

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО  
СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. О. СЕМКОВИЧА**

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Підвищення ефективності вирощування пшениці з використанням модернізованого заправщика завантажувача зерна ЗЗП-20”**

Виконав: студент IV курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агорінженерія”  
(шифр і назва)

Козиренко Назар Русланович  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Гошко З.О.  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО**  
**СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. О. СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
к.т.н., доцент Шарибура А.О.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

## **ЗАВДАННЯ**

на дипломний проєкт студенту  
**Козиренко Назару Руслановичу**

1. Тема проєкту: **“ Підвищення ефективності вирощування пшениці з використанням модернізованого заправщика завантажувача зерна ЗЗП-20”**

Керівник проєкту: Гошко Зіновій Орестович, к.т.н., доцент  
Затверджена наказом по університету від 30.12.2023 року № 453/кс.

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 15.06.2023 року

3. Вихідні дані: інструкції з технічної експлуатації та технічного обслуговування тракторів, нормативи з використання зернових матеріалів; патентний пошук та літературні джерела, які стосуються удосконалення заправщиків завантажувачів зерна; визначення економічної ефективності використання модернізованих технічних.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Характеристика об'єкта проєктування.

2. Технологічний розділ.

3. Конструкторський розділ.

4. Охорона праці.

5. Економічне обґрунтування проєктного рішення

Висновки і пропозиції;

Список літературних джерел.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Операційна карта - 1-ий аркуш.

2. Загальний вигляд машини - 2-ий аркуш.

3. Загальний вигляд досоконалення - 3-ий аркуш.

4. Робочі креслення деталей – 4-й арк.
5. Робочі креслення деталей – 5 -ий арк.
6. Результати розрахунку економічного ефекту – 6-ий арк.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5,6	Гошко З.О. к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. О. Семковича			
4	Тимочко В.О., к.т.н., доцент кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика об'єкту проєктування»</i>	<i>02.01.23-02.02.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологічний розділ»</i>	<i>03.02.20-03.03.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструкторський розділ»</i>	<i>04.03.20-03.04.20</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та захист населення»</i>	<i>04.04.23-03.05.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок економічного ефекту»</i>	<i>04.05.23-01.06.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>01.06.23-15.06.23</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Назар Козиренко  
(підпис)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ Зіновій Гошко  
(підпис)

УДК 631.3. – 635.21

Козиренко Н. Р. “Підвищення ефективності вирощування пшениці з використанням модернізованого заправщика завантажувача зерна ЗЗП-20”

Дипломний прєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

64 стор. текс. част., 12 рис., 8 табл., 6 арк. ілюстр. матер., 21 бібліогр. джерел.

Розроблено технологію завантаження та транспортування зерна, обґрунтовано засоби механізації операцій технологічного процесу та запропоновано схему їх використання.

Проведено аналіз машин, що використовуються для транспортування та завантаження зерна. Запропоноване вдосконалення завантажувального механізму завантажувача зерна ЗЗП-20 з метою підвищення його продуктивності.

Проаналізовано стан та розроблено заходи з охорони праці, захисту цивільного населення та довкілля при виконанні механізованих операцій у господарстві.

Виконано розрахунок економічної ефективності запровадження технології та комплексу машин.

## Зміст

Вступ	6
1. Аналіз конструкції об'єкта проектування	7
1.1 Технологічні особливості виробництва зернових	7
1.2 Запропонована технологія	11
1.3 Програмована врожайність	11
2. Технологічний розділ	13
2.1. Види та особливості використання транспортних засобів для зерна	13
2.2 Розрахунок рядка технологічної карти	17
3. Конструкторське рішення	29
3.1. Вибір та обґрунтування запропонованого вдосконалення	29
3.2. Вибір та розрахунок шнека	34
4. Охорона праці	45
4.1 Охорона праці при вирощуванні озимої пшениці	45
4.2 Правове забезпечення охорони праці в господарстві	45
4.3 Логічне моделювання небезпек	49
4.4 Розробка заходів безпеки праці при механізованому вирощуванні зернових культур	49
5. Розрахунок економічної ефективності	55
5.1 Показники порівняльної економічної ефективності	57
5.2 Економічні показники	58
Висновки і пропозиції	62
Список літературних джерел	63

## ВСТУП

Сучасне сільське господарство потребує постійного збільшення обсягів виробництва продуктів споживання, підвищення продуктивності праці й рентабельності виконання робіт, зменшення витрат часу на забезпечення всіх виробничих процесів та максимально їх автоматизувати.

Ці вимоги неможливо реалізувати без надійного, високопродуктивного обладнання, та машин. Це, безумовно, потребує їх переобладнання і модернізації. Зокрема це стосується навантажувачів/метачів зерна, завдання яких полягає у швидкісному завантаженні зерна з поверхні зернового току (складу) в транспортні засоби. Застосування такої техніки оптимізує трудомісткий процес та економить час.

Зерновий навантажувач — це універсальна самохідна причіпна машина безперервної дії, для навантаження зерна в транспортні засоби, формування зернового бурта, завантаження зерна в очисні машини, зерносушарки, зерносховища завантаження сівалок. Основні робочі органи зернового навантажувача — живильники і транспортер. Перші забезпечують подачу зерна з бурта до тримера, який спрямовує на транспортер, і надає йому значну кінетичну енергію. Це дозволяє підняти зерно на значну висоту — до 4–5 м, і перемістити його на достатньо велику відстань.

За типом робочих органів зернонавантажувачі бувають з скребковими або шнековими живильниками. За тривалий період свого розвитку ці машини серйозно модернізовані і видозмінені, що підвищило їхній ефективність.

Одним з передових виробників в Україні зерно навантажувальної техніки є ТОВ «Оріхівський завод сільськогосподарських машин «Агротех»» і ТОВ «Козаренка». Сучасні конструкції, та принцип роботи метачів зерна будемо розглядати на основі цих підприємств, які вигідно вирізняються на загальному тлі наявних зернонавантажувачів та метачів зерна.

# 1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ

## 1.1. Технологічні особливості виробництва зернових

Основним способом посіву зернових є звичайний рядовий з міжряддями 15 см. Для сівби цим способом господарства нашого регіону мають найкращу забезпеченість відповідними сівалками, а також такий спосіб високотехнологічний, і не вимагає застосування міжрядних обробітків ґрунту.

Найбільш поширена для сівби зернових є зернова сівалка СЗ-3,6. Непогані результати дає також використання вузькорядної зернової сівалки СЗУ-3,6. Непогано зарекомендували себе льонові сівалки “Клен”. Під час використання сівалок вітчизняного виробництва необхідно до норми висіву додати 40-50 кг добре просіяного суперфосфату. Ця суміш дозволяє висіяти точно встановлену норму добрив та рівномірно розподілити насіння пшениці за довжиною рядків.

Під час сівби через кожні 10,8 м бажано залишати технологічну колію, для того, щоб в подальшому можна було використовувати незасіяні рядки для періодичного проходу агрегатів для підживлень та боротьби з хворобами й шкідниками.

Дослідження науковців свідчать, що паралельно із звичайним рядовим, можна застосувати вузькорядний спосіб, який за врожайністю не поступається класичному (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Залежність урожаю пшениці від способів сівби

Спосіб сівби	Ширина міжрядь, см	Врожай зерна, ц/га*	+, - до звичайного рядового, цнт.
Звичайний рядковий	15	45.3	-
Вузькорядний	7,5	47.4	+2.1

Але, незважаючи на можливість отримання високих урожаїв під час сівби вузькорядним способом, рекомендують для широкого впровадження звичайну класичну, тому що вона потребує менше виробничих затрат і також рослини за

такого способу посіву, визрівають рівномірніше. Тому вузькорядні способи вважають доцільними тільки на насінневих ділянках, що потребують регулярного хімічного догляду та підживлення мінеральними добривами.

Поряд із строками посіву, норма висіву – це один з найважливіших важелів формування врожайності рослин, і зокрема визначає рівень їх зимостійкості. Справа в тому, що із збільшенням густоти висіву погіршується зимостійкість рослин, а на ділянках з меншою густота стояння рослин навесні та під час збирання врожайність зростає (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 - Зимостійкість та урожайність озимої пшениці за різних норм висіву

Норма висіву		Кількість рослин на 1 кв.м		Зимостійкість, %	Кількість рослин на 1 кв. м після зимівлі
млн. га	кг/га	припинення вегетації	початок вегетації навесні		
0,28	215	243	339	91	440,9
0,30	230	283	366	80	440,0
0,32	245	323	393	75	339,6
0,34	260	382	416	64	337,4
0,36	275	340	432	55	330,7
0,38	290	372	447	54	227,8
0,40	305	401	457	52	227,3
0,42	315	427	470	52	225,0
0,44	325	465	485	47	223,6

Отже, оптимальна густота стояння рослин озимої пшениці на період весняної вегетації коливається у діапазоні (223 - 440 шт. на 1 м<sup>2</sup>) Тому доцільно в умовах господарства регулювати норму висіву так, щоб вона сприяла формуванню середньої густоти, 330-360 шт/м<sup>2</sup>.

Коли застосовується вузькорядний спосіб сівби, густота стояння рослин є суттєво вищою. Найвищий врожай за сівби з міжряддями 7,5 см формується за норми висіву 380 тис. насінин на 1 га.



Стосовно норми висіву слід зазначити, що вона має бути на рівні 0,3-0,35 млн. насінин, що зійшли на 1 га. Для уточненого розрахунку норми висіву за масою крім кількісної норми слід знати масу 1000 насінин, чистоту посівного матеріалу і його схожість.

Оптимальна глибина висіву насіння озимої пшениці становить 4-5 см. залежно від типу ґрунту, на легких ґрунтах насіння висівають глибше на важких мілкіше. Щоб дотриматись цієї вимоги, необхідно забезпечити якісний обробіток ґрунту, що сприятиме заробці насіння на глибину 5 см. Чому ставлять такі вимоги, все базується на тому, що надто мілке загортання насіння може призвести до повного висихання цього шару і стане причиною зниженням польової схожості. Глибока заробка насіння (7-8 см) суттєво не зменшує польову схожість, але помітно збільшує затрати енергії на проростання, зменшує вміст сухих речовин та знижує резистентність сходів до всіх несприятливих чинників навколишнього середовища. При посіві на глибину 5 см, сходи мали вміст сухої речовини 13%, а на 8 см – тільки 9 %.

За умов дефіциту вологи у верхньому (0-3 см) шарі ґрунту і її наявності на глибині 5-6 см, насіння доцільно загортати глибше, щоб мати гарантію дружніх сходів. Це треба обмежувати глибиною 6-7 см і в тих випадках, коли оптимальні строки закінчуються, а опадів нема.

Найбільш поширеними шкідниками озимої пшениці є зерновий квіткоїд (*Meligethes aenus*), хрестоцвітна блоха (*Phyllotreta vittula*), стебловий довгоносик та скритохобітник (*Ceutorhynchus quadridens* and *C. Assimilis*). Характер пошкоджень, під час обробітку посівів інсектицидами та дози препаратів наведено нижче (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 - Хвороби пшениці та боротьба з ними

Шкідник	Характер пошкоджень	Час та спосіб застосування інсектицидів	Препарат	Доза, кг/га
Хрестоцвітн а блоха	З'їдають сім'ядолі та молоді листки	Перед сівбою насіння	Офтанол	0,1

		протруюють		
Злаковий квіткоїд	З'їдає пилок, прогризає бутони	Бутонізація цвітіння, райовий обробіток	Децис	0,3
Скритохобітники	Відкладає яйця у зав'язь, пошкоджує насіння	Масове цвітіння	Карате	0,2
Зернівковий комарик	Відкладає яйця у стручки	Плодоутворення	Децис	0,3

Наводимо основні відомості про хвороби та засоби боротьби з ними (табл.1.4).

Поєднання агротехнічних та хімічних (у випадках досягнення критичних значень ураження) заходів дає вагомий ефект.

