

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Технічне забезпечення технології вирощування цукрового буряка в умовах ТОВ АПК "Чорноземи Зіньківщини"»

Виконав:

(підпис)

Коваль В.І.

(Прізвище, ініціали)

Група:

(Науковий) керівник:

(підпис)

Мікуліна М.О.

(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність **208 Агроінженерія**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“__” _____ 202_ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: _____
_____.

керівник роботи: _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “__” _____ 202_ року
№ _____

2. Строк подання здобувачем роботи: “__” _____ 202_ року.

3. Вихідні дані до роботи: _____
_____.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

_____.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: _____

_____.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Економіка			

7. Дата видачі завдання: “ ___ ” _____ 202_ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Здобувач вищої освіти _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник
 кваліфікаційної роботи _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційного проекту на 42 с машинописного тексту, 7 рис., 11 табл., 18 літературних джерел, __ додаток(ки), __ аркушів графічної частини.

ЦУКРОВИЙ БУРЯК, ЛУЩИЛЬНИЙ АГРЕГАТ, ОБРОБІТОК ГРУНТУ, ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ АГРОМАШИНИ, ОПТИМІЗАЦІЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ.

Об'єктом дослідження є технологія вирощування цукрового буряка на підприємстві ТОВ АПК "Чорноземи Зіньківщини".

Предметом дослідження є вдосконалення луцильного агрегату для оптимізації процесу обробки цукрового буряка.

У рамках дослідження було розроблено модернізований луцильний агрегат на базі ЛДВ-3,0 з використанням запобіжного механізму пружинного типу, що дозволяє продовжити термін служби робочого органу та підвищити ефективність процесу обробки буряка. Крім того, була розроблена операційна карта на виготовлення деталей конструкції та проведені розрахунки міцності та життєздатності пружинного механізму.

Наведено: рекомендований діапазон ресурсозберігаючих потужностей двигунів енергетичних засобів для виконання цільових операцій, прецизійний луцильник (загальний вигляд), характеристики луцильника ЛДВ-3, робочий процес диска пропонованої конструкції (схема), креслення втулки, опорної пластини та запобіжної пружини, техніко-економічна характеристика складу агрегату, результати економічних розрахунків.

Впровадження розробленої модернізації може потенційно позитивно вплинути на існуючу технологію вирощування цукрового буряка, збільшуючи продуктивність та знижуючи витрати на обробку, а також підвищуючи термін служби обладнання.

Розроблені заходи з охорони праці.

Проведено аналіз економічної доцільності.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПИТАННЯ	6
1.1 Коротка характеристика підприємства	6
1.2 Теоретичні основи технологічного процесу вирощування цукрового буряку	7
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ Й РОБОЧОЇ ШВИДКОСТІ АГРЕГАТУ ЗА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	9
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	21
3.1 Влаштування і технічна характеристика луцильника ЛДВ – 3,0	21
3.2 Визначення тягового опору однієї секції знаряддя	23
3.3 Розрахунки опору агрегату	25
3.4 Розробка операційної карти на виготовлення деталі	26
3.5 Перевірка на міцність елементів конструкції луцильника	30
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	33
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	36
ВИСНОВКИ	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	40
ДОДАТКИ	43

ВСТУП

В сучасних умовах для процвітання будь-якого аграрного підприємства вкрай необхідно створити та розвивати виробничу базу для ефективного виконання різноманітних складних технічних операцій та ефективного вирощування сільськогосподарських культур, таких, як цукровий буряк. Ефективна організація процесу їх вирощування може бути досягнута лише шляхом раціонального поєднання оптимізованої технології виробництва цукрових буряків у полі, сівозміни та відповідного ступеня інтенсифікації виробничих процесів.

Для збільшення виробництва цукрових буряків на підприємстві необхідно підвищити ефективність технічних засобів, які сприяють виконанню технологічних процесів. Досягнення цієї мети потребує злагодженого та системного підходу до низки взаємозалежних завдань. Ці завдання включають зменшення втрат під час збирання врожаю при збереженні його якості, повне використання технічних ресурсів, оптимізацію техніко-технологічних та організаційних прийомів забезпечення виробничих процесів.

Технологічні комплекси є основними рушійними силами виробничого забезпечення переробки цукрових культур. Значний вплив на їх працездатність має організація роботи, дотримання параметрів і робота вузлів, ланок і службових підсистем відповідно до їх умов.

Мета даного дослідження полягає в розробці та впровадженні запобіжного механізму для луцильного агрегату, спрямованого на підвищення тривалості служби його робочих органів – дисків. Ця модернізація сприятиме збільшенню продуктивності та зниженню витрат на технічне обслуговування, що в свою чергу підвищить ефективність вирощування цукрового буряка на підприємстві ТОВ АПК "Чорноземи Зіньківщини".

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ПИТАННЯ

1.1 Коротка характеристика підприємства

ТОВ АПК "Чорноземи Зіньківщини" є підприємством, зареєстрованим в Україні з великим потенціалом у сфері вирощування різноманітних культур. Засноване 23 жовтня 2013 року, підприємство має статутний капітал в розмірі 1 000 000 грн.

Адреса підприємства: Україна, 38100, Полтавська обл., Полтавський р-н, місто Зіньків, вул. Кулика Євгенія, будинок 11. Директором компанії є Удовиченко Андрій Вікторович.

Основною сферою діяльності підприємства є вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур, що робить його ключовим учасником аграрного ринку. Крім того, вони також займаються вирощуванням овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів. Підприємство також активно працює у сфері оптової торгівлі зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин, а також фруктами й овочами. Інші види діяльності включають допоміжну діяльність у рослинництві та виробництво олії та тваринних жирів.

У зв'язку з орієнтацією на вирощування цукрового буряка в умовах ТОВ АПК "Чорноземи Зіньківщини" має значний потенціал для розвитку технічного забезпечення у виробництві цієї культури. Зокрема, важливим є вдосконалення сільськогосподарської техніки, системи поливу та внесення добрив, а також впровадження сучасних технологій контролю якості продукції.

Дослідження, спрямоване на покращення конструкції луцильника на базі ТОВ АПК "Чорноземи Зіньківщини", має великий практичний потенціал у покращенні ефективності вирощування цукрового буряка.

З огляду на специфіку діяльності підприємства, яке зосереджене на вирощуванні та обробці сільськогосподарської продукції, вдосконалення луцильника може стати ключовим аспектом в оптимізації процесу обробки

цукрового буряка. Застосування вдосконаленого луцильника може допомогти зменшити втрати продукції, збільшити її якість та знизити витрати ресурсів, таких як час та енергія.

При розробці покращеної конструкції луцильника слід врахувати специфіку вирощування цукрового буряка на підприємстві, включаючи географічні особливості, кліматичні умови та технологічні особливості культури. Також важливо врахувати потреби та можливості підприємства щодо технічного обладнання та його обслуговування.

Дослідження цієї теми включатиме вивчення потреб культури цукрового буряка в процесі обробки, розробку та випробування прототипу покращеного луцильника, а також оцінку ефективності нової конструкції на підприємстві.

1.2 Теоретичні основи технологічного процесу вирощування цукрового буряку

1.2.1. Ботанічні та агрономічні особливості цукрового буряку

Цукровий буряк (*Beta vulgaris* L.) є однорічною рослиною з родини Хрестоцвіті (*Chenopodiaceae*) та є важливою сільськогосподарською культурою для виробництва цукру. Рослина має кореневий орган, який накопичує велику кількість цукру, і високу продуктивність. Агрономічні особливості включають оптимальні умови вирощування, такі як температура, вологість ґрунту, фотоперіод та вимоги до ґрунту.

1.2.2. Технологічні аспекти вирощування цукрового буряку

Технологічний процес вирощування цукрового буряку включає такі етапи як підготовка ґрунту, вибір сортів, посадка, догляд, внесення добрив, боротьба зі шкідниками та хворобами, полив, врожай і збирання. Кожен з цих аспектів вирощування вимагає дотримання специфічних технологічних процедур та знань про відповідні агрономічні практики [1].

1.2.3. Вплив агротехнічних заходів на урожайність та якість цукрового буряку

Агротехнічні заходи, такі як вибір сортів, правильне внесення добрив, обробка ґрунту, полив, боротьба зі шкідниками та хворобами, мають значний вплив на урожайність та якість цукрового буряку. Дослідження в цій області дозволяє визначити оптимальні агротехнічні підходи для досягнення максимального врожаю та покращення якості продукції.

1.2.4. Оптимізація вирощування цукрового буряку з урахуванням кліматичних умов та ґрунтових властивостей

Одним із ключових аспектів вирощування цукрового буряку є адаптація агротехнічних заходів до конкретних кліматичних умов регіону та характеристик ґрунтів. Підбір сортів, розрахунок схеми поливу, внесення добрив та інші аспекти вирощування повинні бути здійснені з урахуванням місцевих кліматичних та ґрунтових властивостей для досягнення оптимальних результатів.

1.2.5. Використання сучасних технологій та обладнання в процесі вирощування цукрового буряку

Застосування сучасних технологій та обладнання, таких як GPS-навігація, системи автоматизованого поливу та внесення добрив, дистанційне моніторинг та управління процесом вирощування, може значно підвищити ефективність роботи на полях цукрового буряку. Дослідження в області використання таких технологій дозволяє знайти оптимальні рішення для покращення технічного забезпечення вирощування цієї культури [2].

