пояснюється необхідністю повернення зайвих насінин із комірок у бункер.

Колова швидкість ролика визначається через швидкість висівного диска:

$$u_p = \lambda \cdot u_д, \quad (3.4)$$

де

u_p – колова швидкість ролика, м/с;

$u_д$ – колова швидкість висівного диска, м/с.

Приймемо колову швидкість висівного диска

$$u_д = 0,35 \text{ м/с}$$

Тоді

$$u_р = 1,3 \cdot 0,35 = 0,455 \text{ м/с}$$

Частота обертання ролика визначається за залежністю

$$n_р = \frac{60 u_р}{\pi D}. \qquad (3.5)$$

Підставляємо значення:

$$n_р = \frac{60 \cdot 0,455}{3,14 \cdot 0,11} = 79,0 \text{ хв}^{-1}.$$

Отже, для забезпечення якісного відокремлення зайвих насінин ролик повинен обертатися з частотою приблизно 79 хв$^{-1}$.

3.2.3. Розрахунок площі контакту ролика з насіниною

Під час контакту ролика з насіниною формується деяка площа дотику, через яку передається контактний тиск. Для спрощеного розрахунку приймаємо, що контактна зона має умовно прямокутну форму.

Приймемо:

- довжина контакту

$$l = 4 \text{ мм};$$

- ширина контакту

$$b = 2 \text{ мм};$$

Тоді площа контакту

$$A = l \cdot b. \tag{3.6}$$

$$A = 4 \cdot 2 = 8 \text{ мм}^2.$$

У системі SI:

$$A = 8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Щоб оцінити можливість травмування насіння, визначимо контактний тиск між насіниною та роликом.

Припустимо, що сила дії ролика на насінину становить

$$F = 1,2 \text{ Н}. \tag{3.7}$$

Тоді контактний тиск

$$p = \frac{F}{A}. \tag{3.8}$$

Підставляємо відомі значення:

$$p = \frac{1,2}{8 \cdot 10^{-6}} = 150000 \text{ Па} = 0,15 \text{ МПа}.$$

Отже, контактний тиск становить

$$p = 0,15 \text{ МПа}.$$

Для насіння цукрових буряків допустимий тиск орієнтовно перебуває в межах 0,2…0,4 МПа, тому отримане значення є меншим за

допустиме. Це свідчить про те, що пружний ролик забезпечує більш делікатну взаємодію з насінням і знижує ризик його пошкодження.

3.2.4. Оцінка деформації пружного шару

Пружний шар ролика під дією насінини зазначає локальної деформації. Для її оцінки використовуємо відносну деформацію:

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{\sigma}, \tag{3.9}$$

де

Δ – абсолютна деформація робочого шару, мм;

σ – товщина пружного шару, мм.

$$\Delta = 0,5 \text{ мм}.$$

Тоді

$$\varepsilon = \frac{0,5}{2,5} = 0,2.$$

Отже, відносна деформація становить 20%, що є допустимим значенням для пружного шару і забезпечує ефект демпфування при контакті з насініною.

Для оцінки жорстокості металевої частини ролика визначимо полярний момент інерції кільцевого перерізу:

$$J_p = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4). \tag{3.10}$$

Підставляємо значення в міліметрах:

$$J_p = \frac{3.14}{32}(110^4 - 20^4).$$

Обчислюємо:

$$110^4 = 146410000;$$

$$20^4 = 160000.$$

Тоді

$$J_p = \frac{3,14}{32}(146410000 - 160000),$$

$$J_p = \frac{3,14}{32} \cdot 146250000 \approx 14353031 \text{ мм}^4.$$

Отримане значення свідчить про достатню жорстокість металевої основи ролика, яка забезпечує стабільність його форми в процесі роботи.

Для глибшого обґрунтування роботи модернізованого ролика доцільного розглянути сили, що діють на насінину в момент її контакту з коміркою висівного диска та робочою поверхнею ролика. Саме цей аналіз дозволяє пояснити механізм видалення зайвих насінин і підтвердити зменшення їх травмування.

На насінину діють такі сили:

- сила ваги

$$G = mg; \qquad (3.11)$$

- реакція поверхні комірки

$$N_1;$$

- реакція пружного ролика

$$N_2;$$

- сила тертя між насіниною і коміркою

$$F_{\text{тр1}} = f_1 N_1; \tag{3.12}$$

- сила тертя між насіниною і коміркою

$$F_{\text{тр}} = f_2 N_2; \tag{3.13}$$

- відцентрована сила

$$F_{\text{ц}} = m\omega^2 R. \tag{3.14}$$

Схему сил доцільно подати на рисунку 3.2.