#### 1.1.1. Передові методи вирощування озимої пшениці

Технології вирощування озимої пшениці в кожному регіоні, що займаються її виробництвом відрізняються між собою. Це залежить насамперед від економічного стану господарств, чи має господарство необхідну кількість добрив, щоб внести під культуру, отрутохімікати, забезпечити належний обробіток ґрунту і ін.

Більшість сучасних технологій передбачають застосування техніки, високий відсоток механізації процесів, пов'язаних з вирощуванням пшениці. Вони між собою мають багато спільного. Технології передбачають після збирання попередника на початку осені проводити внесення органічних добрив, навантаження яких повинно бути повністю механізоване. Потім проводять лущення стерні, через кілька днів проводиться оранка ґрунту. Мін.добрива вносять через декілька днів: їх розтарювання, подрібнення, змішування і навантаження в розкидач повинно бути механізованим. Після цього проводять культивуацію з боронуванням і вирівнюванням ґрунту. Наступним етапом є внесення гербіцидів. Перед посівом зерновий матеріал протруюють. Ці операції

проводяться восени. Обробку посіву хімікатами проводять весною з одночасним підживлення мін.добривами, і обробляють посіви проти хвороб і шкідників. В кінці серпня, врожай збирають.

## 1.2. Запропонована технологія

Дана технологія подібна до описаних у попередньому пункті.

Зібравши попередник вносять органічні добрива. Після цього проводять (культивацию) лушення стерні, а через кілька днів-оранку. Потім вирівнюють ґрунт. Через кілька днів вносять мін.добрива. Перед внесенням їх готують – розтарюють, подрібнюють, змішують і завнтажують у розкидач. Культиватором розпушують, і вирівнюють поверхню поля та заробляють добрива у ґрунт. Через кілька днів готують і вносять гербіциди.. Після внесення гербіцидів висівають насіння, паралельно з цим протруюють зерно і прикатковують посіви. Заправку сівалки здійснюють в польових умовах з допомогою завантажувача-протруювача зерна ЗЗП-20. Через кілька днів проводять підживлення посівів аміачного селітрою. Рано навесні проводять обробку посівів проти хвороб і шкідників.

В кінці серпня озиму пшеницю скошують у валки, а через 4-10 днів їх підбирають і обмочують. Всі процеси під час вирощування і збирання озимої пшениці повністю механізовані .

## 1.3. Програмована врожайність

Розрахунок планової врожайності озимої пшениці на перспективу проведено за методом найменших квадратів. Вихідні дані для розрахунку врожайності озимої пшениці заносимо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 - Вихідні дані для розрахунку врожайності озимої пшениці на перспективу

Роки, п	Порядковий номер року, $t_i$	$t_i^2$	Фактична врожайність, $y_i$	$y_i$	$t_i$

2021	- 1,5	2,25	34	-5,1
2022	- 0,5	0,25	32	- 1,6
2023	0,5	0,25	35	1,75
2024	1,5	2,25	40	5,7
$\Sigma n = 4$	-	$\Sigma t_i^{2=5}$	$\Sigma y_i = 13,9$	$\Sigma y_i t_i^2 = 15$

Визначимо середню врожайність за досліджуваний період:

$$A = \Sigma y/n; \quad (1.1.)$$

де,  $\Sigma y_i$  - сумарна врожайність за досліджуваний період, ц/га;

n- число взятих років;

$$A = 141/4 = 35,45 \text{ ц/га.}$$

Визначаємо щорічний приріст врожайності, ц/га:

$$B = \Sigma y_i t_i / t_i^2, \quad (1.2.)$$

де  $t_i$  - порядковий номер року:

$$B = 15/5 = 3 \text{ ц/га.}$$

Планову врожайність визначаємо за формулою:

$$y_{ti} = A_1 + B_{ti}, \text{ ц/га,} \quad (1.3.)$$

де,  $y_{ti}$  - планова врожайність відповідного року, ц/га.

$$y_{t_{2021}} = 35,45 + 3 (1,54) = 40,07 \text{ ц/га;}$$

$$y_{t_{2022}} = 35,45 + 3 (2,5) = 45,95 \text{ ц/га;}$$

$$y_{t_{2023}} = 35,45 + 3 (3,5) = 49,95 \text{ ц/га;}$$

$$y_{t_{2024}} = 35,45 + 3 (4,5) = 54,95 \text{ ц/га.}$$

Отже, ми плануємо на перспективу одержати урожайність зерна озимої пшениці у 2023 р 50 ц/га.

Валове виробництво зерна озимої пшениці на перспективу визначаємо за формулою:

$$B_v = y \times S, \text{ ц;} \quad (1.4.)$$

де  $y$  - врожайність, ц/га;

$S$  - площа посіву, ц/га;

$$B_v = 49,95 \times 100 = 4995 \text{ ц.}$$

## **2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

### **2.1. Види та особливості використання транспортних засобів для зерна**

Обробка і транспортування зерна є важливим етапом зернозаготівлі. Але не всі враховують важливість ефективного транспортування зерна, яке забезпечує безпеку цілісності продукції, без втрати властивостей зерна.

Тому до транспортування зерна необхідно підходити відповідально. У цьому допомагає обладнання для транспортування зерна. Його завданням є транспортування і також полегшення завдання з переміщенням зерна.

Процес транспортування зерна досить тривалий і напружений, а якщо обсяги великі, і обладнання для транспортування зерна застаріле і зношене, то затрати часу будуть значними. Підвищення продуктивності процесу транспортування зерна має відбуватися постійно, тільки тоді можна досягти високої ефективності. Застосовуючи сучасне нове зернотранспортне обладнання, виробники с.г. продукції скорочують витрати на зберігання, а зерно не втрачає своїх посівних властивостей.

Однією з причин низької якості зерна є високий рівень його травмування під час навантажувально-розвантажувальних операцій, зокрема під час завантаження у бункери сівалок. Встановлено, що 10% пошкодженого насіння озимої пшениці знижує урожайність на 1 – 2,5 ц/га. Відомо, що чим вищий рівень травмування насіння, тим вищі втрати.

На сьогодні на Українському ринку техніки для транспортування зерна, використовують мобільні та стаціонарні перевантажувачі різних типів, та моделей. Розглянемо, які з них найчастіше застосовують підприємства для зберігання і переробки зерна.

Шнековий транспортер (від нім. Schnecke, буквально – равлик) – це стрижень з суцільною гвинтовою поверхнею уздовж поздовжньої вісі. Прототипом сучасних шнекових транспортерів, є винайдена Архімедом в III ст. до н. е. водопідіймальна машина, яка отримала назву «Архімедів гвинт». Шнек (шнековий конвеєр або гвинтовий конвеєр) – робоча деталь, яка

призначена для транспортування вантажу переміщенням уздовж, обертається навколо гвинтової поверхні всередині труби. Шнек – це транспортний пристрій для сипучих, порошкоподібних матеріалів.

Їх використовують на токах, елеваторах, а також на комбикормових підприємствах, та млинах.

Шнекові транспортери зручні у користуванні. Проста конструкція, шнекових транспортерів надійна і ефективні у роботі. Їх перевагами є простота конструкції, невеликі габаритні розміри, компактність, зручність розвантаження та простота технічного обслуговування. Також їх перевагою є відсутність «пробок» під час транспортування, адже обертовий шнек, виключає ймовірність їх утворення. Позитивним елементом шнекового транспортера є його здатність легко переміщуватися. Це особливо зручно при роботі на складах, млинах, або у зерносховищі.

У порівнянні з іншими засобами транспортування (стрічкові транспортери, ланцюгові конвеєри), шнекові транспортери відрізняються мобільністю. При встановленні їх на спеціальне шасі, можна використовувати на зерноскладах у якості мобільного навантажувача автомобілів.

Недоліками шнекових транспортерів є значне травмування і подрібнення сипучих матеріалів, висока енергоємність роботи, прискорене спрацювання жолоба.

Шнекові навантажувачі призначені для переміщення зерна на невелику відстань (до 40 м по горизонталі і до 30 м по вертикалі). Шнекові навантажувачі застосовують у технологічних лініях зернових елеваторів. Продуктивність шнекових транспортерів становить до 50 т/год. Залежно від фізико- механічних властивостей зерна, частоту обертання шнека приймають у межах 50 – 150 об./хв.

За конструкцією шнекові транспортери подібні. Основними складовими шнекового транспортера є циліндричний корпус, шнек (завдяки якому відбувається переміщення зерна), кінцеві та проміжні опори, і привід. Корпус

транспортера виготовляють циліндричним (у вигляді труби), або у вигляді відкритого жолоба. В середині нього розташовано шнек.

Головним робочим органом транспортера є шнек, із суцільною гвинтовою поверхнею вздовж поздовжньої осі. Переважно, шнек є цільним, виготовлений з конструкційної сталі. Шнекові навантажувачі випускають переважно стаціонарними. Інколи шнек поєднують з бункером-накопичувачем, у який завантажують зерно (кузов автомобіля), а потім звідти воно подається на шнек. За рахунок контакт з металевими поверхнями шнекових витків конвеєра, травмування зерна може становити до 1-2%.

Продуктивність шнекового транспортера залежить від швидкості обертання шнека, яку підбирають, використавши редуктор з потрібним передаточним числом. Потужність двигуна, повинна відповідати габаритам шнека, виду продукції, та швидкості її переміщення. Незважаючи на те, що гвинт рухається навколо своєї вісі, матеріал, буде переміщатися з заданою швидкістю точно по прямій.

Пневматичні транспортери досить поширені у господарствах України. Переважно їх застосовують для транспортування зерна на елеваторах, морських і річкових суднах, залізничному й автомобільному транспорті.

Найважливішою позитивною характеристикою пневмотранспортерів є можливість завантажувати зерно безпосередньо з куп; переміщати його на значні відстані; можливість транспортувати зерно у вертикальному і горизонтальному напрямках; часткове очищення зерна від дрібних домішок та зниження його вологості (до 1,5%); і простота в експлуатації.

У пневмотранспортерах переміщення сипких матеріалів здійснюється за принцип стисненого повітря у щільному шарі. Транспортери даного типу придатні для транспортування зерна на значні відстані. Електропривід транспортера приводиться в дію від вала відбору потужності трактора, тому вони досить мобільні й їх можна легко переміщати з одного місця до друге. Цьому сприяють невеликі габаритні розміри та вага.

Пневмотранспорт є один з найефективнішим способом транспортування зерна, але наразі не набув широкого застосування. Це пояснюється тим, що на ринку України пневматичні транспортери зерна з'явилися нещодавно, і до них досі ставляться скептично.

Пневматичні транспортери складаються з нагнітальної системи, завантажувальної та розвантажувальної систем і трубопроводів. Оскільки швидкість повітряного потоку в пневмопроводі досить висока, то вся система забезпечує швидке та безпечне транспортування зерна. За принципом дії пневматичні транспортери бувають тягово-нагнітальними або просто нагнітальними.

Діаметр січення рукавів пневмотранспортерів може бути від 20 і до 800 мм. Відстань транспортування зерна до 200 м, при швидкості повітряного потоку 30 м/с. Продуктивність кожного пневмотранспортера залежить від багатьох факторів. Зокрема, їх продуктивність зменшується, при збільшенні відстані транспортування зерна. Короткий шлях – висока продуктивність, довгий шлях – низька продуктивність.

Крім шнекових та пневматичних транспортерів також використовують для транспортування зерна норії. Їх завданням, є переміщення зерна в певну точку. Переважно норії використовують для транспортування зерна у ємність для зберігання або обробки. Вони мають специфічну конструкцію, адже працюють з сипкими матеріалами. Норій для зерна, бувають кількох видів, зокрема стрічкові, ковшеві і т.д.

Норії (ковшові елеватори) – це конструктивні системи для вертикального транспортування зерна, які застосовують на елеваторах, зернохранилищах, зерносушильно-очисних комплексах, лініях гранулювання, комбікормових заводах.

Норії – це обладнання безперервної дії з гнучким робочим органом виготовленим з гумової стрічки з прошарками тканини, на яких закріплені сталеві або пластмасові ковші.