1.2.6. Підвищення стійкості цукрового буряку до стресових умов

Одним з важливих аспектів вирощування цукрового буряку є підвищення його стійкості до стресових умов, таких як посуха, засолення ґрунту, хвороби та шкідники. Дослідження в області селекції нових сортів, а також застосування біотехнологій та агротехнічних методів дозволяє знайти ефективні способи підвищення стійкості цукрового буряку до стресових умов та забезпечити стабільний врожай.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ СКЛАДУ Й РОБОЧОЇ ШВИДКОСТІ АГРЕГАТУ ЗА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Сила тяги сільськогосподарської техніки зазвичай характеризується тяговим опором, який визначається за раціональною формулою В.П. Горячкіна:

$$R_M = 10^{-3} \cdot m_M \cdot Rf_M + K_n \cdot a_M \cdot b_M + f a_M \cdot b_M \cdot V^2, \text{кН}, \quad (2.1)$$

де m_M – маса плуга, кг;

f_M – коефіцієнт опору роботи плуга у відкритій борозні;

K_n – питомий тяговий коефіцієнт опору плуга кН/м²;

a_M, b_M – глибина обробки й ширина захвата, м;

ε – коефіцієнт швидкісного опору плуга кН·с²/м⁴;

V – швидкість плуга, м/с. [2]

Члени цього рівняння описують сили опору, пов'язані з рухом плуга по полю, деформацією шару ґрунту, що зрізається, і передачею кінетичної енергії частинкам ґрунту.

Загальні компоненти опору в рівнянні обробки сільськогосподарських технічних матеріалів притаманні майже всім сільськогосподарським машинам і тому можуть слугувати загальним напрямком для енерго- та ресурсозбереження від етапу проектування до виробничих операцій.

До таких напрямків відносяться: створення полегшених конструкцій машин з більш якісних матеріалів; розробка оптимальної геометрії сільськогосподарських робочих органів (це виражається в зменшених значеннях f , K_n і ε), що гарантує мінімальні енерговитрати на обробку технічних матеріалів при високій якості роботи; необхідний режим роботи, оптимальне регулювання робочого органу; якісна підготовка поля, включаючи вирівнювання поля, видалення каміння і пожнивних залишків; використання технічних матеріалів з мінімальним опором тощо.

Серед цих багатьох напрямків ресурсозбереження будуть розглянуті

методи кількісної оцінки тягового опору сільськогосподарської техніки та відповідних енерговитрат на встановлення ресурсозберігаючих агрегатів.

Незважаючи на універсальний характер рівняння (2.1), його практичне застосування неможливе через відсутність достатньо точних значень для f , K_p та ϵ , які змінюються залежно від типу машини.

Тому тяговий опір агромашин визначається на основі узагальнених даних:

$$R_M = K_{va} \cdot b_M, \quad (2.2)$$

де K_{va} – середній питомий тяговий опір с/г машини даного типу з урахуванням впливу швидкості й кута схилу, кН/м.

Як видно з рівняння (2.2), вплив швидкості на тяговий опір сільськогосподарської техніки виражається параболічною залежністю (рис. 2.1). Робочі швидкості сучасної сільськогосподарської техніки вибираються в діапазоні від $V_0 > 1,4$ м/с до $V < 3,33$ і в цьому діапазоні залежність $K_v = f(V)$ може бути прийнята як лінійна з достатньою для експлуатаційних розрахунків точністю [3].

Значення K_v розраховується в кН/м:

$$K_V = a_M K_0 [1 + \Delta K (V - V_0)] - \text{для плугів}, \quad (2.3)$$

$$K_V = K_M [1 + \Delta K (V - V_0)] - \text{для інших с/г машин}, \quad (2.4)$$

де K_0 – питомий тяговий опір плуга при $V_0 = V$;

K_M – питомий тяговий опір інших типів с/г машин при $V_0 = V$, кН/м²;

ΔK – відносне збільшення питомого тягового опору при збільшенні швидкості на 1 м/с.

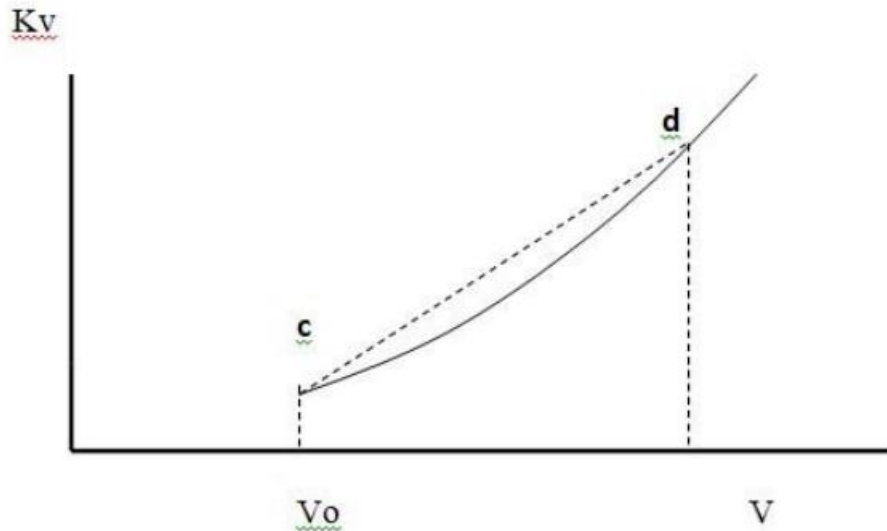


Рисунок 2.1 - Вплив швидкості на питомий тяговий опір агромашини.

Хвилястий рельєф місцевості необхідно враховувати і розраховувати спеціальну міцність на розрив для подолання коливань:

$$K_{Va} = K_V + 10^{-3} \cdot m_{my} \cdot K \sin \alpha, \quad (2.5)$$

На основі рівнянь (2.2-2.4) опір розтягуванню виражається наступним чином:

$$R_M = K_{Va} \cdot b_M = (K_V + 10^{-3} \cdot m_{my} \cdot g \cdot \sin \alpha) \cdot b_M \quad (2.6)$$

Загальний тяговий опір на машину всієї тягової частини машини визначається в кН, враховуючи тяговий опір зчіпки:

$$K_a = K_{Va} + 10^{-3} \cdot m_{cy} \cdot K(f_c \cdot \cos \alpha + \sin \alpha), \quad (2.7)$$

де K_a – загальний питомий тяговий опір робочих машин і зчіпки;

m_{cy} – середня питома маса зчіпки, кг/м;

f_c – коефіцієнт опору коченню, $f_c=0,16$.

Проведені розрахунки включені до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Питомий тяговий опір та маса агромашин

Вид операції	K_0 , кН/м ²	K , кН/м	ΔK	m_{my} , кг/ м	m_{cy} , кг/ м
Оранка середніх ґрунтів	42	-	0,108	616	-
Лущення стерень і дискування	-	1,60	0,108	254	-
Суцільна культивуація	-	1,90	0,144	202	110
Посів	-	1,60	0,10	500	89

Машинно-тракторний агрегат - це сукупність джерела енергії (двигуна), трансмісії, допоміжного обладнання (зчіпки, тягового механізму, начіпного пристрою) і робочої машини.

Дослідження показали, що кожній комбінації природних і виробничих умов (наприклад, довжина L) відповідає оптимальна продуктивність НВО, при якій зниження собівартості (грн/га), що є основним показником ресурсозбереження, приймає мінімальне значення $Sp = Sp_{min}$. Якщо оптимальна потужність НУО, що відповідає критерію $Sp \rightarrow min$, не повністю відповідає певним місцевим умовам, можна визначити відповідну компромісну потужність НУО. Наприклад, при нестачі механізаторів або нестабільній погоді бажано мати вищу продуктивність при компромісному рівні управління відповідними витратами НКП, щоб дотриматись вимог ресурсозбереження та виконати роботу в заданих агротехнічних умовах.

Таблиця 2.2 - Рекомендований діапазон ресурсозберігаючих потужностей двигунів енергетичних засобів для виконання цільових операцій [4]

Вид операції	Довжина гонів, м			
	300-400	400-600	600-1000	1000 і більш
Діапазон потужності, кВт				
Оранка середніх ґрунтів	70-124	75-135	84-156	109-213
Лущення стерень і дискування	61-110	74-138	83-160	106-217
Суцільна культивуація	55-95	67-119	84-155	99-187
Посів	54-87	59-94	62-101	69-114

Схема такого компромісного рішення показана на рисунку 2.3: При прийнятому збільшенні мінімальної приведеної собівартості C_{3M} на ΔSp компромісна потужність C_{3M} значно перевищує оптимальну C_{3M} і

призводить до значного збільшення продуктивності на ΔW відносно оптимального рішення. Це пояснюється плоским характером графіка $C_p=f(N_H)$ в області мінімуму.

