

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

КОГУТ ПАВЛО ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

Допускається до захисту:

В. о. завідувача кафедри ремонту машин,  
експлуатації енергетичних засобів та  
охорони праці  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Анатолій ПОЛЯКОВ  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

ПРОЕКТ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО  
ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ

Спеціальність 208 Агроінженерія

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Керівник:

Курлов В.І., асистент кафедри  
ремонту машин, експлуатації  
енергетичних засобів та  
охорони праці \_\_\_\_\_

Науковий консультант:

Фесенко Г.В., доцент кафедри  
ремонту машин, експлуатації  
енергетичних засобів та охорони  
праці кандидат техн. наук, доцент \_\_\_\_\_

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Кафедра	Ремонту машин, ЕЕЗ та охорони праці
Ступінь освіти	Бакалавр
Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність	208 «Агроінженерія»
Освітня програма	208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В. о. завідувача кафедри ремонту машин,  
експлуатації енергетичних засобів та  
охорони праці  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Анатолій ПОЛЯКОВ  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

\_\_\_\_\_ Когуту Павлу Вячеславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: «Проект механізації технологічного процесу вирощування озимого ячменю»

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Курлов Вячеслав Ігорович, асистент

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

1. Затверджено наказом від «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023\_ року № \_\_\_\_\_
2. Строк подання здобувачем роботи \_\_\_\_\_
3. Вихідні дані до роботи: Технологічні процеси при вирощуванні озимого ячменю. . Технічне забезпечення технологічного процесу вирощуванні озимого ячменю.
4. Зміст розрахунково пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз технології вирощування та збирання вирощуванні озимого ячменю. 2.Операційна технологія. 3. Конструктивна частина. 4 Заходи з охорони праці під час роботи на машинах. 5. Економічне обґрунтування технологічної карти збирання вирощуванні озимого ячменю..

5. Перелік графічного матеріалу:

1.Існуюча технологічна карта вирощування озимого ячменю.

2.Аналіз технологічного процесу

3.Графоаналітичний метод визначення кращого агрегату.

4. 5. Креслення конструктивної частини.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання\_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний (оглядовий)		
2.	Технологічний		
3.	Охорона праці		
4.	Економічний		
5.	Демонстраційна частина		

Здобувач

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Когут П.В.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Курлов В.І.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## З М І С Т

В С Т У П. ....	7
1 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА. ....	10
1.1 Біологічні особливості. ....	10
1.2 Основний обробіток ґрунту. ....	11
1.3 Внесення добрив. ....	13
1.4 Посів культури. ....	14
1.5 Догляд за посівами. ....	21
1.6 Збирання озимого ячменю. ....	21
2 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ. ....	23
2.1 Складання технологічної карти на виробництво озимого ячменю. ....	23
2.2 Побудова графіків використання тракторів. ....	27
2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин. ....	28
3 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК. ....	30
4 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ І ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМУ РОБОТИ. ....	41
4.1 Опис удосконалення технологічного процесу сівалки СЗ-3,6. ....	41
4.2 Дослідження і визначення основних параметрів і режиму роботи сівалки. ....	45
4.2.1 Висіваючий апарат. ....	45
4.2.2 Розрахунок і побудова номограми для визначення норми висіву. ....	48
4.2.3 Обґрунтування параметрів насінневої коробки. ....	50
5 ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ. ....	54
6 ОХОРОНА ПРАЦІ. ....	57
6.1 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. ....	57
6.2 Охорона праці при вирощуванні озимого ячменю. ....	57

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ. ....	67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. ....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. ....	75
ДОДАТКИ. ....	77

## ВСТУП

Ячмінь звичайний здавна є важливою зернофуражною та харчовою культурою і першим окультуреним злаком близько 10 тис. років тому назад на Близькому Сході, що відіграв надзвичайно важливу роль у становленні і розвитку світового сільського господарства та загалом людської цивілізації [1].

Це зумовлено тим, що зерно ячменю найбільш збалансоване за амінокислотним складом й не поступається основним зерновим культурам, а лізину містить більше, ніж кукурудза, овес, сорго, пшениця чи рис.

Він є однією з найпоширеніших зернових колосових культур у світі і в Україні. Його використовують у переробній, харчовій, пивоварній, кондитерській, фармацевтичній промисловості. А у галузі кормовиробництва він просто незамінний, адже собівартість виробництва зерна ячменю значно нижча від решти зернових культур. Зерно ячменю є цінним для годівлі тварин, ще й тому, що за поживними якостями наближається до стандартів концкормів [2].

Ячмінь посідає четверте місце серед найбільш вирощуваних злакових культур, поступаючись кукурудзі, рису та пшениці. Його виробництво сягає 141,3 мільйони тон, які збирають з 46,9 мільйонів гектар. Найбільша частина посівної площі знаходиться у Російській Федерації і становить 17%. Найбільша територія, на якій вирощується ячмінь, в межах Європейського Союзу знаходиться в Іспанії і складає 2,8 мільйона гектар. Друге та третє місця розділили Франція та Німеччина відповідно – 1,8 та 1,6 млн. га. Якщо виробництво ячменю обчислювати за об'ємом, а не за площею, то трійку лідерів все одно складає Росія, Франція та Німеччина з показниками 17,9; 10,7 та 10,3 млн. т відповідно. Україна займає четверте місце в світі з валовим збором зерна 9,4 млн. т. [1].

Врожайність ячменю в значній мірі коливається у різних країнах світу. Так, найвищу урожайність серед 20 найбільших виробників ячменю в світі отримують в Німеччині (6,7 т/га), Великобританії (5,9 т/га), Данії та Чехії 5,6 та 5,7 т/га відповідно. Україна за рівнем врожайності займає 14 місце в даному рейтингу (3,3 т/га) [1].

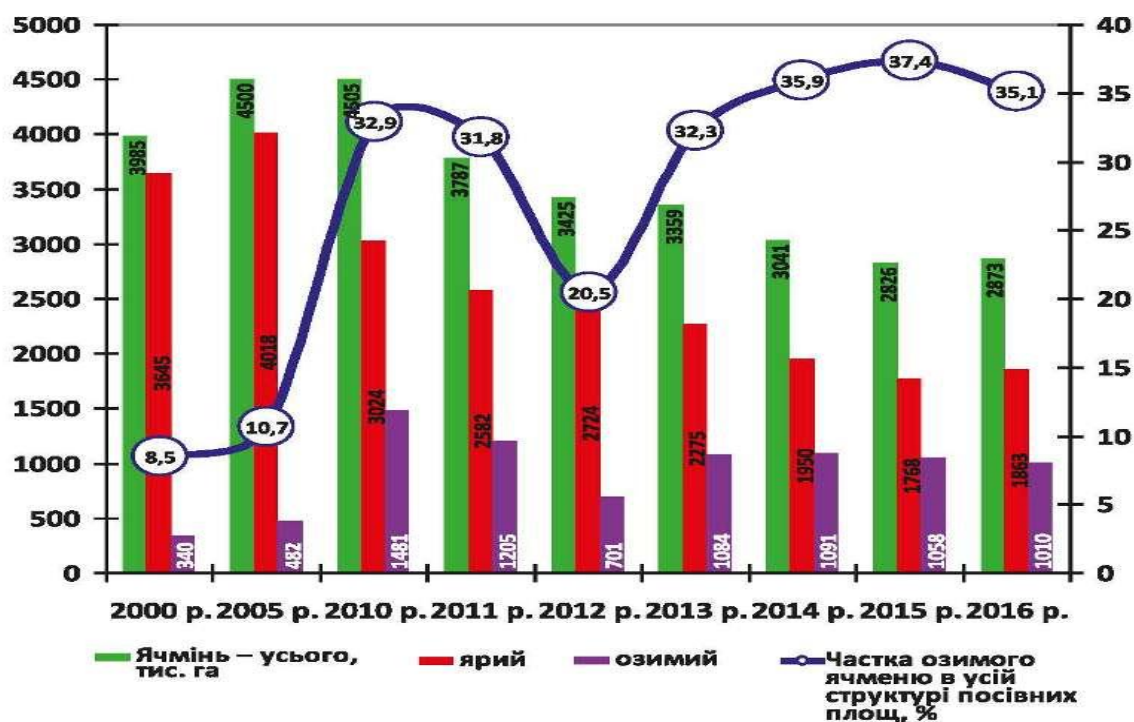


Рисунок 1 - Динаміка посівних площ ячменю в Україні (Джерело: розраховано за даними Державної служби статистики України)

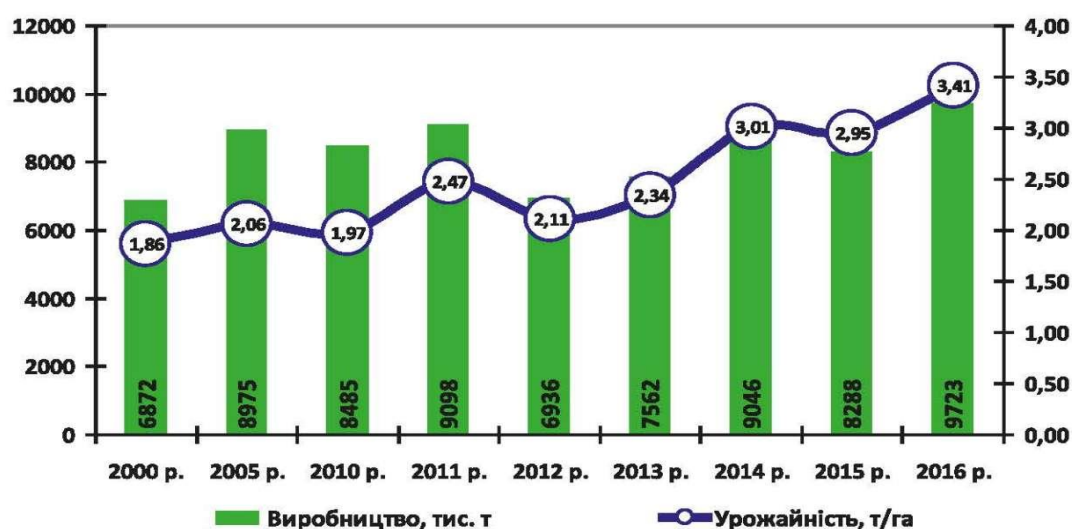


Рисунок 2 - Динаміка виробництва й урожайності ячменю в Україні (2016 р., за оперативними даними Держслужби статистики України на 1 листопада)

Україна входить до топ-5 найбільших експортерів цієї культури. Традиційно лідирує ЄС, який в поточному сезоні забезпечив валовий збір ячменю на рівні 60,3 млн. т, Росія — 18,5 млн. т, Канада — 10,2 млн. т, Австралія — 9,2 млн. т. [2].

За даними Державної служби статистики України в 2019 році середня врожайність ярого ячменю склала 32,4 ц/га, а озимого – 36,7 ц/га, але в окремих областях, зокрема в Хмельницькій, вона становила 42,1 ц/га та 46,1 ц/га відповідно, що свідчить про позитивну динаміку зростання продуктивності й поступове наближення її до рівня розвинутих аграрних країн [2]. На регіональному рівні цього року найбільшими виробниками ячменю були аграрії Одеської (15,9% від загального обсягу), Миколаївської (9,5%), Дніпропетровської (7,4%), Вінницької (6,7%) і Херсонської (6,6%) областей, які на 48,7% зібраної площі сумарно виростили 46,1% врожаю від усього його обсягу в країні. У той же час, в цих регіонах продуктивність використання земельних угідь виявилася значно нижчою, оскільки при співставленні 1% їх площі забезпечував надходження лише 0,9% виходу продукції від валового врожаю.

Тобто якщо в динаміці загалом у державі можна спостерігати позитивний ефект від інтенсифікації і підвищення рівня середньої урожайності цієї сільськогосподарської культури, то на регіональному рівні поточного року досить чітко простежуються ще переважаючий вплив екстенсивного фактору розвитку галузі на обсяги виробництва ячменю.

Для підвищення ефективності вирощування ячменю слід впроваджувати нові технології, основані на застосуванні сучасних сортів та гібридів, засобів захисту рослин, сучасної високопродуктивної техніки, яка забезпечить виконання всіх технологічних операцій в агротехнічний строк і з необхідною якістю.

Метою дипломної роботи є удосконалення технології вирощування ячменю озимого для умов ТОВ «Урожай» Межівського району Дніпропетровської області з використанням удосконаленої сівалки.

# 1 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА

## 1.1 Біологічні особливості

Озимий ячмінь - найменш морозо- і зимостійкий серед хлібних озимих культур. Він поширений в регіонах з теплими зимами. Північна межа вирощування озимого ячменю в Україні традиційно проходить через Львівську, Тернопільську, Вінницьку, Луганську області. Він пошкоджується навіть при температурах мінус 12-13°C, якщо температури тривають довго. Дуже шкодять ячменю глибокі зимові відлиги і ранньовесняні похолодання, бо при настанні теплих днів він швидко починає відростати.

Восени він може виходити в трубку, після чого морозо- і зимостійкість різко падає. Пояснюється це тим, що стадія яровизації триває не більше 30 - 40 днів. Багато сортів ячменю є дворучками. Вони встигають пройти її при осінній, зимовій і весняній сівбі.

В індивідуальному розвитку озимий ячмінь проходить такі самі технологічні фази і етапи органогенезу, як і інші хлібні озимі культури. Тривалість фенологічних фаз у нього коротша. Тому і загальний період вегетації коротший. Озимий ячмінь на 9 - 10 днів досягає раніше озимої пшениці і на 12 - 14 днів раніше ярого ячменю.

Ячмінь - самозапильна культура. Досить вимогливий до ґрунтів. Кращими для нього є багаті з легкодоступними формами елементів живлення структурні чорноземні, каштанові ґрунти середнього механічного складу з рН 6-7,5. Важкі, засолені, підтоплювані ґрунтовими водами, кислі, безструктурні піщані ґрунти малопридатні для вирощування озимого ячменю. Транспіраційний коефіцієнт - 300-450. На 1ц зерна з відповідною кількістю соломи бере з ґрунту 2,3 - 3,0 кг азоту, 0,9-1,1 кг фосфору, 1,7-2,3 кг калію.

*Сучасні сорти.* Ринок України пропонує сучасні сорти як вітчизняної так і закордонної селекції. Аналіз їх характеристик дає можливість пропонувати господарству наступні: Луран, Основа, Достойний, Трудівник, Ковчег, Метелиця, Морозко, Борисфен, Абориген, Селена стар та інші.

В останні роки практичний досвід підтверджує ефективність використання гібридів Хайвідо, які мають високий коефіцієнт кущення, що дозволяє:

- Отримати набагато більше продуктивних стебел на одній рослині;
- Підвищити компенсаторні можливості рослини й ефективніше використовувати площу живлення;
- Знизити норму висіву до 50 % (порівняно із сортами).

Аналіз літератури [3,4,5] показує, що два роки поспіль гібриди Хайвідо демонстрували стабільно вищу врожайність порівняно з районованими сортами. Зокрема, за період дворічних спостережень середня прибавка врожайності становила 22 %, або 12,7 ц/га порівняно із сортами. Для їх ефективного впровадження необхідно виконати чотири умови:

1. Оптимізація норм і термінів сівби;
2. Раннє підживлення азотними добривами, роздрібнене їх внесення;
3. Застосування регуляторів росту;
4. Внесення фунгіцидів для захисту листової поверхні від хвороб.

## 1.2 Основний обробіток ґрунту

Система обробітку ґрунту залежить від попередника, загальних умов та погоди. Вона повинна забезпечити протирізальну стійкість, збереження вологи, вирівнювання ґрунту та зниження бур'янів. При цьому потрібно враховувати рекомендації зональних систем землевпорядкування. Кращими попередниками є чисті від бур'янів поля після кукурудзи, картоплі, зернових, бобових, гречки, у посушливих степових районах - чисті і зайняті пари. По кращих

попередниках для озимих культур за достатнього зволоження він може поступатися урожайністю пшениці, а після гірших - переважає її. Спосіб та кількість обробітку ґрунту сильно впливають на вологість посівного шару, на забрудненість і врожайність пшениці.