Порівняно з іншими способами транспортування зерна, норії можуть транспортувати його на велику висоту, невеликі енерговитрати, мають компакту будову, бережно переміщують зерно з мінімальним його травмуванням (близько 0,2%), надійні і довговічні конструкції, простота налагодження і обслуговування.

Принцип роботи норії простий. Вмикання приводу приводить в дію привідний барабан, з рухомою стрічкою і ківшами. Зерно у нижній частині захоплюється ковшами, піднімається вертикально догори і висипається у верхній частині норії. Ківші повертаються назад вже порожніми.

Продуктивність норій залежить від висоти піднімання зерна, і може становити від 20 до 200 т/год. Поступальна швидкість руху стрічки з ковшами – до 2,2 м/с, завдяки чому травмування зерна мінімальне. Доцільно норії застосовувати під час посівних робіт, для завантаження сівалок.

## **2.2. Розрахунок рядка технологічної карти**

Вихідні дані:

агрофон – посівна площа,

схил поля -  $i = 1 \%$ ,

тяговий опір агрегату,  $K = 1,2$  кН/м,

параметри поля:

довжина  $L = 1000$  м,

ширина  $B = 800$  м.

### **2.2.1. Агротехнічні вимоги до посіву озимих зернових**

- Посів озимих зернових здійснюється за температура ґрунту 18-20 С, на глибині 4...5 см;
- Висів насіння здійснюється тільки на попередньо вирівняному полі;
- Необхідно забезпечити ширину міжрядь  $15 \pm 0,5$  см, і стикових міжрядь  $15 \pm 1$  см;

- Посів здійснюють сортовим насінням, попередньо очищеним та протруєним;

- Для отримання планової врожайності, необхідно забезпечити необхідну густоту стояння рослин, що обумовлюється кількістю висіяних зерен з розрахунку на один мерт квадратний, або гектар 350-360 тис. шт.;

- Загортання насіння має бути повним, рівномірним, відхилення від заданої глибини  $\pm 1$  см;

### 2.2.2 Вибір агрегату МТА для посіву озимих зернових:

МТЗ-82+РАПІД-800+ЗЗП-20.

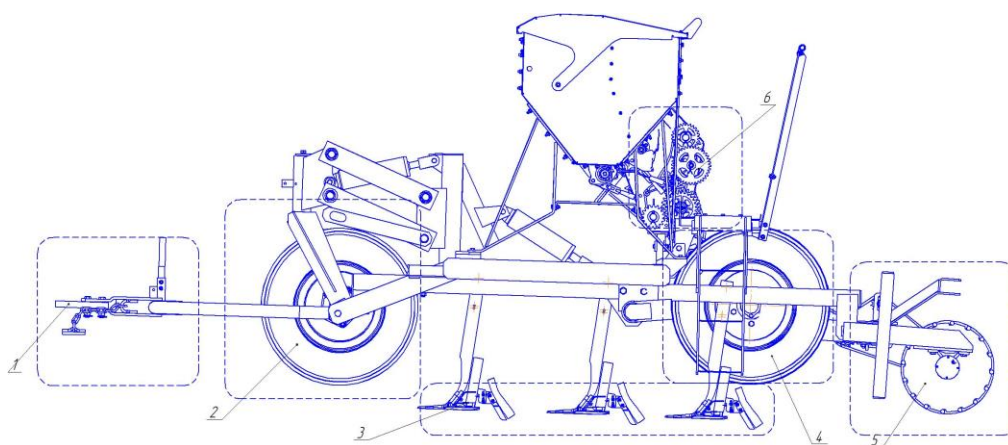


Рисунок 2.1 - Схема сівалки Рапід - 800

1-зчеплення; 2-колесо самоустановлююче; 3-сошниковая секція; 4-колесо опорное; 5-коток; 6-механізм приводу

Робочу передачу трактора визначаються за умовою:

$$v_p \leq v_{a \max}, \quad (2.1)$$

де  $v_p$  - робоча швидкість енергетичного засобу, км/год;

$v_{a \max}$  - максимальна допустима технологічна швидкість агрегату, км/год,  $v_p \leq 7$ .

Отже альтернативними передачами для енергетичного засобу є 4:5.

Питомий тяговий опір с.-г. агрегату на альтернативних передачах енергетичного засобу:

$$K_{vчч} = K_{ок} \cdot \left[ 1 + \frac{(v_{phi} - v_o) \cdot \Delta C_k}{100} \right], \quad (2.2)$$

де  $K_{ок}$  - тяговий опір с.-г. агрегату зі швидкістю  $V_o = 5$  км/год, кН/м;

$$K_{вчч} = 1,2 \cdot \left[ 1 + \frac{(5,7 - 5) \cdot 2,5}{100} \right] = 1,22 \text{ кН / м } ;$$

$$K_{вбб} = 1,2 \cdot \left[ 1 + \frac{(7 - 5) \cdot 2,5}{100} \right] = 1,26 \text{ кН / м } .$$

Розрахунок оптимальної ширини захвату на 4-5 передачах енергетичного засобу:

$$B_{при} = \frac{[\xi_p] \cdot \left( P_{крни} - \frac{G \cdot i}{100} \right)}{K_{вчч} + \frac{g_{мк} \cdot i}{100}} ; \quad (2.3)$$

де  $[\xi_p]$  – допустиме навантаження на гаку енергетичного засобу. Для МТЗ-82:  $[\xi_p] = 0,94$ ;

$G$  - технічна вага енергетичного засобу, кН. Для МТЗ-82:  $G = 31,5$  кН;

$i$  - ухил поверхні поля, %;  $i = 1\%$ ;

$g_{мк}$  – розподіл маси, що припадає на один метр ширини захвату для с.-г. агрегату, кН/м.

$$g_{мк} = \frac{\left( G_{мк} + 0,01 \cdot \sum_{l=1}^{N_{мк}} V_{мкl} \cdot \gamma_{мl} + G_{пк} \right)}{B_{мк}} , \quad (2.4)$$

де  $G_{мк}$  – технологічна вага с.-г. агрегату, кН;

$B_{мк}$  - ширина захвату агрегату, м;

$N_{мк}$  - кількість працівників, що обслуговує с.-г. агрегат;

$V_{мкl}$  – об'єм ємкості с.-г. агрегату під зерно, м<sup>3</sup>;

$\gamma_{мl}$  - щільність 1-го виду зерна, кг/м<sup>3</sup>;

$G_{пк}$  – маса обслуговуючого персоналу, що управляє с.-г. агрегатом:

$$g_{мк} = \frac{12,2 + 0,01 \cdot 0,12 \cdot 0,64 + 1,1}{3,6} = 2,75 \text{ кН / м}$$

$$B_{np4} = \frac{0,94 \cdot \left( 14,3 - \frac{31,5 \cdot 1}{100} \right)}{1,22 + \frac{2,75 \cdot 1}{100}} = 10,5 \text{ м} \quad ?$$

$$B_{np5} = \frac{0,94 \cdot \left( 14,7 - \frac{31,5 \cdot 1}{100} \right)}{1,26 + \frac{2,75 \cdot 1}{100}} = 10,5 \text{ м} \quad .$$

2.2.3. Розрахунок складу посівного агрегату:

$$n_{mki} = \frac{B_{npi}}{B_{mk}} \quad , \quad (2.5)$$

де  $n_{mki}$  – кількість сівалок у складі агрегату.

$$n_{mk4} = \frac{10,5}{5,6} = 1,9 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $n_{mk4} = 1$  шт.

$$n_{mk5} = \frac{10,5}{5,6} = 1,9 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $n_{mk5} = 1$  шт.

Розрахунок експлуатаційних передач енергетичного засобу. Вибір експлуатаційної передачі енергетичного засобу здійснюється за умов оптимального завантаження його, за зчіпною вагою:

$$\xi_{pi} = \frac{R_{ai}}{P_{кріі} - \frac{G \cdot i}{100}} \quad , \quad (2.6)$$

де  $R_{ai}$  – тяговий опір МТА на  $i$  – й передачі енергетичного засобу, кН.

$$R_{ai} = K_{vii} \cdot B_{mk} \cdot n_{mki} \quad , \quad (2.7)$$

$$R_{a4} = 1,22 \cdot 5,6 \cdot 1 = 6,8 \text{ кН} \quad ,$$

$$R_{a5} = 1,26 \cdot 5,6 \cdot 1 = 7,1 \text{ кН} \quad ,$$

$$\xi_{p4} = \frac{6,8}{14,3 - \frac{31,5 \cdot 1}{100}} = 0,49$$

$$\xi_{p5} = \frac{7,1}{14,7 - \frac{31,5 \cdot 1}{100}} = 0,49$$

Кінцевий вибір експлуатаційної передачі здійснюємо з умов максимальної продуктивності посівного агрегату:

$$W_{\text{чi}} = 0,1 \cdot B_{pi} \cdot V_{pi}, \quad (2.8)$$

де  $B_{pi}$  - експлуатаційна ширина захвату посівного агрегату на  $i$ -й передачі, м;

$$B_{pi} = B_{mk} \cdot n_{mki} \cdot \beta, \quad (2.9)$$

де  $\beta$  - коефіцієнт використання експлуатаційної ширини захвату с.г. посівного агрегату. Для сівалки  $\beta = 1$ .

$$B_{p4} = B_{p5} = 3,6 \cdot 1 \cdot 1 = 3,6 \text{ м};$$

$$W_{\text{ч4}} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 5,7 = 2,05 \text{ га/год};$$

$$W_{\text{ч5}} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 7 = 2,52 \text{ га/год}.$$

Вибираємо експлуатаційною швидкістю енергетичного засобу 5-у передачу, тому що на цій передачі досягається максимальне завантаження двигуна на гаку та найбільша продуктивність посівного агрегату.

2.2.4 Розрахунок годинної витрати пального на холостому ході посівного агрегату на заданій передачі:

$$G_{mpi} = G_{mni} - (G_{mni} - G_{\text{ТХХI}}) \cdot (1 - \xi_p), \quad (2.10)$$

де  $G_{\text{ТХХI}}$  - годинна витрата пального на холостому ході енергетичного засобу на заданій передачі, кг/год.

$$G_{mp} = 14,3 - (14,3 - 6,5) \cdot (1 - 0,49) = 10,3 \text{ кг / год}$$

Швидкості руху посівного агрегату на холостому ході становитиме. Спочатку розраховуємо тяговий опір посівного агрегату на холостому ходу:

$$R_{ax} = G_{mk} \cdot n_{mk} \cdot f_M, \quad (2.11)$$

де  $f_M$  – коефіцієнт, що затрачається на подолання опорів перекочування коліс посівного агрегату;  $f_M = 0,22 \dots 0,42$ .

$$R_{ax} = 12,2 \cdot 1 \cdot 0,3 = 3,7 \text{ кН}.$$

Під час виконання операції посіву озимих зернових, швидкість при розвороті посівного агрегату обмежується умовами безпеки повороту до 6...8 км/год. Виходячи з умов техніки безпеки, на поворотах потрібно перейти на нижчу передачу, 4-у, для неї  $V_{xx4} = 7,75$  км/год.

Розрахунок годинної витрати палива на холостому ході посівного агрегату:

$$G_{TX} = G_{TX} \cdot \left( 1 - k_G \cdot \xi_{px} \cdot \frac{V_{px} - V_{p\bar{x}}}{V_{px}} \right), \quad (2.12)$$

де  $V_{p\bar{x}}$  - значення зменшеної за рахунок зменшення подачі палива швидкості руху посівного агрегату, км/год.

$k_G$  - поправочний коефіцієнт,  $k_G \approx 1,2 \dots 1,7$ ;

$\xi_{px}$  - ступінь завантаження за тягою на холостому ході:

$$\xi_{px} = \frac{R_{ax}}{P_{кпрі}}, \quad (2.13)$$

$$\xi_{px} = \frac{3,7}{14,3} = 0,26,$$

$$G_{TX} = 6,5 \cdot \left( 1 - 1,5 \cdot 0,26 \cdot \frac{9,6 - 7,75}{9,6} \right) = 6 \text{ кг / год.}$$

### 2.2.5 Складання експлуатаційної схеми посівного агрегату

Експлуатаційна схема посівного агрегату подається на аркуші 1 «Операційна карта».