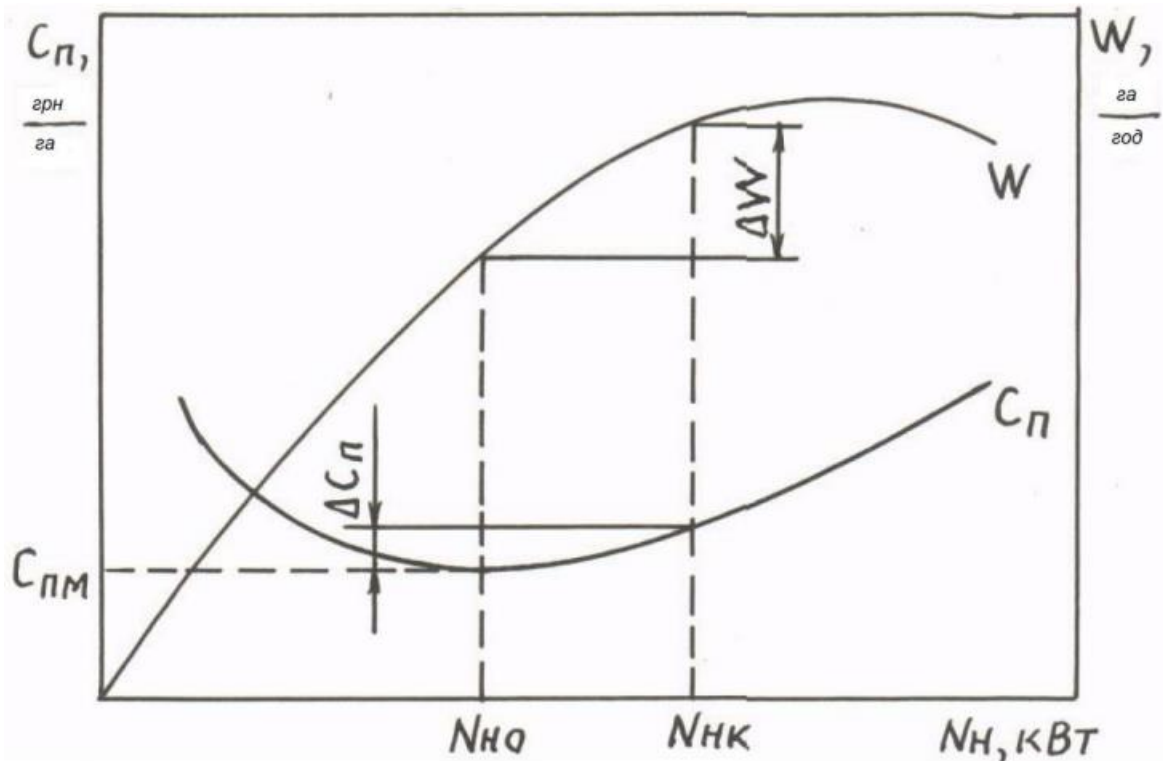


Рисунок 2.2 - Залежність C_p і W від потужності N_H

Межі такого компромісу знаходяться в межах сучасних вимог ресурсозбереження та високої ефективності.

Оптимальна енергозберігаюча швидкість руху трактора і відповідне їй тягове зусилля визначається мінімальним питомим споживанням енергії за робочий хід машини:

$$E_p = \frac{N_H \cdot \xi_N}{B \cdot V} \rightarrow \min, \quad (2.8)$$

де E_p – питомі витрати при робочому ході агрегату, кДж/м²;
 N_h – номінальна потужність двигуна, кВт;
 B – ширина захвата агрегату, м;
 ξ_n – коефіцієнт завантаження двигуна;
 V – швидкість при робочому ході, м/с.

Цей критерій відповідає мінімальній витраті палива на м² оброблюваної площі під час робочого ходу [5]:

$$\theta_p = \frac{G_T}{B \cdot V} = \frac{N_H \cdot \xi_N}{B \cdot V} \cdot g_e \rightarrow \theta_n \quad (2.9)$$

де θ_p – питома витрата палива при робочому ході агрегату, г/м²;
 g_e – відповідна питома витрата палива двигуном, г/кВт•с;
 G_T – витрата палива двигуном за одиницю часу, кг/с.

При нормальному навантаженні двигуна g_e можна вважати постійним ($g_e \approx \text{const}$), тому критерії (2.14) і (2.16) є еквівалентними.

При сталому робочому ході ширина захвату тягового органу, м:

$$B \frac{P_{kp}}{K_a}, \quad (2.10)$$

Критерій оптимальності у такому випадку [6]:

$$E_p = \frac{N_H \cdot \varepsilon_N \cdot K_a}{V \cdot P_{крн} \cdot \varepsilon_{кр}} = \frac{K_a}{\eta_m}, \quad (2.11)$$

де $P_{крн}$ – номінальне тягове зусилля трактора, кН;
 ε_N – коефіцієнт використання номінального тягового зусилля трактора;
 η_T – тяговий ККД трактора.

Однак тягові характеристики з необхідною точністю часто недоступні, особливо для нових і перспективних тракторів.

Тому рекомендується визначати оптимальні значення P і V_0 за допомогою спрощеного аналітичного методу (без тягових характеристик трактора), описаного нижче.

Коефіцієнт корисної дії трактора η_T в кінцевому рахунку є функцією вмісту енергії E і теоретичної швидкості:

$$\eta_T = \eta(E \cdot V_T), \quad (2.12)$$

Значення K_a в (2.11) зазвичай визначається з рівняння (2.13) і також є функцією енергонасиченості трактора E і теоретичної швидкості V_T :

$$K_a = f \cdot (E \cdot V_T), \quad (2.13)$$

Справедливість цієї залежності впливає з нерівностей (2.9) і (2.10), які можна прийняти [7]:

$$V = V_T \cdot (1 - \delta), \quad (2.14)$$

Звідси, критерій оптимальності можна описати рівнянням:

$$E_P = \frac{K_a}{\eta_T} = \frac{f_{K \cdot (\partial V_T)}}{f_{T \cdot (\partial V_T)}} \rightarrow E \eta \quad (2.15)$$

Оптимальна теоретична швидкість V_{to} досягається за умови $dE_P = dV_T = 0, \dots V_t$. Слід зазначити, що V_T залежить не від абсолютного значення питомого опору, а в першу чергу від його співвідношення:

$$M_K = \frac{\Delta K}{(1 - \Delta K \cdot V_0)}, \quad (2.16)$$

Практичні розрахунки за критерієм оптимальності показують, що оптимальна теоретична швидкість V_T і відповідне їй буксування до зростають зі збільшенням енергонасиченості E трактора.

При цьому, за однакових значень енергонасиченості трактора E , чим

вище μ_K , тим нижче $V_{то}$ і вище δ_0 . Найвищі значення $V_{то}$ і найнижчі значення δ_0 при однаковій енергонасиченості мають місце при $\mu_K = 0$, що відповідає максимальному тяговому ККД трактора, $\eta_T \rightarrow \max$

Дані усіх проведених розрахунків можна побачити у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Основні характеристики тракторів

Трактор	Потужність N_H , кВт	Експлуатаційна маса m , кг	Е, кВт	Тяговий клас	Колісна формула
J.D.6400	64	4680	14	2	4 К4
J.D.5725	84	5200	14	2	4 К4
J.D.6930	95	6300	14	2	4 К4
J.D.4755	132	8240	16	3	4 К4
J.D.7530	175	9350	16	4	4 К4
J.D.8130	215	10340	19	5	4 К4
J.D.8330	270	11500	19	5	4 К4

Значення E для використовуваних агромашин наведені в таблиці 2.6. Значення ковзання δ_0 , що відповідають оптимальному енергозберігаючому режиму роботи за критерієм (2.14), як правило, перевищують допустимі межі δ_d : $\delta_d = 0,15$ для чотириколісних тракторів 4К; $\delta_d = 0,17-0,18$ для двоколісних тракторів 4К (у розрахунках $\delta_d = 0,18$); $\delta_d = 0,05$ для причіпних тракторів.

Таким чином, бажане значення оптимальної теоретичної швидкості $V_{то}$ повинно бути визначене відповідно до діапазону пробуксовки:

$$\delta = \delta_0 \dots \delta_d \quad (2.17)$$

У зазначеному діапазоні ковзання на основі різних практичних розрахунків було встановлено кореляцію між δ_0 і δ_d .

$$\delta_0 = \gamma \cdot \delta_d \quad (2.18)$$

Таблиця 2.4 - Значення поправочних коефіцієнтів γ

Тип трактора	Енергонасиченість E , кВт/т	Значення μ_k					
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2
		Стерні				Поле, підготовлене під посів	
		Значення γ				Значення γ	
4К4(ОР)	8	0,816	0,949	1,0	1,0	0,906	1,0
	12	0,886	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	16	0,938	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	24	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4К4(РР)	8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	12	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	24	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Отримані результати показують, що для сучасних енергозберігаючих тракторів буксування до в більшості випадків перевищує допустиму межу в оптимальному енергозберігаючому режимі роботи за критерієм (2.14). В той же час, мінімальні питомі витрати суттєво зростають зі збільшенням енергонасиченості. Для того, щоб обмежити це зростання, необхідно забезпечити $\mu_k \approx 0$ при $\delta_k \approx 0$ [8].

У цьому випадку критерій (2.14) відповідає максимальному тягловому ККД трактора $\eta \rightarrow \max$ і, як показують розрахунки, буксування практично всіх тракторів залишається в допустимих межах для всіх реальних значень енергонасичення.