Для господарства в дипломній роботі пропонуємо обробіток пару розпочинати відразу після збирання попередника. По стерньовому попереднику обробіток проводиться дисковими луцильниками ЛДГ-15 на глибину 6-8 см. На полях забруднених кореневими бур'янами проводиться два луцення: перше – дискове на глибину 6-8 см; друге – луцення на глибину 10-12 см. Орати потрібно через 2-3 неділі на глибину 25-27 см плугом з передплужником.

У весняно-літній період по мірі підростання бур'янів проводиться пошарова культивуація, розпочинаючи з глибини 10-12 см і підводячи до 5-6 см. Всього проводиться три культивуації.

При підготовці чорних парів в весняно-літній період загальні вимоги – боротьба з бур'янами, збереження і накопичення вологи до посіву озимих. Для більш дружнього проростання насіння і бур'янів в суху погоду проводиться культивуація (окрім передпосівної) з прикочуванням. Для накопичення вологи в ґрунті, культивуацію можна замінити щілюванням.

При обробці раннього пару оранка проводиться до 15 травня на глибину 20-22 см. Пізня оранка приводиться до втрати ґрунтом вологи і утворення великих грудок землі. В подальшому для посіву озимого ячменю ранній пар оброблюється так само, як і чистий пар.

Спосіб обробітку зайнятих парів залежить від умов погоди. Якщо після збирання попередника ґрунт вологий і при обробітку добре кришиться, можна застосовувати оранку на глибину 14-16 см.

Якщо при оранці утворюються великі грудки, то застосовують поверхневий обробіток (БДТ-7,0; БДТ-3,0 та ін.). Глибокий обробіток ґрунту

(на 40 см) щілерізом забезпечує рихлення ґрунту. Безплужний обробіток забезпечує краще збереження вологи, більш дружню появу рослин та високу врожайність озимого ячменю.

Після гороху, кукурудзи та інших непарових попередників ґрунту оброблюється дисковими боронами (БДГ-7,0; ЛДГ-10) поверхнево на глибину 8-10 см. Перед посівом дискування замінюють плоскорізним обробітком культиватором-щілерізом (КПГ-250М) на глибину 12 см разом із щілюванням.

Метою передпосівної підготовки ґрунту є рихлення та вирівнювання. Передпосівна культивація проводиться плоскоріжучими робочими агрегатами на глибину 5-6 см з котками. Якісно підготовлене поле для посіву повинно бути вирівняним і містити грудочки ґрунту розміром від 1 до 5 см. Відхилення глибини обробітку від заданої не повинно перевищувати  $\pm 1$  см. Необхідно дотримуватись перекриття (15-20 см) між суміжними проходами. Ці методи дозволяють зберігати вологу і покращують якість посіву. Насіння висівають більш рівномірно і на відповідну глибину

### 1.3 Внесення добрив

Озимий ячмінь добре реагує на внесення мінеральних добрив, особливо азотних. Це пов'язано з його інтенсивним кущінням і наростанням вегетативної маси та коротким періодом активного засвоєння поживних речовин з ґрунту. Мінеральні добрива вносять у середньому по 45-60 кг/га усіх елементів живлення. Фосфорні добрива до 90% від норми та повну норму калійних добрив використовують під основний обробіток ґрунту, близько 10 % фосфорних добрив – у рядки під час сівби ячменю. Азотні добрива вносять при розміщенні ячменю після кукурудзи, стерньових попередників у два прийоми: половину норми – до сівби, іншу половину – в підживлення навесні на II етапі органогенезу; після зернобобових – повну норму у весняне підживлення у фазі кущіння (II етап органогенезу).

При дефіциті мінеральних добрив, їх доцільно використовувати для

припосівного внесення в рядки у вигляді комплексних добрив у дозі 10-15 кг д. р. NPK. Озимий ячмінь непогано використовує післядію мінеральних та органічних добрив. Добре реагує на внесення мікроелементів. Особливо ефективним є використання мікроелементів на хелатній основі, які легко засвоюються рослинами. До таких відносяться: Еколист, Реаком, Вуксал, Нутривант та інші.

#### 1.4 Посів культури

При вирощуванні озимого ячменю за інтенсивною технологією до посівного матеріалу вимагають високі вимоги. Насіння повинно бути великим, важким (маса 1000 зерен не менше 40-50 грамів) і однаковим, але за посівною якістю відповідним вимогам першого класу посівного стандарту. Це необхідно для забезпечення зберігання оптимальної густини продуктивних стеблин до збирання.

Найбільш повні посівні якості насіння відображає сила їх росту – здатність насіння давати в польових умовах дружні паростки і швидкий їх ріст. Силу росту встановлюють лабораторно при аналізі насіння в Державній насінневій інспекції. В дипломній роботі пропонуємо застосовувати насіння із силою росту не менше 80%.

Розміщення озимого ячменю по добрих попередниках при інтенсивній технології, зароблення норми висіву встановлюють з розрахунку отримання за час збирання 500-600 продуктивних стеблин на  $1\text{м}^2$  – після чорних парів 3,5 млн. схожих насінин першого сорту. Огріхи агротехніки (погана підготовка ґрунту, недостатня кількість добрив, пізній посів) не можна компенсувати збільшенням норми висіву. Встановлена тенденція до підвищення норм якості зерна при допустимому зниженні норми висіву.

Озимий ячмінь чутливий до строків сівби. Як ранні, так і пізні посіви при інтенсивній технології зароблення озимого ячменю ведуть до зниження врожайності. При ранніх посівах ячмінь переростає, витрачає багато поживних

речовин на утворення змін вегетативної маси, такий ячмінь сильно пошкоджується грибковими хворобами, знижується зимостійкість рослин. Пізні посіви повільно утворюють кущі і укорінюються, мають низьку продуктивність.

Оптимальні строки посіву для зони, в якій знаходиться господарство – третя декада вересня.

В дипломній роботі передбачено посів на глибину 3 см. Цей посів найбільш прийнятний для рослин озимого ячменю, якщо в посівному шарі ґрунту знаходиться волога, в добре прогрітому ґрунті насіння дає дружні і повні сходи, рослини добре кущаться і вкорінюються.

Для умов господарства передбачено залишати постійну колію при посіві для послідуєчого внесення мінеральних добрив і обробітку хімічними засобами захисту рослин під час їх вегетації. Знаходження технологічної колії дозволяє значно підвищити якість агротехнічних робіт.

При посіві з залишком колії 1800 мм є незадіяні дві смуги по 450 мм, при цьому використовують гусеничний трактор Т-150 в агрегаті з трьома удосконаленими сівалками СЗ-3,6 із зчіпкою СП-11.

Для залишку незасіяних полос при технологічній колії 1800 мм на середній сівалці виключають 6-й, 7-й, 18-й та 19-й висіваючі апарати сошників (над катушками закріплюють кришки з металу). При такій схемі сошники 8-й, 9-й, 16-й та 17-й йдуть за слідом трактора, на базі сівалки встановлюють рихлячі лапи. Також збільшують стиснення пружини підвісок цих сошників.

Технологічній колії 1800 мм відповідає розкидач мінеральних добрив 1РМГ-4 та оприскувач ОПШ-15.

Вибираємо робочу швидкість руху агрегату  $V_p = 8.45 \text{ км/год}$  і відповідне їй номінальне тягове зусилля трактора  $P_{крі} = 18,6 \text{ кН}$  на 3-й передачі.

Визначаємо питомий опір машини:

$$K_v = K_0 \left[ 1 + \mu_p - V_0 \frac{\Delta C}{100} \right] \quad (1.1)$$

де  $K_0$  – питомий опір машини при  $V_0 = 5$  км/год.,  $K_0 = 1,3$  кН/м;

$\Delta C$  – темп збільшення питомого опору машини в залежності від швидкості агрегату,  $\Delta C = 2\%$ ;

$$K_v = 1,3 \left[ 1 + 0,45 - 5 \cdot \frac{2}{100} \right] = 1,38 \text{ кН/м}$$

Визначаємо максимальну ширину захвату агрегату:

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{кр}} - G_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha}{K_v + g_e \sin \alpha + g_{\text{ц}} (\mu_{\text{ц}} + \sin \alpha)} \quad (1.2)$$

де  $g_e$  – відношення ваги сівалки до конструктивної ширини захвату,

$$g_e = \frac{G_e}{b_e} = \frac{13,8}{3,6} = 3,8 \text{ кН/м};$$

$g_{\text{ц}}$  – відношення ваги зчіпки до конструктивної ширини захвату, для СП-11  $g_{\text{ц}} = 0,8 \text{ кН/м}$ ;

$G_{\text{тр}}$  – вага трактора,  $G_{\text{тр}} = 66,6 \text{ кН}$ ;

$\alpha$  – кут підйому,  $\alpha = 1^\circ$ ;

$$B_{\max} = \frac{18,6 - 66,6 \cdot 0,0175}{1,38 + 3,8 \cdot 0,0175 + 0,8 (0,2 + 0,0175)} = 11,03 \text{ м}$$

Визначаємо кількість машин в агрегаті:

$$П_H = \frac{B_{\max}}{b_c} = \frac{11,03}{3,0} = 3,06$$

Приймаємо  $П_H = 3$ .

Визначаємо опір посівного агрегату:

$$R_a = K_v + g_e \sin \alpha \cdot b_c \cdot n_n + g_{uy} \cdot b_{cy} \cdot f_{cy} \cdot \sin \alpha \quad (1.3)$$

$$R_a = 1.38 + 3.8 \cdot 0.0175 \cdot 3.6 \cdot 3 + 0.8 \cdot 10.8 \cdot 0.2 \cdot 0.0175 = 15.97 \text{ кН}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля:

$$\eta = \frac{R_a}{P_{кр} - G_{тр} \cdot \sin \alpha} \quad (1.4)$$

$$\eta = \frac{15.97}{18.6 - 66.6 \cdot 0.0175} = 0.92$$

Визначаємо довжину маркерів:

$$l_{np} = \frac{A - K_m}{2} + b_{ui} \quad (1.5)$$

$$l_{np} = \frac{10.65 - 1.33}{2} + 0.15 = 4.81$$

$$l_{лв} = \frac{A + K_m}{2} + b_{ui} \quad (1.6)$$

$$l_{лв} = \frac{10.65 + 1.33}{2} + 0.15 = 6.14$$

де  $A$  – відстань між крайніми сошниками, м;

$K_t$  – колія трактора, м;

$b_m$  – ширина міжрядь, м.

$$E = 4 \cdot b_c \cdot P_H \quad (1.7)$$

$$E = 4 \cdot 3.6 \cdot 3 = 43.2$$

Визначаємо довжину шляху агрегату між заправками сівалки:

$$l_3 = \frac{10^4 \cdot V_{л} \cdot \rho_n \cdot \varphi_{л}}{U_{с} \cdot b_c} \quad (1.8)$$

де  $V_{л}$  – об'єм посівного ящика, м<sup>3</sup>;

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

$U_e$  – норма висіву насіння, кг/га

$\varphi_n$  – коефіцієнт використання об’єму ящика.

$$l_3 = \frac{10^4 \cdot 0.212 \cdot 1100 \cdot 0.8}{60 \cdot 3.6} = 8637_m$$

$$l_3 = \frac{10^4 \cdot 0.453 \cdot 750 \cdot 0.8}{160 \cdot 3.6} = 4718,75_m$$

Визначаємо кількість проходів між заправками сівалок:

$$П_{кр.с} = \frac{l_{3с}}{2L_p} \quad (1.9)$$

$$П_{кр.с} = \frac{4718,75}{2 \cdot 413,6} = 5,7 \approx 5$$

де  $L_p$  – робоча довжина гонів, м.

$$L_p = L - 2E = 500 - 2 \cdot 43.2 = 413.6_m$$

$$П_{кр.м} = \frac{l_{3м}}{2L_p} \quad (1.10)$$

$$П_{кр.м} = \frac{8637}{2 \cdot 413,6} = 10,4 \approx 10$$

Визначаємо кількість зерна та туків на одну заправку:

$$Q_{заг} = \frac{2 \cdot L_p \cdot U_b \cdot b_c \cdot n_c \cdot n_{кр}}{10^4} \quad (1.11)$$

$$Q_{заг.с} = \frac{2 \cdot 413,6 \cdot 160 \cdot 3,6 \cdot 3 \cdot 5}{10^4} = 7157_{кг}$$

$$Q_{заг.м} = \frac{2 \cdot 413,6 \cdot 60 \cdot 3,6 \cdot 3 \cdot 10}{10^4} = 5360_{кг}$$

Визначаємо відстань по ширині гону від однієї заправки до іншої:

$$X = 2 \cdot B_p \cdot n_{кр} \quad (1.12)$$

$$X_c = 2 \cdot 10,8 \cdot 5 = 108 м$$

$$X_m = 2 \cdot 10,8 \cdot 10 = 216 м$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів агрегату:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R + 2e} \quad (1.13)$$

де  $e$  – довжина виїзду апарату, м;

$$e = 0,5 \cdot l_a = 0,5 \cdot 12,54 = 6,27 м \quad (1.14)$$

де  $l_a$  – кінематична довжина апарату, м;

$$l_a = l_m + l_{зч} + l_c = 2,35 + 6,7 + 3,49 = 12,54 м \quad (1.15)$$

де  $l_m$  – довжина транспортеру, м;

$l_c$  – довжина сівалки, м;

$l_{зч}$  – довжина зчіпки, м.

$$\varphi = \frac{413,6}{413,6 + 6 \cdot 10,8 + 2 \cdot 6,27} = 0,84$$

Визначаємо затрати часу на технологічний цикл:

$$t_{ц} = t_p + t_{зч} + t_{пов} + t_{зм} \quad (1.16)$$

$$W_{\Gamma} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}} = \frac{27,5}{7} = 3,93 \text{ га/год.} \quad (1.17)$$

Визначаємо кількість транспортних засобів необхідних для обслуговування посівних агрегатів:

$$n_T = \frac{W_{\Gamma} \cdot U_{\text{дон}} \cdot t_0}{g_{me}} \quad (1.18)$$

де  $t_0$  – час повороту транспортного засобу, год.;

$g_{me}$  – вантажопідйомність транспортного засобу, кг.

$$t_0 = \frac{S_p}{V_p} + \frac{S_x}{V_x} + t_{\text{ноч}} + t_{\text{роз}} \quad (1.19)$$

$$t_{\text{ноч}} = \frac{g_{me}}{W_{\text{ноч}}} = \frac{3200}{60000} = 0,05200 \quad (1.20)$$

$$t_{\text{роз}} = \frac{g_{me}}{W_{\text{роз}}} = \frac{3200}{30000} = 0,1067 \quad (1.21)$$

$$t_0 = \frac{3}{20} + \frac{3}{30} + 0,05 + 0,1 = 0,4200$$

$$n_T = \frac{3,93 \cdot 160 \cdot 0,4}{3200} = 0,08$$

Приймаємо  $n_T = 1$

Визначаємо витрати палива на одиницю роботи:

$$g = \frac{G_{\text{пп}} \cdot T_p + G_{\text{нх}} \cdot T_{\text{нов}} + G_{\text{ест}} \cdot T_0}{W_{\text{зм}}} \quad (1.22)$$

де  $G_{\text{пп}}, G_{\text{нх}}, G_{\text{ест}}$  – витрата палива при роботі, на поворотах, на спусках, кг/год.;

$T_0$  – час зупинок з працюючим двигуном, год.

$$T_0 = T_{\text{то}} + T_{\text{нф}} = 0,21 \cdot 0,5 = 0,105$$

$$g = \frac{15 \cdot 3 + 9 \cdot 0,9 + 1,8 \cdot 0,105}{27,5} = 1,96 \text{ кг/га}$$

Визначаємо затрати часу та праці:

$$z_T = \frac{m}{W_{\text{год}}} = \frac{3}{3,93} = 0,76$$

де  $m$  – кількість осіб, що обслуговують агрегат.