На схемі з зображуються всі складові елементи посівного агрегату і вказуються їх конструктивні розміри:

Колія  $a_k = 1,4$  м.

Поздовжня база посівного агрегату	$L_m = 2,37$ м.
Робоча ширина захвату посівного агрегату	$B_p = 3,6$ м.
Конструктивна ширина захвату посівного агрегату	$B_m = 3,6$ м
Кінематична довжина посівного агрегату	$l_T = 1,3$ м

Першим етапом підготовка поля до роботи, це перевірка його стан, відсутність на поверхні поля сторонніх предметів, незароблених борозен та заглиблень. Наступний етап - розмітка фішками ліній першого проходу. Фішки встановлюють через кожні 50-80 м. Поворотні смуги відбивають тоді, коли за межами поля відсутній вільний виїзд для розвороту посівного агрегату. Вибирають місця заправки посівного агрегату зерновим заправщиком з певним інтервалом  $S_3$ .

### 2.2.6. Вибір способу руху посівного агрегату по полю

Спосіб руху та радіус розвороту залежить від типу та ширини захвату посівного агрегату. Для причіпних посівного агрегатів радіус повороту визначається номінально допустимим радіусом розвороту трактора.

Для трактора МТЗ-82:

$$R_0 = 5,0 \text{ м,}$$

$$R_0 < 0,5 B_p,$$

$$5 < 0,5 \cdot 3,6 = 1,8,$$

тому розворот по колу.

Довжина виїзду посівного агрегату розраховується для причіпного агрегату за формулою:

$$E \approx 0,1 \cdot l_a, \quad (2.14)$$

де  $l_a$  - кінематична довжина посівного агрегату, м;

$$l_a = l_m + l_M, \quad (2.15)$$

де  $l_m$ ,  $l_M$  - відповідно кінематична довжина енергетичного засобу, сівалки, м.

$$l_a = 1,3 + 1,5 = 2,8 \text{ м,}$$

$$e = 0,1 \cdot 2,8 = 0,28 \text{ м.}$$

Розраховуємо мінімальну ширину поворотної смуги для посівного агрегату:

$$E_{min} = K_E \cdot R_o + e + d_k, \quad (2.16)$$

де  $K_E$  - коефіцієнт, що залежить від способу розвороту для кругового способу руху посівного агрегату,  $K_E = 1,1$ ;

$R_o$  - радіус розвороту посівного агрегату, м;

$e$  - довжина виїзду посівного агрегату, м;

$d_k$  - конструктивна ширина посівного агрегату, м.

$$d_k = 0,5 \cdot B_p, \quad (2.17)$$

$$d_k = 0,5 \cdot 3,6 = 1,8 \text{ м},$$

$$E_{min} = 1,1 \cdot 5 + 0,28 + 1,8 = 7,58.$$

Розраховуємо кількість проходів посівного агрегату на поворотній смузі:

$$n_{np} \geq \frac{E_{min}}{B_p}, \quad (2.18)$$

$$n_{np} \geq \frac{8,58}{5,6} = 1,5$$

Приймаємо  $n_{np} = 2$ .

Розраховуємо ширину поворотної смуги:

$$E_n = n_{np} \cdot B_p \geq E_{min}, \quad (2.19)$$

$$E_n = 2 \cdot 5,6 = 11,2 \text{ м}.$$

Розраховуємо коефіцієнт робочих ходів:

$$\phi = \frac{S_p}{(S_p + S_x)}, \quad (2.20)$$

де  $S_p, S_x$  – сумарна довжина шляху робочого і холостого ходу на загінці, м.

$$S_p \approx L_{pcp} \cdot n_{px}, \quad (2.21)$$

$$S_x \approx L_{xcp} \cdot n_{xx}, \quad (2.22)$$

де  $L_{pcp}, L_{xcp}$  - середня довжина робочого і холостого ходу, м;

$n_{px}, n_{xx}$  - кількість робочих і холостих ходів посівного агрегату на загінці:



$$n_{px} = \frac{B}{B_p}, \quad (2.23)$$

де  $B$  - ширина загінки, м;  $B = 800$  м.

$$n_{px} = \frac{800}{3,6} = 142,8$$

Приймаємо  $n_{px} = 143$ .

$$n_{xx} = n_{px} - 1, \quad (2.24)$$

$$n_{xx} = 143 - 1 = 142,$$

$$L_{xcp} = K_x \cdot R_0 + 2 \cdot e + X_{cp}, \quad (2.25)$$

де  $K_x$  – коефіцієнт, залежості від способу розвороту, для кругового способу руху,  $K_x = 3, 2 \dots 4$ .

$X_p$  – середня довжина прямолінійної ділянки розвороту, м;  $X_{cp} = 0$ .

$$L_{xcp} = 3,5 \cdot 5 + 2 \cdot 0,28 + 0 = 18,06 \text{ м}$$

$$L_{pcp} = L \cdot 2 \cdot E_n, \quad (2.26)$$

де  $L$  – довжина загінки, м;  $L = 1000$  м.

$$L_{pcc} = 1000 - 2 \cdot 11,2 = 977,6 \text{ м},$$

$$S_p = 977,6 \cdot 143 = 139796,8 \text{ м},$$

$$S_x = 18,06 \cdot 142 = 2564,52 \text{ м},$$

$$\phi = \frac{139796,8}{(139796,8 + 2564,52)} = 0,98$$

2.2.7. Розрахунок тривалості робочого циклу:

$$t_u = (t_p + t_x + t_{oc}) \cdot n_{прц} + t_3, \quad (2.27)$$

де  $t_p$ ,  $t_x$  - середня тривалість одного робочого ходу і одного розвороту, хв;

$t_{oc}$  - тривалість очищення сошників сівалки у розрахунку на один робочий прохід посівного агрегату, хв;  $t_{oc} = 0 \dots 5$  хв;

$t_3$  - тривалість зупинки для заправки бункера сівалки зерном:

$$n_{npц} \leq \frac{10^4 \cdot V_M \cdot \gamma_M \cdot \psi \cdot n_M}{B_p \cdot L_p \cdot H}, \quad (2.28)$$

де  $n_M$ ,  $V$  - кількість сівалок в агрегаті та кількість бункерів на ній,  $m^3$ .

$\gamma_M$ ,  $H$  – щільність посівного матеріалу ( $kg/m^3$ ) і норма внесення  $kg/га$ .

$\psi$  - коефіцієнт заповнення об'єму бункеру,  $\psi = 0,85...0,95$ .

$$n_{npц} \leq \frac{10^4 \cdot 0,12 \cdot 480 \cdot 0,9 \cdot 1}{3,6 \cdot 977,6 \cdot 10} = 3,8.$$

Приймаємо  $n_{npц} = 2$ .

Для заправщика:

$$n_{npц} \leq \frac{630 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^4}{3,6 \cdot 977,6 \cdot 100} = 19$$

Приймаємо  $n_{npц} = 18$ .

$$t_p = 0,06 \cdot \frac{L_{cp}}{V_p}, \quad (2.29)$$

$$t_x = 0,06 \cdot \frac{L_{xx}}{V_x}, \quad (2.30)$$

$$t_p = 0,06 \cdot \frac{977,6}{7} = 8,38 \text{ хв.}$$

$$t_x = 0,06 \cdot \frac{18,06}{7,75} = 0,14 \text{ хв.}$$

$$t_u = (8,38 + 0,14 + 5) \cdot 8 + 10 = 118,2 \text{ хв.}$$

Тривалість не виробничих операцій за зміну:

$$T_{nc} = t_{e1} + t_{e2} + t_k + t_{mo} + t_a, \quad (2.31)$$

$t_{e1}$ ,  $t_{e2}$ - тривалість переїзду посівного агрегату на поле й край поля (до місця завантаження), хв;

$t_k$ ,  $t_{mo}$ ,  $t_{\phi}$ - тривалість зупинок посівного агрегату для контролю якості роботи і регулювань висівних секцій у полі, та для його технічного обслуговування і

фізіологічних потреб обслуговуючого персоналу,  $t_k = 10 \dots 30$  хв,  $t_{mo} \approx t_\phi \approx 12 \dots 20$  хв.

$$t_{e1} \approx t_{e2} = 60 \cdot \frac{l_n}{V_x}, \quad (2.32)$$

$l_n$  - відстань між током та полем (місцем завантаження) км;

$$t_{e1} \approx t_{e2} = 60 \cdot \frac{2,5}{9,6} = 15,6 \text{ хв.}$$

$$T_{ну} = 15,6 + 15,6 + 15 + 15 + 10 = 71,2 \text{ хв.}$$

Тривалість поїздок посівного агрегату за зміну:

$$n_u = \left[ \frac{(T_{см} - T_{ну})}{t_u} + 0,5 \right], \quad (2.33)$$

де  $T_{см}$  – тривалість виробничої зміни,  $T_{см} = 420$  хв.

$$n_u = \left[ \frac{(420 - 71,2)}{118,2} + 0,5 \right] = 3,5$$

Приймаємо  $n_u = 3$ .

Фактична тривалість виробничої зміни:

$$T_{см}^* = t_u \cdot n_u + T_{ну}, \quad (2.34)$$

$$T_{см}^* = 118,2 \cdot 3 + 71,2 = 425,8 \text{ хв.}$$

Обсяг виконаної роботи посівним агрегатом відповідно до проходів, за цикл, за зміну:

$$F_{np} = 10^{-4} \cdot B_p \cdot L_{пер}, \quad (2.35)$$

$$F_u = F_{np} \cdot n_u, \quad (2.36)$$

$$F_{см} = F_u \cdot n_u, \quad (2.37)$$

$$F_{np} = 10^{-4} \cdot 5,6 \cdot 977,6 = 0,55 \text{ га.}$$

$$F_{\text{ц}} = 0,55 \cdot 8 = 4,4 \text{га},$$

$$F_{\text{см}} = 4,4 \cdot 3 = 13,2 \text{га}.$$

2.2.7.6. Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{t_p \cdot n_{\text{прц}} \cdot n_{\text{ц}}}{T_{\text{см}}^*}, \quad (2.38)$$

$$\tau = \frac{8,38 \cdot 8 \cdot 3}{425,8} = 0,47$$

2.2.8. Необхідний комплекс машин для вирощування озимої пшениці

Таблиця 2.1- Комплекс машин для вирощування озимої пшениці

Назва машини	Марка	Кількість машин
		у комплексі
Автомобілі	ГАЗ-52-01	2
	САЗ-5303	1
Трактори	Т-150К	2
	МТЗ-80/82	2
	ЮМЗ-6Л	2
Борони	БЗСС-1,0	12
Навантажувачі	ПБ-35	1
	СПБ-4,2	1
Плуги	ПОН-3-35	1
	ПЛН-6-35	1
Комбіновані агрегати	КА-5,4	1
Зчіпки	СП-11У	1
	СП-16	1
Сівалка	Рapid 800	1
Заправщик	ЗЗП-20	1
Машини для захисту рослин	ОШУ-1,5	1
	АПЖ-12	1
Машини для внесення добрив	МВУ-8	1
Комбайни зернозбиральні	Дон-1500	2
	СК-6	2
Волокуші	ВТУ-10	1
Сушарка	СЗСБ-8А	1

### **3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

#### **3.1. Вибір та обґрунтування запропонованого вдосконалення**

Проведений аналіз чинних у господарствах України технології ввирощування озимої пшениці дозволив виявити їх позитивні сторони та недоліки і вказати шляхи їх усунення.