На основі (2.17) отримано рівняння буксування в оптимальному режимі:

$$\delta_o = \gamma \cdot \delta_D = \frac{a \cdot \varphi_{\text{кро}}}{b - \varphi_{\text{кро}}} \quad (2.19)$$

Отримано відповідний оптимальний коефіцієнт використання експлуатаційної маси трактора $\varphi_{\text{кро}}$:

$$\varphi_{\text{кро}} = \frac{P_{\text{кро}}}{10^{-3} \cdot m \cdot g} = \frac{b \cdot \gamma \cdot \delta_{\text{д}}}{a + \gamma \cdot \delta_{\text{д}}}. \quad (2.20)$$

Таблиця 2.5 - Значення величин a, b, f

Тип трактора	Стерні			Поле, підготовлене під посів		
	a	b	f	a	b	f
4К4 з колесами різного розміру	0,193	0,919	0,08...0,10	0,212	0,880	0,16...0,20
4К4 з колесами однакового розміру	0,110	0,773	0,08...0,10	0,0834	0,609	0,16...0,20

З цього рівняння отримують шукане оптимальне значення тягового зусилля трактора [9]:

$$P_{\text{рко}} = 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \left(\frac{b \cdot \gamma \cdot \delta_{\text{д}}}{a + \gamma \cdot \delta_{\text{д}}} \right), \quad (2.21)$$

Тоді, оптимальна теоретична швидкість V_{TO} може бути знайдена так:

$$V_{TO} = \frac{N_H \cdot \xi_N \cdot \eta_{\text{тр}}}{P_{\text{рко}} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f} \quad (2.22)$$

Необхідна оптимальна робоча швидкість V_0 агрегату визначається з наступних значень [10]:

$$V_0 = V_{TO} \cdot (1 - \delta_{\text{д}} \cdot \gamma) \quad (2.23)$$

Розрахункову оптимальну ширину захвату можна визначити наступним чином:

$$B_{PO} = \frac{1}{K_a} \cdot (P_{\text{рко}} - 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha). \quad (2.24)$$

Число машин можна визначити за допомогою цього показника (2.24) таким чином:

$$n_{\text{мро}} = \frac{B_{PO}}{b_m}, \quad (2.25)$$

де b_m – ширина захвату однієї машини.

Фактична кількість машин у блоці n_m отримується шляхом відсікання

$n_{\text{мро}}$ відповідно до рівняння:

$$n_{\text{м}} \leq n_{\text{мро}}, \quad (2.26)$$

Для одиночних машин повинна виконуватися наступна умова: $n_{\text{мро}} \geq 1$.

Розрахункове значення фронту з'єднання багатомашинного агрегату визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{ср}} = (n_{\text{м}} - 1) \cdot b_{\text{м}}, \quad (2.27)$$

За значенням $\Phi_{\text{ср}}$ вибирається начіпка з фактичним фронтом $\Phi_{\text{с}}$ відповідно до умов [11]:

$$\Phi_{\text{с}} \geq \Phi_{\text{ср}},$$

Таблиця 2.6 - Основні дані по агромашинах

Зчіпка	Маса, кг	Фронт зчіпки $\Phi_{\text{с}}$, м
СП-11А	915	7,2
С-11У	700	11,0
СП-16	1762	13,5

Фактичне навантаження трактора у складі тягового агрегату визначається обраною начіпкою і фактичним значенням тягового опору всіх робочих машин [12]:

$$R_{\text{аф}} = n_{\text{м}}(b_{\text{м}} \cdot K_{\text{V}} + 10^{-3}m_{\text{м}} \cdot g \cdot \sin \alpha) + 10^{-3}m_{\text{с}} \cdot R, \quad (2.28)$$

Фактичне навантаження трактора оцінюється за оптимальним коефіцієнтом використання тягового зусилля:

$$\xi_{\text{кро}} = \frac{R_{\text{аф}} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha}{R_{\text{кро}}}, \quad (2.29)$$

$\xi_{\text{кро}} \approx 0,85$. Необхідно отримати значення $\xi_{\text{кро}}$ в діапазоні 0,1.

Оскільки при визначенні $R_{\text{кро}}$ раніше було враховано допустимий коефіцієнт завантаження потужності двигуна $\xi_{\text{N}} \approx 0,9$, було прийнято значення $\xi_{\text{кро}} = 1$. Якщо $\xi_{\text{кро}} < 0,80$, то в (2.29) замість $R_{\text{кро}}$ слід підставити значення $R_{\text{аф}}$,

щоб перевірити можливість роботи на більш високій швидкості [13].

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Влаштування і технічна характеристика луцильника ЛДВ – 3,0

У сфері сільського господарства техніка зазнає зношування, а також ймовірність виходу з ладу через зовнішні чинники. Це призвело до того, що в сучасному сільськогосподарському машинобудуванні з'явилася тенденція до мінімізації ризику подібних явищ на робочих компонентах агрегату.

У цьому розділі кваліфікаційної роботи пропонується модернізація луцильника шляхом впровадження механізму безпеки. Призначення даного механізму - продовжити довговічність робочих компонентів, а саме дисків.

Покращений луцильник зазнав оновлення, отримавши раму, яка може бути причіпною або шарнірною. Ця рама утримує ґрунтообробні знаряддя, які складаються як мінімум з одного комплекту обертових очищувальних дисків (2). Кожен з цих дисків має кут відкриття. Диски встановлені незалежно, і кожен може коливатися відносно несучої рами (1) за допомогою запобіжного пристрою (3). У випадках, коли на диск (2) діє сила, яка перевищує встановлену величину, запобіжний пристрій (3) призведе до того, що диск (2) відпуститься у вертикальному напрямку. Якщо зусилля менше заданого значення, диск повертається в робоче положення. Кожен увігнутий диск (2) кріпиться до рами (1) спіральною пружиною (3), яка має щонайменше півтора витка, створюючи зону перекриття на рівні пружини. Один кінець пружини (3) з'єднаний безпосередньо з рамою (1), а інший кінець знаходиться з увігнутого боку диска і призначений для з'єднання з нею. Пружина (3) влаштована таким чином, що коли сила, що діє на диск, перевищує певне значення, виток(и) пружини затягується(-ються) шляхом намотування, дозволяючи диску підніматися вертикально. [14]

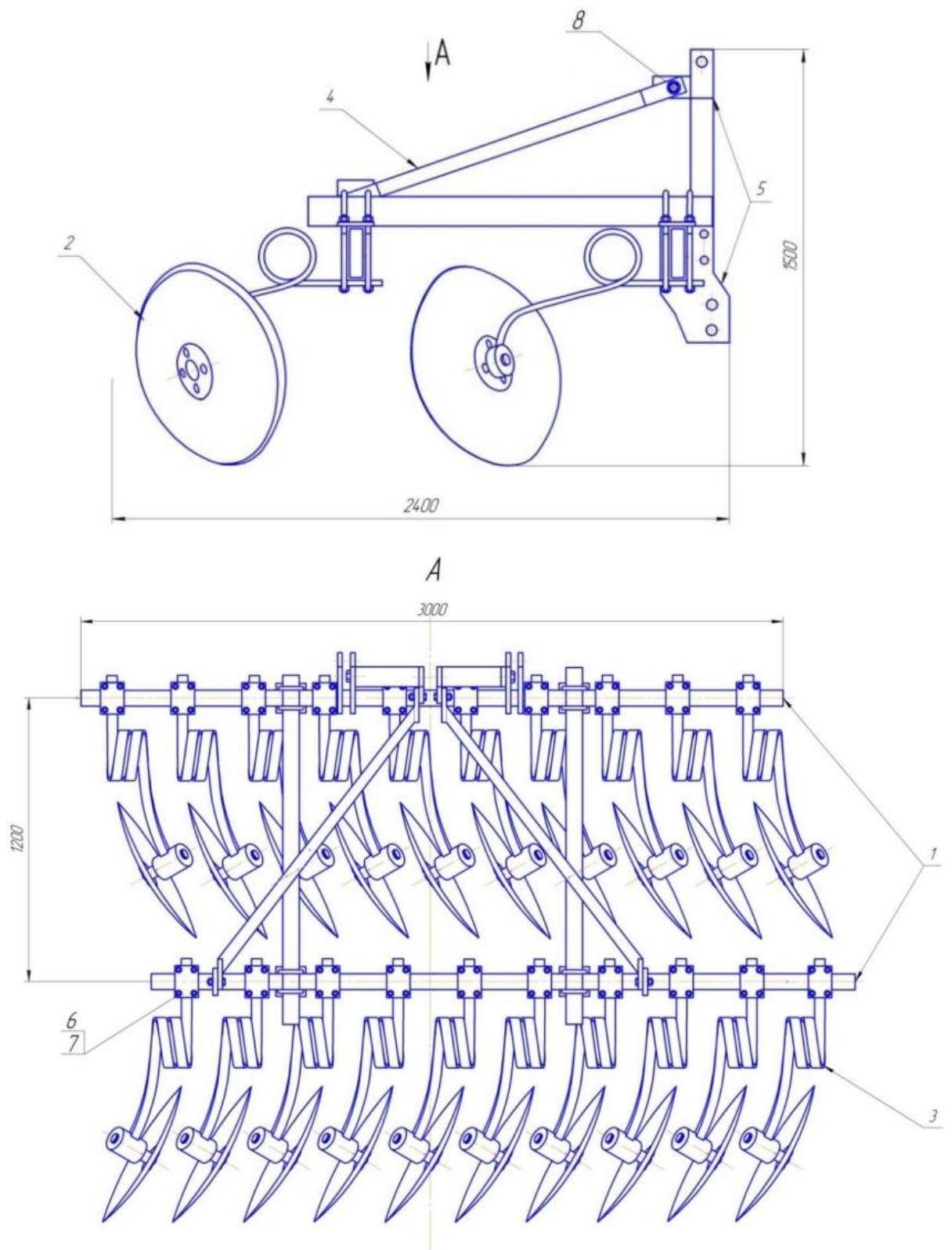


Рисунок 3.1 – Прецизійний лушительник (загальний вигляд). Склад: 1) рама; 2) робочі диски; 3) запобіжні пружини; 4) тяги; 5, 6) навіски; 7) кріплення; 8) механізм регулювання

Культиватор ЛДВ-3 призначений для використання перед оранкою з метою підготовки ґрунту на невелику глибину. Даний культиватор використовується для розпушування ґрунту, розщеплення поживних речовин, знищення шкідників і хвороб рослин, знищення насіння бур'янів і прискорення їх росту.