Визначаємо час чистої роботи за один цикл:

$$t_p = \frac{2L_p \cdot \Pi_{kp}}{10^3 \cdot V_p} = \frac{2 \cdot 413,6 \cdot 5}{10^3 \cdot 8,45} = 0,5$$

Визначаємо час одного повороту:

$$t_{\text{пов}} = \frac{2\Pi_{kp} \cdot (R + 2e)}{10^3 \cdot V_{\text{пов}}} = \frac{2 \cdot 5 \cdot (10,8 + 2 \cdot 6,27)}{10^3 \cdot 8,45} = 0,15$$

$$t_{\text{ц}} = 0,5 + 0,13 + 0,15 + 0,09 = 0,87$$

### 1.5 Догляд за посівами

В якості регуляторів росту використовують 60% розчин тура. Обробіток насіння туром в нормі 5 кг на 1 тону насіння одночасно з протруюванням дає можливість кращого кущення. Для боротьби з мишовидними гризунами восени, до настання морозів у жилі нори слід розкласти отруєні принади з роденфосу, застосовують також шторм або бактероденцид.

Весняний догляд за посівами озимого ячменю заключається в підживленні рослин азотом з врахуванням фаз розвитку. При оцінці стану посівів озимого ячменю після зимівлі визначаються цілі по догляду за нею. Озимий ячмінь часто уражується борошнистою росою, іржею, смугастим гельмінтоспоріозом, сажковими та вірусними хворобами. При появі перших ознак захворювання посіви обробляють високоефективними фунгіцидами.

### 1.6 Збирання озимого ячменю

Озимий ячмінь, вирощений за інтенсивною технологією, можна збирати як роздільним способом, так і прямим комбайнуванням. Спосіб збирання

обирають виходячи із того яка техніка є, особливості сорту, погодних умов та інших факторів.

В дипломній роботі збирання озимого ячменю виконується, як роздільним, так і прямим комбайнуванням. Термін збирання визначається окремо для кожного поля. Висота стерні при роздільному збиранні 15...20 см, в залежності від густоти і висоти рослин.

## 2 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ

### 2.1 Складання технологічної карти на виробництво озимого ячменю

Технологічна карта розробляється окремо на кожну культуру на всю площу посіву. Повна площа посіву під відповідну культуру береться у відповідності з завданням. Врожайність продукції приймається з урахуванням прогресивної технології з урахуванням прогресивної технології вирощування і береться з перспективних планів розвитку господарства. Вихід побічної продукції рослинництва береться в процентному відношенні від виходу основної продукції.

Вибір попередника і основного обробітку ґрунту здійснюється з науково обґрунтованого системою сівозмін. Норми внесення добрив, гербіцидів, ядохімікатів і норми висіву насіння приймаються у відповідності з рекомендаціями для зони степу України.

Віддаль перевезення насіння, добрив, основної і побічної продукції приймається в відповідності з планом землекористування господарства. В перелік сільськогосподарських робіт (графа 2) технологічної карти включаються всі операції які необхідно виконати для одержання кінцевої продукції.

В графі 3 проставляються основні агротехнічні вимоги (глибина обробітку, норма висіву, тощо).

Обсяг робіт (графа 4) визначається посівною площею, кратністю обробітку, для транспортних робіт і навантажувальних робіт – валовим виходом основної і

побічної продукції, кількістю перевезених вантажів:

$$Q = k \cdot F \quad (2.1)$$

$$Q_{\Pi} = g \cdot F \quad (2.2)$$

$$Q_T = Q_{\Pi} \cdot S \quad (2.3)$$

де  $Q$ ,  $Q_{\Pi}$ ,  $Q_T$  – відповідно, обсяг польових робіт, навантажувальних робіт, транспортних робіт;

$k$  – кратність обробітку;

$g$  – норма внесення, т/га;

$S$  – віддаль перевезення, км.

$$Q = 2 \cdot 342 = 648 \text{га}$$

$$Q_{\Pi} = 1 \cdot 342 = 342 \text{т}$$

$$Q_T = 342 \cdot 5 = 1710 \text{км}$$

Календарні агротехнічні строки виконання сільськогосподарських робіт (граф 5) проставляється у відповідності з типовими технологічними картами для зони розміщення відповідного господарства.

Кількість робочих днів (граф 6) за агротехнічний строк визначається по формулі:

$$D_p = D_K \cdot \alpha \quad (2.4)$$

де  $D_p$  і  $D_K$  – відповідно, кількість робочих і календарних днів за агротехнічний строк;

$\alpha$  – коефіцієнт використання календарного часу.

$$D_p = 4 \cdot 1 = 4$$

В графі 7 вказується тривалість робочого дня в годинах. Доцільно планувати роботу агрегатів на протязі світового дня. Кількість змін за робочий день підраховується за формулою:

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}} \quad (2.5)$$

де  $K_{зм}$  – коефіцієнт змінності;

$T_{\partial}$  – тривалість робочого дня, годин;

$T_{зм}$  – тривалість робочого часу зміни.

$$K_{зм} = \frac{14}{2} = 7$$

В графи 9, 10, 11, та 12 вноситься марка машин, які входять в агрегати і їх кількість. При цьому необхідно використовувати технологічні комплекси машин, що рекомендовані для даної зони системою машин, які мають найвищу продуктивність, найменшу гектарну витрату палива і найменші прямі експлуатаційні витрати.

Кількість механізаторів і допоміжних працівників, обслуговуючих машинний апарат, визначаються з технологічних характеристик і залишаться в графи 13 і 14.

В графи 15 і 17 заповнюються відповідно змінна норма виробітку і норма витрат палива, які прийняті в господарстві, або взяті з типових норм.

Виробіток агрегату за агротехнічний строк визначається за формулою:

$$W_{ср} = W_{зм} \cdot D_p \cdot K_{зм} \quad (2.6)$$

$$W_{ср} = 60 \cdot 4 \cdot 7 = 168$$

де  $W_{зм}$  – норма обробітку агрегату за строк, яка заноситься в графу 16.

Потреба машинних агрегатів для виконання даного обсягу робіт визначається за формулою (графи 18, 19, 20):

$$n_a = \frac{Q}{D_p \cdot K_{зм} \cdot T_{зм} \cdot W} \quad (2.7)$$

де  $Q$  – обсяг робіт, га;

$D_p$  – кількість робочих днів;

$K_{зм}$  – коефіцієнт змінності;

$W$  – годинна продуктивність агрегату, га/год.;

$$n_a = 5$$

Потреба механізаторів і допоміжних робітників (графи 21, 22) визначається множенням граф 13, 14 на кількість агрегатів (графа 18).

Потреба в паливі визначається за формулою:

$$G_i = g \cdot Q \quad (2.8)$$

де  $g$  – норма витрати, кг/га.

$$G_i = 42 \text{ кг}$$

і заноситься в графу 23 даної технологічної карти.

Затрати праці на одиницю роботи заносяться в графу 24 і визначаються за формулою:

$$h = \frac{(n_0 + m_g) \cdot T_{зм}}{W_{зм}} \quad (2.9)$$

де  $m_0$  – кількість механізаторів;

$m_g$  – кількість допоміжних працівників;

$W_{зм}$  – змінна продуктивність, га/зм.;

$T_{зм}$  – час зміни, годин.

$$h = 0,18$$

Затрати праці на весь обсяг робіт (графа 25) визначається за формулою:

$$H_i = h \cdot Q \quad (2.10)$$

$$H_i = 61,6 \text{ люд.год.}$$

Прямі експлуатаційні витрати (графіа 26) беруться з довідкової літератури.

Кількість годин роботи тракторів (графи 27, 28, 29, 30) визначаються за формулою

$$T_i = \frac{Q \cdot T_{3M}}{W_{3M}} \quad (2.11)$$

$$T_i = 63 \text{ год.}$$

Коефіцієнт переводу в умовні еталонні трактори вибираються із довідкової літератури і заносять в графу 31.

Обсяг робіт в умовних гектарах (графіа 32) знаходиться з виразу:

$$\Omega = \frac{Q \cdot T_{3M}}{W_{3M}} \lambda_{y.m.} \quad (2.12)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори.

$$\Omega = 69,3 \text{ ум.га}$$

В графі 33 приводиться загальна сума прямих експлуатаційних витрат.

## 2.2 Побудова графіків використання тракторів

При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладали заданий календарний період виконання польових робіт, а по осі ординат – установлену розрахунком кількість тракторів відповідних марок, що необхідна для виконання запланованого обсягу робіт по операції. Кожній операції на графіку відповідає прямокутник, основою якого є тривалість виконання операції в календарних днях, а висотою – кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції.

Графік використання всіх запланованих марок тракторів будували на одній календарній шкалі. Якщо строки проведення робіт по кількох операціях збігалися, то прямокутники на графіках відповідних марок тракторів будували один над другим. Загальна висота їх дорівнює в масштабі кількості тракторів, необхідних у даний період для виконання запланованих робіт.

Кожний прямокутник кодували номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор.

Побудова графіків використання тракторів дає змогу визначити комплекс машин для виконання циклу механізованих робіт по вирощуванню даної культури, визначити завантаження тракторного парку. Це дозволить ще на ранній стадії виявити прорахунки в розподілі тракторів за операціями, встановити причину підвищеної потреби в тракторах та механізаторах.

В результаті побудови графіка використання тракторів встановлено, що для вирощування пшениці на площі 600 га необхідно мати: два трактори Т-150, чотири трактори МТЗ-80, шість тракторів ЮМЗ-6, два – Т-150К і один трактор Т-25.

### 2.3 Побудова графіка використання сільськогосподарських машин

Після побудови графіка використання тракторів будували графік використання сільськогосподарських машин. Для цього по осі абсцис відкладали календарні дати, а по осі ординат - найменування та марку сільськогосподарських машин та сумарну потребу в цих машинах. Використання сільськогосподарських машин на графіках позначали лінією, паралельною осі абсцис, довжина якої у відповідному масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарської машини на виконанні технологічної операції. Над лінією проставляли розрахункову кількість тих машин, що використовуються на даній операції, а під лінією – номер цієї операції в технологічній карті.

Після побудови графіка по ньому визначали найбільшу кількість машин

кожної марки, одночасно зайнятих на виконанні технологічних операцій, яку і приймали за потребу в них. Результати розрахунків необхідної кількості сільськогосподарських машин приведені на листі графічної частини роботи.

### 3 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК

Найбільш поширеною сівалкою для сівби зернових є сівалка СЗ-3,6, яка призначена для рядової сівби зернових і зернобобових культур з одночасним внесенням в рядки мінеральних добрив. Її можна також використати для сівби круп'яних і інших культур (просо, гречка, сорго).

Поле перед сівбою повинно бути закультивоване на глибину загортання насіння, вирівняне, не мати великих грудок (більше 50 мм.) і неподрібнених пожнивних залишків. Сівалка задовільно виконує технологічний процес при вологості ґрунту до 20%.

Сівалка причіпна, гідрофікована. Агрегатується з тракторами класу 0,9 і 1,4. З тракторами класу 2; 3,5 при допомозі зчіпок складають багатосівалкові агрегати. Сівалка СЗ-3,6 є базовою моделлю уніфікованих сівалок СЗА-3,6, СЗУ-3,6, СЗО-3,6 і інші.

Основними складальними одиницями сівалки є (рис. 3.1) рама з ходовими колесами і причіпним пристроєм, ящик для насіння і добрив, висівні апарати, сошники, загортачі, механізм приводу висівних апаратів і механізм підіймання сошників.

Рама сівалки замкнутого типу, в нижній частині якої розташовані сошниковий брус з отворами для кріплення повідків сошників.

Рама опирається на два ходових колеса і дві підніжки, один з яких шарнірно прикріплено до центральної снічі причіпного пристрою. В робочому стані опорами рами є колеса і причіпний пристрій трактора або зчіпки.

Зверху на рамі закріплений зернотуковий ящик. Він розділений на дві однакові секції, кожна з яких має два відділення: передня – для насіння і задня для добрива.

До дна ящика прикріплено зернові висіваючі апарати котушкового типу, які наділені механізмом групового регулювання норми висіву і механізмом групового спорожнення. Тукові висівні апарати прикріплені до задньої стінки ящика.

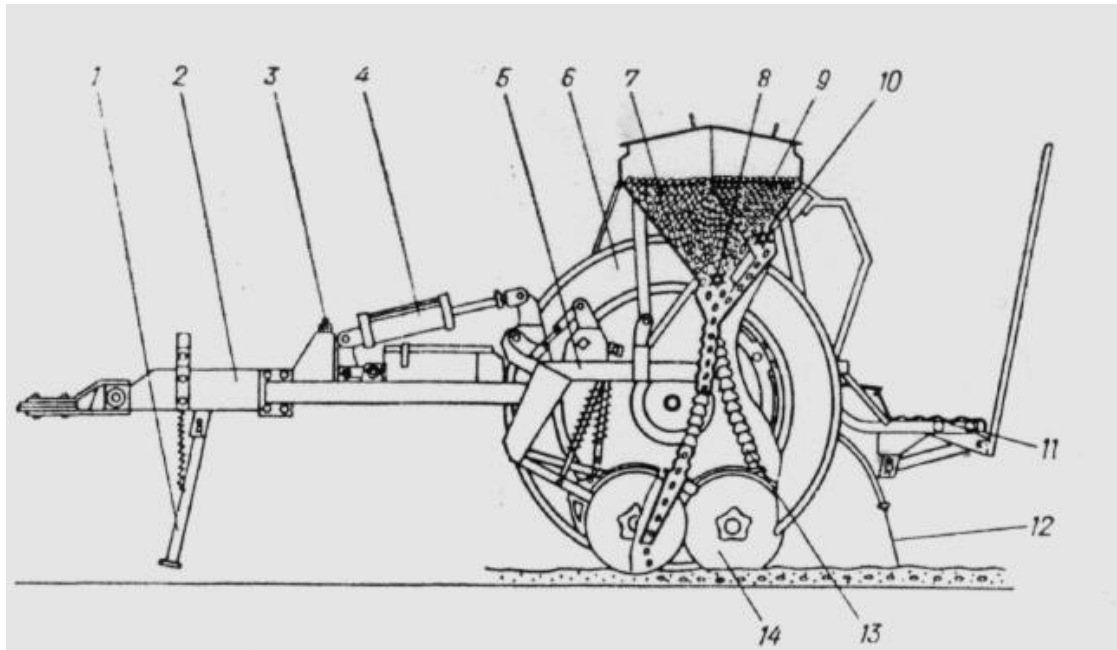


Рисунок 3.1 - Конструктивно-технологічна схема сівалки СЗ-3,6:

1-підніжка; 2-сниця; 3-гвинт регулювання глибини ходу сошників; 4-гідроциліндр; 5-рама; 6-колесо; 7-ящик насіння; 8-висівні апарати сівалки; 9-ящик туків; 10-висівні апарати туків; 11-підніжна дошка; 12-загортачі; 13 - насіннєпроводи; 14-сошник

Норму висіву добрив регулюють зміною передаточного відношення механізму приводу і зміною розмірів прийомних вікон.

Привід висівних апаратів здійснюється від опорних коліс сівалки через ланцюгові і зубчасті передачі. Складається він з валу контрприводу обгінними муфтами і роз'єднувача та редуктора із змінними шестернями. Завдяки наявності обгінних муфт, висівні апарати приводяться одночасно від обох коліс сівалки, якщо вони обертаються з однаковою частотою, або від одного колеса, яке обертається з більшою частотою (на поворотах). Цим забезпечується стабільність норми висіву при русі трактора по криволінійним траєкторіям.



Сівалка зернотукова СЗА-3,6 (рис. 3.2) має аналогічне призначення і загальну будову, що й сівалка СЗ-3,6. Основна її відмінність – кілеподібні сошники, які більш вимогливі до якості передпосівного обробітку ґрунту. Вони формують в ґрунті тверде ложе і більш компактне, ніж дискові, заробляють насіння. Завдяки цьому насіння проростає більш дружньо і рівномірно.

Сівалка задовільно виконує технологічний процес при вологості ґрунту до 20%, дрібногрудочковій його структурі і при невеликій кількості рослинних рештків у посівному шарі. Агрегатується з тракторами класу 0,9 і 1,4. Для роботи з тракторами класу 2; 3 і 5 складають багатосівалкові агрегати.

