

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри

Дідур В.В.

“ ” 2026 р.

Кваліфікаційна робота (дипломний проєкт)
перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему **«Проектування складу МТП при вирощуванні цукрових буряків
з розробкою операційної технології сівби»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 32к-ім
Спеціальність Н7
«Агроінженерія»
Олексій КУЗЬМИЧ
(прізвище та ініціали)

Керівник Юрій КОВАЛЬЧУК
(прізвище та ініціали)

Рецензент Едуард ПРОКОПЕНКО
(прізвище та ініціали)

Умань – 2026

ЗМІСТ

Вступ.....	4
РОЗДІЛ 1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА	5
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	8
2.1. Визначення складу МТП.....	8
2.2. Розробка операційно-технологічної карти на виконання операції сівби	9
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	20
3.1. Вихідні дані.....	20
3.2. Розрахунок висівного диска.....	21
3.3. Обґрунтування конструкції висівного апарата та сошника посівної секції.....	23
3.4. Розрахунок пневматичної системи сівалки.....	26
3.5. Розрахунок на міцність.....	30
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ УМОВ ПРАЦІ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ЗА УДОСКОНАЛЕННЯ ВИСІВНОГО АПАРАТУ ССТ-12В.....	32
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ.....	35
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	38

ВСТУП

Світовий ринок цукру стоїть на перепасі: між стабільністю і ризиками, між пальмовими тростинами Бразилії та помірними полями Європи. Ціна на солодке майбутнє країнами коливається під впливом погоди, енергетики, політики й смакових уподобань споживачів. І водночас — тихо, але невідворотно — в гру вступають технології. Саме вони здатні змінити правила гри для виробників, трейдерів і споживачів.

Глобальний попит на цукор утримується зростанням населення та рівня життя в країнах, що розвиваються, а також конкуренцією між харчовим споживанням і потребою в біоетанолі. Пропозицію ж диктують врожаї: посухи, повені, шкідники, політика квот і субсидій — усе це щороку підкидає ринку нові несподіванки. У цьому ланцюгу буряковий цукор часто відіграє роль «стабілізатора» — особливо в регіонах із розвиненою аграрною інфраструктурою.

Але справжній потенціал — у полі. Сучасні сівалки з GPS, дозувальними системами й індивідуальним контролем секцій перетворюють посівну кампанію з мистецтва в точну науку. Точне висівання забезпечує оптимальну густоту рослин, зменшує витрати насіння й добрив, підвищує приживлюваність і, як наслідок, врожайність. Мінімальна обробка ґрунту в парі з адаптованою технікою знижує ерозію й зберігає вологу — дуже важливо в епоху нестабільних погодних умов.

Далі — автоматизація й аналітика. Роботизовані сівалки та автономні машини дозволяють працювати в короткі вікна після дощу, коли кожна година важить тонни майбутнього врожаю. Сенсори й мобільні платформи дають змогу «читати» ґрунт і рослину в реальному часі, підлаштовуючи норми висіву й внесення добрив. Це — не фантастика, а інструмент підвищення ефективності, що знижує середню собівартість виробництва.

Економічний ефект очевидний: підвищення продуктивності й якості зменшує витрати на тонну цукру і може послабити тиск на світові ціни. Але є й зворотний бік: високі інвестиції в техніку ризикують відштовхнути дрібних фермерів, посилюючи концентрацію виробництва в великих агрохолдингах або сервісних кооперативах. Результат — дешевший і більш передбачуваний продукт для ринку, але й соціальні виклики для сільських громад.

Екологічний фронт теж важливий. Точні технології можуть зменшити витрати палива, скоротити викиди й оберігати ґрунти — якщо їх впроваджувати свідомо. Інакше інтенсифікація без належного менеджменту загрожує збільшенням хімічного навантаження та деградацією земель.

Що маємо в підсумку? Інновації в сівбі цукрових буряків — від GPS-керованих сівалок до роботів і сенсорів — не просто підвищують врожайність. Вони перемальовують карту ринку: роблять пропозицію більш стійкою, знижують волатильність і тиснуть на ціни, але водночас створюють ризики соціальної нерівності й вимагають екологічної відповідальності. Для виробників це шанс збільшити прибуток і зменшити ризики, для переробників — джерело більш якісної сировини, а для політиків — завдання створити баланс підтримки модернізації й захисту дрібних господарств.

РОЗДІЛ 1. Виробничо-господарська характеристика

Виробничий напрямок – це рослинництво. Перевага тих чи інших видів сільськогосподарських культур в сівоzmіні залежить від наявності ринків збуту, які господарство знайшло за роки існування. У 2012 році дирекція агрофірми береться за вирощування пшениці озимої, гречки, цукрового буряку, соняшнику, кукурудзи на зерно.

Вирощує елітні сорти для подальшого продажу з метою отримання прибутку. Для одержання високого врожаю агрофірма орендує закордонну техніку, закуповує вітчизняну, закуповує різні добрива, видержує технологію.

Таблиця 1.1– Структура земельних угідь

Назва	Площа, га
Загальна площа,	1655
з них	
Сільськогосподарських угідь	1650
Рілля	1650

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ 2025 р

Назва культури	Площа, га		Урожайність, ц/га		Валовий збір	
	2024	2025	2025	2025	2024	2025
Пшениця озима	400	400	55	62	22000	24800
Гречка	50	0	18	0	900	0
Ячмінь ярий	500	550	45	49	22500	136950
Соняшник	100	50	30	25	3000	1250
Ріпак	100	100	22	19	2200	1900
Кукурудза	300	300	38	35	11400	12400
Цукровий буряк	200	250	240	300	48000	75000
Всього	1650		—————		110000	252300

Таблиця 1.3 – Коротка характеристика матеріально – технічної бази

Назва техніки	Марка	Кількість, шт.
1.Трактори	ДТ-75	1
	МТЗ-80	2
	Т-150К	2
	Case 7240	1
	Case 160	1
	Mani too	1
	Т-70	2
	ЮМЗ-6АКЛ	5
2. Причепи	2ПТС-4	2
	Нефаз 8560-1202	3
3. Комбайни	Case International 1680	1
	HOLMER Terra Dos	1
4. Плуги	ПЛН-3-35	3
	Kuhn RMGT 8	1
	ППО-4-40	1
5. Борони	30Р-0,7	30
	БЗТС-1,0	38
	БДВ-4,2-01	3
6. Луцильники	ЛДГ-15	1
7. Машини для внесення добрив: органічних	ПРТ-10	1
Мінеральних	Amazone ZG-B 5500	1
	МВУ 900	2
Рідких	ЗЖВ-1,8	1
8. Сівалки	Rau MX-8	1
	ССТ-12В	3

	СЗ-5,4	3
9. Зчіпки	СП-11	2
	СГ-21	2
10. Обприскувачі	ОПШ-2000	1
11. Культиватори	КРН-5,6	1
	КПС-4	2
	УСКМ-5,4 В	3
	КРН-4,2	1
12. Автомобілі	Газ 53	3
	Камаз 45143	3

Основні показники використання МТП за 2025 рік

Кількість фізичних тракторів, шт.	13
Кількість умовних еталонних тракторів	12,84
Кількість відпрацьованих машиноднів	2068
Кількість відпрацьованих машинозмін	2606
Коефіцієнт змінності	1,26
Загальний виробіток в ум. ет. га.	19902
Середньорічний виробіток на еталонний трактор	1550
МТЗ-80	1853
Т-150К	1841
ДТ-75	684
Case 7240	3863
Case 160	2496
ЮМЗ-6 АКЛ	1426
Т-70	654
Mani too	1732
Середньоденний виробіток на еталонний трактор	9,6
Середньозмінний виробіток на еталонний трактор	7,64
Витрата палива на умовний еталонний га	7,9

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення складу сільськогосподарських машин.