Таблиця 3.1 містить детальний опис основних технічних характеристик агромашини.

Таблиця 3.1 – Характеристики луцильника ЛДВ-3

Найменування	Од. вим.	Значення
Продуктивність	га/год.	до 5
Робоча швидкість	км/год.	до 10
Ширина захвата	м	3
Глибина обробки	см	6...16
Кількість персоналу необхідна для роботи	чол.	1
Транспортна швидкість	км/год.	до 20
Габаритні розміри: довжина, ширина, висота	мм	3000×2400×1500
Спосіб агрегування		навісний

3.2 Визначення тягового опору однієї секції знаряддя

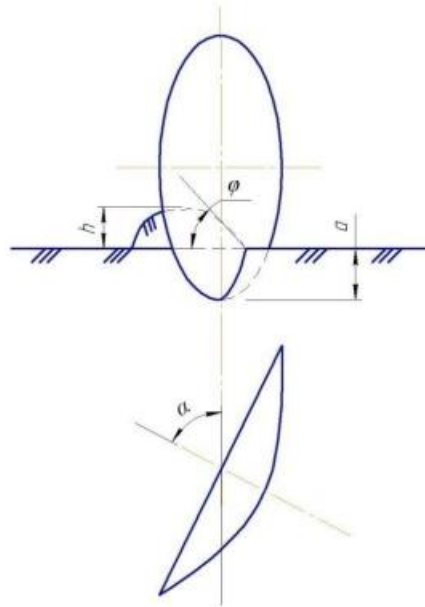


Рисунок 3.2 – Робочий процес диска пропонованої конструкції (схема)

Щоб розрахувати величину опору тязі, необхідно визначити площу поверхні сегмента $S_{\text{сег}}$, як показано на малюнку 3.2 [15].

Щоб обчислити площу сегмента, можна скористатися такою формулою:

$$S_{\text{сег}} = \frac{2}{3} \cdot D_a \cdot \sin \alpha \cdot a = \frac{4}{3} \cdot a \cdot \sqrt{a \cdot (D - a)} \cdot \sin \alpha, \quad (3.1)$$

Формула, яка визначає значення S , така, однак, навпаки, існує й інша точка зору, яку також слід розглянути:

$$S_{\text{сег}} = \frac{1}{4} \cdot h \cdot h_a, \quad (3.2)$$

Враховуючи просідання землі в гребені, важливо збільшити значення h до 1,3-1,5 разів від бажаного значення.

$$S_{\text{сег}} = 1 \cdot 1,3h \cdot 1 - 2h = \frac{3,384}{4} \cdot (8 - a)^2. \quad (3.3)$$

Отримання обох рівнянь (3.1) і (3.2) призводить до:

$$\frac{4}{3} \cdot a \cdot \sqrt{a \cdot (D - a)} \cdot \sin \alpha = \frac{3,384}{4} \cdot (8 - a)^2.$$

Відповідно до джерела [15], вимірювання кута α еквівалентно діапазону від 15° до 25° .

$$\sin 20^\circ = 0,34; D = 450 \text{ мм.}$$

Після введення всіх наведених вимірювань у рівняння (3.3) результат стає очевидним: глибина ходу диска становить рівно 8 сантиметрів.

Щоб визначити площу сегмента, ми повинні обчислити:

$$S_{\text{сег}} = \frac{4}{3} \cdot 8 \cdot \sqrt{8 \cdot (45 - 8)} \cdot 0,34 = 62,45 \text{ см}^2.$$

Формула, яка визначає опір зчепленню диска, виглядає наступним чином:

$$R_x = R S_{\text{сег}}. \quad (3.4)$$

$$R_x = 15,5 \cdot 62,45 = 968 \text{ Н.}$$

Щоб обчислити R_y і R_x , можна використовувати наступні співвідношення:

$$R_y = R R_x. \quad (3.4)$$

$$R = m \cdot r_x, \quad (3.5)$$

Коли сферичний диск працює, він відчуває вплив фундаментальних сил від опору ґрунту. Ці сили походять від різних джерел, таких як фаски, лопаті диска та робоча поверхня.

Зменшення сил, що діють на диски, можна спростити двома середніми силами. З цих двох сил R_1 розташована у вертикальній площині і знаходиться поруч до осі обертання дисків.

Другий R_2 проходить паралельно осі обертання дисків і знаходиться на певній відстані від основи борозни. Від двох середніх сил доцільно переходити до атрибутів трьох сил: R_x , R_y , R_z .

Тоді:

$$R_y = 0,80 \cdot 968 = 775 \text{ Н,}$$

$$R_z = 0,5 \cdot 968 = 484 \text{ Н.}$$

3.3 Розрахунки опору агрегату

Рівняння має базову структуру, яка виражається таким чином:

$$R = K \cdot S = k \cdot a \cdot b, \quad (3.6)$$

Тягова сила трактора:

$$R_{\text{агр}} = 2(R_{\text{д}} \cdot n_{\text{д}}) \quad (3.7)$$

$$R_{\text{д}} = k \cdot a \cdot b \quad (3.8)$$

де $k=35-55$ кПа;

$a = 0.08$ м;

$b = 0.153$ м.

Одержуємо:

$$R_{\text{агр}} = 2(k \cdot a \cdot b \cdot n_{\text{д}}) = 2 \cdot 40 \cdot 0,08 \cdot 0,153 \cdot 10 = 9,7 \text{ кН.}$$

Звідси стає очевидним, що раціонально взяти трактор тягового класу 10кН.

Реальне використання сили тяги енергетичного засобу у такому разі складе:

$$n_{\phi} = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{кр}}}. \quad (3.9)$$

$$n = 0,97 \geq \eta_{\text{реком}},$$

3.4 Розробка операційної карти на виготовлення деталі

Проектування тех.процесу механічної обробки втулки.

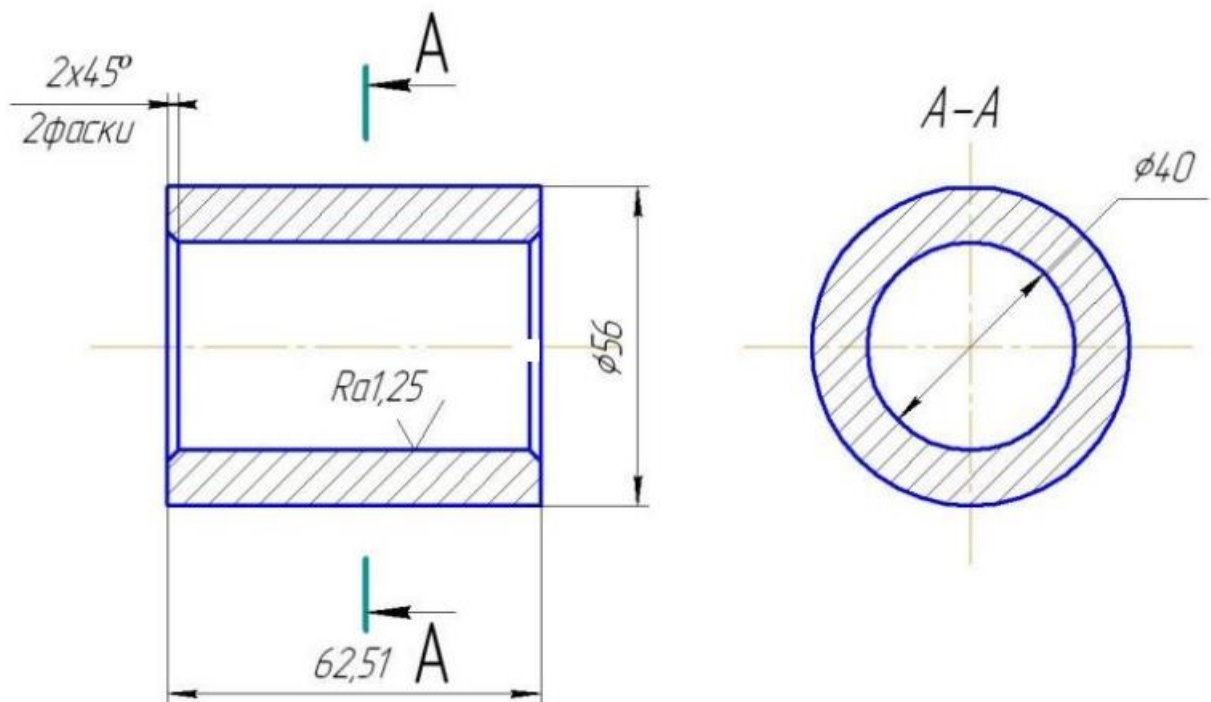


Рисунок 3.3 – Креслення втулки (деталювання)

Вихідні дані:

- 1) робочі креслення деталі;
- 2) матеріал – сталь 3;
- 3) сировина для виготовлення – прут діаметром 60мм.