З врахуванням досягнень передового досвіду вирощування зернових на основі засобів механізації, ми розробили низку заходів для усунення недоліків існуючої технології. При цьому нами внесені наступні зміни в існуючу технологію:

Запропоновано використати для посіву озимої пшениці стерньову сівалку Рапід 800С в комплексі з заправщиком завантажувачем зерна ЗЗП-20. Для цієї операції проведено розрахунок операційної карти, який наведений у 2 розділі пояснювальної записки.

Зерновий навантажувач ЗЗП-20 — це універсальна причіпна машина безперервної дії, для навантаження зерна в транспортні засоби, формування зернового бурта, завантаження зерна в очисні машини, зерносушарки, зерносховища у нашому випадку завантаження сівалок. Зерновий навантажувач ЗЗП-20 - причіпна машина, що агрегується з тракторами класу 0,9-1,2, складається з рами на якій розташований бункер об'ємом 3 м<sup>3</sup>, рама розташована на одновісному шасі, бункер оснащений заправним люком, до нижньої частини бункера кріпиться шнековий гвинтовий транспортер, з допомогою якого здійснюється завантаження зерна у сівалку Рапід-800. Це – це сівалка «прямого посіву», причіпна, що агрегується з тракторами класу 0,9-1,4. Вона складається з: 1-зчіпки; 2-колеса самоустановлююче; 3-сошникових секцій; 4-коліс опорних; 5-котка; 6-механізм приводу.

У представленому дипломному проекті пропонується модернізувати заправщика завантажувача зерна ЗЗП-20, підвівши у зону переміщення зерна (шнековий транспортер) наконечник шланги протруювача. Ємкість з отрутохімікатами кріпиться до ємкості завантажувача ЗЗП-20. Дана модернізація

дозволить об'єднати дві технологічні операції, а саме хімічне протруювання зерна безпосередньо перед його висівом і його завантаження у сівалку Рапід 800.

В результаті впровадження розроблених заходів очікується зниження затрат праці, підвищення якості продукції, зниження собівартості і трудомісткості виробництва продукції зернових культур.

Запропоновано використати для транспортування, зокрема завантаження зерна у зернові сівалки шнековий транспортер. В порівнянні з іншими засобами транспортування, він має просту конструкцію, легко монтується на транспортних засобах, простий в експлуатації.

Шнековий транспортер (або шнековий, гвинтовий конвеєр) — транспортний засіб для сипучих матеріалів, принцип дії якого побудований на транспортуванні сипучих матеріалів гвинтовим конвеєром по горизонтальному або похилому жолобу.

Гвинтовий конвеєр — це один із типів транспортних засобів безперервної дії.

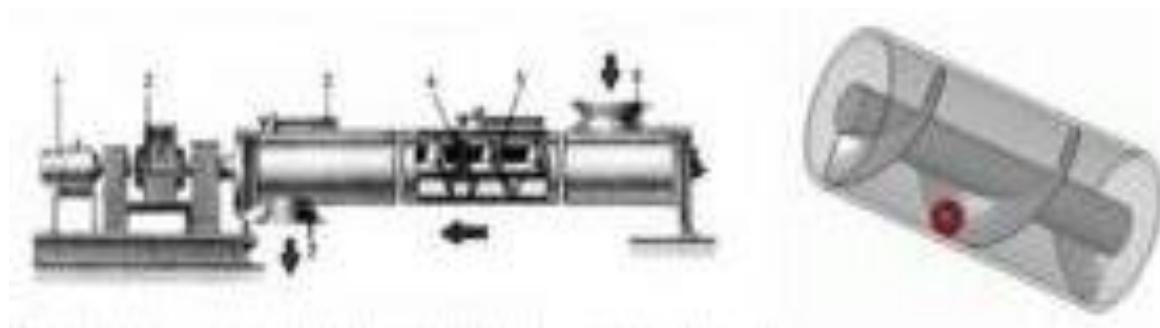


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд шнека

Шнекові гвинтові конвеєри застосовують в аграрному секторі, для транспортування зерна на токах, зерноочистці та ін.

Шнекові гвинтові конвеєри класифікують:

- за нахилом жолобу гвинтової спіралі (горизонтальні, полого похилі (до  $20^{\circ}$ ), круто похилі, вертикальні);
- за напрямком спіралі (ліво, право західні);
- за типом кроку (постійного або змінного) та за поперечним січенням

гвинта (постійного або змінного);

– за конструктивною схемою гвинта (суцільні, лопатеві, стрічкові), в залежності від виду вантажу, що транспортується обирається та чи інша форма гвинта.

Шнекові гвинтові конвеєри невикористовують для транспортування липучих, вязких, і вантажів з високою абразивністю поверхні.

Переваги:

– прості конструкція та налаштування, легкість технічного обслуговування;

– незначні габаритні розміри, що сприяють зручному розміщенню;

– сировинину зручно розвантажувати на певних ділянках транспортера;

– герметичність.

Недоліки:

– висока енергетичні затрати на привід робочого механізму;

– значне стирання та травмування зерна під час транспортуванні;

– за рахунок підвищеного тертя та навантажень, пришвидшене зношення гвинта та жолоба;

– чутливість до перевантажень, що стає причиною забивання жолоба біля проміжних підшипників, і збільшує кількість профілактичних робіт з обслуговування гвинтового шнека.

Шнековий транспортер складається з гвинта закріпленого у підшипниках, з закріпленими на ньому гвинтовими витками, жолоба з напівциліндричним днищем, у якому розміщений гвинтовий шнек, і приводиться в дію через редуктор електродвигуном, або від ВВП трактора.

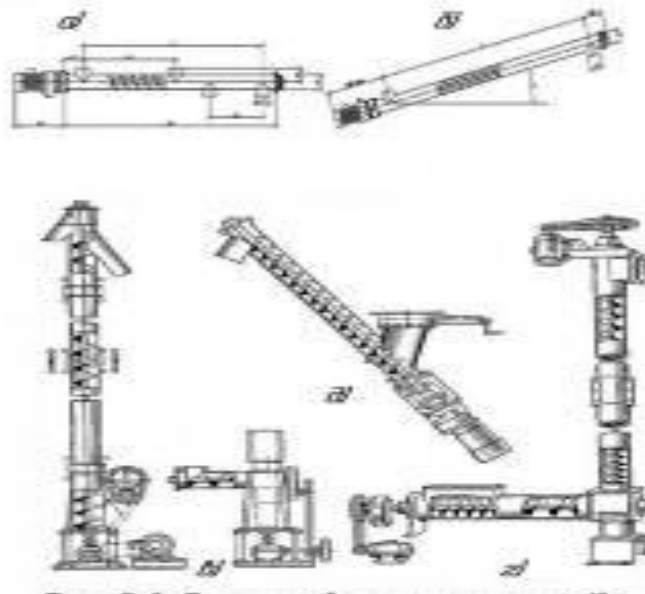


Рисунок 3.2 – Типи шнекових транспортерів: а) горизонтальний, б) полого-похилий, в) вертикальний, г) крутопохилий

Обертаючись гвин переміщає вантаж від зони завантаження до розвантажувального вікна. Зерно подається до жолоба через забірну горловину, або отвір у його кришці і під час обертання гвинта шнека ковзає вздовж жолоба.

Спільному обертанню зерна з гвинтом перешкоджають сили тертя його по жолобу і земного тяжіння. Розвантаження виконується через один або кілька отворів, утворених затворами у днищі.

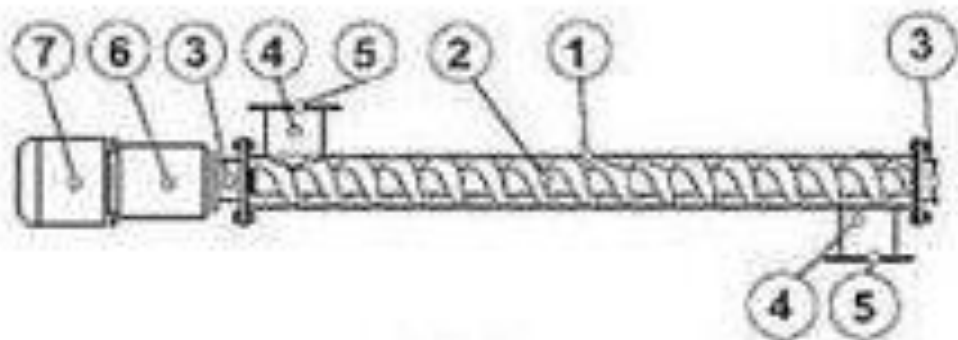


Рисунок 3.3 – Будова шнекового транспортера: 1- корпус, 2 – шнек, 3 – підшипникові опори, 4 – завантажувальний та розвантажувальний отвори, 5 – фланець, 6 – редуктор, 7 - електродвигун



Привід подаючого гвинтового шнека виконують у залежності від технологічних ліній, по штовхаючій і по тягнучій схемі.

Під час реалізації штовхаючої схеми, привід подаючого шнека розміщений з боку завантажувального отвору, при тягнучій схемі, привід подаючого шнека розміщений з боку отвору розвантаження.

На продуктивність конвеєра, вказані схеми встановлення привода подаючого шнека не впливають.

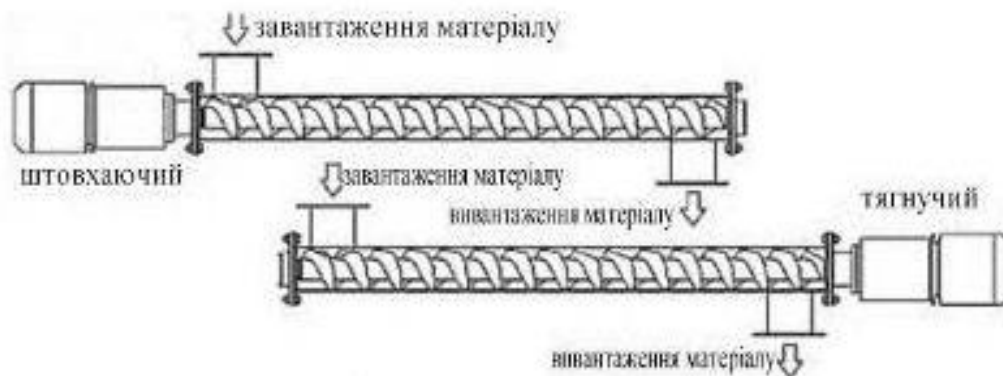


Рисунок 3.3 – Типи шнекових транспортерів

Гвинт шнекового конвеєра виготовляють з право або ліво західним витком спіралі, одно-, дво- або тризахідними. Поверхню гвинта виконують суцільною, стрічковою або переривчастою (окремі лопаті). Суцільні гвинтові поверхні застосовують переважно для зернового матеріалу. Стрічкові, лопатеві та фасонні шнекові транспортери застосовують для транспортування ущільнених вантажів. Інколи їх використовують, для перемішування вантажу при транспортуванні.

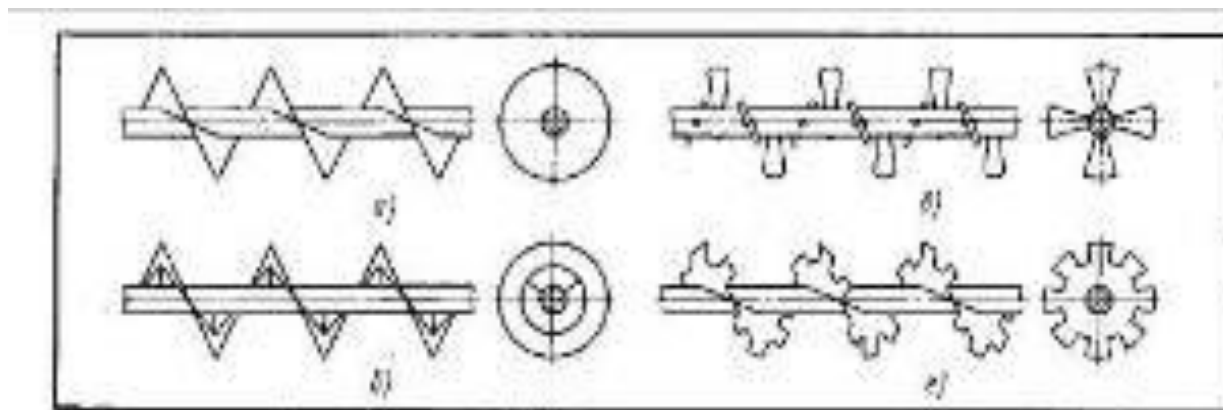


Рисунок 3.3 – Види шнеків

Гвинт шнекового конвеєра виготовляють пустотілим зі сталевого листа і приварюють до вала. Спіральну навивку кріплять на стрижнях, пропускаючи через просвердлені у валу отвори.