Склад сільськогосподарських машин визначаємо на підставі технологічної карти розробленої в пункті 2.1 для виробництва цукрових буряків на плащі 350 га. приведений в таблиці 2.1.

Необхідну кількість сільськогосподарських машин визначаємо по максимальній їх потребі в період використання певного виду операцій.

Кількість спеціалізованих машин визначаємо за вимогами розрахунків в технологічних картах. Сільськогосподарські машини загального призначення які використовують при виконанні робіт (плуги, культиватори, сівалки та ін.), працюють неодноразово протягом року і строки їх експлуатації іноді збігаються.

Коли строки збігаються то кількість машин на цей період знаходять додаванням.

Таблиця 2.1 – Склад сільськогосподарських машин на вирощування цукрового буряка

	Сільськогосподарські машини	Марка	Кількість,од
1	Плуги	Kuhn RMGT 8	1
2	Культиватори	КПС-4	2
3		УСМК-5,4В	2
4	Луцильники	ЛДГ -15	1
5	Сівалки	ССТ-12В	3
6	Борони	БЗТС-1,0	21
7		ЗОР-0,7	20
8	Зчіпки	СП-11	2

9		СГ-21	2
10	Машини для внесення добрив:	ПРТ-10	1
11	Органічних	Amazone ZG-B 5500	1
12	Мінеральних	ЗЖВ-1,8	1
13	Рідких	ПБ-35	1
14	Навантажувачі	ПОМ-630	2
15	Підживлювач-обприскувач	ОПШ-2000	1
16	Обприскувачі	2ПТС-4	1
17	Причепи	Нефаз 8560-1202	3

На підставі розрахунків встановлено, що для виконання робіт по виробництву цукрового буряка на площі 350 га необхідно мати згідно графіків завантаження такий склад машино-тракторного парку: Case 7240 – 1; Case 160 – 1; Т-150К – 4; Mani too – 1; ДТ-75М – 1; Т-70С – 2; ЮМЗ-6 АКЛ – 5; HOLMER Terra Dos – 1; Камаз-45143 – 3 одиниці техніки.

2.2. Розробка операційно-технологічної карти на виконання операції сівби

Умови виконання операції сівби.

- довжина гін поля – 900 м.;
- середній схил поверхні поля – нахил поверхні $\alpha = 0$;
- питомий опір ґрунту (на метр захвату сівалки) 2 кН.;
- агрофон – поле підготовлене під сівбу;

Склад агрегату і його техніко-економічні показники.

Для посіву цукрових буряків використовуємо агрегат в складі трактора – ЮМЗ-6АКЛ – та сівалки ССТ-12В.

Сівалка призначена для точного висіву насіння цукрового і кормового буряка та сої з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив. Дана машина має систему контролю за технологічним процесом висіву і рівнем висівного матеріалу.

Технічні характеристики:

- робоча швидкість, км/ч: 6...7,6;
- ширина захвату, м: 5,4;
- ширина міжрядь, мм: 450;
- глибина закладання насіння, мм: 20-60;
- норма висіву насіння, шт./м: 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20;
- маса, кг: 1390.

Однією з основних умов забезпечення високої продуктивності при мінімальній витраті палива з урахування агротехнічних вимог, і правильне комплектування агрегату.

Робота агрегату можлива в тому випадку, якщо трактор має достатню потужність для подолання опору сільськогосподарських машин.

При комплектуванні тракторних агрегатів необхідно знати тягові характеристики тракторів, опір сільськогосподарських машин. Опір машин при їх русі називають тяговим опором і визначають у кг або кН.

Тяговий опір сільськогосподарських машин ділиться на робочий і холостий.

Холостий тяговий опір виникає при русі агрегату в транспортному положенні.

Цей опір визначається за виразом:

$$R_x = G \cdot f \quad (2.1)$$

$$R_x = 1390 \cdot 0,16 = 222,4 \text{ (кН)}$$

де: G – вага машини, кг;

f – коефіцієнт опору перекошування (приймаємо табличне значення).

Робочий тяговий опір – це опір, що виникає при русі агрегата в робочому положенні. Величина робочого тягового опору залежить від стану машини,

правильності її регулювання, своєчасності проведення технічних доглядів, стану ґрунту і інших факторів. Більша частина з яких не постійна, і тому робочий тяговий опір змінюється.

Щоб уникнути великої кількості довідкових даних про опір різних марок однотипних машин, прийнято визначати робочий тяговий опір через питомий.

Питомий опір – це опір, що приходить на одиницю ширини захвата машини, або площі поперечного перерізу шару ґрунту.

Робочий тяговий опір визначаємо за виразом:

$$R_p = k \cdot B_k \quad (2.2)$$
$$R_p = 2 \cdot 5,4 = 10,8 \text{ (кН)}$$

де: k – питомий опір сільськогосподарських машин (кН) на метр захвата.

B_p – робоча ширина захвата машини, м.

Потрібно зкомплектувати машинно-тракторний агрегат для сівби цукрових буряків. Трактор ЮМЗ-6АКЛ, сівалка ССТ-12В питомий опір сівалки 2 кН/м.захв.

За табличними даними визначаємо межі рекомендованих агротехнічно-допустимих робочих швидкостей руху агрегата при сівбі:

$$v = 6 \dots 7,6 \text{ км/год};$$

В зазначених межах вибираємо дві передачі трактора і записуємо його тягові зусилля на вибраних передачах (кН).

$$P_I = 14, \text{ швидкість руху } 7,6 \text{ (км/год)}$$

$$P_V = 14, \text{ швидкість руху } 6,8 \text{ (км/год)}$$

Визначаємо опір сівалки:

$$R_c = k \cdot B_k + R_{пр} \quad (2.3)$$
$$R_{cI} = 2 \cdot 5,4 + 0,45 = 11,25 \text{ (кН)}$$
$$R_{cV} = 2 \cdot 5,4 + 0,4 = 11,2 \text{ (кН)}$$

де : $R_{пр}$ – затрати потужності на привід вентилятора;

Визначимо затрати потужності на привід вентилятора:

$$R_{\text{пр}} = \frac{3,6 N_{\text{ВВП}} \eta_{\text{мг}}}{v_{\text{р}} \eta_{\text{ВВП}}} \quad (2.4)$$

де: $N_{\text{ВВП}}$ – витрати потужності на привід вентилятора;

$\eta_{\text{мг}}$ – механічний ККД трансмісії (0,9);

$v_{\text{р}}$ – робоча швидкість сівалки;

$\eta_{\text{ВВП}}$ – (0,95)

$$R_{\text{прI}} = \frac{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,9}{6,8 \cdot 0,95} = 0,45$$

$$R_{\text{прV}} = \frac{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,9}{7,6 \cdot 0,95} = 0,4$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta_{\text{тяг}} = \frac{R_{\text{агр}}}{P} \quad (2.5)$$

де: $R_{\text{агр}}$ – загальний опір агрегата, кН;

P – тягове зусилля трактора, кН.

Тоді

$$\eta_{\text{мязI}} = \frac{R_{\text{cl}}}{P_{\text{I}}} = \frac{11,2}{14} = 0,8;$$

$$\eta_{\text{мязV}} = \frac{R_{\text{cv}}}{P_{\text{v}}} = \frac{11,25}{14} = 0,8$$

Техніко-економічними показниками роботи зкомплектованого машино-тракторного агрегату є продуктивність, витрата палива і мастильних матеріалів.