Техпроцес виготовлення деталі:

Токарські операції:

- 1) Закріплення прутка з вильотом 70см;
- 2) Центрування прутка;
- 3) Зточення поверхні до 56мм з подовженням до 62мм;
- 4) Свердлення отвору $d=40$ мм довжиною в 65мм;
- 5) Зняття фасок: 2 по 45^0 ;
- 6) Перезакріплення та підрізання торця.

Після того, як план роботи складено, ми переходимо до визначення та уточнення кожного з параметрів, необхідних для створення технологічної карти, у наступному порядку:

- 1) виберіть допоміжний інструмент;
- 2) вибрати ріжучий інструмент;
- 3) вибрати вимірювальний інструмент;
- 4) Визначити розрахунковий діаметр d_f ;
- 5) Визначити розрахункову довжину різання l_r ;
- 6) Визначити глибину різання t ;
- 7) Розрахувати кількість проходів i ;
- 8) Вибрати подачу S ;
- 9) Вибрати швидкість різання V ;
- 10) Розрахувати кількість обертів n ;
- 11) Розрахувати основний час T_o ;
- 12) Вибрати допоміжний час T_v ;

Розглянемо четвертий прохід операції як параметр для розрахунку i вибору цих параметрів:

- 1) вибір допоміжного інструменту не проводиться, так як у ньому немає необхідності;
- 2) в якості ріжучого інструменту обираємо свердло, оснащене пластиною з твердого сплаву Т15 К6;
- 3) Обрати в якості вимірювального інструменту штангенциркуль ШЦ-1;
- 4) Знаходимо розрахунковий діаметр d_p - встановлюємо максимальний діаметр обробки $d_p=60\text{мм}$;
- 5) Знаходимо розрахункову довжину різання l_p - визначається за довжиною ходу інструмента $l_p=62\text{мм}$;
- 6) Знаходимо глибину різання $t = 1 \text{ мм}$ - максимальний діаметр обробки визначається при $d_p=60\text{мм}$;
- 7) оскільки $(60 - 56) / 2 = 2$, розраховуємо кількість проходів $i = 2$;
- 8) Беремо подачу $S = 0.19$ (напівчистова);
- 9) Беремо швидкість різання $V=80\text{м/хв}$ (для обробки сталі твердосплавними різцями у ремонтній майстерні);
- 10) Розрахувати частоту обертання шпинделя n :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (3.10)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 60} = 425 \text{ про/хв.}$$

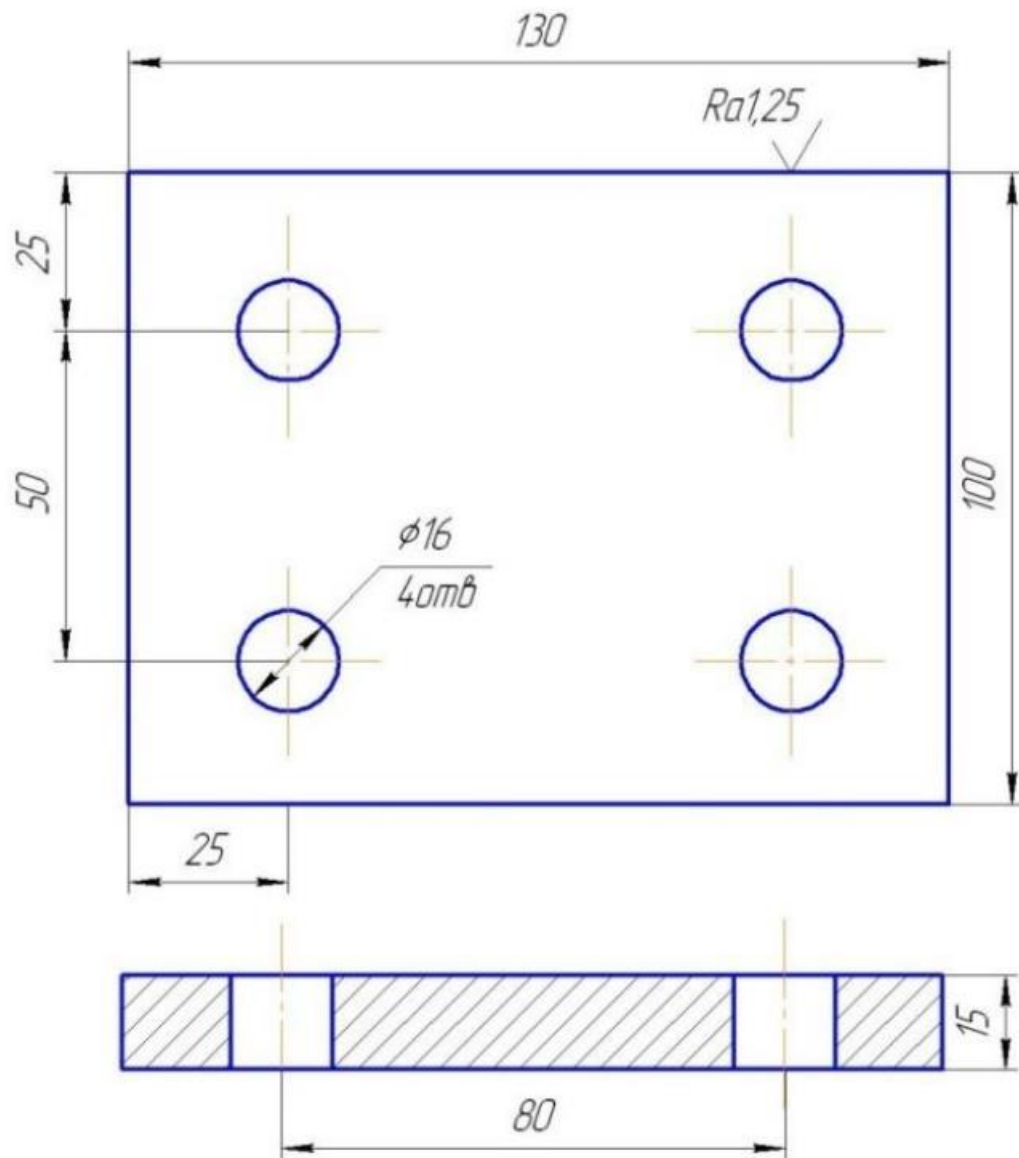


Рисунок 3.4 - Креслення опорної пластини (деталювання)

Вихідні дані

- 1) креслення
- 2) заготовка-лист, $\delta=15$ мм.
- 3) матеріал – сталь 3 ГОСТ 380-2005.

Технологічний процес поділяється на наступні операції:

- 1) заготівля.
- 2) фрезерування;
- 3) обрешітка
- 4) свердління;
- 5) слюсарні роботи.

Сплануйте кожну операцію:

1) заготівля. Ця операція виконується на відрізному верстаті 4812М і складається з одного проходу;

Розкроїти плиту до розміру 104 x 134 мм;

2) фрезерування. Ця операція виконується за один прохід на вертикально-фрезерному верстаті типу 6Н12;

3) фрезерування послідовно з чотирьох сторін до розміру 100 x 130 мм;

4) слюсарні операції на відповідному верстаті;

5) розмітка положень чотирьох отворів;

6) Накренити згідно з розміткою;

7) свердління отворів. Виконується на вертикально - свердлильному верстаті 2А 125;

8) Свердління чотирьох послідовних отворів діаметром 16 мм;

9) слюсарні роботи, виконані за допомогою слюсарного верстата;

10) Притуплення всіх гострих кромки;

3.5 Перевірка на міцність елементів конструкції луцильника

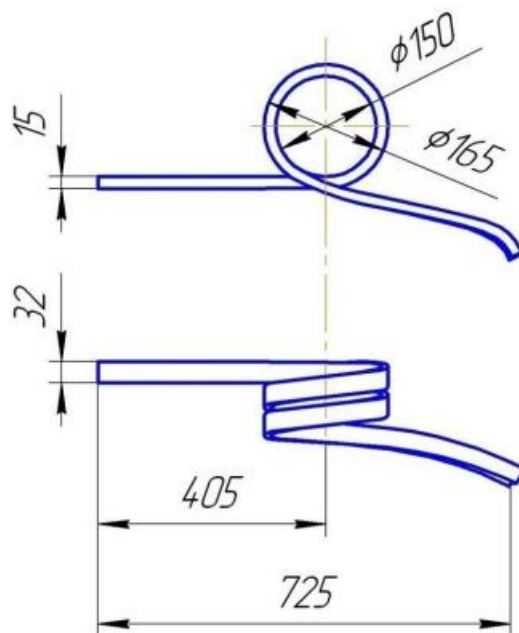


Рисунок 3.5 – Запобіжна пружина

Вихідні дані

Максимальний крутний момент, який можна застосувати під час роботи, становить $M_2 = 192,400 \text{ Н}\cdot\text{мм}$, а найбільш значний кут закручування, якого можна досягти, становить $\alpha_2 = 49^\circ$. Це досягається за допомогою пружини, яка класифікується як клас 1 і має розряд 3.