Сівалка зернотукова СЗО-3,6 може виконувати сівбу зернових і зернобобових культур з одночасним внесенням мінеральних добрив. При необхідності сівалку можна використати для підживлення і підсіву озимих або пересіву їх без попереднього обробітку ґрунту. Сівалка обладнана однодисковими сошниками. В іншому конструкція її не відрізняється від конструкції сівалки СЗ-3,6. Агрегатується з тими ж тракторами.

Сівалка зернотукова вузькорядна СЗУ-3,6 призначена для вузькорядної сівби зернових і зернобобових культур з одночасним внесенням в рядки мінеральних добрив. Сівалка відрізняється від базової моделі тим, що має спеціальні дводискові сошники для вузькорядної сівби. Кут між дисками цих сошників збільшений до  $18^\circ$  (в порівнянні з  $10^\circ$  у сошника сівалки СЗ-3,6). Під горловиною корпусу сошника між дисками змонтований дільник, який розділяє потік насіння і добрив на дві частини і направляє борозни, які утворюються в ґрунті кожним диском сошника. При цьому 24 сошника сівалки формують 48 рядків з міжряддям 0,075 м. Сівалка використовується на добре оброблених чистих полях. Агрегатується з тими же тракторами, що і сівалка СЗ-3,6.

Сівалка зернотукова пресова СЗП-3,6 (рис. 3.3) висіває насіння зернових і зернобобових культур в рядки з одночасним внесенням добрив в рядки і їх прикочуванням. Це створює сприятливі умови для більш раннього проростання насіння, що має суттєве значення для підвищення урожайності у посушливі

роки. При сівбі ранньою весною, коли вологість ґрунту підвищена і необхідність прикочування ґрунту відпадає сівалку можна використати без котків. При допомозі пристрою для роботи без прикочування її переобладнують в рядкову сівалку. Сівалка причіпна, гідрофікована в одиничному агрегаті може працювати з тракторами класу 0,9 і 1,4.

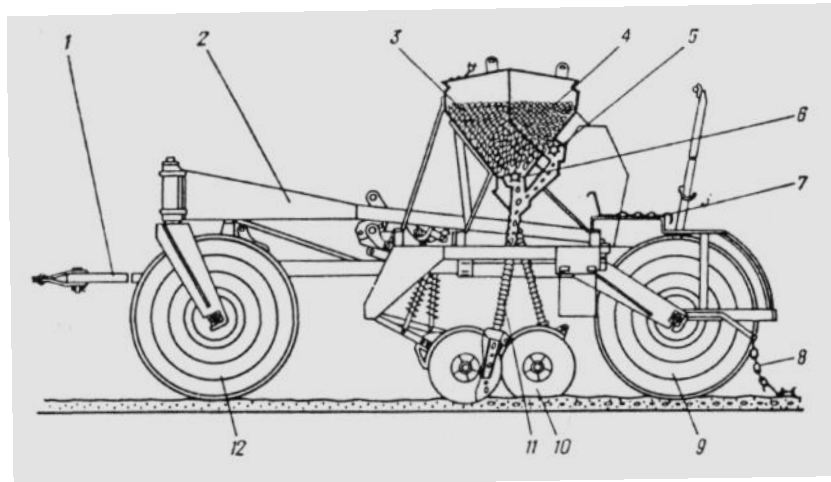


Рисунок 3.3 - Схема сівалки СЗП-3,6:

1 - дишель; 2-рама; 3-ящик для насіння; 5-тукові висівні апарати; 6-зернові висівні апарати; 7-підніжна дошка; 8-ланцюговий шлейф; 9-опорно-приводне колесо; 10-сошник; 11-насіenneпровід; 12-переднє колесо

В пресовому варіанті сівалка спереду опирається на два пневматичних колеса, а з ззаду – на секції прикочуючих котків. При переобладнанні сівалки для роботи без прикочування замість секції прикочування котків встановлюють два опорно-причіпних колеса такого ж розміру, що і попереду.

Конструкцією сівалки передбачена можливість встановлення пристроїв для автоматичного контролю обертання валів висівних апаратів і заглиблення сошників сівалки, а також для дистанційного зв'язку сівальщика з трактористом. Основна відмінність технологічного процесу, який виконує сівалка СЗП- 3,6, від раніше описаного для сівалки СЗ-3,6, полягає в додатковому прикочуванні ґрунту в рядках.

Сівалка рисова начіпна СРН-3,6 призначена для сівби рису і інших

культур, близьких за розмірами насіння, нормами висіву і глибині сівби. Сівалка за бажанням замовника постачається у варіанті з дводисковими сошниками, які мають реборди – для сівби з міжряддями 0,15 м або у варіанті з полозовидними сошниками – для сівби з міжряддями 0,075 м.

Основні складальні одиниці сівалки: рама із замком автозчіпки, насінневий ящик з висівними апаратами, механізм приводу, сошники, загортачі.

Рама просторова зварної конструкції, яка спирається на два пневматичних колеса. На рамі змонтований насінневий ящик з висівними апаратами котушкового типу з груповим спорожненням і груповим регулюванням норми висіву. Привод на вали висівних апаратів здійснюється ланцюговою передачею від приводних коліс. Механізм передачі забезпечує 6 передаточних чисел, які можна підбирати перестановкою зірочок.

На сівалці використані ланцюгові загортачі, які прикріплені до підніжної дошки сівалки. Для включення сівалки в роботу на ходу агрегату важелі керування розподільвача трактора встановлюють в плаваюче положення. При русі сівалки котушки викидають насіння в насіннепроводи. Сошники копіюючи поверхню поля, утворюють борозни, в які поступає насіння.

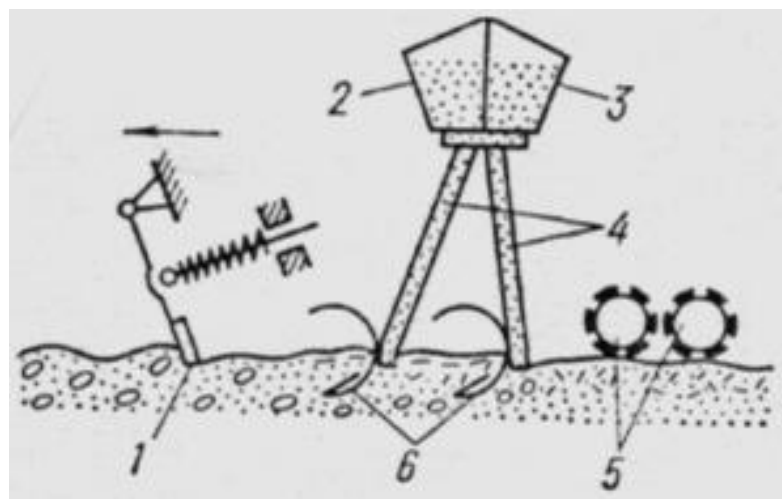


Рисунок 3.4 - Технологічна схема комбінованої машини МКПП-3,6: 1 - шлейф-балка; 2 - ящик для насіння; 3 - туковий ящик; 4 - насіннепровід; 5 - котки; 6 - пружинні зуби-сошники

Машина комбінована ґрунтообробна посівна МКПП-3,6 (рис. 3.4) призначена для одночасного вирівнювання і рихлення поверхні ґрунту, сівби зернових, внесення мінеральних добрив і прикочування посівів. Машина розроблена на базі серійної сівалки СЗ-3,6 в передній частині рами її змонтована підпружинена шлейф-балка. Дискові сошники замінені на пружинні зуби культиватора КПС-4. До тильної сторони зубів прикріплені патрубкі насіннєпроводів. За сошниками встановлені підресорені котки з прутками прямокутної форми. Керування робочими органами здійснюється за допомогою гідроциліндра. В процесі сівби шлейф-балка вирівнює поверхню ґрунту, пружинні зуби рихлять його і заробляють насіння та туки, які подаються висівними апаратами сівалки, котки вирівнюють і прикочують поверхню поля.

При підвищенні вологості ґрунту насіння може розкидатися перед пружинними зубами з наступним загортанням його в ґрунт. Для цього насіннєпроводи виймають із патрубків сошників і спрямовують на вирівнювану поверхню ґрунту після шлейф-балки.

Сівалка-культиватор СК-3,6 (рис.3.5) призначена для сівби зернових і внесення туків в рядки з одночасною культивацією ґрунту і прикочуванням його після сівби. Сівалка розроблена на базі пресової сівалки СЗП-3,6.

До основної рами машини прикріплені дві платформи, на яких закріплені робочі органи сівалки (S-подібні зуби культиватора КШП-8). Два передніх ряди робочих органів рихлять ґрунт, а два наступних – рихлять ґрунт і загортають насіння. Кожна платформа з робочими органами опирається на два пруткових котка, один із яких розташований попереду її, а другий – по заду. Положення котків відносно рами платформи регулюється по висоті, що дає змогу регулювати глибину ходу робочих органів сівалки.

Комбінований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту і сівби на базі агрегату РВК-3,6. Агрегат складається із РВК-3,6, до якого за допомогою спеціального причіпного пристрою (входить в комплект агрегату РВК-3,6) приєднують сівалку СЗ-3,6.

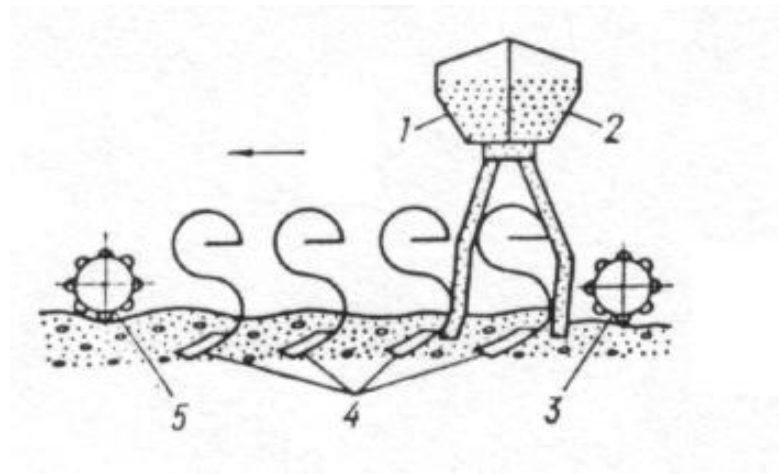


Рисунок 3.5 - Технологічна схема сівалки-культиватора СК-3,6: 1 - ящик для насіння; 2 - туковий ящик; 3 - задній прутковий коток; 4 - пружинні зуби; 5 - передній прутковий коток

Сівалка зернотукова комбінована СЗК-3,6 (рис. 3.6) призначена для сівби різноманітних зернових культур з одночасним внесенням в рядки стартової дози (25-250 кг/га), а в міжряддя — основної дози (100-1000 кг/га) гранульованих мінеральних добрив. Основними складальними одиницями сівалки є рама, яка опирається на два пневматичних колеса, туковий ящик з висівними туковими апаратами, ящик зернотуковий із зерновими і туковими висівними апаратами, одно- і дводискові сошники з механізмом піднімання,

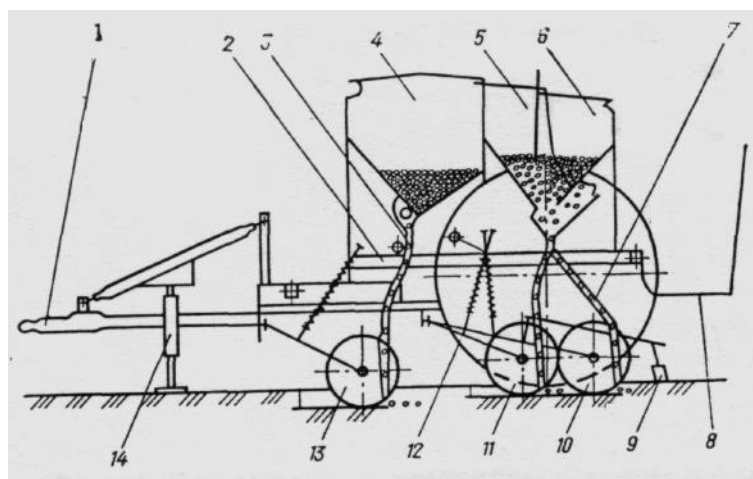


Рисунок 3.6 - Технологічна схема сівалки СЗК-3,6:

1-причіпний пристрій; 2-рама; 3-тукопровід; 4-ящик для добрив основної дози; 5-відділення ящика для насіння; 6- відділення ящика для добрив стартової дози; 7-насіннепровід; 8-підніжна дошка; 9-загортачі; 10, 11- дводискові сошники; 12-колесо; 13-одnodисковий сошник; 14-домкрат

загортачі. Туковий ящик змонтований в передній частині рами, складається він із двох частин – лівої та правої. Тукові катушково-штифтові апарати закріплені на передній частині ящика.

Зернотуковий ящик має два відділення – переднє відділення для насіння, а заднє – для стартових добрив. На днищі його закріплені зернові катушкові висівні апарати, а на задній – катушково-штифтові для висіву стартової дози добрив. Для внесення в ґрунт основної дози добрив використовують однодискові сошники, які встановлені на повідках з міжряддям 0,3 м.

Сівалка пневматична СПР-6 призначена для сівби різноманітних зернових, зернобобових і круп'яних культур (крім вівса). Агрегатується з тракторами класу два або три з незалежним приводом ВВП. На сівалці застосована пневматична централізована висівна система (ЦВС).

Рама сівалки замкнутого типу опирається на два пневматичних колеса і домкрат. До передньої частини рами кріпиться причіпний пристрій, розташування якого регулюється по висоті.

Колеса встановлені в середині контуру рами між її поперечинами. Якщо передбачається завантажувати в бункер більше дві тони насіння, то на бокових брусах рами монтують ще два додаткових опорних колеса.

ЦВС складається із вентилятора з приводом, колектора, дозуючих робочих органів, розподільника і насіннепровода. На сівалці встановлено відцентровий вентилятор з приводом від ВВП трактора.

Дозуючі робочі органи закріплені до днища бункера і являють собою 4 вала з насадженими на них штифтами катушками. Катушки подають насіння в розподільник, який направляє його в 50 насіннепроводи, з'єднаних з сошниками. По них повітрям насіння транспортується в ґрунт.

Сошникова група сівалки складається із трьох окремих секцій: середньої з 20 сошниками і двох бокових, на яких встановлено 15 сошників.

На сівалці установлені гідрофіковані маркери. При переведенні сівалки в транспортний стан маркери складаються, а бокові секції підіймаються вгору і фіксуються ланцюгами. В транспортному стані ширина сівалки становить три метри.

Застосування сівалки СПР-6 дозволяє суттєво збільшити продуктивність праці за рахунок скорочення затрат часу на технологічне обслуговування, підготовку агрегату до роботи і т. д.

Сівалка зернотукова пневматична СЗПЦ-12 з централізованою висівною системою призначена для сівби зернових, дрібно і середньонасінних бобових культур з одночасним внесенням в ґрунт мінеральних добрив.

Сівалка СЗПЦ-12 причіпна, гідрофікована, агрегується з тракторами класу три з незалежним ВВП. Основними складальними одиницями сівалки є центральна і бокові рами з начіпленими на них секціями сошників, пневматична ЦВС з механізмом приводу, маркери і гідросистема.

Сівалка має 80 сошників, насіння і добрива в які подаються пневматичною ЦВС. Вона складається із зернотукового бункера, дозаторів насіння і туків, двох вентиляторів з приводом від ВВП, одного розподільника першого ступеня і 10 розподільників другого ступеня, системи пневмомонасіннеприводів і механізмів приводу дозаторів.

Зернотуковий бункер сівалки розташований на центральній рамі, має перегородку, яка розділяє його на два відділення – для насіння і добрив. В нижній частині насіннєвого відділення бункера розташовані два дозатори насіння з великогабаритними жолобковими катушками. Дозатори мають механізм регулювання робочої довжини катушок, які використовуються при налагодженні сівалки на норму висіву. Корпуси дозаторів з'єднані з ежекторами.