Продуктивність машино-тракторного агрегату це кількість роботи виконаної агрегатом за одиницю часу. Продуктивність агрегату ділиться на теоретичну і технічну. Теоретична продуктивність – це та продуктивність, що може бути досягнута при конструктивній ширині захвата агрегату розрахунковій швидкості руху його за повний час зміни.

Годинна теоретична продуктивність визначається за виразом:

$$A_{год} = 0,1 \cdot B_k \cdot V, \text{ га/год} \quad (2.6)$$

$$A_{годI} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,6 = 4,1 \text{ га/год}$$

$$A_{годI} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,8 = 3,7 \text{ га/год}$$

Змінна теоретична продуктивність визначається за виразом:

$$A_{зм} = 0,1 \cdot B_k \cdot V \cdot T, \text{ га/зм} \quad (2.7)$$

де: T – час зміни, год.

$$A_{зм} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,6 \cdot 7 = 28,7 \text{ га/зм}$$

$$A_{зм} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,8 \cdot 7 = 25,9 \text{ га/зм}$$

З метою розрахунку норм виробітку формули теоретичної продуктивності не використовується, так як вони не відображають дійсних умов роботи агрегатів.

У виробничих умовах ширина захвата може відхилятися від конструктивної, але при сівбі дійсна ширина захвата дорівнює конструктивній.

У формулі теоретичної продуктивності швидкість приймається без врахування буксування.

При роботі трактора з навантаженням завжди має місце буксування рушіїв, величина якого залежить від ґрунтових умов, марки трактора і будови ходової частини.

Тому дійсна швидкість агрегату при роботі буде завжди меншою ніж розрахункова і може бути визначена за виразом:

$$V_p = V \cdot E; \text{ км/га} \quad (2.8)$$

де: E – коефіцієнт використання швидкості (приймаємо табличне значення).

$$V_{pI} = 7,6 \cdot 0,94 = 7,14 \text{ км/га}$$

$$V_{pV} = 6,8 \cdot 0,94 = 6,4 \text{ км/га}$$

У формулі змінної теоретичної продуктивності час приймається рівним часу зміни, частина часу витрачається на непродуктивні операції: підготовка агрегату до

роботи, переїзд і повороти, технологічні зупинки та ін. Тому час корисної роботи завжди буде меншим часу зміни і визначається за виразом:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau \quad (2.9)$$

де: τ – коефіцієнт використання робочого часу (приймаємо табличне значення).

$$T_p = 7 \cdot 0,7 = 4,9 \text{ га/зм}$$

Таким чином, при визначенні технічної продуктивності приймаємо ширину захвату, швидкість руху і час роботи, що відповідають реальним умовам. Тому формула змінної технічної продуктивності агрегата буде мати вираз:

$$A_{\text{техн}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \quad (2.10)$$

Підставивши значення B_p , V_p , T_p у формулу одержимо:

$$A_{\text{технI}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,14 \cdot 4,9 = 18,8 \text{ га/зм.}$$

$$A_{\text{технV}} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 6,4 \cdot 4,9 = 19,4 \text{ га/зм.}$$

З метою планування потреби і встановлення норм витрати палива і мастильних матеріалів необхідно визначити для кожного виду робіт:

- а) витрати палива на гектар виконаної роботи;
- б) витрати палива на заданий об'єм в га даного виду роботи;
- в) потребу в мастильних матеріалах у відсотках від загальної потреби палива.

Витрата палива на гектар визначається шляхом ділення кількості палива, витраченого за зміну, на технічну продуктивність:

$$q = \frac{Q}{A_{\text{техн}}} \quad (2.11)$$

де: q – витрата палива, кг/га

Q – витрата палива за зміну (приймаємо з типових норм виробітку), кг

$A_{\text{техн}}$ – технічна продуктивність агрегату, га/зм.

$$q_I = \frac{55,3}{18,8} = 2,9 \text{ кг/га;}$$

$$q_v = \frac{55,3}{16,9} = 3,3 \text{ кг/га.}$$

Витрати мастильних матеріалів та палива для запуску двигуна встановлюємо у відсотковому співвідношенні до витрат основного виду палива (табличні значення).

Знаходимо загальну потребу основного виду палива на виконання роботи. Площа поля 350 га, тоді загальна потреба палива буде:

$$Q = q \cdot S \quad (2.12)$$

$$Q_I = 2,9 \cdot 350 = 1015 \text{ кг;}$$

$$Q_V = 3,3 \cdot 350 = 1155 \text{ кг;}$$

Звідси витрата масел, мастильних матеріалів та палива для запуску двигуна, наприклад, на першій передачі, складе:

1. Дизельне масло 4,4% – 44,6 кг
2. Трансмісійні масла 1,2% – 12,2 кг
3. Пластичні мастила 0,6% – 10,6 кг
4. Пусковий бензин 1% – 11,55 кг.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Експлуатаційні показники агрегатів.

Марка складових МТА			Робоча ширина захвата, м	Швидкість руху, км/год	Витрата пального, кг/га	Годинна продуктивність, га/год	Затрати праці, люд.год/га	Коефіцієнт використання часу зміни
трактор	с.-г. машина	зчіпка						
ЮМЗ-6АКЛ	ССТ-12В		5,4	7,6	2,9	4,1	0,24	0,7

Правила експлуатації та регулювання сівалки ССТ-12В.

Сівалка ССТ-12В — не просто машина: це серце посівної, від якого залежить і врожайність, і прибуток господарства. Щоб техніка працювала чітко і довго — її треба підготувати, відрегулювати й шанувати. Нижче — стислі, але чіткі рекомендації для надійної роботи.

Підготовка і базова перевірка

- Перед виходом у поле сівалку огляньте й відремонтуйте, особливу увагу приділивши висівним апаратам. Від стану сошників і дисків залежить точність посіву.
- Перевірте ширину міжрядь від центра рами при опущених секціях до рівня опорно-приводних коліс. Вимірюйте по наральниках насіннєвих сошників: відхилення від заданої ширини не повинно перевищувати ± 1 см.

Сошники, наральники, обертові механізми

- Огляньте наральники: якщо вони спрацьовані і дно борозни заокруглене — замініть. Зношені наральники псують точність розміщення насіння в рядку.
- Переконайтеся в справності запобіжного пристрою в бункері — він запобігає зависанню насіння.
- Регулюйте кількість насіння заслінкою так, щоб рівень у бункері був кілька сантиметрів вище вала висівного диска.
- Налаштуйте гребінчастий скидач двійників гвинтом для однозернового посіву.

Норма висіву та передача

- Встановіть механізм передач згідно таблиці норм висіву. Регулювання досягається зміною рядів отворів (диски) і швидкості обертання (перестановка приводного ланцюга на потрібні зірочки). При розрахунку норми враховуйте схожість насіння.
- Для туковисівних апаратів підберіть потрібну норму через частоту обертів механізму відповідно до таблиці.

Механічні налаштування

- За потреби відрегулюйте натяг пружин для додаткового притиску сошників до ґрунту.

- Встановіть глибину загортання насіння регулювальним гвинтом; одна поділка шкали = 1 см.
- Встановіть глибину загортання добрив і натяг пружин підвісок тукових сошників (нижній отвір штиря — мінімальна глибина).
- Налаштуйте активність грудковідводів через овальні пази (верхнє положення — мінімальна активність).
- Регулюйте тиск загортачів перестановкою пружин у пазах секторів; верхній паз — мінімальний тиск. Щоб отримати потрібну висоту гребеня в рядку, змінюйте кут атаки крил загортачів.