Вал шнекового транспортера виконують суцільним або трубчастим з кількох елементів. Переваги трубчастих валів, у невеликій масі, і за рахунок порожнин їх легше складати.

Вал шнекового транспортера монтується у проміжних та кінцевих підшипниках. Проміжні підшипники монтуються на поперечних планках. Їх виготовляють, за можливості коротшими і максимально герметичними для запобігання попадання пилу. Кінцеві підшипники кріпляють у маточинах закріплених на торцях жолоба.

### 3.2. Вибі та розрахунок шнека

З метою мінімального травмування зернового матеріалу, та забезпечення високої продуктивності заправщика зерна, вибираємо за його транспортну основу, шнековий гвинтовий транспортер.

Основна формула для розрахунку продуктивності шнека:

$$Q = (S - s) * p * n * I * s_w * 60 \text{ (кг/год)} \quad (3.1)$$

де  $S$  - площа зовнішнього діаметра;

$m_s$  - площа внутрішнього діаметра (діаметр вала);

$m_p$  - крок (відстань між витками);

$m_n$  – швидкість обертання, хв.<sup>-1</sup>

$I$  - коефіцієнт заповнення жолоба зерном (приблизно 45%);

$s_w$  – питома вага продукту, кг/м<sup>3</sup>;

60 – к-сть хвилин в годині.

Вибираємо шнековий конвеєр з зовнішнім діаметром шнека 200 мм, діаметром вала 60 мм, кроком 23 см, швидкістю обертання 50 хв<sup>-1</sup> і коефіцієнтом заповнення жолоба 45%. Транспортуємий продукт: зерно, щільністю 600 кг/м<sup>3</sup>.

Розрахуємо площі  $S$  і  $s$ :

$$S = P_i * (D/2)^2 = 3.141592 * (0,2/2)^2 = 0,0314 \text{ м}^2;$$

$$s = P_i * (d/2)^2 = 3.141592 * (0,06/2)^2 = 0,0028 \text{ м}^2.$$

Тепер підставляємо всі отримані значення в нашу формулу:

$$Q = (0,0314 - 0,0028) * 0,23 * 50 * 45\% * 600 * 60 = 5,326 \text{ т/год.}$$

Таким чином, продуктивність запропонованого шнека буде мати продуктивність 5,3 т/год.

Коефіцієнт наповнення залежить від типу продукції і режиму роботи шнекового конвеєра. Він може бути рівний, або дещо більший 45%.

Швидкість обертання шнека знаходиться в межах 50-70 обертів на хвилину. Для мінімального травмування зерна, оберти шнека за можливості повинні бути мінімальними.

Для зерна пшениці рекомендується 50-60 об/хв. Це швидкість за якої травмування зерна мінімальне, а шнек працює з зерном більш акуратно, ніж звичайний ланцюговий конвеєр.

Продуктивність шнекового транспортера також можна розрахувати за формулою:

де  $Q$  – продуктивність, тон за годину;

$V$  — об'єм, кубометрів за годину;

$D$  – діаметр шнека, (м);

$T$  - крок гвинта шнека, (м);

$n$  - частота обертання гвинта, (об/хв);

$\psi$  - коефіцієнта заповнення гвинтової порожнини;

$\rho$  — щільність зерна (т/м<sup>3</sup>);

$C$  — коефіцієнт, що залежить від кута  $\beta$  нахилу конвеєра;

$\beta$  - нахил конвеєра, 20-40°:

$\beta$ , град. . . . . 0      5      10      15      20

$C$  . . . . . 1      0,9      0,8      0,7      0,6

$$Q = V\rho = 60 \frac{\pi D^2}{4} \tan \psi \rho C = 47 D^2 \tan \psi \rho C, \quad (3.2)$$

Швидкість переміщення зерна, (м/с):

$$v = ln/60 \quad (3.3)$$

Коефіцієнт заповнення для запобігання накопичуванню зерна у проміжних підшипниках приймають відносно невеликим. Він залежить від властивостей зерна (вологість, щільність, шорсткість поверхні, що вказані у таблиці.

Продуктивність похилих шнекових транспортерів, з рухом вантажу вгору, зменшується прямо пропорційно зростанню кута нахилу.

Крок гвинта для сипких вантажів приймають  $t=D$ , для погано змішуваних до  $t=0,8*D$  або застосовують дво-, тризаходні гвинтові шнеки.

Кутову швидкість обертання гвинтового транспортера вибирають залежно від типу зерна та діаметра поперечного січення шнека. Він повинен забезпечити рівномірний, без пересипання через вал, рух зерна. Кутова швидкість обертання гвинтового конвеєра зменшується зі збільшенням діаметра його поперечного перерізу, та щільності і шорсткості поверхні зерна.

Максимально допустиму частоту обертання гвинта розраховують з виразу:

$$n_{\max} = A/\sqrt{D}, \quad (3.4)$$

де  $A$  - табличний коефіцієнт, наведеної вище;

$D$  - діаметр, м.

Остаточну діаметра шнека приймають, згідно ГОСТ 2037-75 з урахуванням ряду стандартних діаметрів, у нашому випадку приймаємо діаметр шнекового транспортера 200мм.

Сумарний опір переміщенню зерна по шнековому транспортері складається з кількох навантажень і тому його важко розрахувати. Через те, для

розрахунку необхідної потужності двигуна, використовують вже отриманим експериментальним шляхом результати - коефіцієнтом опору  $w$ , що залежить від фізико-механічних властивостей знона.

Підставивши результати у формули, знаходимо необхідну потужність двигуна  $N$  (кВт), і крутний момент (Н м) на валу шківів.

$$M_o = 1000 \times \frac{60N\eta}{2\pi n} \quad (3.5)$$

де  $N$  – потужність, у кВт;

$\eta$  – ККД механізму привода;

$n$  – частота обертання, у об/хв.

Максимальна поздовжня сила, що діє на гвинт, (Н):

$$P = \frac{M_o}{r \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = \frac{2M_o}{kD \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \quad (3.6)$$

де  $r$  – радіус дії сила  $P$ , м; [ $r = kD/2 = (0.7 \dots 0.8)D/2$ ];

$\alpha$  – кут підйому гвинтової лінії шнека на радіусі  $r$ ;

$\varphi$  – кут тертя зерна по поверхні шнека;

$\operatorname{tg}\varphi = f_1$  (де  $f_1$  – коефіцієнт тертя зерна по поверхні шнека, для пшениці  $\varphi = 34^\circ$ ).

Вал шнека розглядають, як багато вісь з відстанню кріплення опор (підшипники)  $L$ , розраховують на здатність чинити опір крученню, стійкість на стиск-розтяг, а також на згин під навантаженнями та згин від власної довжини з урахуванням діаметра вала. Розрахунки проводять так, щоб згин вала шнека не змінював зазор між кромкою та жолобом.

### 3.2.1. Кінематичний розрахунок

З метою визначення діаметру зірочки приводу вала шнека здійснено кінематичний розрахунок ланцюгової передачі. Беремо ведучу зірочку цієї передачі з числом зубів  $z_0 = 18$  і кроком  $t=25,4$  мм, зірочку вала приводу  $z_1 = 32$  і кроком  $t=25,4$  мм.

Вал відбору потужності трактора МТЗ-82 має частоту обертання  $n = 545$  об./хв. При проходженні через конічно-циліндричний редуктор частота обертання зменшується до  $n=23$  об./хв., яка подається до ведучої зірочки приводу вала шнека.

Вал гвинтового шнека повинен обертатися з частотою обертання:

$$n_2 = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}, \quad (3.7)$$

де  $\omega = 10,25 \text{ с}^{-1}$ , визначається за формулою (3.5).

$$\text{Тоді } n_2 = \frac{30 \cdot 10,25}{3,14} = 98 \text{ об./хв.}$$

Тому ланцюгова передача повинна мати передавальне відношення 1,36, а потужність на привід однієї секції шнекового конвеєра рівна  $1,26/2=0,63$  кВт. Розрахунок проведемо використовуючи можливості комплексу програм КОМПАС-GEARS для розрахунку механічних передач. Результати розрахунку, переведені на українську мову комп'ютерною програмою PRAGMA приводяться в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Розрахунок ланцюгової передачі приводу шнекового транспортера

Найменування параметра	Ведуча зірочка	Ведена зірочка
Початкові дані		
Передавальне відношення	1.36	
Попередня міжцентрова відстань, мм	400.000	
Передавана потужність, кВт	0.63	
Часта обертання зірочки, що веде, об/хв	134.000	
Термін служби передачі, год	10000	
Кут нахилу лінії центрів передачі	0°00'00''	
Температура навколишнього середовища, °с	20.0	
Спосіб мащення передачі	Нерегулярна	

Коефіцієнт ударної роботи ланцюга	1.000		
Визначувані параметри			
Число зубів	19	26	
Позначення ланцюга	ПР-25,4-6000		
Крок ланцюга, мм	25.400		
Діаметр ролика (втулки) ланцюга, мм	15.880		
Щонайбільша ширина пластини ланцюга, мм	24.200		
Відстань між внутрішніми пластинами, мм	15.880		
Міжцентрова відстань передачі, мм	399.046 +0.220 -0.500		
Число ланок ланцюга	54		
Визначувані параметри для побудови профілю зубів зірочок			
Діаметр ділильного кола, мм	154.319	210.724	
Діаметр кола виступів, мм	165.727	222.701	
Діаметр кола западин, мм	138.259	194.665	
Щонайбільша хорда, мм	137.672	194.236	
Радіус западин, мм	8.030		
Радіус спряжень, мм	20.734		
Радіус головки зуба, мм	10.671	10.548	
Половина кута западини	51°50'31''	52°41'32''	
Кут спряження	15°03'09''	15°50'46''	
Половина кута зуба	13°37'53''	14°32'18''	
Пряма ділянка профілю, мм	1.341	1.474	
Відстань від центру дуги западини до центру дуги виступу зуба, мм	19.691		
Зміщення центрів дуг западин, мм	0.762		
Координати точки O1, мм	X:	9.989	10.105
	Y:	7.849	7.700
Координати точки O2, мм	X:	19.423	19.548
	Y:	3.241	2.374
Параметри для побудови вінця зірочок в поперечному перетині			
Радіус закруглює зуба, м	27.000		
Відстань від вершини зуба до лінії центру дуг закруглень, мм	12.704		
Діаметр обода (щонайбільший), мм	121.000	178.000	
Радіус закруглень обода, мм	1.600		
Ширина зуба зірочки, мм	14.618		
Параметри працездатності передачі			
Швидкість руху ланцюга, м/с	1.078		
Часта обертання зірочки передачі, що веде, об/хв	134.000		
Гранична часта обертання зірочки передачі, що веде, об/хв	770.553		

Розрахунковий тиск в шарнірі ланцюга, МПа	3.253
Допустимий тиск в шарнірі ланцюга, МПа (при терміні служби 10000 годин)	8.897
Розрахунковий коефіцієнт запасу міцності	10.265
Коефіцієнт запасу міцності, що мінімально допускається (при терміні служби 10000 годин)	5.000
Розрахунковий термін служби передачі, год	32824
Необхідний термін служби передачі, год	10000

Колове зусилля  $F_t$  на зірочці приводу визначають за формулою:

$$F_t = \frac{2 \cdot M_{кр}}{d}, \text{ Н} \quad (3.8)$$

де  $M_{кр}$  - крутний момент зірочки, Нм;

$d$  – дільний діаметр зірочки, м.