На стінці тукового відділення закріплені дозатори туків – штифтові катушки з механізмом групового спорожнення.

В ежектори нагнітається повітря двома вентиляторами. Номінальна частота обертання вентиляторів  $4500 \text{ хв}^{-1}$ , при частоті обертання ВВП трактора  $1028 \text{ хв}^{-1}$ . Обидва ежектори гумовими рукавами діаметром 125 мм сполучені з розподільником першого ступеня, який рівномірно розподіляє аеросуміш по 10 відвідним каналам. Канали сполучені пневмопроводами з 10 розподільниками другого ступеня, встановленими над сошниками. Кожен із них має по 8 відвідних каналів, які сполучені гумовими трубками і гофрованими насіннепроводами з сошниками.

## 4 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СІВАЛКИ І ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМУ РОБОТИ

### 4.1 Опис удосконалення технологічного процесу сівалки СЗ-3,6

Однією з головних агротехнічних вимог до сіви є рівномірність висіву у вертикальній площині, під якою розуміють загортання насіння в підготовлений до посіву ґрунт на однакову глибину. Ця глибина визначається вологістю ґрунту під час сіви і його фізичними властивостями, розміром насіння та біологічними особливостями рослин.

Глибина загортання насіння озимої пшениці змінюється від 4 до 10 см, в залежності від фізичних властивостей ґрунту та його вологості. На важких ґрунтах вона дорівнює 4–5 см, а на середньосуглинистих – 5–6 см, на легких супісках і пісках – 6–7 см. В засушливих умовах і на сухих ґрунтах глибина загортання озимої пшениці збільшується до 9–10 см. Встановлено, що в озимої пшениці збільшення глибини загортання насіння на кожен сантиметр понад норму затримує сходи на 2–3 дні.

Якщо б не була встановлена агротехнікою глибина сіви, усе висіяне насіння повинно бути загорнуте на однакову глибину. Недодержання цього правила, особливо якщо різниця в глибині загортання насіння значна, призводить до зменшення врожаю через неодноразовість сходів та їхню зрідженість, неодноразовість дозрівання, появу підгона і недогона, що затрудняють механізоване збирання врожаю.

Для суміщення операцій передпосівного вирівнювання ґрунту і сіви в проекті пропонується встановити на сівалку швидкознімний вирівнювач (рис.4.1), робочим органом якого є металева лижа з відігнутими назад верхньою і нижньою крайками. Лижа кріпляться фронтально до напрямку руху сівалки і похило до поверхні поля.

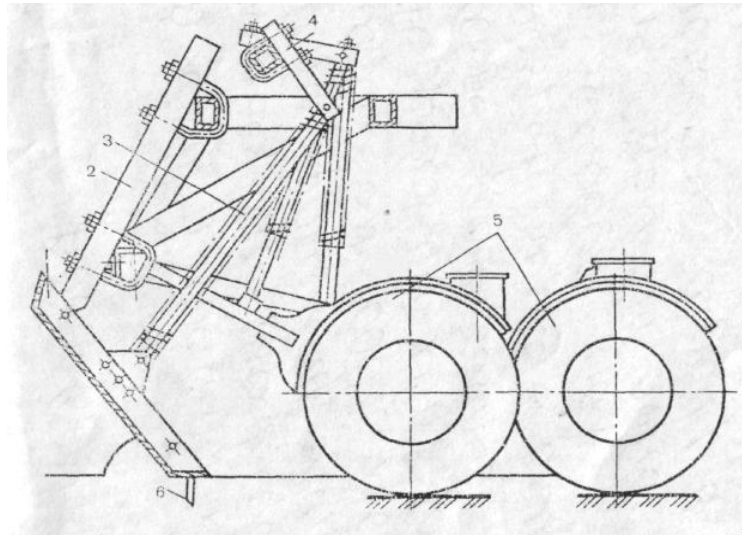


Рисунок 4.1 - Схема вирівнювача, який встановлюється на сівалку:

1 - лижа; 2 – стійка; 3 - штанга; 4 - вилка; 5 - сошник сівалки; 6 - зуби

При русі сівалки лижа нижнім ребром зрізує нерівності і перерозподіляє ґрунт по ширині захвату. Нижня крайка лижі може бути наділена зубами від борін БЗСС-1,0. Отвори у вухах лиж дозволяють регулювати висоту установки їх по відношенню до сошників.

У верхній частині кожна натискна штанга 3 з'єднана скобою з квадратним валом підйому сошників, а тому при переводі сівалки в транспортне положення лижі повертаються вверх навколо вуха їх кріплення. Для кращого копіювання рельєфу вирівнювач виконано двосекційним.

Висоту розташування шарнірів кріплення лиж можна регулювати шляхом піднімання або опускання стійки 2 відносно рами секції і закріплюючи їх в необхідному положенні хомутами. Переміщуючи стійки вверх, можливо збільшити кут нахилу лижі.

У сівалок, які працюють більше трьох сезонів, натискні пружини не забезпечують необхідного і рівномірного зусилля на сошник. До того ж пружні властивості пружин з часом змінюються. Через це навіть шплінтування пружин на одних і тих же отворах в штангах в таких сівалок не забезпечує однакового заглиблення сошників у ґрунт.

Для плавного регулювання глибини ходу сошників пропонується пристрій, зображений на рис. 4.2.

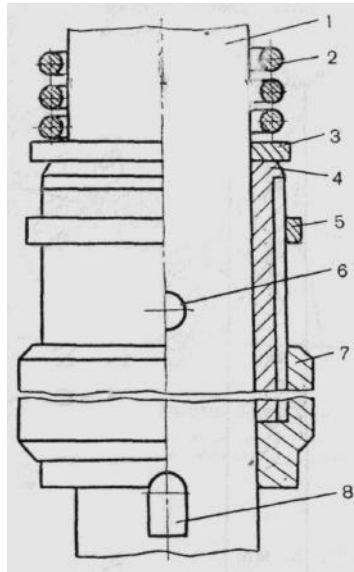


Рисунок 4.2 - Пристрій для регулювання глибини ходу сошників:

1 - штанга; 2 - пружина; 3 - гайка; 4 - різбовий патрон; 5 - гайка; 6 - отвір;  
7-стакан; 8-фіксатор

Пристрій виконано у вигляді різбового стакана з різбовим патроном і встановлюється між упорною шайбою і фіксатором. При роботі пристрою фіксатор 8 встановлюють в одному із отворів штанги 1. Завдяки безступінчастій зміні положення різбового патрона 4 відносно стакана 7, зафіксованого від провертання, встановлюють необхідний тиск пружини. Значення тиску пружини контролюють при допомозі динамометра. Після регулювання гвинтову пару змащують. Такі пристрої дозволяють надійно заглиблювати сошники.

Під час сівби зернових культур, зокрема озимої пшениці сошники сівалок часто забиваються ґрунтом і рослинними залишками. При цьому сівба насіння призупиняється і на полі з'являються просіви (огріхи). Для усунення цього недоліку в проекті пропонується спеціальна конструкція наконечників, якими сошники з'єднуються з насіннепроводами. Від звичайних циліндричних наконечників вони відрізняються тим, що у верхній частині мають звуження

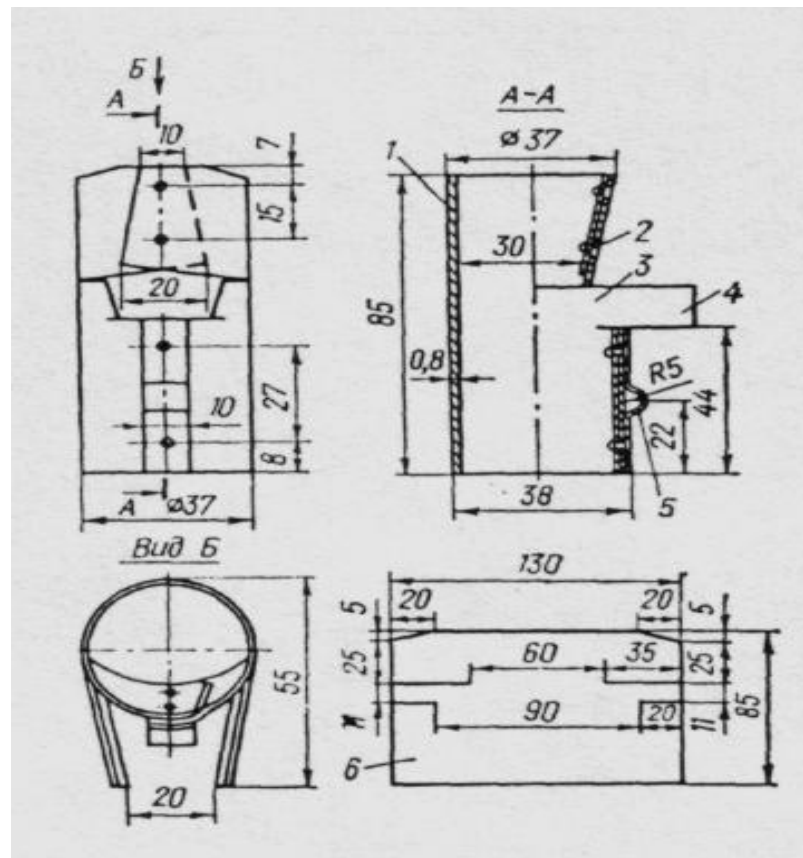


Рисунок 4.3 - Удосконалений наконечник: 1 - стінка наконечника; 2 - заклепка; 3 - резервний отвір; 4 - напрямна пластина; 5 - фіксатор; 6 - розгортка наконечника

(рис.4.3), за яким в стінці наконечника вирізаний резервний отвір, який обмежений з боків напрямними пластинами.

Такі наконечники вставляють в сошники замість звичайних і закріплюють дротом. Резервні отвори і напрямні пластини повинні бути повернуті в сторону задньої частини сошників.

Встановлено, що використання запропонованих пристроїв дозволяє зекономити до 10 % насіння, оскільки виключається потрапляння насіння у верхні сухі шари ґрунту.

## 4.2 Дослідження і визначення основних параметрів і режиму роботи сівалки

### 4.2.1 Висіваючий апарат

Котушковий жолобчастий висівний апарат є універсальним. Усі зернові і більшість спеціальних сівалок майже в усіх країнах світу мають котушкові висівні апарати.

Технологічний процес роботи котушкового висівного апарату полягає в тому, що насіння з вихідного отвору насіннєвого ящика сівалки самопливом висипається в насіннєву коробку котушкового висівного апарату. Заповнюється насінням насіннєва коробка висівного апарату при нерухомій котушці в результаті самопливного руху маси насіння по внутрішній поверхні і дну коробки. Кожна насінина при цьому підпорядковується закономірностям вільного руху. При нерухомій котушці насіння, що заповнило насіннєву коробку, повинно знаходитися в стані рівноваги. В іншому випадку буде мати місце витікання насіння з апарату при холостому ході сівалки. Рівновага насіння в насіннєвій коробці має місце внаслідок вільного (самопливного) його руху в коробці. Це може статися тоді, коли дно насіннєвої коробки знаходиться вище точки зупинки вільного руху насіння. Це можливо в тому випадку, коли поперечний переріз прогалини між котушкою і дном насіннєвої коробки на всій її довжині більше критичного поперечного перерізу для даного насіння. Якщо поперечний переріз прогалини поступово зменшувати, то зупинка вільного руху насіння буде там, де поперечний переріз буде дорівнюватися критичному, чим і забезпечується відсутність висипання насіння з висівного апарату при нерухомій котушці [9].

При роботі висівного апарату, коли котушка обертається, насіннєва коробка заповнюється насінням по мірі виведення з неї насіння котушкою. Процес витікання підпорядковується тим же закономірностям, що і самопливний рух насіння, що заповнює насіннєву коробку при нерухомій котушці, але цей рух ускладнюється ще й тим, що верхні шари насіння

загальмовуються нижніми шарами, які підпирають верхні, а також роботою самої котушки.

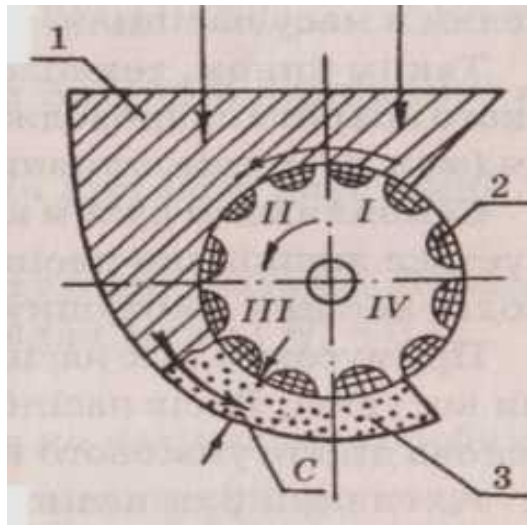


Рисунок 4.4 - Схема роботи котушкового висівного апарату: 1 - самопливний рух насінневого потоку; 2 - примусовий рух насінневого потоку; 3 – активний рух насінневого потоку

Зв'язаний потік насіння, який створюється в насінневому ящику, зберігається при роботі висівного апарату тільки в передній частині насінневої коробки. Так, над першим квадрантом робочої котушки, де напрямок вектора її колової швидкості змінюється до перпендикулярного відносно напрямку насінневого потоку, вільний рух маси насіння закінчується заповненням ними жолобків котушки (рис. 4.4).

У другому квадранті напрямок вектора колової швидкості котушки змінюється від перпендикулярного по відношенню до напрямку насінневого потоку. Вільний рух насінневого потоку в цьому квадранті спостерігається одночасно з примусовим транспортуванням котушкою насіння, яке заповнює його жолобки.

У третьому квадранті закінчується вільний самопливний рух насіння, тому що тут поперечний переріз прогалини між котушкою і дном насінневої коробки є критичним для даного виду насіння.

Таким чином, уже в другому квадранті спостерігається вплив імпульсу

робочої катушки при її обертанні на вільний рух насіння. Починаючи з точки критичного перерізу переходу подальший рух насіння по дну насінневої коробки, до його вихідного отвору, проходить під дією катушки. Заклинювання насіння в критичному перерізі безперервно руйнується катушкою, що обертається, а потім безперервно виникає знову і знову руйнується. Катушка, примусово транспортуючи насіння, що заповнило жолобки, передає під впливом тертя свій вплив нижче розташованим шарам насіння, яке не торкається безпосередньо її ребер, і збуджує рух насіння до вихідного отвору. При цьому швидкість руху насіння під катушкою неоднакова: верхні шари рухаються з більшою швидкістю, ніж нижчі. Величина швидкості шару насіння зменшується по мірі його заглиблення в масу насіння.

Таким чином, технологічний процес катушкового висівного апарату супроводжується трьома видами руху насіння (рис. 4.4): самопливним, примусовим і активним. Самопливним рухом насіння в насінневій коробці закінчується висипання насіння з насінневого ящика. Цей рух подає насіння в катушку при її обертанні. Примусовий рух насіння є пасивний його рух жолобками катушок. Висів насіння за рахунок примусового руху — основа дії катушкового висівного апарату. Активний рух насіння є його рух під впливом катушки, що обертається. Потік активного шару насіння приєднується до примусового потоку шару і відіграє суттєву роль у загальному дозуванні насіння катушковим висівним апаратом.

Таким чином, катушковий висівний апарат працює за змішаним принципом і загальний вихід насіння з катушки складається з примусового і активного руху насіння. Це суперечливе змінення принципів негативно впливає на кінцевий результат роботи апарату - рівномірність висіву насіння, що і підтверджується даними досліджень. Його необхідно враховувати при створенні і використанні нових висівних апаратів.

#### 4.2.2 Розрахунок і побудова номограми для визначення норми висіву

В процесі експлуатації сівалки важливо правильно відрегулювати її на необхідну норму висіву насіння з врахуванням реальної польової схожості і абсолютної маси насіння.