Маркування і орієнтація

- Маркери дозволяють вести агрегат по центру трактора або по візирній лінії (візирна лінія наноситься на капот). Щоб уникнути підрізання при міжрядних обробках, збільшіть виліт маркерів на 50 мм.
- Відрегулюйте кут атаки дисків маркерів для чіткої видимості маркерних ліній.

Заповнення бункерів і підготовка добрив

- Завантажте бункери насінням і вручну прокрутіть висівні диски, обертаючи опорно-приводні колеса, щоб заповнити отвори. Бункери туковисівних апаратів заповнюйте просіяними добривами (сито 7×7 мм). Волога добрив повинна бути не більше 8–10%. Різні види добрив змішуйте безпосередньо перед завантаженням.

Режим роботи в полі

- Дотримуйтеся прямолінійності руху та стабільної швидкості; допущені викривлення виправляйте наступними проходами.
- Повороти й рух назад виконувати тільки з піднятою сівалкою.
- Під час роботи контролюйте: наявність насіння й добрив у бункерах; роботу механізмів; глибину загортання; рівномірність висіву; вчасність змащування; стан болтових і шпінтових з'єднань.

Очищення та профілактика забивань

- Регулярно очищайте сошники від землі і рослинних рештків чистиком, що додається. Щоб уникнути забивання вікон насіннєвих сошників, опускайте

сівалку в робочий стан лише при русі трактора вперед. Якщо сівалка була опущена під час зупинки або руху назад — підніміть її і перевірте вікна на забивання.

Закінчення роботи

- Після завершення зміни очистіть бункери висівних апаратів від насіння (через бокові кришки) та бункери туковисівних апаратів від добрив.

Уважна підготовка, правильне регулювання й регулярний догляд за ССТ-12В гарантують точний посів, економію ресурсів і якісний урожай. Дбайте про техніку — вона відплатить стабільністю і врожаєм.

Для безперебійної роботи агрегату визначаємо місця заправки бункерів сівалки насінням та мінеральними добривами. Для цього визначаємо відстань яку проходить агрегат при одній заправці:

насінням:

$$L_{зрх} = 10^4 \cdot V_{ня} \cdot \rho_n \cdot \frac{\varphi}{B_p + U_{вн}} \quad (2.27)$$

$$L_{зрх} = 10^4 \cdot 0,000016 \cdot 80 \cdot 0,95 / (5,4 \cdot 4) = 563 \text{ (м)}$$

мінеральним добривом:

$$L_{мдх} = 10^4 \cdot V_{ня} \cdot \rho_n \cdot \frac{\varphi}{B_p + U_{вн}} \quad (2.28)$$

$$L_{мдх} = 10^4 \cdot 0,0576 \cdot 900 \cdot 0,95 / (5,4 \cdot 150) = 506 \text{ (м)}$$

де: $V_{ня}$ — місткість бункера (приймаємо табличне значення), м³,

ρ_n — об'ємна маса насіння, мінерального добрив, кг/м³;

φ — коефіцієнт використання місткості бункера (приймаємо табличне значення),

$U_{вн}$ — норма висіву насіння, кг/га;

B_p — робоча ширина захвату сіваки, м.

Визначаємо кількість кругів пройдених агрегатом між заправками технологічних місткостей:

$$n_{кр} = l/2L_p \quad (2.29)$$

$$n_{кр} = 563/2 \cdot 900 = 0,31$$

$$n_{кр} = 506/2 \cdot 900 = 0,28$$

Розраховуємо і встановлюють вильоти маркерів. При човниковому способі руху агрегату для направлення по візиру, необхідно точно розрахувати і встановити виліт маркерів, тобто віддаль від крайнього сошника сівалки до слідоутворювача. Для нашого агрегату виліт маркерів підраховується за формулою:

при водінні серединою трактора

$$M_{np/лів} = \frac{B + m}{2} \quad (2.30)$$

$$M_{np/лів} = \frac{5,4 + 0,50}{2} = 2,95 (м)$$

де: $M_{np/лів}$ – відповідно вильот правого і лівого маркерів, м,

B_k – ширина захвату агрегату, м;

m – відстань між стикових міжрядь (з рекомендованою поправкою 50 мм), м.

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

У господарстві спостерігається значна частка сівалок сімейства ССТ, що морально й фізично застаріли; ці машини потребують значних витрат на обслуговування та не завжди забезпечують необхідну точність висіву за сучасних агротехнічних вимог. З огляду на підвищення вимог до продуктивності, рівномірності посіву та зниження витрат на експлуатацію, модернізація висівних апаратів стає пріоритетним завданням для підвищення конкурентоспроможності господарства.

У цьому дипломному проєкті розроблено технологічну операцію сівби цукрових буряків із акцентом на конструктивне вдосконалення висівного апарату механічної сівалки ССТ-12В. Автор обрав для модернізації саме висівний апарат через його критичну роль у забезпеченні точності й економічності посівної операції.

Оскільки в господарстві збереглося багато зношених механічних сівалок ССТ, доцільною є заміна механічного висівного апарату на пневматичний. Пневматичні висівні апарати зарекомендували себе як технічно більш точні та надійні при високих швидкостях роботи, вони простіші та дешевші в експлуатації порівняно з повністю новими агрегатами. Тому інтеграція пневматичного модуля в існуючу конструкцію сівалки дозволяє підвищити якість посіву й одночасно мінімізувати капітальні витрати.

У рамках проєкту було прийнято рішення розробити пневматичний висівний апарат, виконати необхідні розрахунки та виготовити його з урахуванням монтажу на місце штатного механічного пристрою. Автор вважає, що така модернізація має економічну ефективність: виготовлення висівних апаратів та закупівля пневмо-трубопроводів і вентилятора обійдуться дешевше, ніж придбання нової пневматичної сівалки, при цьому забезпечать суттєве підвищення продуктивності та зниження експлуатаційних витрат.

Далі в роботі буде проведено розрахунок параметрів пневматичного висівного апарату та представлено конструктивні рішення для його інтеграції в сівалку ССТ-12В.

3.1. Вихідні дані

- Кількість рядків – 12,
- Ширина міжрядь – 0,45 (м.),
- Кількість висіяного насіння на рядок – 12 (шт./м.)
- Діаметр привідного колеса – 0,52 (м.)
- Діаметр насінини – 0,0045 (м.)

- Максимальна кількість висіяного насіння – 133332 (шт./га)
- Мінімальна кількість висіяного насіння – 100000 (шт./га)

3.2. Розрахунок висівного диска

Потрібно визначити кількість отворів на висівному диску. Для цього знайти шлях, який пройде сівалка за один оберт приводного колеса:

$$l = \frac{2\pi R_c}{\varepsilon} \quad (3.1)$$

$$l = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,26}{0,94} = 1,55 \text{ (м.)}$$

де R_c – статичний радіус приводного колеса, м;

$\varepsilon = 0,93 \dots 0,95$ – коефіцієнт ковзання колеса по ґрунту. Параметри приводного колеса вибираємо відповідно до рекомендацій та приймаємо 0,26 м.

Кількість обертів N_k колеса сівалки при засіві одного гектара:

$$N_k = \frac{10^4}{bl} \quad (3.2)$$

$$N_k = \frac{10^4}{0,45 \cdot 1,55} = 15500 \text{ (об.)}$$

де b – ширина міжрядь, м;

l – шлях, який пройде сівалка за один оберт приводного колеса.

Мінімальна та максимальна кількість обертів висівного диска N_D для умовного засівання 1 га. „Умовного” – тому, що розрахунок ведеться по ширині міжрядь, а не по ширині захвату сівалки.

$$N_{Dmin} = N_k i_{max}, \quad (3.3)$$

$$N_{Dmax} = 15500 \cdot 0,8 = 12400 \text{ (об.)}$$

$$N_{Dmax} = N_k i_{min}, \quad (3.4)$$

$$N_{Dmin} = 15500 \cdot 0,2 = 3100 \text{ (об.)}$$

де i_{min} , i_{max} – мінімальне та максимальне передаточне число механізму приводу диска (на етапі поректування задаються $i_{min} = 0,2$, $i_{max} = 0,8$).