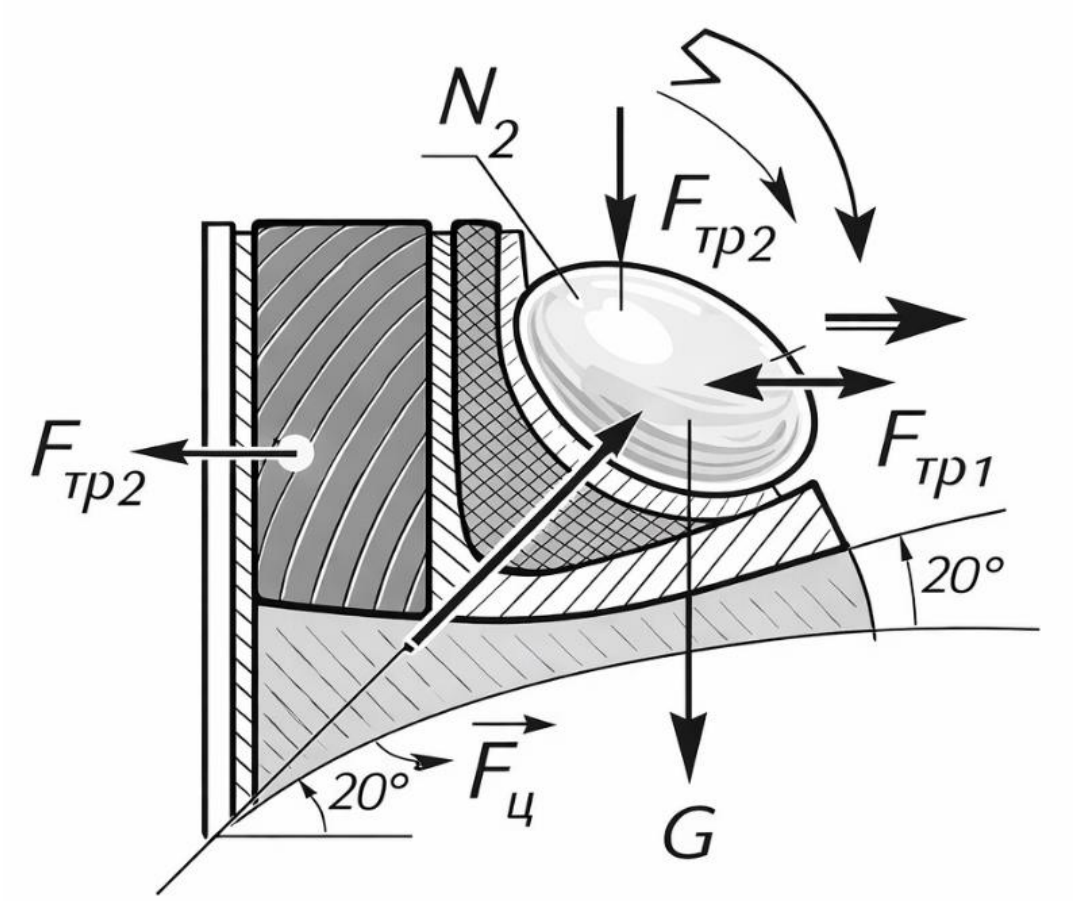


Рис. 3.2. Схема сил, що діють на насінину в зоні контакту з роликом

У процесі роботи можливі два випадки. У першому випадку в комірці знаходиться одна насінина, яка правильно розміщена і не виступає за межі контуру диска. У цьому разі ролик не створює зусилля,

достатнього для її виштовхування, а лише контактує з нею, не допускаючи травмування.

У другому випадку в комірці знаходиться дві або більше насінин. Тоді одна з виступає за межі контуру диска і потрапляє під дією ролика. Пружний ролик створює реакцію N_2, а сила тертя $F_{тр2}$, спрямована за рухом ролика, забезпечує зсув зайвої насінини та її повернення в бункері.

Щоб зайва насінина була виштовхнута з комірки, необхідно, щоб сили, які створюються роликом, перевищували сили її утримання в комірці. У спрощеному вигляді ця умова має вигляд

$$F_{тр} + N_2 > F_{тр1} + F_{ц}. \qquad (3.15)$$

Або після підстановки виразів для сил тертя:

$$f_2 N_2 + N_2 > f_1 N_1 + m\omega_2 R. \qquad (3.16)$$

Ця залежність показує, що ефективність відділення зайвих насінин зростає зі збільшенням реакції з боку ролика. Однак надмірне підвищення N_2 є небажаним, оскільки може спричинити пошкодження насіння. Саме тому використання пружного шару є виправданим: він забезпечує необхідну силу для видалення зайвої насінини без різкого зростання контактного тиску.

Для відсутності механічного пошкодження насіння повинна використовуватися умова

$$p \le [p], \qquad (3.17)$$

де $[p]$ – допустимий тиск на насіння.

Оскільки в розрахунку отримано

$$p = 0{,}15 \text{ МПа},$$

а допустимий тиск для насіння буряка є більшим, можна зробити висновок, що модернізований ролик працює в безпечному для насіннєвого матеріалу режимі.

3.3. Розрахунок основних експлуатаційних параметрів сівалки ССТ-12Б з модернізованим роликом

Одним із важливих показників ефективності роботи сівалки є її продуктивність, а також витрати палива на виконання посівних робіт. Удосконалення висівного апарата за рахунок застосування модернізованого ролика безпосередньо не змінює ширину захвату машини, однак сприяє підвищенню якості висіву, зменшенню пропусків і двійників, а також створює умови для більш стабільної роботи агрегату. Це дає можливість працювати з раціональною швидкістю руху і підвищувати ефективність використання сівалки.

Теоретична продуктивність посівного агрегату визначається за формулою

$$W_{\text{т}} = \frac{B \cdot \upsilon}{10}, \tag{3.18}$$

де

$W_{\text{т}}$ – теоретична продуктивність, га/год;

B – Ширина оброблюваної смуги агрегату, м;

υ – робоча швидкість руху, км/год.