Побудувати номограму для визначення норми висіву насіння зернових культур можна, використавши формулу:

$$G = \frac{Q \cdot A}{\Pi \cdot 10^4} \quad (4.1)$$

де  $Q$  - норма висіву, шт./га;

$A$  - абсолютна маса насіння, г;

$\Pi$  — польова схожість, %.

Для розрахунку параметрів номограми приймаємо такі межі зміни абсолютної маси  $A$ , польової схожості  $\Pi$  і норми висіву  $Q$ :

$$0,01 < A < 0,06; \quad 3 \cdot 10^6 < Q < 8 \cdot 10^6; \quad 60 < \Pi < 85 \quad (4.2)$$

Прологарифмуємо формулу

$$\lg G - \lg A = \lg Q - 10^4 \lg \Pi \quad (4.3)$$

Вираз (4.3) підходить для розрахунку пропорційних номограм:

$$f_1 u - f_2 \vartheta = f_3 \omega - f_4(t) \quad (4.4)$$

Побудуємо шкали функцій, що входять в вираз (4.4) за рівняннями:

$$x = \lambda_1 f_1 u; \quad y = \lambda_2 f_2 \vartheta; \quad \xi = \lambda_3 f_3 \omega; \quad \eta = \lambda_4 f_4(t) \quad (4.5)$$

де  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  - величини, що визначають довжину шкали на номограмі відповідних функцій (модулі шкали).

З урахуванням (4.2) і рівності (4.3) рівняння (4.5) перепишемо так:

$$x = \lambda_1 \lg G_{\max} - \lg G_{\min}; \quad y = \lambda_1 \lg A_{\max} - \lg A_{\min};$$

$$\xi = \lambda_2 \lg Q_{\max} - \lg Q_{\min}; \quad \eta = \lambda_2 (\lg \Pi_{\max} \cdot 10^4 \lg \Pi_{\min} \cdot 10^4) \quad (4.6)$$

Визначимо  $G$  (шт./га) для прийнятих значень польової схожості, абсолютної маси і норми висіву насіння за формулою (6.1):  $50 < G < 565$ .

Приймаємо числові значення модулів шкал такими:  $\lambda_1 = 100$  мм;  $\lambda_2 = 240$  мм. Відстань між шкалами  $x$  і  $y$  вибираємо такими, що дорівнюють  $h_1 = 140$  мм. Позначивши через  $h_2$  відстань між шкалами  $\xi$  і  $\eta$ , визначаємо його значення із співвідношення

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}, \quad (4.7)$$

звідки 
$$h_2 = \frac{h_1 \cdot \lambda_2}{\lambda_1} = \frac{140 \cdot 240}{100} = 336 \text{ мм.}$$

Довжини шкал  $x$ ,  $y$ ,  $\xi$  і  $\eta$  визначаємо за формулами (4.6):

$$\begin{aligned} L_x &= \lambda_1 (\lg G_{\max} - \lg G_{\min}) = 100 (\lg 565 - \lg 50) = 103,3 \text{ мм;} \\ L_y &= \lambda_1 \lg A_{\max} - \lg A_{\min} = 100 (\lg 0,06 - \lg 0,01) = 77,8 \text{ мм;} \quad (4.8) \\ L_\xi &= \lambda_2 \lg Q_{\max} - \lg Q_{\min} = 240 (\lg 8 \cdot 10^6 - \lg 3 \cdot 10^6) = 102,2 \text{ мм;} \\ L_\eta &= \lambda_2 \lg \Pi_{\max} - \lg \Pi_{\min} = 240 \lg 85 - \lg 60 = 36,2 \text{ мм.} \end{aligned}$$

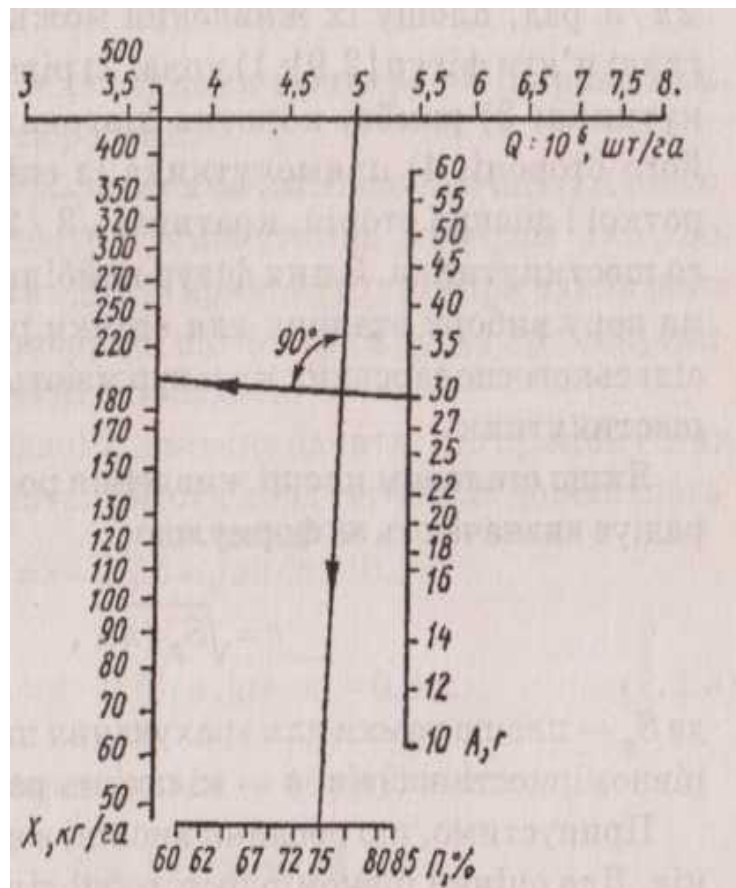


Рисунок 4.5 - Номограма для визначення норми висіву насіння

Потім за формулами (4.8) будуюмо шкали функцій. Через задані інтервали значень польової схожості, абсолютної маси, норм висіву (кг/га і шт/га) розраховуємо відповідні значення довжини шкал. Будуюмо шкали значень  $G$ ,  $A$ ,  $\Pi$  і  $Q$ , а за їхньою допомогою номограму, розмістивши шкалу  $G$  паралельно шкалі  $A$ , а шкалу  $\Pi$  – паралельно шкалі  $Q$  (рис. 4.5).

Якщо, наприклад,  $Q = 5 \cdot 10^6$  шт/га;  $\Pi = 75\%$ ;  $A = 30$  г, то сполучаємо відповідні точки шкали  $Q$  і  $\Pi$ . По шкалі  $A$  знаходимо точку із значенням 30 г і з неї проводимо пряму, що перпендикулярна першій прямій. По точці перетину другої прямої з шкалою  $G$  знаходимо норму висіву, яка дорівнює  $G = 200$  кг/га.

#### 4.2.3 Обґрунтування параметрів насінневої коробки

Оптимальні параметри насінневої коробки визначаємо шляхом розрахунків. Внутрішня ширина насінневої коробки у верхній частині отвору повинна дорівнювати діаметру вихідного отвору насінневого ящика - 50,4 мм, а в нижній частині - максимальному відкриттю котушки - 25 мм. Тоді кут сходження насіння від верхньої до нижньої частини коробки буде дорівнювати:

$$\operatorname{ctg} \alpha_k = \frac{D-l}{h_1} = \frac{50,4-25}{22,4} = 1,134 \quad (4.9)$$

звідки  $\alpha_k \cong 40^{\circ}25'$ , що значно більше кута тертя насіння по металевій поверхні насінневої коробки.

Повна висота насінневої коробки дорівнює радіусу кола, яким описано її дно. Вона складається з  $d_{\text{кот}}$  - діаметра робочої котушки і висоти проходу між котушкою і дном насінневої коробки.

Мінімальна висота проходу між котушкою і дном коробки визначається з виразу для критичного перерізу проходу:

$$F = 4\pi(1 - \xi)^2 \frac{\overline{BC}}{\xi} \quad (4.10)$$

Критичний переріз проходу для насіння зернових  $265 \text{ мм}^2$ , для кукурудзи  $560 \text{ мм}^2$ . Звідси значення  $h_{кр}$ :

- для зернових:  $h_{кр} = 265/25 = 10,6 \text{ мм}$  ;
- для кукурудзи:  $h_{кр} = 560/25 = 22,4 \text{ мм}$  ;

Значення  $h_1^{min}$  приймається трохи меншим  $h_{кр}$ , тобто таким, що дорівнює  $10 \text{ мм}$ .

Щоб запобігти подрібненню насіння у верхній частині коробки, висота простору над катушкою  $h_2$  повинна бути більше критичної висоти проходу для крупного насіння. Приймаючи по кукурудзі цю величину такою, що дорівнює  $22,4 \text{ мм}$ , і враховуючи те, що  $d_{кот} = 48,6 \text{ мм}$ ,  $h_1 = 10 \text{ мм}$  (висота проходу), одержуємо висоту (радіус) насінневої коробки:

$$R_k = h_k + d_{кот} + h_1 = 22,4 + 46,8 + 10 = 81 \text{ мм} \quad (4.11)$$

Збільшення висоти проходу під катушкою для крупного насіння можливо за рахунок регулювання положення дна насінневої коробки.

Розрахунок координат центра катушки у насінневій коробці потребує попереднього визначення найбільшої швидкості самопливного руху насіння у насінневій коробці за виразом

$$v_k = \sqrt{v_{ок}^2 + 2g(H_3 + f' r_k^2 - H_3^2 - f' r_k)} \quad (4.12)$$

Розрахунки за цією формулою дають:

$$v_k^{max} \text{ при } H_3 = 0,898 r_k$$

Тоді

$$\frac{H_3}{r_k} = \cos \beta_k = 0,898$$

$$\sin \beta_k = \sqrt{1 - \cos^2 \beta_k} = \sqrt{1 - 0,898^2} = 0,441.$$

Звідси запишемо:

$$x_{kom} = R_k - r_k - h_1^{min} \sin \beta_k = (81-24,3-10)0,441 = 20,59 \text{ мм};$$

$$y_{kom} = R_k - r_k - h_1^{min} \cos \beta_k = (81-24,3-10)0,898 = 41,94 \text{ мм}.$$

Дно насінневої коробки від точки  $x_{kp} = 35,64$  мм (абсциса критичної висоти проходу - абсциса  $\vartheta_k^{max}$ ) описується радіусом, що дорівнює 81 мм. Від точки  $x_{kp} = 0$  дно насінневої коробки описується радіусом (з центра котушки), що дорівнює  $r_k + h_l$ , тобто

$$R_k^* = r_{kom} + h_1 = 24,3 + 10 = 34,3 = 34 \text{ мм}.$$

Вираз для визначення кута установки схилу у верхній частині насінневої коробки дорівнює  $\alpha_k = \frac{\pi}{2-2\gamma_c}$ , звідки  $\sin \gamma_c = \frac{l_c}{2r_k} = \frac{8,12}{2 \cdot 24,3} = 0,1671$ , тобто  $\gamma_c = 9^\circ 37'$ ; і тоді  $\alpha_k = \frac{\pi}{2} - 2\gamma_c = 90^\circ - 19^\circ 14' = 70^\circ 46'$ . Таким чином, вимога  $\alpha_k \gg \varphi'$  виконується.

Відстань між нижнім краєм схилу і ребром робочої котушки повинна бути меншою середньо-найменшого поперечного розміру насінини, тобто 2,2 мм. Можливим є те, щоб прийняти цю відстань такою, що дорівнює 2 мм.

Розрахунок верхньої межі обрізу дна насінневої коробки, як абсциси в координатній системі з центром, який співпадає з центром котушки, проводиться за формулою

$$x_k = r_k(\sin \beta_k - tg \psi)$$

Кут  $\beta_{kom}$  визначається з виразу

$$\cos \beta_{kom} = \frac{\sqrt{f'^2 g^2 r_{kom}^2 + f'^2 - \vartheta_{kom}^2 - \vartheta_{kom}}}{g r_{kom} (1 + f'^2)}. \quad (4.13)$$

Приймаючи кут нахилу  $\psi$  таким, що дорівнює  $7^\circ$ , коефіцієнт тертя насіння вівса по чавуну 0,43,  $r_{kom} = 24,3$  мм,  $\vartheta_{kom} = 2,85$  см/с одержимо:

$$\cos \beta_{kom} = \frac{\sqrt{f'^2 g^2 r_{kom}^2 + f'^2 - \vartheta_{kom}^2 - \vartheta_{kom}}}{g r_{kom} (1 + f'^2)} =$$

$$= \frac{0,43 \sqrt{981^2 \cdot 2,43^2 (1 + 0,43^2) - 2,85^2 - 2,85}}{981 \cdot 2,43(1 + 0,43^2)} = 0,392,$$

звідки  $\beta_{\text{кот}} = 66^{\circ}05'$ ;  $\sin\beta_{\text{кот}} = 0,914$ , і тоді

$$x_k = R_k \sin \frac{\pi}{2} - \beta_k - \psi, \quad (4.14)$$

Де кут  $\beta_k$  визначається за формулою

$$\operatorname{tg}\beta_k = \frac{H_3}{x_k'} \quad (4.15)$$

Для розрахунку приймають:  $r = 81 \text{ мм}$ ;  $\psi = 7^{\circ}$ . Значення  $H_3$  визначається з рівняння

$$H_3 = \frac{2R_k f'}{1 + f'^2}, \quad (4.16)$$

а значення  $x_k'$  - з рівності

$$x_k' = \frac{r_k(1 - f'^2)}{1 + f'^2} \quad (4.17)$$

У цих виразах коефіцієнт тертя вівса по чавуну 0,43. Після розрахунків одержимо

$$x_k = R_k \sin \frac{\pi}{2} - \beta - \psi = 81 \cdot \sin 46^{\circ}30' = 81 \cdot 0,7254 = 58,76 \text{ мм}$$

У координатній системі з центром, який співпадає з центром котушки, одержимо:

$$x_k = R_k \sin \frac{\pi}{2} - \beta - \psi + R_k - r_k - h_1^{\min} \sin\beta_k = 58,76 + 20,59 = 79,35 \text{ мм}$$

Оскільки  $79,35 > 19,22 \text{ мм}$ , то абсциса вищої точки обрізу дна насіннєвої коробки приймається такою, що дорівнює 19,22 мм.

## 5 ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ

Для визначення максимально можливого врожаю необхідно знати показники кількості продуктивної вологи, що використовується при вирощуванні озимого ячменю, та коефіцієнт потреби води.

Величина ДВУ (т/га) визначається за формулою:

$$ДВУ = \frac{W}{K_{10}} \quad (5.1)$$

де  $W$  – запас продуктивної вологи, мм;

$K_{10}$  – коефіцієнт потреби води.

Щоб визначити кількість продуктивної вологи для рослин, необхідно суму опадів помножити на 10 (1 мм опадів дорівнює 10 тонам води в розрахунку на 1 га) та отриманої величини враховуємо не виробничі витрати на стікання та випаровування.

По даним метеостанцій річна кількість опадів по господарству складає 490 мм. В розрахунку на гектар, кількість води складає  $490 \times 10 = 4900$  т. Не виробнича витрата води на стікання та випаровування складає 30% від загальної її кількості тобто складає – 1470 т. Таким чином, кількість продуктивної вологи в розрахунку на 1га складає:  $4900 - 1470 = 3430$  т.

Кожна культура на утворення одиниці сухої речовини вимагає окремої кількості вологи. Цю величину води називають коефіцієнтом транспірацій плюс вирощування з поверхні ґрунту. При цьому для розрахунку величини врожаю приймається коефіцієнт потреби води, що дорівнює транспірації плюс випаровування з поверхні ґрунту.

Для озимого ячменю:

$$K_{10} = 400$$

$$ДВУ = \frac{3430}{400} = 8.6 \text{ м / га}$$

Ми отримуємо 86 центнерів абсолютно сухої речовини. Очікуваний врожай біомаси при стандартній вологості буде складати 100 ц/га. При співвідношенні основної і побічної продукції озимого ячменю, рівному 1:1,3 можна очікувати отримання 45,0 центнерів зерна з гектару.