Мінімальна та максимальна кількість отворів на висівному диску:

$$z_{min} = \frac{Q_{min}}{N_{Dmax}}; z_{max} = \frac{Q_{max}}{N_{Dmin}} \quad (3.5)$$

$$z_{min} = \frac{100000}{12400} = 8 \text{ (отв.)}$$

$$z_{max} = \frac{133332}{3100} = 43 \text{ (отв.)}$$

де Q_{min} , Q_{max} – мінімальна та максимальна норми висіву насіння, шт./га.

Отримані значення z_{min} та z_{max} округлити до цілих чисел, що буде відповідати двом наборам висівних дисків.

Діаметр отворів на дисках визначити із співвідношення:

$$d = (0,6 \dots 0,7)b_c \quad (3.6)$$

$$d = 0,65 \cdot 0,0045 = 0,003 \text{ (м.)}$$

де b_c – середня ширина насінин, що висіваються, м.

Розрахунковий крок розташування отворів на диску

$$2b_{max} > t > 1,2d \quad (3.7)$$

$$0,009 > 0,006 > 0,0036 \text{ (м.)}$$

де b_{max} – максимальний розмір насінин, що висіваються, м.

Максимальна лінійна швидкість обертання висівного диска за кроком розташування на ньому отворів:

$$v_{Dmax} = \frac{v_{Cmax}t}{T_{min}K} \quad (3.8)$$

$$v_{Dmax} = \frac{2 \cdot 0,006}{0,083 \cdot 1} = 0,144 \text{ (м/с)}$$

де K – число рядів отворів (на першому етапі розрахунків $K=1$);

v_{Cmax} – максимальна робоча швидкість сівалки, м/с;

T_{min} – крок пунктиру (0,083), м;

t – розрахунковий крок розташування отворів на диску, м.

Знайдена швидкість обертання отворів диска не повинна перевищувати 0,3...0,5 м/с. Ця умова необхідна для якісного заповнення отворів диска.

Діаметр розташування отворів (комірок) на висівному диску:

$$D_0 = \frac{z_{max}(t+d)}{\pi K} \quad (3.9)$$
$$D_0 = \frac{43(0,006 + 0,003)}{3,14 \cdot 1} = 0.123 \text{ (м.)}$$

де t – розрахунковий крок розташування отворів на диску, м; d – діаметр отворів на дисках, м.

3.3. Обґрунтування конструкції висівного апарата та сошника посівної секції.

На рис. 3.1 наведено приклад схеми пневматичного висівного апарата з горизонтальною віссю обертання. Удосконалення конструкції та правильні розрахунки дозволяють досягти високої точності висіву навіть при підвищеній швидкості руху агрегату.

Рівень насіння в живильній камері є критичним параметром: він безпосередньо впливає на надійність захоплення насінин отворами висівного диска. Практично рекомендовано підтримувати рівень насіння на 2–3 діаметри насінини вище осі обертання диска — це забезпечує стабільне заповнення отворів і зменшує ймовірність пропусків або подвійного захоплення.

Кут сходу насінини з висівного диска α с визначає геометрію та вакуумні характеристики камери й істотно впливає на точність скидання насінини в сошник. Для пневматичних апаратів з горизонтальною віссю оптимальна величина α с, як показує практика й експериментальні дослідження, знаходиться в межах 30°–40°. При меншому куті зростає ризик збереження насінини на диску через недостатній відрив, при більшому — знижується стабільність вакуумного утримання в зоні захоплення.

Взаємне розташування вузла висівного апарата та сошника посівної секції має задовольняти комплекс вимог: мінімізувати шлях транспортування насінини від виходу диска до борозни, забезпечити потрібну швидкість носія повітря при пневмотранспортуванні, унеможливити механічні пошкодження насінини та гарантувати точність по глибині і по довжині рядка. На рис. 3.2 подано приклад рекомендованого розташування, який враховує висоту кріплення апарата, кут нахилу випускного патрубка, відстань до сошника і орієнтацію по ходу руху. При

проектуванні слід також передбачити регулювання цих параметрів (вертикальне/горизонтальне переміщення, регульований кут випуску), щоб адаптувати апарат до різних умов ґрунту і швидкостей роботи.

Додатково до вищенаведених вимог доцільно врахувати:

характеристики потоку повітря (тимчасова швидкість і тиск вентилятора), що визначають стабільність подачі;

розміри й кут нахилу випускного сопла для мінімізації ударного впливу на насінину при скиданні;

можливість швидкої переналагоджуваності дисків (заміна форм отворів) під різні фракції насіння.

Такий підхід забезпечить не лише технічну сумісність апарата з сівалкою ССТ-12В, а й гнучкість у роботі на різних типах ґрунтів і при різних агротехнічних вимогах.

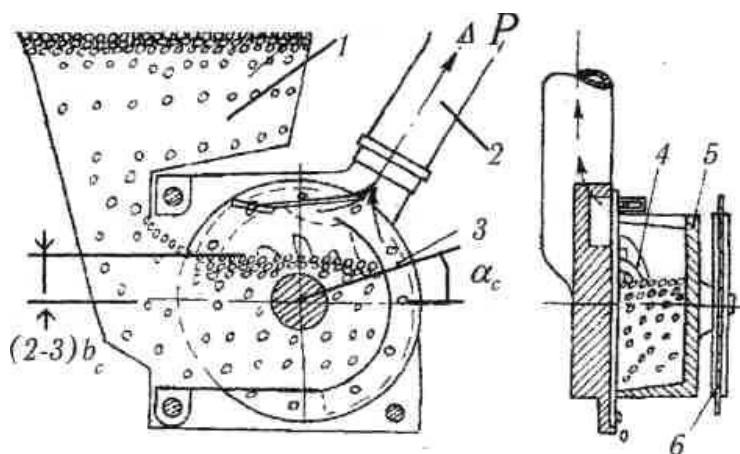


Рисунок 3.1 – Пневматичний висівний апарат з горизонтальною віссю обертання: 1 – бункер для насіння; 2 – повітропровід; 3 – висівний диск; 4 – ворушилка насіння; 5 – корпус апарата; 6 – ведуча зірочка

Основні розміри визначаємо із умов:

$$H = H_c + \frac{D_0}{2} + (10 \dots 12), \quad (3.10)$$

$$H = 0,005 + \frac{0,123}{2} + 11 = 11,076$$

$$H_c = (1,2 \dots 1,3)h_{max} \quad (3.11)$$

$$H_c = 1,5 \cdot 0,004 = 0,005 \text{ (м.)}$$

де h_{max} – максимальна глибина заробки насіння в ґрунт.

Кут занурювання сошника в ґрунт визначити із співвідношення:

$$\alpha > 90^\circ + \varphi \quad (3.12)$$

$$\alpha > 90^\circ + 28^\circ = 118^\circ$$

де φ – кут ковзання ґрунту по сталі.