Для сівалки ССТ-12Б при міжрядді 0,45 м робоча ширина захвату становить

$$B = 12 \cdot 0,45 = 5,4 \text{ м}.$$

Приймемо робочу швидкість агрегату

$$\upsilon = 6 \text{ км/год}.$$

Тоді теоретична продуктивність дорівнює

$$W_{\text{т}} = \frac{5,4 \cdot 6}{10} = 3,24 \text{ га/год}.$$

Отже, теоретична продуктивність сівалки ССТ-12Б становить

$$W_{\text{т}} = 3,24 \text{ га/год}.$$

У реальних умовах роботи продуктивність агрегату є меншою за теоретичну, оскільки частина часу витрачається на повороти, заправку насінням, регулювання, технічне обслуговування та інші допоміжні операції. Тому експлуатаційна продуктивність визначається з урахуванням коефіцієнта використання часу зміни:

$$W_e = W_{\text{т}} \cdot \tau, \qquad (3.19)$$

де

τ — коефіцієнт використання часу зміни.

Для посівних агрегатів приймаємо

$$\tau = 0,75 \div 0,85.$$

Приймемо

$$\tau = 0,8.$$

Тоді експлуатаційна продуктивність становитиме

$$W_e = 3,24 \cdot 0,8 = 2,59 \text{ га/год.}$$

Отже, експлуатаційна продуктивність сівалки ССТ-12Б з модернізованим роликом дорівнює

$$W_e = 2,66 \text{ га/год.}$$

Змінна продуктивність агрегату визначається за формулою

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{е}} \cdot T, \tag{3.20}$$

де

T – тривалість зміни, год.

При тривалості зміни

$$T = 8 \text{ год,}$$

одержимо

$$W_{\text{зм}} = 2,66 \cdot 8 = 20,72 \text{ га/зміну.}$$

Отже, за одну зміну сівалка може засіяти

$$W_{\text{зм}} = 20,72 \text{ га.}$$

Годинна витрата палива залежить від типу трактора, стану ґрунту, швидкості руху та завантаження агрегату. Для посіву цукрових буряків сівалкою ССТ-12Б у складі агрегату з трактором класу 1,4-2,0 можна орієнтовно прийняти годинну витрату палива на рівні

$$G_{\text{г}} = 6,5 \text{ кг/год.}$$

Це значення є типовим для посівних агрегатів такого класу і може використовуватися в дипломному проекті як розрахункове.

Розрахунок питомої витрати палива на 1 га.

Питома витрата палива на одиницю виконаної роботи визначається за формулою

$$G_{\text{га}} = \frac{G_{г}}{W_{e}}, \tag{3.21}$$

де

$G_{\text{га}}$ – витрата палива на 1 га, кг/га;

$G_{\text{г}}$ – годинна витрата палива, кг/год;

$W_{\text{е}}$ – експлуатаційна продуктивність, га/год.

Підставляємо значення:

$$G_{\text{га}} = \frac{6,5}{2,66} = 2,51 \text{ кг/га.}$$

Отже, питома витрата на посів

$$G_{\text{г}} = 2,51 \text{ кг/га.}$$

Витрата паливо за зміну дорівнює

$$G_{\text{зм}} = G_{\text{г}} \cdot T,$$

тобто

$$G_{\text{зм}} = 6,5 \cdot 8 = 52 \text{ кг.}$$

Отже, за одну зміну роботи агрегат витрачає

$$G_{зм} = 52 \text{ кг палива.}$$

Висновки по розділу

1. Визначено, що для ефективного видалення зайвих насінин ролик повинен обертатися з частотою близько 79 хв$^{-1}$, а його колова швидкість повинна перевищувати колову швидкість висівного диска. Розрахунок контактного тиску показав, що він становить 0,15 МПа, тобто не перевищує допустимих значень для насіння цукрових буряків. Це підтверджує доцільність використання пружного шару для зменшення травмування насіння.

2. У результаті проведених розрахунків встановлено, що при робочій ширині захвату 5,4 м і швидкості руху 6 км/год теоретична продуктивність сівалки ССТ-12Б становить 3,24 га/год, а експлуатаційна - 2,66 га/год. За восьмигодинну зміну агрегат може виконати посів на площі 20,72 га. При годинній витраті палива 6,5 кг/год питома витрата палива становить 2,51 кг/га, а витрата за зміну - 52 кг. Отже, застосування модернізованого ролика не знижує техніко-експлуатаційних показників сівалки та створює умови для більш якісного виконання посіву цукрових буряків.

4. ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ ТА ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕРНІЗОВАНОЇ СІВАЛКИ

4.1. Загальні положення

Під час використання модернізованої бурякової сівалки важливого значення набуває забезпечення безпечних умов праці обслуговуючого персоналу та дотримання вимог захисту навколишнього середовища. Посів цукрових буряків виконується в умовах дії комплексу небезпечних і шкідливих виробничих чинників, до яких належать рухомі частини машин і механізмів, підвищений рівень шуму та вібрації, запиленість повітря, можливість травмування під час технічного обслуговування, а також вплив пально-мастильних матеріалів і хімічних речовин на довкілля.

Модернізація висівного апарата сівалки СКТ-12Б, що передбачає застосування пружного ролика, спрямована насамперед на покращення технологічних показників сівби та зменшення травмування насіння. Разом з тим будь-яке конструктивне удосконалення повинно відповідати вимогам безпеки праці, не погіршувати умови роботи механізатора і не створювати додаткових екологічних ризиків. Тому під час впровадження модернізованої сівалки необхідно оцінити умови праці, визначити можливі небезпеки та передбачити комплекс організаційних, технічних і природоохоронних заходів.