Розрахунок норм приводимо за допомогою балансового методу, коли враховується ефективність плодоношення ґрунту і коефіцієнт використання доступних елементів корму з ґрунту та добрив, що дозволяє краще забезпечити рослини елементами корму в оптимальному співвідношенні.

При розрахунку норм добрив на запланований врожай використовують формулу запропоновану „ВИУА” та „ВНИЕ” в модифікації І.С. Шатанова та М.К. Каюмова, яка при внесенні компосту має наступний вигляд:

$$D = \frac{(100 \cdot B) - (T_H \cdot K_H) - (T + K_H)}{K_y \cdot C} \quad (5.2)$$

де В – виніс елементів мінерального корму з запланованим врожаєм, ц/га;

П – вміст в ґрунті доступного потрібного розчину, кг/га;

$K_y$  – коефіцієнт використання потрібного розчину добрив, кг/га;

$K_n$  – коефіцієнт використання потрібних речовин ґрунту, %;

С – вміст діючих речовин в добривах, %;

$P_n$  – важливі коефіцієнти використанні важливих речовин, %.

Розрахунок азотних добрив в ц/га:

$B = 175 \text{ кг/га}$ ;  $P = 135 \text{ кг/га}$ ;  $K_y = 60\%$ ;  $K_n = 34\%$ ;  $C = 20,5\%$ ;  $P_n = 180 \text{ кг/га}$ ;  
 $K_n = 20\%$ .

$$D_N = \frac{(00 \cdot 175) - (80 \cdot 20) - (35 + 34)}{60 \cdot 20,5} = 672 \text{ кг/га}$$

Розрахунок фосфорних добрив в ц/га:

$B = 655 \text{ кг/га}$ ;  $P = 150 \text{ кг/га}$ ;  $K_y = 20\%$ ;  $K_n = 9\%$ ;  $C = 18,7\%$ ;  $P_n = 92 \text{ кг/га}$ ;  
 $K_n = 35\%$ .

$$D_{P_2O_5} = \frac{(00 \cdot 65) - (2 \cdot 35) - (50 + 9)}{18,7 \cdot 20} = 427 \text{ кг/га}$$

Розрахунок калійних норм добрив в ц/га:

$B = 125 \text{ кг/га}$ ;  $P = 414 \text{ кг/га}$ ;  $K_y = 60\%$ ;  $K_n = 12\%$ ;  $C = 41,6\%$ ;  $P_n = 160 \text{ кг/га}$ ;  
 $K_n = 50\%$ .

$$D_{K_2O} = \frac{(00 \cdot 125) - (60 \cdot 50) - (14 + 12)}{60 \cdot 41,6} = -0,18 \text{ ц/га}$$

Отже, з розрахунків видно, що калійних добрив в ґрунті знаходиться в надлишку, при цьому їх вносити не рекомендується.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

При організації охорони праці в господарстві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542) [15].

В сільському господарстві суттєвий вплив на умови праці визначають небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які класифікуються на такі групи: фізичні, хімічні та фізіологічні [5].

В групу фізичних факторів входять машини та механізми, що рухаються, їх захисні рухомі частини, підвищена запиленість і загазованість повітря, підвищена температура повітря; яскравість світла.

Група хімічних небезпечних та шкідливих факторів виробництва поділяються на наступні підгрупи по фактору впливу на організм людини: загально токсичні, подразнюючі; та ті, що проходять через шкіру людини.

Фізичні перевантаження можуть бути статичними, динамічними та гідродинамічними. Також бувають нервово-психологічні перевантаження.

## 6.2 Охорона праці при вирощуванні озимого ячменю

Робочі місця механізаторів укомплектовуються необхідним інвентарем, а робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту.

Під час роботи з отрутохімікатами не дозволяється палити та приймати їжу. Для вживання їжі в польових умовах відводиться спеціальне місце.

Слідкують, щоб перед вживанням їжі працівники знімали спецодяг, вимивали руки та обличчя чистою водою з милом, полоскали рот.

При роботі з мінеральними добривами ознайомлюють працівників з їх основними властивостями, можливим впливом на організм людини та з індивідуальним захистом. Під час завантаження сухих мінеральних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши респіратор.

При вирощуванні озимого ячменю вносять гербіциди і пестициди, тому при швидкості вітру більше 4 м/с роботи припиняються. Такі роботи проводять вранці або ввечері. Раніше щорічно на робочих місцях механізаторів проводили паспортизацію, складали санітарно-технічний паспорт робочого місця. Аналізуючи одержані дані при паспортизації намічалось ряд заходів по поліпшенню умов праці та організації робочого місця механізатора.

При вирощуванні та збиранні урожаю використовується велика кількість сільськогосподарських агрегатів та шкідливих речовин. Все це сприяє створення для працюючих шкідливих умов та небезпечних умов праці.

Причинами професійних захворювань і виробничих травм можуть бути:

- забруднення повітря пилом вище допустимих норм під час обробітку ґрунту;
- внесення гербіцидів та мінеральних добрив при вирощуванні та збиранні озимого ячменю;
- відсутність захисних огорожень та щитків на частинах машин та механізмів, що рухаються або обертаються;
- робота на нахилах з крутизною 8-9 градусів;
- відпочинок механізаторів в необладнаних місцях;
- проведення ремонтних робіт при працюючому двигуні трактора;
- незадовільний технічний стан тракторів та сільськогосподарських машин;
- необдумані та небезпечні дії робітників, які обслуговують агрегати;
- відсутність, несправність або не використання засобів індивідуального захисту;
- погана організація робочих місць;
- слабкий контроль з сторони керівників по дотриманню вимог охорони праці при виконанні небезпечних та шкідливих робіт;
- невідповідність працюючих та неякісне проведення інструктажів.

Робітники забезпечуються засобами індивідуального захисту: комбінезонами з пилозахисної тканини, чоботами, рукавицями, окулярами типу ПО-2 для захисту зору. Органи дихання захищають респіраторами з протипиловими та протигазовими патронами, в залежності від особливості роботи, яку виконують. Всі робочі місця пов'язані з виробництвом озимого ячменю забезпечується повністю укомплектованими медичними аптечками. Трактори і автомобілі забезпечені двохсторонньою сигналізацією. Робітникам, які зайняті на роботах з шкідливими умовами видається спеціальне харчування

(молоко), обладнано місця для відпочинку, а також встановлено особливий режим праці. На кожному агрегаті для забезпечення пожежної безпеки встановлено:

- вогнегасник ОУ- 3 – 1 шт.;
- штикова лопата – 1 шт.;
- брезент, ящик з піском;
- всі машини обладнані спеціальними засобами для відводу статичної електрики.

При технічному обслуговуванні МТА в польових умовах до роботи на пересувних агрегатах технічного обслуговування допускаються особи, які добре знають обладнання, трактори і сільськогосподарські машини, володіють навиками безпечного виконання робіт, пройшли навчання та інструктажі відповідно до вимог.

У зв'язку з тим, що деякі діагностичні прилади, інструмент і обладнання пунктів та пересувних агрегатів технічного обслуговування живляться електричним струмом, вони відповідно до Правил влаштування електроустановок (ПВЕ) належать до категорії електроустановок. Тому майстри діагности (майстри-наладчики), які обслуговують електроустановки та прилади, що від них живляться, відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів (ПВЕ і ПТБ) мають третю кваліфікаційну групу з техніки безпеки для роботи з установками до 1000 В.

Трактористи-машиністи, які беруть участь у технічному обслуговуванні сільськогосподарської техніки разом з майстром-наладчиком, виконують роботу, яку він їм доручає.

Технічне обслуговування в польових умовах виконують у світлий час доби, як виняток допускається проведення його в нічний час двома працівниками за умови достатнього штучного освітлення.

Для технічного обслуговування сільськогосподарських машин в польових умовах вибирається рівна, горизонтальна ділянка з урахуванням вимог пожежної безпеки, особливо під час збирання врожаю зернових культур.

Під'їжджають агрегатом на підготовлений майданчик, гальмують, опускають робочі органи на землю і обов'язково вимикають двигун. В роз'єднаному стані для стійкості тракторів і сільськогосподарських машин підкладають упори. Перед тим, як домкратом підняти машину, під нього підкладають дошку, а потім під раму міцні підставки. Домкрати встановлюють в місцях, позначених на рамі або зазначених в заводській інструкції даної машини.

Для технічного обслуговування використовується тільки справний інструмент, який відповідає вимогам техніки безпеки.

При огляді вузлів, механізмів і окремих деталей перш за все звертається увага на наявність запобіжника, щитків і захисних кожухів на деталях, що обертаються. Всі передачі надійно огорожують, а на відкидних огороженнях монтують засувки та замки. У машинно-тракторних агрегатах перевіряють стан причіпного пристрою і механізму навіски, отвори причіпної серги трактора і машини.

Після заміни спрацьованих деталей, регулюванні вузлів або механізмів роботу машини перевіряють на холостому ходу. Перед перевіркою прибирають з робочих органів інструмент та інші зайві предмети, подають попереджувальний сигнал і плавно без ривків пускають машину. Перед пуском тракторів або самохідних машин переконуються, що важіль коробки передач знаходиться у положенні "Нейтральне". Не дозволяється стояти навпроти валів, які обертаються, ланцюгових та пасових передач, розвантажувальних вікон або конвесрів.

Від'єднують трубопроводи або шланги, а також підтягують кріплення для усунення течі масла в гідравлічній системі тільки при відсутності тиску в

системі і опущених на землю націпних машинах чи робочих органах.

Заправляють трактори і самохідні машини паливом і мастильними матеріалами за допомогою механізованих заправних агрегатів МЗ-3905Т (03-1401И, 03-1401, 03-1362И, 02-1362) на шасі тракторних причепів 2ПТС-4М і 2ПТС-4МЗ-793, При цьому відстань між трактором і заправним агрегатом становить не менше 3 м. Пролите паливо або мастило з деталей машин витирають ганчіркою, а землю перекопують. Під час заправки трактора паливом не курять і не користуються відкритим вогнем. Стежать за справним станом заземлення.

Відкриваючи пробку радіатора, щоб не допустити опіків гарячою парою обличчя і рук, необхідно користуються рукавицями і стоять з навітряного боку, а пробку відкривають поступово.

При використанні закритих систем рідинного охолодження двигунів заливні горловини радіаторів мають бути обладнані кришками, що швидко знімаються і зблоковані з пароповітряними клапанами. Застосування закритих систем рідинного охолодження дозволяє підняти температуру закипання рідини від 100 до 105°C і вище, завдяки чому значно скорочується витрата рідини на охолодження двигуна.

При підвищенні температури в системі охолодження понад 105 °C і тиску (надлишковому) вище 30—40 кПа (0,3—0,4 ат) паровий клапан, при закритій кришці автоматично відкривається і випускає випари в атмосферу. Якщо ж необхідно відкрити кришку радіатора, то відповідно до вимог безпеки праці, механізатор повинен цю операцію здійснює за два прийоми. Спочатку частково повертають до обмежувального упору (при цьому паровий клапан повністю відкріє доступ для пари від заливної горловини в зливну трубку), коли тиск у внутрішній порожнині радіатора повністю зрівняється з атмосферним знімають кришку повністю. Проте найчастіше в умовах експлуатації дуже часто відкривають кришку з горловини-радіатора за один прийом. В результаті чого з горловини викидається перегріта пара і охолоджена рідина, яка потрапивши на

незахищену шкіру рук або обличчя, викликає опіки.

При попаданні дизельного палива на руки механізатора, паливо викликає подразнення шкіри. Щоб запобігти цьому необхідно використовувати профілактичні пасти і мазі, а також мийні та дезінфікуючі засоби.

Перевіряють справність обода, відсутність тріщин, забоїн. Якщо спрацьований протектор, то покришку вибраковуюють.

При заміні деталей необхідно застосовувати знімачі і пристрої, які входять до обладнання пересувної майстерні.

В кабінах тракторів при проведенні технічного обслуговування перевіряють справність склоочисника, який забезпечує чистоту лобового скла, справність замків дверей кабіни, щоб запобігти їх самовільному відкриванню.

При підготовці трактора до роботи в нічний час перевіряють справність електроосвітлення (фар, плафонів, підсвічування панелі контрольно-вимірювальних приладів в кабіні та ін.).

У процесі роботи необхідно періодично очищають радіатор двигуна від пилу й бруду. Продувають його стиснутим повітрям від агрегату технічного обслуговування або на стаціонарних пунктах технічного обслуговування. Працюють в захисних окулярах, спрямовуючи потік повітря від себе.

Переконавшись у відсутності людей поблизу, випробовують машину спочатку на холостому ході, а потім під навантаженням, старанно перевіряють гальма і випробовують їх на ході.

Для безпечного з'єднання трактора з начіпним знаряддям під'їжджають заднім ходом так, щоб кульові втулки нижніх тяг розмістилися проти відповідних пальців на рамі машини. За допомогою важеля гідророзподільника підводять втулки до стикання з пальцями, з'єднують кульові шарніри тяг з пальцями машини і зашплінтовують. Якщо тракторний агрегат обладнаний

автоматичною зчіпкою, її опускають разом з начіпним механізмом. Трактор подають назад, стежачи, щоб рамка автозчіпки увійшла в замок знаряддя і після включення гідросистеми на “Піднімання” знаряддя приєднують до трактора.

Для надійного включення автозчіпки не допускається відхилення знаряддя вбік від осі трактора понад 120 мм, а їх замків вперед чи вбік більш як на 15°.

В процесі підготовки до роботи дискових борін і луцильників, перевіряють кріплення, регулюють положення чистиків, змащують підшипники й встановлюють необхідний кут атаки дискових батарей, щільно підтягують і стопорять гайки на осях батарей. Зазор між чистиком і поверхнею диска встановлюють у межах 2—4 мм. Під час регулювання положення дисків, щоб не поранити руки гострими краями, користуються рукавицями. Очищають дискові борони і луцильники спеціальними чистиками.

Забивання зубових борін значно зменшується, якщо зуби скошеними гранями встановити під кутом до напрямку руху агрегату, це сприяє їх самоочищенню.

Перед культивацією полів перевіряють стан культиваторів, кріплення гряділів, штанги, стояків робочих органів і вилок для їх піднімання.

Перед початком польових робіт поле оглядають і при необхідності підготовляють: засипають рови, ями, видаляють каміння, перешкоди позначають віхами. Біля ярів та крутих схилів встановлюють попереджувальні знаки та відбивають контрольні борозни, а в межах поля для роботи агрегатів — поворотні смуги.

Для роботи групи машин призначають старшого з найбільш досвідчених трактористів-машиністів, який відповідає за роботу агрегатів у загінці, стежить, щоб відстань між тракторами була в межах 30 - 40 м. Якщо причіпні машини обслуговують кілька працівників, один з них відповідає за пуск і зупинку даного агрегату.

Переїзд тракторним агрегатом в поле, на місце роботи і з поля дозволяється тільки за маршрутом, затвердженим керівником господарства.

Не можна робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені в ґрунт, бо це призводить до поломок і аварій. Перед поворотом робочі органи виглиблюють, а на початку прямолінійного руху знову повертають у робоче положення. Якщо під час роботи в польових умовах потрібно замінити лемеші плуга чи лапи культиватора, двигун трактора вимикають або від'єднують машину від трактора, а під раму причіпної машини підставляють надійні підставки.

При роботі в умовах надмірної запиленості, під час заправки туковисівних апаратів, а також при заточуванні робочих органів ґрунтообробних машин необхідно користуються захисними окулярами і рукавицями.

Рух причіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання від старшого на агрегаті сигналу у відповідь. Необхідно стежити, щоб кришки ящиків для зерна й туків у сівалок були щільно закриті, при завантажуванні зерна відкриті кришки ставлять на запобіжники. Під час завантажування сухих порошкоподібних добрив стоять з навітряного боку, надівши респіратор.

Періодично протягом робочого дня очищають бункери, живильні ковші, сошники, тукопроводи й борознозакривачі від ґрунту, рослинних решток та інших сторонніх предметів і усувають виявлені несправності. Чистики для очищення сошників мають дерев'яні ручки. Усувають несправності та очищають машину тільки після зупинки агрегату.