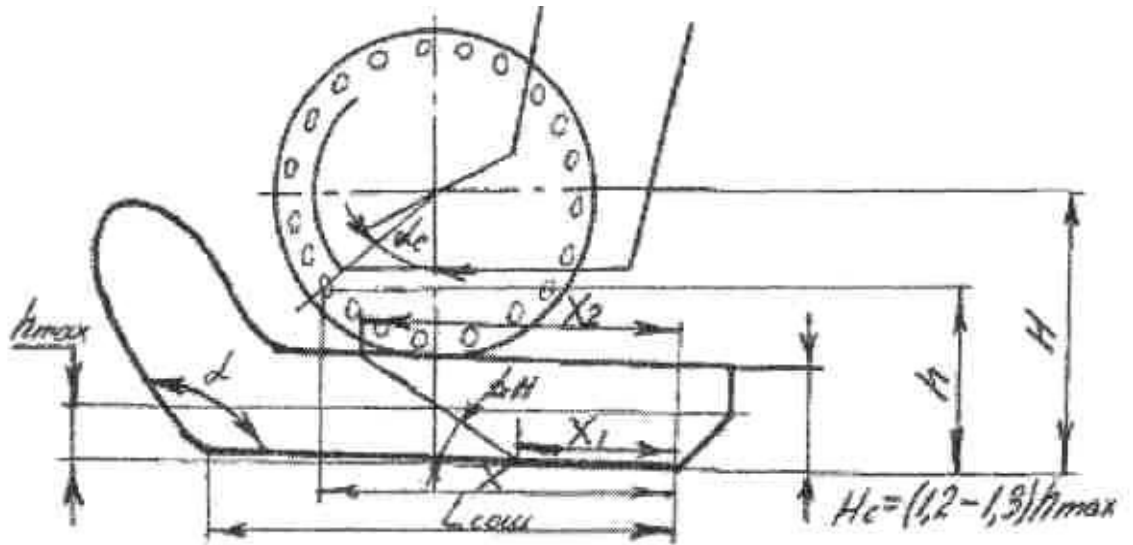


Рисунок 3.2 – Схема взаємного розташування висівного апарата і сошника

Надалі необхідно визначити ширину сошника $B_{сош}$ з умови вільного проходу насіння та добрив між його стінками. Конструкція сошника повинна забезпечувати виконання агротехнічних вимог про взаємне розташування рядка насіння та добрив у ґрунті. Під час вибору довжини сошника $L_{сош}$ можна скористатися рекомендацією: $L_{сош} = (0,25 \dots 0,30)$, м. Обираємо $L_{сош} = 0,03$ (м.)

Обріз щок сошника повинен розташовуватися на відстані X від точки сходження насіння з висівного диска. Відстань X знаходиться з умов падіння насіння в борозенку:

$$X = v_{Dx} \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (3.13)$$

$$X = 0,114 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,072}{9,8}} = 0,014 \text{ (м.)}$$

де v_{Dx} – горизонтальна складова максимальної лінійної швидкості обертання диска за діаметром розташування висівних отворів, м/с;

h – висота падіння насіння м.

Кут нахилу насіннєнаправника сошника та його положення відносно вісі обертання висівного диска вибирати з умови:

$$X_1 = 0,1X; X_2 = (0,95 \dots 1,1)X \quad (3.14)$$

$$X_1 = 0,1 \cdot 0,014 = 0,0014 \text{ (м.)}$$

$$X_2 = 1 \cdot 0,014 = 0,014 \text{ (м.)}$$

Відстань між прикочуючим коточком та корпусом посівної секції повинна бути не менше:

$$L = h_{max}tg(2\varphi) + D_{OK} \quad (3.15)$$

$$L = 0,004 \cdot tg(2 \cdot 28) + 0,28 = 0,286 \text{ (м.)}$$

де D_{OK} – діаметр опорного коточка.

3.4. Розрахунок пневматичної системи сівалки

Робота пневматичного висівного апарата точного висіву базується на простому й водночас тонкому фізичному ефекті: насінина прилипає до присмоктуючого отвору під дією повітряного потоку, що проходить крізь нього. У процесі обертання диска із отворами, коли він проходить крізь масу насіння в живильній камері, кожна позиція отвору формує локальну зону зниженого тиску — і саме ця різниця тисків створює присмоктувальну силу, яка захоплює насінину.

У реальних умовах до одного отвору може одночасно прилипнути дві й більше насінин; щоб уникнути таких «двійників», конструкція апарата забезпечується спеціальними скидачами зайвих зернин. Завдання інженера — синхронізувати геометрію отворів, інтенсивність вакууму та механіку скидача так, щоб залишався лише однозерновий захват.

Для надійного захоплення насінини присмоктувальна сила повинна перевищувати сумарні протидіючі сили: інерційні сили відносного руху нерухомої маси насіння (оскільки маса насіння в камері рухається повільніше, ніж отвори

диска) та сили опору, що виникають при витяганні зернини з середовища інших насінин. У момент присмоктування на насініну діють кілька сил — присмоктувальна (вакуумна), сила тяжіння, нормальні і дотичні сили від контакту з сусідніми зернинами й сила інерції від відношення швидкостей. Иллюстрація сил і їх векторного складу наведена на рис. 3.3.

Практично це означає, що ефективність апарата залежить від комплексу параметрів: площі та профілю отвору, швидкості обертання диска, перепаду тисків у вакуумній камері, характеристик потоку повітря, властивостей насіння (форма, маса, шорсткість поверхні, вологість) та щільності маси насіння у камері. Інженерні заходи для підвищення надійності процесу включають оптимізацію профілю отворів, регулювання вакууму, точне дозування рівня насіння в камері та ефективні механізми відділення подвійних захоплень.

Такий системний підхід гарантує не лише одиничний вдалий захват, а й стабільну роботу апарата на змінних швидкостях і в різних ґрунтово-агротехнічних умовах, що підвищує загальну точність і рівномірність посіву.

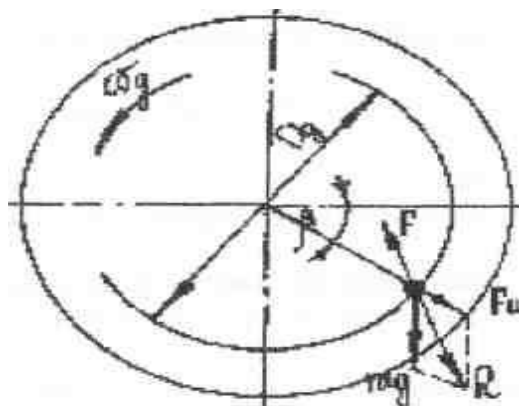


Рисунок 3.3 – Схема сил, що діють на насініну

На насініну діє сила тяжіння mg , сила інерції F_i .

Силу інерції визначаємо за формулою:

$$F_i = \frac{m\omega^2 D_d}{2} \quad (3.16)$$

$$F_i = \frac{0,00034 \cdot 1,6^2 \cdot 0,123}{2} = 0,00012 \text{ (H)}$$

де: m – маса насінини, кг;

ω – кутова швидкість обертання диска, рад/с.

Результуючу силу знаходимо за формулою:

$$R = \sqrt{F_i^2 + m^2 \cdot g^2} \quad (3.17)$$

$$R = \sqrt{0,00012^2 + (3,4 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 9,8^2} = 0,000011 \text{ (Н)}$$

де: g – сила земного тяжіння, м/с.

Силу присмоктування знаходимо за формулою:

$$F_{pr} = \frac{RK_1}{f} \quad (3.18)$$

$$F_{pr} = \frac{0,000011 \cdot 43}{0,24} = 0,0023 \text{ (Н)}$$

де: R – результуюча сила;

f – коефіцієнт тертя насінини по матеріалу диска.

Для розрахунків приймають: $K_1 = 40...60$ – для цукрового буряка.

Враховуючи, що насінини не мають правильної геометричної форми та не повністю перекривають присмоктувальні отвори, необхідно ввести коефіцієнт $K_2 = 0,4...0,5$.