4.2. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників

При експлуатації модернізованої сівалки основними небезпечними чинниками є:

- рухомі та обертові частини висівного апарата, привідних механізмів, ланцюгових і карданних передач;

- можливість затягування одягу або частин тіла в зону рухомих елементів;

- небезпека травмування під час очищення, регулювання та ремонту сівалки;

- ризик наїзду або перекидання агрегату під час роботи на нерівному рельєфі;

- небезпека приєднання сівалки до трактора та від'єднання її після завершення робіт.

До шкідливих виробничих чинників слід віднести:

- шум і вібрацію, що виникають під час роботи машинно-тракторного агрегату;

- запиленість робочої зони, особливо при завантаженні насіння та роботі в суху погоду;

- дію несприятливих метеорологічних умов - підвищеної температури, вітру, сонячного випромінювання;

- можливий контакт працівників із мастильними матеріалами, технічними рідинами, протруєним насінням або залишками агрохімікатів.

Застосування модернізованого ролика не створює нових принципово небезпечних зон, однак вимагає дотримання безпеки під час монтажу, регулювання і контролю роботи висівного апарата.

4.3 Вимоги безпеки під час підготовки сівалки до роботи

Перед початком роботи сівалку необхідно ретельно оглянути, перевірити технічний стан усіх вузлів і механізмів, справність кріплень, наявність та цілісність захисних кожухів, огороджень і запобіжних пристроїв. Особлива увага приділяється стану висівних апаратів, привідних елементів, опорних коліс, маркерів, гідросистеми та зчіпного пристрою.

Приєднання сівалки до трактора слід виконувати тільки на рівному майданчику. У цей час забороняється перебування людей між трактором і машиною, якщо трактор рухається заднім ходом. Після агрегатування потрібно перевірити надійність з'єднання, правильність під'єднання карданного вала, електросистеми та гідравлічних шлангів.

Під час завантаження насіння необхідно застосовувати справний інвентар і не допускати перевантаження насіннєвих ящиків. Якщо використовується протруєне насіння, працівники повинні працювати в засобах індивідуального захисту: рукавицях, спецодязі, захисних окулярах і респіраторі. Після завершення завантаження необхідно очистити поверхні машини від розсипаного насіння.

Перед виїздом у поле слід перевірити роботу модернізованого ролика та висівного апарата на холостому ходу. Усі регулювання треба виконувати лише при повністю зупиненому двигуні трактора, відключеному приводі і відсутності руху робочих органів.

4.4 Вимоги безпеки під час роботи агрегату в полі

Під час виконання посівних робіт механізатор повинен дотримуватися встановленого режиму руху, не перевищувати допустиму швидкість і уважно стежити за роботою сівалки. Забороняється очищати, регулювати або змащувати робочі органи машини під час руху агрегату або при ввімкненому приводі.

Не допускається присутність сторонніх осіб у зоні роботи посівного агрегату. Під час розворотів на краях поля необхідно піднімати маркери та діяти плавно, уникаючи різких маневрів, що можуть призвести до пошкодження машини або втрати її стійкості.

При появі сторонніх шумів, вібрацій, забивання висівних апаратів або порушення роботи приводу агрегат слід негайно зупинити, заглушити двигун і лише після цього виявляти та усувати несправність. Втручання в

конструкцію висівного апарата, зокрема в зону модернізованого ролика, дозволяється виконувати тільки після повної зупинки всіх рухомих частин.

Для зниження впливу шуму та вібрації механізатор повинен працювати в справній кабіні трактора, обладнаній штатними засобами шумо- та віброзахисту. Важливе значення має правильна організація режиму праці та відпочинку, особливо в період інтенсивних польових робіт.

4.5. Заходи пожежної безпеки

Під час експлуатації машинно-тракторного агрегату існує небезпека виникнення пожежі через витік пального, коротке замикання електропроводки, перегрівання вузлів або потрапляння горючих матеріалів на гарячі поверхні двигуна. Для запобігання пожежам необхідно:

- підтримувати паливну систему трактора у справному стані;
- не допускати витоків палива, масел і технічних рідин;
- регулярно очищати машину від пилу, рослинних залишків і бруду;
- мати на тракторі справний вогнегасник;
- не палити під час заправлення машини та в місцях зберігання ПММ.

У разі займання агрегат необхідно негайно зупинити, заглушити двигун, за можливості від’єднати машину від трактора та застосувати первинні засоби пожежогасіння.

4.6. Переваги модернізованої сівалки та заходи щодо захисту навколишнього середовища

Використання модернізованої сівалки повинно здійснюватися з дотриманням екологічних вимог, спрямованих на зменшення негативного

впливу на ґрунт, атмосферне повітря та прилеглі території. Основними екологічними аспектами під час посіву є:

1. ущільнення ґрунту колесами трактора і сівалки;
2. забруднення ґрунту та водних об’єктів паливно-мастильними матеріалами;
3. пилiння під час завантаження насіння;
4. можливе розсипання протруєного насіння;
5. викиди відпрацьованих газів двигуна трактора.

Для зменшення ущільнення ґрунту необхідно дотримуватися раціональних маршрутів руху агрегату, не виконувати зайвих проходів і, за можливості, працювати при оптимальній вологості ґрунту. Це дозволяє зберегти структуру посівного шару та знизити енергетичні витрати.

Особливу увагу слід приділяти недопущенню потрапляння паливно-мастильних матеріалів у ґрунт. Заправлення трактора необхідно виконувати у спеціально відведених місцях. У разі випадкового розливу пального або масла забруднену ділянку слід негайно очистити, а використані сорбенти або забруднений ґрунт утилізувати відповідно до встановлених вимог.