Допустима напруга при вигині:

$$[\sigma_{\text{изг}}] = 1,25[\tau_3] \quad (3.12)$$

Співвідношення між формою коефіцієнта перерізу та кривизною поворотів є критичним фактором, який слід враховувати.

$$K = \frac{4c-1}{4c-4}, \quad (3.13)$$

Діаметр смуги визначається:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_2 \cdot K}{\pi \cdot [\sigma_{\text{изг}}]}}, \quad (3.14)$$

Діаметр пружини визначається:

$$D = c \cdot d, \quad (3.15)$$

$$D_1 = D + d, \quad (3.16)$$

$$D_2 = D - d. \quad (3.17)$$

Процес перевірки розрахунку на міцність пружини передбачає:

$$\sigma_2 = \frac{32 \cdot M_2 \cdot K}{\pi \cdot d^3}. \quad (3.18)$$

Кількість витків, які є функціональними:

$$n = \frac{1000 \cdot M \cdot \alpha_2}{1,8 \cdot c \cdot [\sigma_{\text{изг}}]}. \quad (3.19)$$

Граничний кут повороту:

$$\alpha_3 = 1,25 \cdot \alpha_2. \quad (3.20)$$

Довжина пружини в розтягнутому стані:

$$l = 3.2 \cdot D_o \cdot n + l. \quad (3.21)$$

Шаг пружини:

$$t = d + \sigma. \quad (3.22)$$

Результат розрахунків:

Матеріал: сталь Ст85.

Клас: 2

Розряд: 3,

Відносний інерційний зазор: 0,05.

Зовнішній діаметр пружини: $d=165$ мм,

Ширина смуги: $h=15$ мм,

Число робочих витків: $n=2,01$

Момент сили попереднього закручування: $M_0=192400$ Н·мм,

Момент сили пружини при максимальній деформації: $M_3=209209$ Н·мм,

Кут закручування пружини при робочій деформації: $\Theta_1=17,1^\circ$.

Кут закручування пружини при максимальній деформації: $\Theta_3=29,4^\circ$,

Максимальне напруження при згині: $\sigma_{\max}=684$ МПа,

Допустиме напруження при згині $[\sigma] = 883$ МПа,

Модуль зсуву матеріалу $G=78500$,.

Вага пружини 3457 кг;

Довжина розкриття пружини: 1530 мм 1530 мм;

Жорсткість пружини 18910,8 Н/мм;

Довговічність пружини: 2000 циклів.

Розрахунки були виконані за допомогою комп'ютерної програми Compass-3D.

На основі наведених розрахунків можна зробити висновок, що пружини даної конструкції витримують напруження, що виникають під час роботи, і забезпечують необхідні умови для роботи агромашини.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Підприємство ТОВ АПК "Чорноземи Зіньківщини" займається вирощуванням цукрового буряка та інших сільськогосподарських культур. Робота включає роботи на полі, використання сільськогосподарської техніки та обробку продукції. Враховуючи ці особливості, проводиться аналіз умов праці з метою виявлення потенційних небезпечних факторів, таких як травми, отруєння, перевантаження та інші.

Результати аналізу показують, що основними небезпечними факторами є робота з технікою, підвищена фізична навантаженість, ризик травматизму при роботі зі сільськогосподарськими інструментами та механізмами. Також виявлені можливі ризики від впливу агрохімікатів та шкідників.

Для зменшення ризику виникнення нещасних випадків та захисту працівників важливо впровадити ефективні заходи з охорони праці та безпеки. Це може включати навчання персоналу правилам безпеки, використання спеціального захисту, регулярні медичні огляди та вдосконалення техніки безпеки на робочому місці.

Для ефективного забезпечення охорони праці необхідно впровадити систему управління охороною праці на підприємстві. Ця система включатиме в себе розробку та впровадження внутрішніх нормативних актів з питань охорони праці, організацію регулярних навчань та інструктажів з питань безпеки, контроль за дотриманням правил безпеки, а також аналіз та усунення причин нещасних випадків на підприємстві.

Додатково, у системі управління охороною праці буде передбачено проведення систематичних оглядів робочих місць, аудитів безпеки, а також взаємодію з органами державного контролю та іншими зацікавленими сторонами з питань безпеки праці. Така система дозволить підприємству забезпечити безпеку та здоров'я своїх працівників, знизити ризик нещасних випадків та підвищити загальний рівень професійної безпеки.

Для забезпечення ефективної реалізації системи управління охороною праці на підприємстві необхідно також встановлення механізмів контролю та оцінки її ефективності. Це включає в себе систематичне проведення аудитів та перевірок відповідності робочих місць нормам безпеки, аналіз інцидентів та нещасних випадків з метою виявлення причин та удосконалення процесів безпеки. Крім того, важливо забезпечити взаємодію між усіма рівнями управління та працівниками щодо вирішення питань охорони праці та врахування їхніх пропозицій та зауважень. Такий підхід сприятиме створенню безпечної та комфортної робочої атмосфери, що в свою чергу позитивно впливатиме на ефективність виробництва та загальний стан здоров'я працівників. Враховуючи постійні зміни в технологіях та умовах праці, система управління охороною праці повинна бути постійною удосконаленою та адаптованою до нових вимог та викликів. Тільки такий підхід дозволить забезпечити високий рівень безпеки та здоров'я працівників на підприємстві.

1. Фізичне перевантаження: Робота на полі та з важкою сільськогосподарською технікою може призвести до перевантаження м'язів та суглобів працівників. Піднімання важких навантажень, тривала стояча або сидяча робота може спричинити м'язову втомленість та травми.

2. Ризик травматизму при роботі зі сільськогосподарськими інструментами та механізмами: Використання різних інструментів та машин для обробки ґрунту та збирання врожаю може призвести до порізів, ударів, або навіть важких травм.

3. Вплив агрохімікатів: Використання пестицидів та інших агрохімікатів для захисту від шкідників та хвороб може мати негативний вплив на здоров'я працівників. Дихання відпарів агрохімікатів або контакт з ними може призвести до отруєння або алергічних реакцій.

4. Ризик нещасних випадків під час руху та роботи з технікою: Велика кількість рухомих машин та транспортних засобів на полі може збільшити ризик дорожньо-транспортних пригод, особливо при недостатній видимості або недотриманні правил безпеки.

Ретельний аналіз цих потенційних ризиків та впровадження відповідних заходів безпеки може допомогти уникнути нещасних випадків та забезпечити безпеку працівників на підприємстві.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для проведення ретельної техніко-економічної оцінки необхідно з'ясувати різні фактори. Ці фактори включають витрати на виробництво, прогнозовану річну економію в результаті зниження виробничих витрат після впровадження, окупність, необхідний для окупності рівень капітальних інвестицій, річний економічний ефект, і додаткові відповідні показники.

Для визначення витрат на виробництво одного робочого органу агромашини можна використати наступну формулу [16]:

$$C_{\text{виг}} = C_{\text{кд}} + C_{\text{од}} + C_{\text{пд}} + C_{\text{сб}} + N_{\text{п}}, \text{ грн.}, \quad (5.1)$$

Визначення витрат на виробництво деталей:

$$Z_o = C_{\text{ч}} \cdot T \cdot K_{\text{д}}, \quad (5.2)$$

Таблиця 5.1 – Витрати на виробництво деталей

Найменування й кількість деталей	маса деталі, кг	Ціна матеріалу, грн./кг.	Вартість матеріалу, грн.	Трудомісткість, люд. год.	Сч, грн.	Зо, грн.
Пружина запобіжна	3,467	29,70	102,97	4,5	39,1	175,95
Драбина (2шт.)	0,310	17,85	5,54	1,5		40,60
Втулка	0,320	22,30	7,14	2,0		78,20
Опорна пластина	0,560	25,70	14,39	1,1		43,01
Разом	4,657		130,04	9,1		355,81

Таблиця 5.2 – Витрати на купівлю деталей

Найменування	Ціна, грн	Кількість, шт	Вартість, грн
Фрикційні вкладиші	50	1	50,00
Кільце стопорне ОСТ 92-8969-78 зовнішнє	9,60	1	9,60
Гайка М16 ГОСТ 5928-70	15	4	60,00
Шайба 16 65 ГОСТ 6402-70	4,22	4	16,88

Заробітну плату, яку одержують працівники за монтаж єдиного робочого органу конструкції, прийнято називати основною заробітною платою [17]:

$$C_{\text{сб}} = Z_o + Z_{\text{д}} + Z_{\text{с}}, \text{ грн.} \quad (5.3)$$

Загальновиробничі накладні витрати:

$$N_{\text{п}} = Z_o \cdot R_{\text{п}} / 100, \text{ грн} \quad (5.4)$$

Загальну вартість реконструкції можна приблизно розрахувати так:

$$C_{\text{изг}} = (0+623,19+136,48+18,98+10,67) \cdot 20 = (789,32) \cdot 20 = 15786,4 \text{ грн.}$$

Агромашина ЛДВ-3.0 має стандартну ціну 94 300 грн.

Ціна модифікованого луцильника складає приблизно 110 100 грн.

Результати різноманітних досліджень, проведених Науково-дослідним інститутом механізації сільського господарства, підтверджують, що використання запобіжних механізмів пружинного типу сприяє подовженню терміну служби робочого органу сільськогосподарської техніки на 40–65% і на 25–40% для всього агрегату в цілому. В середньому термін експлуатації луцильних агрегатів становить 8-12 років.