Отже  $F_t = \frac{2 \cdot 51,69}{0,2107} = 650 \text{ Н}$ . Звідси  $F_1 = F_t = 650 \text{ Н}$ .

Зусилля  $F_1$  діє на зірочку під кутом  $\psi = 60^\circ$  до горизонту.

### 3.2.2. Розрахунок вала шнекового транспортера

Сили, що діють на вал та реакції підшипників (рис. 3.1).

Зусилля, передається з ланцюга на вал:

$$F_{1r} = F_1 \cdot \cos \psi = 650 \cdot \cos 60^\circ = 325 \text{ Н};$$

$$F_{1t} = F_1 \cdot \sin \psi = 650 \cdot \sin 60^\circ = 562,9 \text{ Н}.$$

На вісь  $Ox$  проектується сили  $F_{bx}$  і  $F_{zab} \cdot \sin(\alpha + 30^\circ)$ , а на вісь  $Oy$  сили  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ,  $F_{zab} \cdot \cos(\alpha + 120^\circ - 90^\circ)$ .

Тому на вал будуть діяти сили:

$$F_r = \frac{R_{bx} - R_{zab} \cdot \sin 42^\circ}{2} = \frac{20 - 13,38}{2} = 3,31 \text{ Н}$$

$$F_b = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + R_{zab} \cdot \cos 42^\circ}{2} = \frac{3 \cdot 15,17 + 14,86}{2} = 30,18 \text{ Н}.$$



Реакції, що виникають в підшипникових опорах.

Горизонтальна площина:

$$\sum M_{iA} = 0;$$

$$F_{lr} \cdot a + F_r \cdot b + F_r \cdot (b + c) + F_r \cdot (b + c + d) + F_r \cdot (b + 2c + d) + F_r \cdot (b + 2c + 2d) + F_r \cdot (b + 3c + 2d) - B_r \cdot (2b + 3c + 2d) = 0$$

$$B_r = \frac{F_{lr} \cdot a + F_r \cdot (6b + 9c + 6d)}{2b + 3c + 2d} \quad (3.9)$$

З формули (3.9) отримаємо:

$$B_r = \frac{325 \cdot 0,17 + 3,31 \cdot (6 \cdot 0,06 + 9 \cdot 0,18 + 6 \cdot 0,27)}{2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27} = 55,97 \text{ Н.}$$

$$\sum M_{iB} = 0:$$

$$F_{lr} \cdot (a + 2b + 3c + 2d) + A_r \cdot (2b + 3c + 2d) - F_r \cdot b - F_r \cdot (b + c) - F_r \cdot (b + c + d) - F_r \cdot (b + 2c + d) - F_r \cdot (b + 2c + 2d) - F_r \cdot (b + 3c + 2d) = 0$$

$$A_r = \frac{F_r \cdot (6b + 9c + 6d) - F_{lr} \cdot (a + 2b + 3c + 2d)}{2b + 3c + 2d}. \quad (3.10)$$

З формули (3.10) отримаємо:

$$A_r = \frac{3,31 \cdot (6 \cdot 0,06 + 9 \cdot 0,18 + 6 \cdot 0,27) - 325 \cdot (0,17 + 2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27)}{2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27} = -361,11$$

Н.

Перевірка:

$$\sum Y = A_r + B_r + F_{lr} + 6 \cdot F_r = -361,11 + 55,97 + 325 + 6 \cdot 3,31 = 0.$$

Розрахуємо згинальні моменти у відповідних січеннях вала т. К:  $M_r = 0$  Нм;

опора А:  $M_r = F_{lr} \cdot a = 325 \cdot 0,17 = 55,25$  Нм;

$$M_r = F_{lr} \cdot (a + b) + A_r \cdot b = 325 \cdot (0,17 + 0,06) - 361,11 \cdot 0,06 = 53,08 \text{ Нм;}$$

Реакції опор у вертикальній площині:

$$\sum M_{iA} = 0; \quad F_b \cdot b + F_b \cdot (b + c) + F_b \cdot (b + c + d) + F_b \cdot (b + 2c + d) + F_b \cdot (b + 2c + 2d) + F_b \cdot (b + 3c + 2d) - B_b \cdot (2b + 3c + 2d) + F_{lb} \cdot a = 0$$

$$B_b = \frac{F_{lb} \cdot a + F_b \cdot (6b + 9c + 6d)}{2b + 3c + 2d} \quad (3.11)$$

З формули (3.11) отримаємо:

$$B_b = \frac{562,9 \cdot 0,17 + 30,19 \cdot (6 \cdot 0,06 + 9 \cdot 0,18 + 6 \cdot 0,27)}{2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27} = 170,3 \text{ Н.}$$

$$\sum M_{iB} = 0:$$

$$F_{1b} \cdot (a + 2b + 3c + 2d) + A_b \cdot (2b + 3c + 2d) - F_b \cdot b - F_r \cdot (b + c) - F_b \cdot (b + c + d) - F_b \cdot (b + 2c + d) - F_b \cdot (b + 2c + 2d) - F_b \cdot (b + 3c + 2d) = 0$$

$$A_b = \frac{F_b \cdot (6b + 9c + 6d) - F_1 \cdot (a + 2b + 3c + 2d)}{2b + 3c + 2d}. \quad (3.12)$$

З формули (3.12) отримаємо:

$$A_b = \frac{30,19 \cdot (6 \cdot 0,06 + 9 \cdot 0,18 + 6 \cdot 0,27) - 562,9 \cdot (0,17 + 2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27)}{2 \cdot 0,06 + 3 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,27} = -552,08 \text{ Н.}$$

Перевірка:

$$\sum Y = A_b + B_b + F_{1b} - 6 \cdot F_b = -552,08 + 170,3 + 562,9 - 6 \cdot 30,185 = 0.$$

Значення згинальних моментів у відповідних січеннях вала т. К:  $M_b = 0$  Нм;

опора А (обхід зліва):  $M_b = F_{1b} \cdot a = 562,9 \cdot 0,17 = 95,69$  Нм;

$$M_b = F_{1b} \cdot (a + b) + A_b \cdot b = 562,9 \cdot (0,17 + 0,06) - 552,08 \cdot 0,06 = 96,34 \text{ Нм};$$

Просумувавши результати значень у відповідних перерізах шнека, визначимо значення сумарних моментів:

$$M_{zr} = \sqrt{M_r^2 + M_b^2}, \quad (3.13)$$

Згідно формули (3.13) отримаєм:

$$\text{т. К: } M_{zr} = \sqrt{0^2 + 0^2} = 0 \text{ Нм};$$

$$M_{zr} = \sqrt{55,25^2 + 95,69^2} = 110,5 \text{ Нм};$$

За отриманими значеннями будуємо епюру  $M_{zr}$ , Нм.

З епюр  $M_k$  і  $M_{zr}$  випливає, що небезпечним є січення, що припадає на опору підшипника, де  $M_k = 51,69$  Нм і  $M_{zr} = 110,5$  Нм.

Розрахунковий момент визначимо з формули:

$$M = \sqrt{M_k^2 + M_{zr}^2} = \sqrt{110,5^2 + 51,69^2} = 121,99 \text{ Нм.} \quad (3.14)$$

Відповідно:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma], \quad (3.15)$$

де  $W$  - осьовий момент на опорі вала шнека,  $\text{см}^3$ ;

$[\sigma]$  - границя міцності матеріалу, для сталі 45  $[\sigma]=250 \text{ кН/см}^2$ .

З формули (3.15) визначимо момент опору вісі:

$$W \geq \frac{M}{[\sigma]} = \frac{121,99 \cdot 10^{-1}}{25} = 0,487 \text{ см}^3.$$

$$\text{З іншої сторони} \quad W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot (1 - \alpha^4), \text{ см}^3, \quad (3.16)$$

де  $d$  - зовнішній діаметр вала шнека,  $\text{см}$ ;

$\alpha$  - відношення внутрішнього діаметра вала шнека до зовнішнього,  $\alpha=0,6$ .

З умови  $\frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot (1 - \alpha^4) \geq 0,487 \text{ см}^3$  знаходимо діаметр вала шнека:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 0,487}{3,14 \cdot (1 - 0,6^4)}} = 1,78 \text{ см} = 17,8 \text{ мм}.$$

Для забезпечення надійності роботи шнекового транспортера, взявши коефіцієнт запасу міцності  $k = 1,7$ , отримаємо  $d_p = d \cdot k = 17,8 \cdot 1,7 = 30,4 \text{ мм}$ .

Знайдемо внутрішній діаметр вала:

$$d_p^b = d_p \cdot \alpha = 30,4 \cdot 0,6 = 18,24 \text{ мм}.$$

Остаточню приймемо зовнішній діаметр вала  $d = 35 \text{ мм}$ , внутрішній -  $d^b = 20 \text{ мм}$ .

Перевіряємо вал шнека на міцність:

$$\sigma_{ek} = \sqrt{\sigma_{zr}^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma], \quad (3.17)$$

де  $\sigma_{кр}$  - напруження згину,

$$\sigma_{кр} = \frac{M_{zr}}{W} = \frac{32 \cdot M_{zr}}{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)} = \frac{32 \cdot 121,99}{3,14 \cdot 0,035^3 \cdot (1 - 0,6^4)} = 33,36 \cdot 10^6 \text{ Па} = 33,36 \text{ МПа};$$

$\tau$  - напруження кручення,

$$\tau = \frac{M_{kr}}{W_p} = \frac{16 \cdot M_{kr}}{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)} = \frac{16 \cdot 51,69}{3,14 \cdot 0,035^3 \cdot (1 - 0,6^4)} = 7,07 \cdot 10^6 \text{ Па} = 7,07 \text{ МПа.}$$

Тоді за формулою (3.25) отримаємо:

$$\sigma_{ek} = \sqrt{33,36^2 + 3 \cdot 7,07^2} = 35,53 \text{ Н/мм}^2 \leq [\sigma].$$

Отже умова міцності виконується.