Якщо для сівби використовується оброблене або протруєне насіння, потрібно не допускати його розсипання на полі, біля складів та в місцях заправлення. Залишки такого насіння не можна викидати у відкритий ґрунт або водойми. Їх слід зберігати в спеціальній тарі та використовувати за призначенням або передавати на утилізацію.

Зниження шкідливого впливу на атмосферне повітря досягається підтриманням двигуна трактора у справному стані, своєчасним технічним обслуговуванням паливної апаратури та дотриманням оптимального режиму роботи агрегату. Раціонально налаштована модернізована сівалка забезпечує стабільний технологічний процес, що зменшує кількість повторних проходів і, відповідно, знижує витрати палива та обсяги викидів.

Переваги модернізованої сівалки з точки зору безпеки та екологічності

Запропоноване удосконалення висівного апарата за рахунок використання модернізованого ролика має не лише технологічні, а й певні безпекові та екологічні переваги. Пружний ролик зменшує травмування насіння, завдяки чому знижується кількість пошкоджених насінин і пилоподібних домішок у зоні роботи апарата. Це сприяє покращенню санітарно-гігієнічних умов праці.

Підвищення точності висіву забезпечує рівномірніше розміщення насіння в рядку, зменшує потребу в пересіванні окремих ділянок та сприяє раціональному використанню посівного матеріалу. Опосередковано це знижує витрати енергії, палива і загальне техногенне навантаження на поле.

Крім того, модернізована конструкція не вимагає використання додаткових джерел енергії, не ускладнює керування агрегатом і не погіршує оглядовість та умови роботи механізатора, що є позитивним чинником з точки зору охорони праці.

Висновки по розділу

Встановлено, що модернізація висівного апарата не погіршує умов праці механізатора, а застосування пружного ролика сприяє зменшенню травмування насіння та покращенню санітарно-гігієнічних показників роботи. Використання модернізованої сівалки за умови технічно справного стану машини, наявності захисних огороджень і дотримання правил експлуатації є безпечним для обслуговуючого персоналу.

З екологічної точки зору основними вимогами є недопущення забруднення ґрунту і води паливно-мастильними матеріалами, раціональне використання насіння, зниження запиленості та скорочення викидів відпрацьованих газів за рахунок правильної організації посівних робіт.

Отже, застосування модернізованої сівалки є технічно й екологічно доцільним за умови виконання комплексу заходів з охорони праці та захисту навколишнього середовища.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ

Важливим етапом обґрунтування доцільності модернізації бурякової сівалки є визначення її техніко-економічних показників. Економічна оцінка дає можливість встановити, наскільки ефективним є запропоноване технічне рішення не лише з конструктивної та технологічної точок зору, а й з позиції виробничого використання.

У дипломному проєкті запропоновано модернізацію висівного апарата сівалки ССТ-12Б шляхом застосування пружного ролика. Таке удосконалення спрямоване на зменшення травмування насіння, покращення однонасінного висіву, підвищення стабільності роботи апарата та зниження втрат часу на регулювання і усунення порушень технологічного процесу.

Техніко-економічну оцінку модернізації виконано шляхом порівняння показників серійної сівалки ССТ-12Б та модернізованої сівалки ССТ-12БМ. При цьому показники продуктивності та витрати палива, визначені в попередньому розділі, використовуються як вихідні дані для подальших економічних розрахунків.

Для визначення техніко-економічних показників приймаємо вихідні дані, наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Вихідні дані для визначення техніко-економічних показників

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання	Серійна сівалка ССТ-12Б	Модернізована сівалка ССТ-12БМ
1	Річний обсяг робіт	га	600	600
2	Експлуатаційна продуктивність	га/год	2,43	2,66
3	Питома витрата палива	кг/га	2,72	2,51
4	Вартість базової сівалки	грн	320000	320000
5	Додаткові	грн	-	3000

	капіталовкладення на модернізацію			
6	Повна вартість модернізованої сівалки	грн	-	323000
7	Оплата праці механізатора	грн/год	120	120
8	Норматив відрахувань на амортизацію і ремонт	%	25	25
9	Вартість дизельного палива	грн/кг	60	60

Модернізована сівалка має дещо вищу вартість унаслідок виготовлення та встановлення нового ролика, однак завдяки більш стабільній роботі висівного апарата забезпечує вищу експлуатаційну продуктивність і меншу питому витрату палива.

Розрахунок витрат часу на виконання річного обсягу робіт. Річні витрати часу на виконання посівних робіт визначають за формулою

$$T = \frac{Q}{W_e}, \tag{5.1}$$

де

T – витрати часу, год;

Q – річний обсяг робіт, га;

W_e – експлуатаційна продуктивність, га/год.

Для сівалки ССТ-12Б

$$T_1 = \frac{600}{2,43} = 246,9 \text{ год},$$

для модернізованої сівалки ССТ-12БМ

$$T_2 = \frac{600}{2,66} = 225,6 \text{ год}.$$

Економія часу становить

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 246,9 - 225,6 = 21,3 \text{ год.} \quad (5.2)$$

Отже, модернізована сівалка дозволяє скоротити витрати часу на виконання річного обсягу робіт на 21,3 год.

Розрахунок витрат на оплату праці. Витрати на оплату праці механізатора визначають за формулою

$$З = T \cdot C_{оп}, \quad (5.3)$$

де

$З$ – витрати на оплату праці, грн;

$C_{оп}$ – погодинна оплата праці, грн/год.