Забороняється під час руху агрегату переходити з однієї сівалки на іншу.

Під час роботи стежать за роботою механізму передач. Послаблені ланцюги підтягують натяжними зірочками. Надмірний натяг ланцюгів не допускається.

Періодично перевіряють стан пневматичних коліс. Тиск повітря в камерах повинен відповідати заводській інструкції.

Для роботи у темний час доби завчасно перевіряють справність електричного освітлення.

Отвори висівних апаратів очищають спеціальними чистиками, гачками. Розрівнюють насіння тільки лопатками.

Під час грози необхідно зупинити агрегат, вимкнути двигун, а важіль коробки передач встановити у положення “Нейтральне”, зафіксувати гальма, начіпну машину опустити на землю і відійти від трактора на відстань не менше як 15 м.

Протягом світлового дня підготовляють поле до збирання врожаю. Видаляють або позначають віхами перешкоди, розбивають поле на загінки площею не більше, обкошують і прокошують їх, розорюють прокоси та підготовляють поворотні смуги.

Якщо у польових умовах необхідно усунути несправність, то після зупинки комбайна на рівній ділянці поля — вимкнути двигун, а на рульовому колесі вивісити табличку: “Не включати! Працюють люди”. Якщо необхідно вийти з кабіни, комбайн слід зупинити, включити гальма та заглушити двигун.

Впровадження цих заходів в господарстві дозволить підвищити загальний рівень охорони праці, зменшити кількість і важкість нещасних випадків і захворюваність працівників.

## 7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Доцільність впровадження нововведень підтверджується економічною ефективністю. Новизна повинна не тільки не уступати базовому варіантові, а й перевищувати його за певними показниками. В економічних розрахунках, пов'язаних з ефективністю використання машин при виконанні механізованих робіт застосовують, головним чином, прямі і приведені експлуатаційні витрати і розрахунок затрат праці.

Всі складові експлуатаційних витрат розділяють на три групи - витрати що залежать від балансової вартості, встановлених нормативів, відрахувань і строку служби машини; витрати пов'язані з витратою праці; витрати, що залежать від обсягу фактичного наробітку й втрати паливо-мастильних матеріалів. Відношення прямих експлуатаційних витрат до одиниці наробітку (продуктивності) називають питомими.

Розраховуємо економічну ефективність удосконалення сівалки СЗ-3,6А, суть якого зводиться до встановлення на серійній сівалці вирівнювача ґрунту і спеціальних пристроїв регулювання глибини ходу сошників. Згідно даних [18] це дозволить зекономити до 10 % насіння, оскільки виключає попадання його в верхні, бідні на вологу шари ґрунту, а також підвищити продуктивність посівного агрегату на 10-15%.

За базовий агрегат приймаємо агрегат, який включає трактор класу 3,0 (Т-150) і три серійних сівалки СЗ-3,6, агрегованих за допомогою зчипки. Новий варіант включає такий же трактор в агрегаті з удосконаленими сівалками СЗ-3,6М. Базовий агрегат має продуктивність, рівну 27,5 га/зміну. Удосконалений агрегат – 30,75 га/зм. Витрати палива у базового варіанту становлять 1,96 л/га, а у нового 1,76 л/га.

Ціна сівалки СЗ-3,6 становить – 170000 грн. Нормативне річне завантаження – 160 год. Відрахування на: реновацію – 12,5 %, поточний ремонт і технічне обслуговування – 7%.

Ціна трактора Т-150 становить – 1500000 грн. Нормативне річне завантаження – 1600 год. Відрахування на: реновацію – 10%, капітальний ремонт – 5 %, поточний ремонт і технічне обслуговування – 12,7 %.

Удосконалення сівалки призведе до зростання її вартості. При визначені ціни удосконаленої сівалки приймемо до уваги наступне. Запропонована сівалка в конструктивному плані і за складністю її виготовлення аналогічна серійній сівалці СЗ-3,6, маса якої становить 1400 кг. Маса удосконалення сівалки (вирівнювач, плюс пристрої для регулювання заглиблення сошників) становить 185 кг. Тоді, ціна удосконалення буде становити

$$Ц_y = \frac{170000}{1400} 185 = 22460 \text{ грн.},$$

а вартість удосконаленої сівалки

$$Ц_{\text{сн}} = 170000 + 22460 = 192460 \text{ грн.}$$

Базовий і новий агрегат обслуговує тракторист і один допоміжний працівник. Оплату праці механізатору здійснюють по VI розряду тарифної сітки. Затрати праці на виконання операції визначаються за формулою:

$$Z_{\text{п}} = \frac{m}{W_{\text{г.ек}}} \quad (7.1)$$

де  $m$  – кількість обслуговуючого персоналу.

Затрати праці при сівбі базовим агрегатом становлять

$$Z_{\text{п}}^{\text{б}} = Z_{\text{п}}^{\text{н}} = \frac{2}{3,93} = 0,51 \text{ люд.-год./га.}$$

Затрати праці при сівбі удосконаленим агрегатом становлять

$$Z_{\text{п}}^{\text{б}} = Z_{\text{п}}^{\text{н}} = \frac{2}{4,39} = 0,46 \text{ люд.-год./га.}$$

Зменшення затрат праці при впровадженні удосконаленого агрегату:

$$E_{\text{зп}} = 0,51 - 0,46 = 0,05 \text{ люд.-год./га.}$$

Питомі прямі експлуатаційні витрати  $C_{\text{пит}}$  грн./га, на виконання механізованих робіт визначається за формулою:

$$C_{\text{пит}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{кто}} \quad (7.2)$$

де  $C_{\text{оп}}$  – питомі прямі експлуатаційні витрати грошових коштів на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$  – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{\text{ра}}$  – відрахування на реновацію (повне відновлення) складових елементів машинно-тракторного агрегату в цілому грн./га;

$C_{\text{кто}}$  – відрахування на капітальний і поточний ремонт та технічне обслуговування по всіх складових елементах машинно-тракторного агрегату.

Оплата праці обслуговуючого персоналу визначається за формулою:

$$C_{оп} = \frac{k(n_m f + m_d f_d)}{H} \quad (7.3)$$

де  $f$  і  $f_d$  - оплата праці механізатора і допоміжного працівника за змінну норму виробітку, грн. ( $f = 250$  грн.,  $f_d = 250$  грн., враховуючи, що з 1 січня 2021 р. мінімальна заробітна плата становить 6000 грн.

$k$  – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату  $k_n = 1,375$ ;

$m_m$  і  $m_d$  - кількість механізаторів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

$H$  - змінна норма виробітку, га.

$$C_{оп}^B = \frac{1,375(1 \cdot 250 + 1 \cdot 250)}{27,5} = 25,0 \text{ грн./га.}$$

Затрати на оплату праці при роботі удосконаленого агрегату становлять

$$C_{оп}^H = \frac{1,375(1 \cdot 250 + 1 \cdot 250)}{30,75} = 22,36 \text{ грн./га.}$$

Вартість витрачених паливо мастильних матеріалів можна визначити за формулою:

$$C_{пмм} = Ц_k \cdot g_{га} \quad (7.4)$$

де  $Ц_k$  – комплексна ціна одного кілограма палива з урахуванням основного палива, пускового бензину і мастил  $Ц_k = 28,0$  грн./л;

$g_{га}$  – витрата палива л/га;

Звідси вартість витрачених ПММ становить:

- для базового агрегату:

$$C_{пмм}^B = 28,0 \cdot 1,96 = 54,88 \text{ грн./га.}$$

- для нового агрегату:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 28,0 \cdot 1,76 = 49,28 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на реновацію машини в агрегаті  $C_{\text{ра}}$  грн./га визначається так:

$$C_{\text{ра}} = \frac{\alpha_{\text{рт}} \cdot B_{\text{т}}}{100 \cdot W \cdot t_{\text{т}}} + \frac{\alpha_{\text{рм}} \cdot B_{\text{м}}}{100 \cdot W \cdot t_{\text{м}}} \quad (7.5)$$

де  $\alpha_{\text{рт}}$  і  $\alpha_{\text{рм}}$  – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідно трактора і машини %;

$B_{\text{т}}$  і  $B_{\text{м}}$  – балансова вартість відповідно трактора і машини, грн.;

$W$  – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

$t_{\text{т}}$  і  $t_{\text{м}}$  – нормативне річне завантаження відповідно трактора і сівалки, год.

Тоді, відрахування на реновацію складають для базового і нового агрегату:

$$C_{\text{ра}}^{\text{б}} = \frac{10 \cdot 1500000}{100 \cdot 3,93 \cdot 1600} + \frac{12,5 \cdot 170000}{100 \cdot 3,93 \cdot 160} = 57,64 \text{ грн./га}$$

$$C_{\text{ра}}^{\text{н}} = \frac{10 \cdot 1500000}{100 \cdot 4,39 \cdot 1600} + \frac{12,5 \cdot 192460}{100 \cdot 4,39 \cdot 160} = 55,61 \text{ грн./га}$$

Відрахування на капітальний і поточний ремонт, а також технічне обслуговування,  $C_{\text{КТО}}$  грн./га обчислюється за формулою:

$$C_{\text{КТО}} = \frac{\alpha_{\text{кт}} \cdot B_{\text{т}}}{100 \cdot W \cdot t_{\text{т}}} + \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left( \frac{\alpha_{\text{т}} \cdot B_{\text{т}}}{t_{\text{нт}}} + \frac{\alpha_{\text{м}} \cdot B_{\text{м}}}{t_{\text{м}}} \right) \quad (7.6)$$

де  $\alpha_{\text{кт}}$  – норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

$\alpha_{\text{т}}$  і  $\alpha_{\text{м}}$  – норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості відповідно трактора і робочої машини, %;

Відрахування на капітальний і поточний ремонти і технічне обслуговування становлять:

$$C_{\text{кто}}^{\text{д}} = \frac{5 \cdot 1500000}{100 \cdot 3,93 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 3,93} \cdot \left( \frac{12,7 \cdot 1500000}{1600} + \frac{7 \cdot 170000}{160} \right) = 60,29 \text{ грн./га}$$

$$C_{\text{кто}}^{\text{в}} = \frac{5 \cdot 1500000}{100 \cdot 4,39 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 4,39} \cdot \left( \frac{12,7 \cdot 1500000}{1600} + \frac{7 \cdot 192460}{160} \right) = 57,43 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, питомі прямі експлуатаційні витрати для базового агрегату становлять:

$$C_{\text{пит}}^{\text{б}} = 25,0 + 54,88 + 57,64 + 60,29 = 197,81 \text{ грн./га.}$$

Для нового агрегату прямі експлуатаційні витрати становлять:

$$C_{\text{пит}}^{\text{в}} = 22,36 + 49,28 + 55,61 + 57,43 = 184,68 \text{ грн./га.}$$

Питомий економічний ефект становить

$$C_{\text{пит}} = 197,81 - 184,68 = 13,13 \text{ грн./га.}$$

Крім того, встановлення на сівалку запропонованих пристроїв дозволить зменшити до 10 % норму висіву насіння озимого ячменю.

Норма висіву озимого ячменю становить 180...250 кг/га. Приймемо, що в нашому випадку норма висіву становить 200 кг/га. Отже, запровадження удосконаленої сівалки дозволить зменшити норму висіву насіння озимого ячменю на 20 кг/га.

При закупівельній ціні насіння озимого ячменю рівній 50,0 грн./кг, запровадження модернізованої сівалки за рахунок економії насіння дасть змогу одержати додаткову продукцію, яка в грошовому еквіваленті буде мати наступну величину:

$$D_{\text{п}} = E_{\text{н}} \cdot C_{\text{н}}, \quad (7.7)$$

де  $E_{\text{н}}$  – економія насіння, кг/га;

$\Pi_n$  - ціна насіння, грн./кг.

$$D_n = 20 \cdot 50 = 1000 \text{ грн./га.}$$

Річний економічний ефект від експлуатації модернізованої сівалки на площі 450 га визначимо за формулою:

$$E_p = (1000 + 13,13) \cdot 450 = 455908,5 \text{ грн.}$$

Строк окупності затрат на модернізацію визначимо за формулою:

$$O = \frac{B_m^H - B_m^B}{E_{p, \text{эф}}} = \frac{192460 - 170000}{455908,5} \approx 0,05 \text{ року.} \quad (7.8)$$

Результати розрахунків економічної ефективності зведемо в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 - Результати розрахунку економічної ефективності проекту

Найменування показника	Базова	Нова	Відхилення +, -
Продуктивність, га/год.	3,93	4,39	+0,46
Затрати праці, люд-год./га	0,51	0,46	-0,05
Прямі питомі експлуатаційні витрати, грн./га	197,81	184,68	-13,13
в тому числі:			
- витрати на заробітну плату	25,0	22,36	-2,64
- витрати на ПММ	54,88	49,28	-5,6
- відрахування на реновацію	57,64	55,61	-2,03
- витрати на ремонт	60,29	57,43	-2,86
Витрати на модернізацію, грн.		22460	
Додатковий економічний ефект, грн..		1000	
Річний економічний ефект, грн.		455908,5	
Строк окупності витрат, років		0,05	

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що впровадження удосконаленої технології вирощування ячменю озимого в господарстві з використанням удосконаленої сівалки дасть можливість одержати річний економічний ефект в сумі 455908,5 грн. Термін окупності витрат на удосконалення сівалки становить один рік.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз діяльності показує, що господарство забезпечене сільськогосподарською технікою в необхідній кількості, але техніка морально і фізично зношена і її необхідно міняти і удосконалювати для підвищення ефективності і зменшення затрат на виробництво продукції.

2. На підставі аналізу існуючих технологій вирощування зернових культур для умов господарства розроблена удосконалена технологія вирощування озимого ячменю, що дозволяє зменшити затрати і збільшити урожайність. Розроблена технологічна карта на вирощування, визначено комплекс необхідних машин.

3. Удосконалення конструкції сівалки СЗ-3,6 дає можливість покращити якість сівби і зменшити витрати насіннєвого матеріалу до 10%. Проведені розрахунки дали можливість визначити основні параметри і режим роботи сівалки. По визначених технологічних показниках розроблена операційно-технологічна карта на проведення посівних робіт в господарстві.

4. Приведені в роботі заходи з охорони праці можуть бути використані в господарстві при організації робіт з охорони праці і проведенні інструктажів на виконанні польових робіт.

5. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що впровадження удосконаленої технології вирощування озимого ячменю в господарстві і удосконалення сівалки СЗ-3,6 дозволить одержати річний економічний ефект в сумі 455908,5 грн. Термін окупності витрат на удосконалення становить 0,05 років.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кернасюк Ю. Ринок ячменю: потенціал розвитку// Агробізнес сьогодні <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7950-rynok-iachmeniu-potentsial-rozvytku.html>.

2. Стрельбіцький М. Ячмінь в Україні: сьогодення й перспективи вирощування// <https://consumerhm.gov.ua/2189-yachmin-v-ukrajini-sogodennya-j-perspektivi-viroshchuvannya-2>.

3. Аврамчук А. Вирощування ячменю - особливості технології// SuperAgronom.com.

4. Технологія вирощування озимого ячменю [http:// www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-ozimogo-jachmenyu-420.html](http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-ozimogo-jachmenyu-420.html)

5. Інтенсивна технологія вирощування ячменю озимого// [https://pidru4niki.com/78627/agropromislovist/intensivna\\_tehnologiya\\_viroschuvannya\\_yachmenyu\\_ozimog](https://pidru4niki.com/78627/agropromislovist/intensivna_tehnologiya_viroschuvannya_yachmenyu_ozimog).

6. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

7. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

8. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.

9. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф. Головчука.–К.:Грамота, 2007.- 360 с.

10. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: навчальний посібник / Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

11. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.

12. 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. – 384 с.

13. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві, В.Ю.Ільченко, П.І.Карасьов, А.С.Лімонт та ін.; За ред. В.Ю.Ільченка. К.: Урожай, 1993. – 288 с.

14. Целинський В.П. Охорона праці в рослинництві. – К.: Урожай, 1991. – 80 с.

15. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

16. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.