Таблиця 5.3 – Техніко-економічна характеристика складу агрегату

Показник	Базовий		Новий	
	МТЗ-80	Луцильник	МТЗ-80	Луцильник
Обслуговуючий персонал Р, люд	1		1	
Розряд професії	4		4	
Тарифна ставка Сч, грн./год.	46,51		46,51	
Годинна продуктивність W, га/год	4,43		4,43	
Річний наробіток, Wг, га	1000		1000	
Тг, год	226		226	
Балансова вартість Бст, тис.грн.	310	94,3	310	110,1
Норма витрат на ТО, ремонт, зберігання, Зторх, %	14	17	14	14
Витрата ТСМ, Qтсм, кг/га	3,07		3,07	
Вартість ПММ грн/кг	28		28	
Маса, кг	3780	1020	3780	1170
Норма амортизації, %	10	12	10	8

Середні поточні витрати протягом року за умови використання аграрної техніки можна знайти так:

$$Z_{\text{ЕКС}} = Z_{\text{ПН}} + Z_{\text{ТСМ}} + Z_{\text{а}} + Z_{\text{ТОРХ}}, \quad (5.5)$$

Визначення заробітної плати персоналу:

$$Z_{\text{пн}} = \frac{1}{W} \cdot PC_{\text{ч}} \cdot W_{\Gamma}, \quad (5.6)$$

Амортизаційні відрахування

$$Z_{\text{а}} = \frac{B_{\text{СТМ}} \cdot H_{\text{а}} \cdot t_{\text{оп}}}{100 \cdot T_{\Gamma}}, \quad (5.7)$$

Витрати на ТСМ:

$$Z_{\text{ТСМ}} = Q_{\text{ТСМ}} \cdot C_{\text{ТСМ}} \cdot W_{\Gamma}, \quad (5.8)$$

Витрати на ТО, зберігання та ремонт:

$$Z_{\text{ТОиР}} = \frac{B_{\text{СТМ}} \cdot H_{\text{ТОиР}} \cdot t_{\text{ТОиР}}}{100 \cdot T_{\Gamma}}, \quad (5.9)$$

Річний економічний ефект визначають за формулою [18]:

$$E_{\Gamma} = \left(\frac{Z_{\text{ЕКС1}} + E_{\text{н}} \cdot K_1}{W_{\Gamma1}} - \frac{Z_{\text{ЕКС2}} + E_{\text{н}} \cdot K_2}{W_{\Gamma2}} \right) \cdot W_{\Gamma}, \frac{\text{грн.}}{\text{чол.}}, \quad (5.10)$$

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків

Показник	Од. виміру	Варіант		Зрад. показ.(економія "+", перевитрата "-"), %
		Базовий	Новий	
Питомі експлуатаційні витрати, $Z_{\text{екс}}$	грн. /га	155,02	149,5 2	+3,5
У тому числі:				
Паливно-мастильні матеріали, $Z_{\text{ПММУ}}$:	грн./га	40,8	40,8	
Металоемність, $M_{\text{с}}$	кг/га	4,8	4,9	-2,1
Витрати праці, Тру	чол.-год./га	0,23	0,23	-
Річний економічний ефект, E_{Γ}	грн.	-	2340	-
Фактичний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, $E_{\text{ф}}$	грн./га	-	0,34	-
Строк окупності додаткових кап. вкладень, $T_{\text{окф}}$	рік	-	2,9	-

З цих розрахунків видно, що існує пряма залежність між терміном служби агрегату та зменшенням витрат на амортизацію, ремонт і технічне обслуговування. Це, в свою чергу, суттєво впливає на собівартість кінцевого продукту та його загальну рентабельність. Строк окупності склав 2,9 роки, річний економічний ефект 2340 грн., а питомі експлуатаційні витрати зменшились з 155 до 149 грн/га, тобто на 3,5%.

ВИСНОВОК

1. У ході даної кваліфікаційної роботи було проаналізовано підприємство ТОВ АПК "Чорноземи Зільківщини" та теоретичні основи технологічного процесу вирощування цукрового буряку.

2. Було проведено обґрунтування складу й робочої швидкості агрегату за ресурсозберігаючої технології, проведені детальні розрахунки.

3. У конструкторській частині була розроблена конструкція модернізованого луцильника на базі ЛДВ-3,0, наведені креслення прецизійного луцильника, його характеристики, схема робочого процесу пропонованої конструкції, розрахунок опору агрегату, який склав 9,7 кН. З цих розрахунків слідує, що необхідно агрегувати проповану агромашину з трактором тягового класу 10 кН або більше. Була розроблена операційна карта на виготовлення деталей конструкції, як от втулки, запобіжної пружини та опорної пластини.

Досліджено міцність конструкції, де максимальне напруження при згині складає $\sigma_{max}=684$ МПа, а допустиме напруження при згині $[\sigma] = 883$ МПа. Вага пружини становить 3457 кг; довжина розкриття пружини: 1530 мм; жорсткість пружини - 18910,8 Н/мм; довговічність пружини за даних умов експлуатації складе приблизно 2000 циклів.

На основі наведених розрахунків можна зробити висновок, що пружини даної конструкції витримують напруження, що виникають під час роботи, і забезпечують необхідні умови для роботи агромашини.

4. Згідно економічних розрахунків, за умови впровадження модернізованого луцильника у виробництво: строк окупності склав 2,9 роки, річний економічний ефект 2340 грн., а питомі експлуатаційні витрати зменшились з 155 до 149 грн/га, тобто на 3,5%.

В результаті цього дослідження можна зробити висновок про доцільність впровадження запропонованих модернізаційних рішень для підприємства, оскільки вони демонструють значний потенціал для підвищення ефективності виробництва та зменшення витрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кожушко, А. П., & Мамонтов, А. Г. (2019). Особливості виконання транспортних робіт причіпними та напівпричіпними агрегатами у складі машинно-тракторної техніки.
2. Калінін, Є. І. (2019). Аналіз динаміки транспортно-технологічних агрегатів як систем змінної маси. *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*, (2 (12)), 38-43.
3. Адамчук, В., Камінський, В., Булгаков, В., & Надикто, В. (2022). Теоретичне дослідження та розроблення нового показника інтенсивності впливу ходових систем машинно-тракторних агрегатів на ґрунт. *Вісник аграрної науки*, 100(4), 57-63.
4. Галич, І. В. (2019). Аналіз джерел вібрацій та коливань елементів машинно-тракторного агрегату. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, (30), 72-79.
5. Лесюк, В. С., & Калініченко, О. В. (2020). ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ. *Редакційна колегія: ОГ Бондар, доктор юридичних наук, професор*, 274.
6. Адамчук, В., Булгаков, В., Надикто, В., Кюрчев, В., & Камінський, В. (2022). Дослідження впливу ширини захвату машинно-тракторного агрегату на його експлуатаційні показники. *Вісник аграрної науки*, 100(10), 29-36.
7. Сіренко, Ю. В., & Сілюченко, В. М. (2022). ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ МАШИНО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Запоріжжя, 01-25 листопада 2022 р.)/ТДАТУ: ред. кол., СВ Кюрчев, ВМ Кюрчев, ВТ Надикто, ОГ Скляр [та ін.]–Запоріжжя: ТДАТУ, 2022.–239 с. У збірнику представлені матеріали міжнародної науково-практичної*, 56.
8. Маневреність, М. Т. А. (2020). СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ. *Технічне*

забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали I Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-24 квітня 2020 р.)/ТДАТУ: ред. кол. ВМ Кюрчев, ВТ Надикто, ОГ Скляр [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020.-485 с. У збірнику представлені матеріали міжнародної науково-практичної, 180.

9. Антощенко, Р. В., & Антощенко, В. М. (2016). Дослідження енергетичних параметрів функціонування багатоеlementних машинно-тракторних агрегатів. *Інженерія природокористування*, (2), 105-112.

10. Антощенко, Р. В., Лебедєв, А. Т., & Антощенко, В. М. (2017). Керування енергетичними витратами машинно-тракторного агрегата. *Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів»*, (7), 172-179.

11. Лесюк, В. С., & Калініченко, О. В. (2020). ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ. *Редакційна колегія: ОГ Бондар, доктор юридичних наук, професор*, 274.

12. Ігнат'єв, Є. І. (2017). Обґрунтування можливостей нового комбінованого гичкозбирального агрегату. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*, (1), 16-21.

13. Могильницька, А. М. (2020). Пріоритетні напрями використання економіко-математичного моделювання в роботі аграрних підприємств. *Агросвіт*, (17-18), 39-44.

14. Кожушко, А. П., & Мамонтов, А. Г. (2019). Особливості виконання транспортних робіт причіпними та напівпричіпними агрегатами у складі машинно-тракторної техніки.

15. Кухаренко, П. М. (2018). Дослідження впливу параметрів налаштувань на техніко-експлуатаційні показники та надійність машинно-тракторних агрегатів на базі тракторів John Deere 8335R. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*, (11), 207-213.

16. Надикто, В., Кюрчев, В., Аюбов, А., Масалабов, В., & Кістечок, О. (2018). ПЕРСПЕКТИВИ ЗРОСТАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 8(2).

17. Адамчук, В., Булгаков, В., Надикто, В., Троханяк, О., & Чорна, Т. (2023). Теоретичне дослідження стійкості руху асиметричного посівного машинно-тракторного агрегату. *Вісник аграрної науки*, 101(5), 57-64.

18. Мітков, В. Б. (2016). Розробка науково-методологічних основ комплексної оцінки впливу машинно-тракторних агрегатів на стан забруднення навколишнього середовища. *Екологічні науки*, 6, 12-13.

ДОДАТКИ

Додаток А