Для серійної сівалки

$$З_1 = 246,9 \cdot 120 = 29628 \text{ грн},$$

для модернізованої

$$З_2 = 225,6 \cdot 120 = 27072 \text{ грн.}$$

Економія витрат на оплату праці становить

$$E_{оп} = 29628 - 27072 = 2556 \text{ грн.} \quad (5.4)$$

Таким чином, скорочення витрат робочого часу забезпечує зменшення оплати праці на 2556 грн за рік.

Річні витрати палива визначають за формулою

$$G_р = G_{га} \cdot Q, \quad (5.5)$$

де

$G_р$ – річні витрати палива, кг;

$G_{га}$ – питома витрата палива, кг/га.

Для серійної сівалки

$$G_{p1} = 2,72 \cdot 600 = 1632 \text{ кг.}$$

для модернізованої

$$G_{p2} = 2,51 \cdot 600 = 1506 \text{ кг.}$$

Річна економія палива становить

$$\Delta G_p = 1632 - 1506 = 126 \text{ кг.} \qquad (5.5)$$

У вартісному виразі економія палива дорівнює

$$E_{пал} = \Delta G_p \cdot C_{пал}, \qquad (5.6)$$

де $C_{пал}$ – вартість 1 кг дизельного палива, грн/кг.

$$E_{пал} = 126 \cdot 60 = 7560 \text{ грн.}$$

Отже, завдяки модернізації сівалки річна економія коштів на паливі становить 7560 грн.

Річні відрахування на амортизацію та ремонт визначають у відсотках від вартості машини за формулою

$$\text{А} = K \cdot \frac{a}{100}, \qquad (5.7)$$

де

А – амортизаційні відрахування та витрати на ремонт, грн;

K – балансова вартість машини, грн;

a – норматив відрахувань, %.

Для серійної сівалки

$$A_1 = 320000 \cdot \frac{25}{100} = 80000 \text{ грн},$$

для модернізованої

$$A_2 = 323000 \cdot \frac{25}{100} = 80750 \text{ грн}.$$

Додаткові витрати за цією статтею становлять

$$\Delta A = 80750 - 80000 = 750 \text{ грн}. \qquad (5.8)$$

Загальні річні експлуатаційні витрати визначають як суму витрат на паливо, оплату праці та амортизацію з ремонтом:

$$C = C_{пал} + З + A, \qquad (5.9)$$

де

C – загальні річні експлуатаційні витрати, грн;

$C_{пал}$ – витрати на паливо, грн.

Вартість палива для серійної сівалки становить

$$C_{пал1} = 1632 \cdot 60 = 97920 \text{ грн},$$

для модернізованої

$$C_{пал2} = 1506 \cdot 60 = 90360 \text{ грн}.$$

Тоді загальні річні витрати для серійної сівалки дорівнюють

$$C_1 = 97920 + 29628 + 80000 = 207548 \text{ грн}, \qquad (5.10)$$

а для модернізованої

$$C_2 = 90360 + 27072 + 8075 = 198182 \text{ грн}.$$

Річна економія експлуатаційних витрат становить

$$E_р = C_1 - C_2 = 207548 - 198182 = 9366 \text{ грн.} \quad (5.11)$$

Отже, загальна економія від використання модернізованої сівалки становить 9366 грн.

Собівартість посіву 1 га визначають за формулою

$$C_{га} = \frac{C}{Q}, \quad (5.12)$$

де

$C_{га}$ – собівартість посіву 1 га, грн/га.

Для серійної сівалки

$$C_{га1} = \frac{207548}{600} = 345,91 \text{ грн/га,}$$

для модернізованої

$$C_{га2} = \frac{198182}{600} = 330,30 \text{ грн/га.}$$

Зменшення собівартості становить

$$\Delta C_{га} = 345,91 - 330,30 = 15,61 \text{ грн/га.} \quad (5.13)$$

Це свідчить про те, що модернізована сівалка забезпечує виконання посіву з меншими витратами на одиницю площі.

Розрахунок строку окупності та економічного ефекту.

Строк окупності додаткових капіталовкладень визначають за формулою

$$T_{ок} = \frac{\Delta K}{E_р} = \frac{3000}{9366} = 0,32 \text{ року} \quad (5.14)$$

де ΔK – додаткові капіталовкладення на модернізацію, грн.

Отже, строк окупності модернізації становить 0,32 року, а річний економічний ефект - 9366 грн.

Таблиця 5.2.

Техніко-економічні показники серійної та модернізованої сівалок

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання	ССТ-12Б	ССТ-12БМ
1	Експлуатаційна продуктивність	га/год	2,43	2,66
2	Річні витрати часу	год	246,9	225,6
3	Питома витрата палива	кг/га	2,72	2,51
4	Річні витрати палива	кг	1632	1506
5	Вартість палива за рік	грн	97920	90360
6	Витрати на оплату праці	грн	29628	27072
7	Амортизація і ремонт	грн	80000	80750
8	Загальні річні витрати	грн	207548	198182
9	Собівартість посіву 1 га	грн/га	345,91	330,30
10	Додаткові капіталовкладення	грн	-	3000
11	Строк окупності	роки	-	0,32
12	Річний економічний ефект	грн	-	9366

Висновки по розділу

Витрати на оплату праці при цьому скорочуються на 2556 грн, а річна економія палива становить 126 кг, або 7560 грн у вартісному виразі. Незважаючи на незначне збільшення витрат на амортизацію і ремонт, загальні річні експлуатаційні витрати зменшуються на 9366 грн. Собівартість посіву 1 га знижується на 15,61 грн.