Визначаємо необхідне розрідження у вакуумній камері висівного апарата:

$$\Delta P = \frac{F_{pr}}{K_2 f_{отв}} \quad (3.19)$$

$$\Delta P = \frac{0,0023}{0,5 \cdot (7 \cdot 10^{-6})} = 657,1 \text{ (Па)}$$

де: $f_{отв}$ – площа просмоктувального отвору, м²

Визначаємо швидкість повітряного потоку в отворі висівного диска

$$v_{\Pi} = \alpha_a \sqrt{\frac{2\Delta P}{\mu}} \quad (3.20)$$

$$v_{\Pi} = 0,75 \sqrt{\frac{2 \cdot 657,1}{0,114}} = 80,5 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

де $\alpha_a = 0,7 \dots 0,75$ – коефіцієнт швидкості;

$\mu = 0,114 \text{ кг/м}^3$ – питома маса повітря при $t = 20^\circ\text{C}$;

Загальні витрати повітря крізь присмоктувальні отвори сівалки:

$$Q = Knf_{\text{отв}} v_{\Pi} M \quad (3.21)$$

$$Q = 0,8 \cdot 49 \cdot (7 \cdot 10^{-6}) \cdot 80,5 \cdot 12 = 0,22$$

де: $k = 0,6 \dots 0,9$ – коефіцієнт присмоктування (менші значення коефіцієнтів вибирати для менших за розміром насінин і навпаки);

$n = (0,8 \dots 0,9) z_{\text{max}}$ – кількість отворів диска, що знаходяться в зоні дії вакуумної камери;

M – кількість висівних апаратів.

Визначаємо площу всмоктувального патрубку пневматичного висівного апарата за формулою:

$$S = z_{\text{max}} f_{\text{отв}} \quad (3.22)$$

$$S = 43 \cdot (7 \cdot 10^{-6}) = 0,00035 \text{ (м}^2\text{)}$$

Визначити потужність N , необхідну для привода вентилятора сівалки:

$$N = \frac{QH}{\eta_v \eta_{\Pi}} \quad (3.23)$$

$$N = \frac{0,22 \cdot 1971,3}{0,5 \cdot 0,95} = 0,9 \text{ (кВт)}$$

$$H = 3\Delta P \quad (3.24)$$

$$H = 3 \cdot 657,1 = 1971,3 \text{ (Па)}$$

де η_v – ККД вентилятора (0,4...0,5);

η_n – ККД привода (0,95 ...0,98);

H – повний напір вентилятора (у першому наближенні для розрахунків пневматичних сівалок можна прийняти $H = (2,5...3,0) \Delta P$).

3.5. Розрахунок на міцність

Розраховуємо діаметр валу вакуумного вентилятора з умови забезпечення міцності та жорсткості при крученні. Приймаємо умову, що вал буде виготовлено зі сталі 35 суцільним.

Спочатку визначимо крутний момент:

$$M_{кр} = 9549 \cdot N_{ввп} / n \quad (3.25)$$

$$M_{кр} = 9549 \cdot \frac{28,2}{360} = 748 \text{ (кН} \cdot \text{м)}$$

З умови забезпечення міцності діаметр валу визначається як:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16M_{кр}}{\pi[\tau]}} \quad (3.26)$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 0,748}{3,14 \cdot 150}} = 29 \text{ (мм.)}$$

де: $[\tau]$ – допустиме напруження при крученні, МПа.

З умови забезпечення жорсткості діаметр валу вакуумного вентилятора визначаємо за наступною формулою:

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{32M_{кр}}{G\pi[\theta]}} \quad (3.27)$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 0,748}{8 \cdot 10^{-4} \cdot 3,14 \cdot 0,3}} = 14,2 \text{ (мм.)}$$

де: G – модуль пружності сталі, МПа;

$[\theta]$ – допустимий відносний кут закручування, м^{-1} .

Отже для забезпечення умов міцності та жорсткості приймаємо діаметр вала вакуумного вентилятора рівним 30 мм.

Вал передає крутний момент $M_k = 748 \text{ (кН} \cdot \text{м)}$ за допустимою площею з'єднання. Діаметр вала 30 мм., внутрішній діаметр 24 мм., висота шліца $h = 3 \text{ мм.}$, ширина шліца $b = 6 \text{ мм.}$, довжина шліцевого з'єднання $l = 60 \text{ мм.}$, кількість шліців $Z = 6$. Визначимо напруження зрізу і зминання шліца.

Вважаючи, що всі шліци навантажені однаково, знайдемо зусилля, що припадає на один шліц:

$$P_1 = \frac{M_{кр}}{\frac{d}{2}Z} \quad (3.28)$$

$$P_1 = \frac{748 \cdot 2}{0,024 \cdot 6} = 10388,9 \text{ (кН)}$$

Знайдемо напруження зрізу:

$$\tau = \frac{P_1}{bl} \quad (3.29)$$

$$\tau = \frac{10388,9}{0,006 \cdot 0,06} = 28858 \text{ (кН)}$$

Знайдемо напруження зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{P_1}{lh} \quad (3.30)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{10388,9}{0,06 \cdot 0,003} = 57716,1 \text{ (кН)}$$

РОЗДІЛ 4. Організація умов праці під час виробництва буряків цукрових та розробка заходів з охорони праці за удосконалення висівного апарату ССТ-12В

Безпечне поле — запорука ефективного врожаю. Коли йдеться про вирощування цукрових буряків і модернізацію техніки, питання охорони праці перестає бути формальністю: це інвестиція в людей, продукцію й репутацію фермерського господарства. Нижче — стисле, але ємке бачення організації робочих умов та ключових заходів з безпеки під час модернізації висівного апарату ССТ-12В.

Загальна ідея Безпека має бути системною: від поля до майстерні. Плани робіт, чіткі процедури, підготовлений персонал і техніка з вбудованими засобами захисту — ось основа, на якій будується сучасне господарство.

Ризики, які треба передбачити Механічні травми під час обслуговування, нещасні випадки при підйомі агрегатів, електроудари під час монтажу електроніки, отруєння розчинниками й фарбами, травми від вібрації та шуму — усе це реальні загрози. Оцінюйте ризики системно і пріоритезуйте заходи там, де від цього найбільший ефект.

Організація робочих зон — порядок і дисципліна Майстерня, тестова ділянка, склад паливно-мастильних матеріалів — кожна зона має бути обладнана, позначена й освітлена. Безпечний під'їзд для техніки, антипоскользке покриття, протипожежні засоби та місце для надання першої допомоги — базовий набір для сучасного господарства.

Людина як цінність — навчання і допуск Не економте на навчанні: інструктажі, практичні тренінги, допуск до робіт тільки після підтвердження кваліфікації. Електромонтаж, зварювання, підйомні операції — тільки під контролем сертифікованих працівників.

Засоби захисту — індивідуальні й колективні Шоломи, окуляри, рукавиці, респіратори, беруші — це мінімум. Але ще важливі колективні рішення: захисні

кожухи на приводах, огорожі під час тестування, аварійні зупинки і блокувальні механізми. Без них найкращий індивід захист не спрацює.

Експлуатаційна безпека ССТ-12В — робота без ризику Відкриті вали, приводні ремені, бункери дозаторів — усе це треба огородити інтерлоками, маркувати і забезпечити аварійним відключенням. Перед будь-яким ремонтом — фіксація піднятих секцій, знеструмлення, випуск гідропресу. Жодних «на око» рішень — тільки процедури.