Додаткові капіталовкладення на модернізацію становлять 3000 грн, а строк їх окупності дорівнює 0,32 року. Річний економічний ефект від

упровадження модернізованої сівалки становить 9366 грн. Це підтверджує економічну ефективність запропонованого проєкту та доцільність його впровадження у виробничих умовах.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз показав, що в сучасному буряківництві України переважно використовують високопродуктивні гібриди цукрових буряків вітчизняної та зарубіжної селекції. Їх використання дозволяє підвищити врожайність, цукристість коренеплодів, вирівняність посівів та стійкість рослин до несприятливих умов вирощування, шкідників і хвороб. Важливе значення при цьому має застосування каліброваного і дражованого насіння, яке забезпечує підвищення точності висіву.

2. У результаті аналізу встановлено, що для посіву цукрових буряків застосовуються спеціалізовані сівалки точного висіву, які відрізняються між собою типом висівного апарата, конструкцією сошникової групи, способом загортання насіння та рівнем технічної досконалості. Вітчизняні сівалки мають простішу конструкцію і є доступнішими в експлуатації, однак часто поступаються сучасним зарубіжним аналогам за точністю висіву та стабільністю витримування глибини загортання насіння.

3. У результаті виконаних розрахунків встановлено, що модернізований ролик висівного апарата із зовнішнім діаметром 110 мм, внутрішнім діаметром 20 мм, шириною 24 мм і пружним шаром товщиною 2,5 мм відповідає вимогам роботи висівного апарата бурякової сівалки.

4. Побудована схема сил на насінину показує, що модернізований ролик забезпечує надійне видалення зайвих насінин із комірок за рахунок дії нормальної реакції та сили тертя, при цьому контакт насіння з робочою поверхнею є більш м’яким порівняно з жорстким роликом. Отже, запропонована конструкція ролика є працездатною, технічно обґрунтованою та може бути рекомендована для використання у модернізованому висівному апараті.

5. Модернізація ролика не призводить до зміни конструктивної ширини захвату сівалки, тому теоретична продуктивність агрегату практично залишається незмінною. Разом з тим покращення роботи висівного апарата дозволяє підвищити якість посіву, зменшити кількість пропусків, двійників і пошкодженого насіння. Це забезпечує стабільнішу роботу агрегату, зменшує потребу в зупинках для регулювання і контролю якості посіву, а також дає можливість ефективніше використовувати робочий час зміни.

6. У результаті аналізу умов експлуатації модернізованої бурякової сівалки встановлено, що основними небезпечними чинниками є рухомі частини машини, шум, вібрація, запиленість, а також небезпека травмування під час технічного обслуговування і ремонту. Для забезпечення безпечної роботи необхідно суворо дотримуватися вимог безпеки під час агрегатування, завантаження насіння, регулювання, роботи в полі та проведення технічного обслуговування.

7. У результаті виконаних техніко-економічних розрахунків встановлено, що модернізація висівного апарата сівалки ССТ-12Б шляхом встановлення пружного ролика є економічно доцільною. Завдяки покращенню роботи висівного апарата та підвищенню коефіцієнта використання часу зміни експлуатаційна продуктивність агрегату зростає з 2,43 до 2,66 га/год, а річні витрати часу на виконання посівних робіт зменшуються на 21,3 год. Річний економічний ефект від упровадження модернізованої сівалки становить 9366 грн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1. Машини для основного обробітку ґрунту / П. М. Заїка. - Харків : Око, 2001. - 444 с.

2. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 3. Посівні машини / П. М. Заїка. - Харків : Око, 2005. - 412 с.

3. Булгаков В. М. Сільськогосподарські машини. Частина 1 / В. М. Булгаков, О. П. Бурилко, М. М. Адамчук. - Київ : Аграрна освіта, 2008. - 320 с.

4. Булгаков В. М. Сільськогосподарські машини. Частина 2 / В. М. Булгаков, С. В. Ружило, В. В. Адамчук. - Київ : Аграрна освіта, 2010. - 380 с.

5. Ружило З. В. Машини для сівби та садіння сільськогосподарських культур / З. В. Ружило, В. І. Кравчук, Ю. Ф. Мельник. - Київ : Аграрна наука, 2011. - 296 с.

6. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилюк. - Київ : Каравела, 2009. - 464 с.

7. Кравчук В. І. Машини для рослинництва / В. І. Кравчук, Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич. - Київ : Урожай, 2009. - 384 с.

8. Сидорчук О. В. Проєктування сільськогосподарських машин / О. В. Сидорчук, М. В. Бакум, І. І. Роговський. - Київ : Центр учбової літератури, 2014. - 544 с.

9. Клендій М. Б. Конструювання і розрахунок машин та обладнання агропромислового виробництва / М. Б. Клендій. - Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2018. - 356 с.

10. Адамчук В. В. Інженерна механіка в агроінженерії / В. В. Адамчук, М. І. Грицишин, В. М. Булгаков. - Київ : Аграрна наука, 2015. - 288 с.

11. Яцун С. Ф. Деталі машин / С. Ф. Яцун, М. М. Ткачук, О. М. Гончаров. - Київ : Каравела, 2013. - 408 с.

12. Ловейкін В. С. Теорія механізмів і машин / В. С. Ловейкін, І. І. Ляшенко. - Київ : ЦП «Компринт», 2016. - 320 с.

13. Буряк І. П. Механізація технологічних процесів у рослинництві / І. П. Буряк, В. О. Дубровін, М. П. Талавиря. - Київ : ЦП «Компринт», 2017. - 410 с.

14. Ганженко О. М. Цукрові буряки: технологія вирощування / О. М. Ганженко, М. Я. Шевніков, Л. М. Глущенко. - Полтава : Астрая, 2019. - 220 с.

15. Шевніков М. Я. Технологія вирощування цукрових буряків / М. Я. Шевніков, О. М. Ганженко. - Полтава : РВВ ПДАА, 2016. - 196 с.

16. Гангур В. В. Рослинництво: технології вирощування польових культур / В. В. Гангур, М. Я. Шевніков, Л. Т. Глущенко. - Полтава : Дивосвіт, 2018. - 435 с.

17. Трибель С. О. Захист рослин / С. О. Трибель, М. П. Секун, О. О. Іващенко ; за ред. С. О. Трибеля. - Київ : Фенікс, 2010. - 624 с.

18. Жук В. М. Економіка аграрного підприємства / В. М. Жук, П. Т. Саблук, Ю. Я. Лузан. - Київ : ННЦ ІАЕ, 2011. - 408 с.

19. Месель-Веселяк В. Я. Економіка сільськогосподарського виробництва / В. Я. Месель-Веселяк. - Київ : ННЦ ІАЕ, 2012. - 843 с.

20. Саблук П. Т. Економіка аграрного виробництва і ринку / П. Т. Саблук. - Київ : ННЦ ІАЕ, 2010. - 784 с.

21. Березуцький В. В. Основи охорони праці / В. В. Березуцький. - Харків : Факт, 2007. - 480 с.

22. Запорожець О. І. Безпека життєдіяльності / О. І. Запорожець, Б. Д. Халмурадов, В. І. Применко. - Київ : Центр учбової літератури, 2013. - 448 с.

23. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища / В. С. Джигирей. - Київ : Знання, 2007. - 422 с.

24. Бойко І. Г. Експлуатація машинно-тракторного парку / І. Г. Бойко, А. Т. Лебідь, В. М. Орленко. - Київ : Вища освіта, 2004. - 512 с.

25. Кравчук В. І. Надійність і технічний сервіс машин в АПК / В. І. Кравчук, М. М. Лобас, О. М. Царенко. - Київ : Аграрна наука, 2008. - 398 с.

26. Рудь А. В. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва / А. В. Рудь, В. І. Пастухов, М. Г. Лобас. - Харків : Міськдрук, 2012. - 516 с.

27. Пастухов В. І. Довідник інженера-механіка сільськогосподарського виробництва / В. І. Пастухов, М. П. Артьомов, О. І. Бойко. - Харків : Ранок, 2011. - 560 с.

28. Сало Я. П. Механіко-технологічні властивості насіння та сільськогосподарських матеріалів / Я. П. Сало, П. С. Берник. - Вінниця : ВНАУ, 2014. - 248 с.

29. Мельник Ю. Ф. Випробування і дослідження сільськогосподарських машин / Ю. Ф. Мельник, В. І. Кравчук, О. М. Царенко. - Київ : ННЦ «ІМЕСГ», 2010. - 296 с.

30. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. - Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. - 16 с.

31. ДСТУ 2391:2010. Система технологічної документації. Терміни та визначення понять. - Київ : Держспоживстандарт України, 2010. - 24 с.

32. НПАОП 0.00-1.01-07. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. - Київ : Держгірпромнагляд України, 2007. - 356 с.

33. Войтюк Д. Г. Механіко-технологічні основи точного висіву насіння / Д. Г. Войтюк, В. М. Булгаков, С. В. Ружило. - Київ : Аграрна наука, 2012. - 272 с.

34. Булгаков В. М. Механіко-технологічні процеси в рослинництві / В. М. Булгаков, І. І. Бабин, М. М. Адамчук. - Київ : Аграрна наука, 2014. - 352 с.

Шевніков М. Я. Практикум із технології виробництва продукції рослинництва / М. Я. Шевніков, В. В. Гангур, О. М. Ганженко. - Полтава : РВВ ПДАА, 2017. - 214 с.

35. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» ОПП «Агроінженерія» - Дніпро: ДДАЕУ, 2022.- 45с.

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Позиц	Позначення	Назва	К-ть	Примітка
				<u>Документація</u>		
А3			52.ДП.072.000.005.СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	52.ДП.072.001.005	Корпус колеса	1	
		2	52.ДП.072.002.005	Обід	1	
		3	52.ДП.072.003.005	Маточина	1	
		4	52.ДП.072.004.005	Кільце притискне	1	
		5	52.ДП.072.005.005	Зубчастий вінець	1	
		6	52.ДП.072.006.005	Болт спеціальний	6	
		7	52.ДП.028.007.005.	Втулка дистанційна	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8		Болт М8×35 ГОСТ 7798-70	6	
		9		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	6	
		10		Шайба 8 ГОСТ 11371-78	6	

					52.ДП.072.000.004.СК		
Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розроби		Стельмах В			Колесо зубчасте ведене	Літера	Аркуш 1 / Аркушів 2
		Теслюк Г.В.				д	
Т.Контр							ДДАЕУ
Н.		Золотовськ					
Затвер		Теслюк Г.В.					