Модернізація ССТ-12В — як зробити безпечніше При доопрацюваннях — проект, поетапна робота, контрольні випробування. Обов'язково: інтерлоки на кожухах, датчики відкриття бункера, фрикційні або гідравлічні запобіжники лап, амортизатори від каміння, платформи з поручнями для обслуговування. Інтеграція сигналізації про перегрів чи перевантаження підвищить надійність роботи в полі.

Роботи з металом і електрикою — дисципліна перш за все Зварювальні роботи в зоні з вентиляцією, електромонтаж лише при знеструмленні, маркування проводів — такі правила рятують від аварій. Виконуйте ці роботи по етапах і документуйте кожен крок.

Lockout-Tagout — проста, але критично важлива процедура Перед ремонтом — знеструмлення, фіксація механізмів, ярлики-блокування з підписом виконавця. Це не бюрократія, а захист життя.

Перша допомога та медичний контроль Аптечки, навчений персонал, регулярні медогляди для тих, хто працює зі зварюванням, підйомами чи хімікатами — обов'язок роботодавця і гарантія оперативної реакції в разі інциденту.

Тестування й приймання в експлуатацію Після модернізації — обов'язкові стендові та польові випробування: перевірити інтерлоки, аварійні вимикачі, гідравліку. Оформити протокол і внести зміни до техпаспорта машини.

Документація і постійний контроль Інструкції, журнали ТО, облік ЗІЗ, записи інцидентів — це інструменти управління ризиком. Аналізуйте інциденти, слухайте механіків і операторів — практичний зворотний зв'язок цінніший за найкращий проект.

Мінімальний набір обладнання майстерні Витяжка, зварювальний апарат з фільтрацією, стенд для випробувань, сертифіковані підпори, набори ЗІЗ, комплект ЛОТО, мультиметр, вогнегасники, аптечка — базова інвестиція в безпеку.

Підсумок Удосконалення висівного апарату ССТ-12В — шанс підвищити ефективність сівби і знизити витрати. Але справжній успіх — коли технічні новації поєднуються з чіткою організацією праці та жорсткими заходами з охорони праці. Це — не вибір між безпекою і виробництвом; це їхнє синхронне посилення.

РОЗДІЛ 5. Економічна ефективність проекту

Розрахунок економічної ефективності проекту виконаний при умові використання розробленого пневматичного висівного апарату сівалки ССТ – 12В. За базовий варіант приймемо агрегат, який включає трактор МТЗ-80 і сівалку СТВТ «Тодак» з пневматичним висівним апаратом. Модернізований агрегат включає: трактор ЮМЗ-6АКЛ і сівалку ССТ – 12В з пневматичним висівним апаратом. Необхідні для розрахунків дані (табл. 5.1) були вибрані з довідкової літератури.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	Базовий агрегат	Модернізований агрегат
Кількість обслуговуючого персоналу	1	1
Норма відрахувань на реновацію, %		
трактора	10	10
сівалки	14,2	14,2
Норма відрахувань на ремонти, %		
трактора	13	13
сівалки	7	7
Нормативне річне завантаження, год.		
трактора	926,5	474,66
сівалки	56	56
Витрати палива, кг/га (всього)	4,7	3,8
Продуктивність агрегату, га/год.	3	2
Балансова вартість, грн		
трактора	68580	66680
сівалки	96500	32000

Розрахунки економічної ефективності виконані згідно методики.

Таблиця 5.2 – Основні економічні показники проекту

Найменування показників	Базовий агрегат	Новий комплекс машин
Продуктивність, га/год	3	2
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	179,5	119
в тому числі:		
оплата праці з нарахуваннями	0,4	0,6
відрахування на реновацію	84	47,5
витрати на ремонт і ТО	43,4	29,1
витрати на ПММ	51,7	41,8
Річний економічний ефект, грн/га		21175
Термін окупності, років		1,5

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Фізико-механічні характеристики цукрових буряків змінюються в великих межах в залежності від сорту, умов вирощування і значно впливають на урожайність.
2. Впровадження у виробництво перспективних технологій вирощування цукрових буряків сприяє не тільки підвищенню врожайності цієї культури, але й поліпшенню економічних показників галузі.
3. Існуючий парк передпосівного обробітку ґрунту та сівби є досить ефективним і надійним в роботі. Вдосконалення конструкції висівного апарату слід проводити для дотримання умов посіву.
4. Розроблений висівний апарат для сівалки ССТ-12В дозволить підвищити якість та економічну ефективність сівби. Висівати насіння цукрових буряків з високою точністю, на кінцеву схожість, що призведе до більшої урожайності та менших затрат.
5. Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані для проведення інструктажу перед налагодженням сівалки, при роботі в полі.
6. Річний економічний ефект проекту становить 21175грн. Затрати на удосконалення сівалки та окупиться за перших півтора року експлуатації .

Список використаної літератури

1. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденції та перспективи розвитку. Інформаційно-аналітичний збірник (випуск 6) / За ред. П.Т. Саблука та ін. -К: ІАЕ УААН. 2003. - 764 с.
2. Довідник сільського інженера. В.Д. Гречкосій, О.М. Погорілець, У.У. Ревенко та ін; за ред. В.Д. Гречкосія - К.: Урожай, 1991 р. - 398 с.
3. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.: За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. -К: Урожай, 1996. - 384с.
4. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.О. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. -К: Урожай, 1993. - 288с.
5. Марченко В.І., Яценко А.. Машиновикористання в землеробстві, К. Науковий світ, 2006, 368 с.
6. Практикум з машиновикористання в рослинництві А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Маличовський та ін. за ред. І.І. Мельника К. Кондор, 2004 - 282 с.
7. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.: За ред. Д.Г. Войтюка. - К: Вища освіта, 2004. - 544 с.
8. Сільськогосподарські машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К. Каравела, 2004. -552 с. – (Вища освіта в Україні)
9. Теорія сільськогосподарських машин. Практикум: Навч. Посібник / Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, М.Я. Довжик; За ред. С.С. Яцуна – Суми: Університетська книга, 2008. – 210 с.
10. Костюк С.О. Вплив строків сівби цукрових буряків на їх ріс // Таврійськи науковий вісник /Херсонський ДАУ. – Херсон, 2006. – Випуск 43. – с. 58 – 64
11. Буряківництво: підручник / І.Д. Примак, В.П. Федоренко, Л.А. Козак, О.С. Городецький; За ред. І.Д. Примака. – Київ: Колобіг, 2009. – 451 с.
12. Українська інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків / За ред. О.М. Ткаченка, М.В. Роїка. - К.: Академпрес, 1998. – 240 с.
13. Буряківництво. Проблеми інтенсифікації та ресурсозбереження / Під ред. В. Зубенка. – 2-ге вид., доп. – Київ. НВП ТОВ «Вльфа-стевія ЛТД», 2007. – 488 с. іл. – (Інтенсивне землеробство). – 40,00
14. Мельник І.І., Гречкосій В.Д., Бондар С.М., Михайлович Я.М., Мельник В.І. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу. -К: Видавничий центр НАУ, 2004. - 151с.
15. Ярош Ю.М., Трусов Б.А. Технологія виробництва сільсько-господарської продукції. – К.: Український Центр духовної культури, 2005. – 524с.

16. Пастушенко С.І., Гольдшмідт О.В., Ярошенко В.Ф. Курсове проектування деталей машин. - К.: Аграрна освіта, 2003. - 291с.
17. Охорона праці / Г.М. Гряник, С.Д. Лехман, Д.А. Бутко та ін. -К : Урожай, 1990 -272с.
18. Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1993. - 270 с.
19. Економічний довідник аграрника. В.І.Дробот, Г.І.Зуб, М.П.Кононенко та ін. / За ред. Ю.Я. Лузана, П.Т. Саблука. -К.: Преса України, 2003. - 800с.