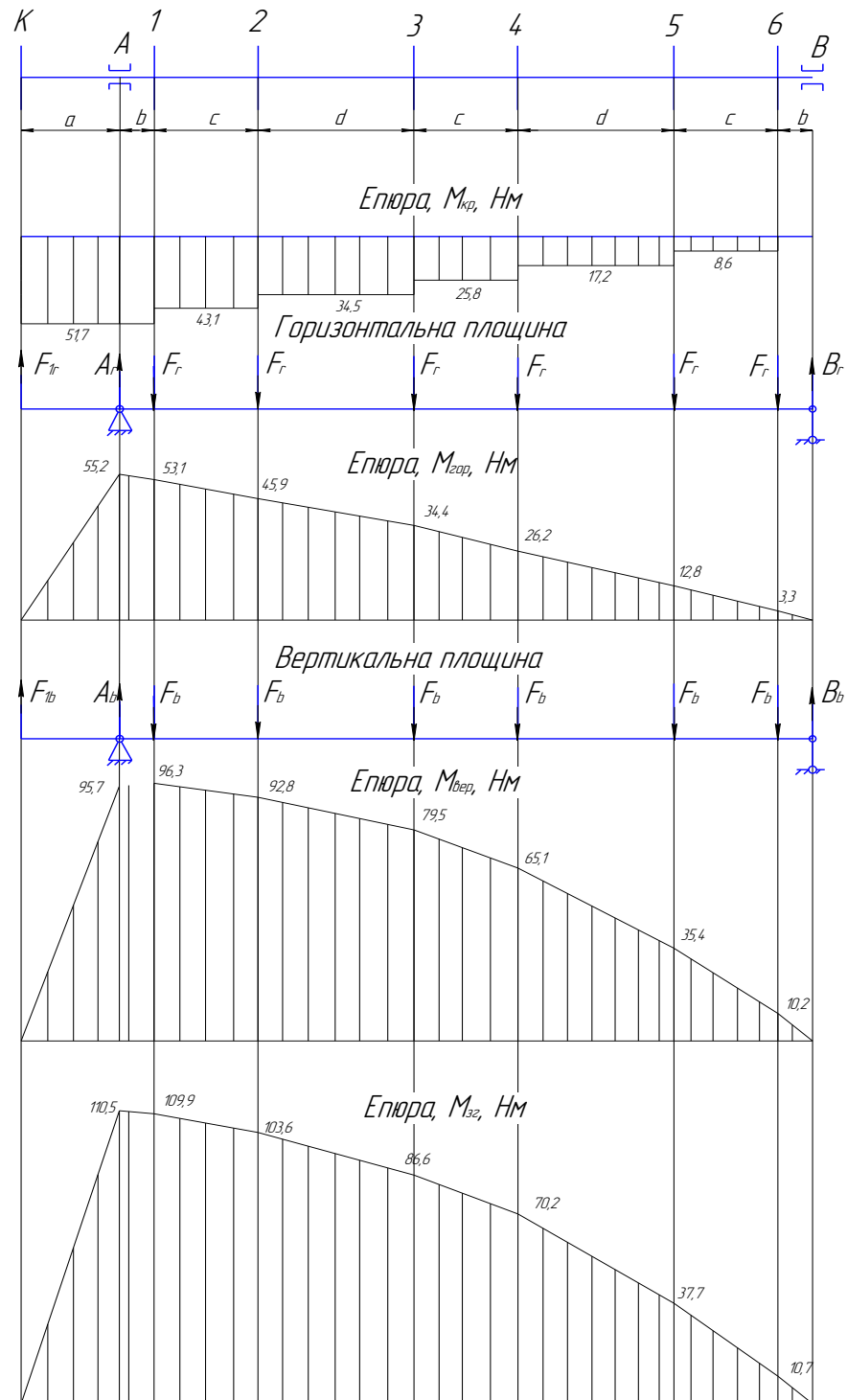


Рисунок 3.1- Розрахункова схема вала з епюрами моментів

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1. Охорона праці при вирощуванні озимої пшениці**

Законодавство з охорони праці є частиною трудового права і повинне забезпечувати здорові та безпечні умови праці, сприяти зростанню її продуктивності.

Основні принципи законодавства з охорони праці базуються на положеннях, закріплених Конституцією України. Крім Конституції, у нашій країні діють закони та інші державні акти, постанови Кабінету міністрів і відомств та норми з охорони праці, наведені у правилах внутрішнього розпорядку підприємств та організацій.

Важливе значення має Кодекс законів про працю Конституційне право громадян нашої держави на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової

діяльності відображено у Законі України „Про охорону праці” прийнятого Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року, в якому закріплено гарантії прав громадян на охорону праці, порядок організації охорони праці на виробництві, дії державних, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про праці, порядок організації встановлено відповідальності працівників за порушення законодавства. Дія закону поширюється на всі підприємства, установи та організації незалежно від форми власності і виду їх діяльності, на всіх працюючих незалежно від їх посади і рівня кваліфікації

### **4.2. Правове забезпечення охорони праці в господарстві**

Охорона праці - це система всебічних методів направлених на створення здорових та безпечних умов праці. Сучасне сільськогосподарське виробництво укомплектоване різноманітними складними машинами і механізмами, енергетичними матеріалами і речовинами, управління та праця на яких неможлива без знань охорони праці та техніки безпеки і вчасне проведення

інструктажів дадуть можливість запобігти появі та виникненню аварійних ситуацій, травматизму і загибелі людей у сільськогосподарському виробництві .

В відкритому акціонерному товаристві агрофірма „Україна” Недригайлівського району існує чітка нормативно-правова база охорона праці Вона підкріплена Законом України „Про охорону праці” прийнятого Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року, та нормативним актом про охорону праці на підприємстві „від 21 грудня 1993 року за № 123, а також Галузевою угодою на 1999-2002 рік, та інструкціями з охорони праці і колективним договором.

У господарстві всі роботи з охорони праці організовують і проводять у плановому порядку. Керівним документом є „Типове положення про службу охорони праці” (1996 року) Загальну відповідальність за стан охорони праці на виробництві безпосередньо покладено на власника (керівника) господарства. Крім того наказом по господарству обов'язки Інженера з охорони праці покладені на головного Інженера господарства. Загальні обов'язки та умови праці для кожного окремого працівника господарства, а також і для всього колективу передбачені у колективному договорі.

На підприємстві постійно удосконалюється організація праці, розробляються заходи виробничої санітарії та гігієни праці Застосовується і впроваджується комплексна механізація і виробничих процесах Загальний рівень механізації по господарству складає 52 %.

В агрофірмі також є кабінет з охорони праці, який обладнаний стендами і плакатами з техніки безпеки Тут знаходиться основна нормативна документація по охороні праці, журнали обліку та реєстрації вступного інструктажу з охорони праці, збірник інструкцій щодо виконуваних робіт у сільському господарстві ,плани заходів з охорони праці на поточний рік і також акти нещасних випадків, які трапляються на виробництві В кабінеті також проводяться лекції, заняття, інструктаж працюючих, роз'яснювання щодо безпечного виконання робіт в сільськогосподарському виробництві Велика увага надається також протипожежній безпеці. Проводиться інформування пов'язане з пожежною безпекою та безпекою дорожнього руху.

Також на підприємстві з метою удосконалення заходів з техніки безпеки усе устаткування та обладнання закріплене, наказом по господарству за певними відповідальними особами, що дозволяє вести контроль за технічним станом машин та обладнання, проводити роботу тільки з навченим технічним персоналом.

На підприємстві проводиться паспортизація санітарно-технічного стану господарства, атестація робочих місць, та розробка інструкцій щодо нових видів робіт. Проводиться підготовка та підвищення кваліфікації інженерно-технічного персоналу у вищих учбових закладах області щодо охопим прпщ

Але не зважаючи на те, що в господарстві проводиться певна робота з охорони прані, проте ще трапляються нещасні випадки, які представлені в таблиці 4.1.

Таблиця - 4.1.Показники стану охорони праці за останні три роки

загальні показники	одиниці виміру	за період		
		2020	2021	2022
середньорічна чисельність працівників				
кількість нещасних випадків	чол	65	70	72
а)з частковою втратою працездатності	шт	2	1	1
б)з летальним випадком	шт	-	-	-
кількість днів непрацездатності	днів	36	24	12
матеріальна шкода від травмування	грн	550	360	240
коефіцієнт частоти при травмуванні,Кч	-	30,8	14,3	13,8
коефіцієнт тяжкості Кт	-	18	21	12
коефіцієнт втрат робочого часу Кп	-	553,8	342,8	166,6
передбачено коштів на охорону праці	тис.грн	2,2	3,8	3,8
витрачено всього	тис.грн	2,1	3,6	3,8
в тому числі :				
а)на проведення запланованих заходів з охорони праці	тис.грн	1,2	1,1	1,3

б)на придбання засобів індивідуального захисту	тис.грн	0,9	2,5	2,5
кількість пожеж	шт	-	-	-

Найбільш поширеним методом аналізу виробничого травматизму на підприємстві сільського господарства є статистичним .

З застосуванням цього методу визначимо коефіцієнти частоти, тяжкості та втрат і непрацездатності по формулах:

$$K_v = (T/P) * 1000 \quad (4,1)$$

$$K_m = D / (T - T_{cm}) \quad (4,2)$$

$$K_n = D / P * 1000 \quad (4,3)$$

де  $T$ - загальна кількість нещасних випадків з часовою втратою працездатності

$D$  - кількість днів непрацездатності;

$T_{cm}$  - кількість нещасних випадків з втратою життя;

$P$  - середньорічна чисельність працюючих.

Аналізуючи дані таблиці 4.1. бачимо, що кількість нещасних випадків за останні три роки зменшилась, зменшився також і коефіцієнт тяжіння. Ці зменшення за останні три роки сталися завдяки :

- а)регулярному проведенню інструктажів з охорони праці і техніки безпеки;
- б)виконанню та дотриманню правил і норм з техніки безпеки;
- в)постійній агітації та забезпеченості спецодягом працівників підприємства.

Якщо проаналізувати асигнування коштів на охорону праці, то можна зробити висновок, що кількість коштів збільшилася на 1600 гривнів, в зв'язку з зростанням цін на засоби індивідуального захисту населення та медикаменти. Крім того велика кількість коштів також іде на придбання спецодягу та поновлення засобів пожежегасіння

Також для усунення небезпек та травмування пов'язаних з механізованим вирощуванням зернових культур на майбутній рік, потрібно розробити типові положення та інструкції пов'язані з вирощуванням і збиранням зернових



культур. Особливу увагу надати раціональному використанню сільськогосподарської техніки та зберіганню нафтопродуктів.

### **4.3. Логічне моделювання небезпек**

Метод логічного моделювання небезпек, аварій і травм сприяє розробці досконалої системи управління безпекою життєдіяльності виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому логічному аналізу і терміновій розробці заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних ситуацій. Логічну схему небезпек при механізованому вирощуванні зернових культур представимо в таблиці 4.2

Логічна схема небезпек при механізованому вирощуванні зернових культур

### **4.4. Розробка заходів безпеки праці при механізованому вирощуванні зернових культур**

а) Вимоги до персоналу:

Персонал, тобто тракторно-рільнична бригада, яка займається вирощуванням зернових, повинна бути проінструктована щодо виконання робіт пов'язаних з використанням пестицидів та мінеральних добрив; з збиранням врожаю; з ремонтом сільськогосподарської техніки.

Усі працівники, які зайняті в рослинстві повинні проходити медичні огляди перед вступом на роботу і потім профілактичні огляди один раз на квартал. Забороняється застосування праці жінок, осіб молодше 18 років на небезпечних і важливих роботах. б) Вимоги до машин та технологічних процесів : Державним стандартом ГОСТ 12.2.019-86 і санітарними правилами № 4282-87 регламентовані вимоги до конструкції тракторів, комбайнів та інших сільськогосподарських машин (обладнання машин приладами безпеки, сигналізації, спеціальними пристроями, інструментом і документацією), до

статичної стійкості машин, гідро- і пневмоприводів, робочого місця оператора, органів керування та інших елементів конструкцій від яких залежать умови праці і безпеки оператора. На тракторах, комбайнах, іншій сільськогосподарській техніці при робочій експлуатації повинні бути перевірені і встановлені: ширина існуючої колії трактора та її відповідальність нормативним значенням. стан ґрунтозачепів ведучих і напрямних коліс, а також сигналізація та система освітлення; блокувальний пристрій, встановлення якого обумовлюється існуючими вимогами (пристрій для запобігання запуску двигуна при включеній передачі; пристрій, що запобігає опусканню важелів гідросистеми трактора при випадковій несправності гідросистеми або її деталей тощо) і наявність та стан підніжок; стан гальм та зчеплення; стан трубопроводів паливної системи, паливного бака і його арматури, шлангів гідросистем, масло-, водо- та пневмопроводів; закриття кабін та їх санітарний стан, вентиляція, мікроклімат.

Трактори і самохідні сільськогосподарські машини повинні бути зручними і безпечними при роботі і при технічному обслуговуванні.

Усі сільськогосподарські машини не повинні забруднювати навколишнього середовища (повітря, ґрунту, водоймів) шкідливими викидами, бути джерелом пожеж і вибухів, а матеріали, які застосовують при експлуатації і технічному обслуговуванні, мають бути безпечними і нешкідливими для людей. Забороняється експлуатувати несправні сільськогосподарські машини, а також експлуатувати машини без захисних огорожень деталей, які обертаються і рухаються, пофарбованих в червоний або жовтий колір.

Спеціальними правилами безпеки передбачені вимоги до сидінь, електрообладнання, начіпних і причіпних пристроїв, робочих органів тощо.

Стандартами нормуються зусилля, що прикладаються до органів керування машини. Наприклад, при дії ногами вони коливаються в діапазоні 60-2000; при дії руками 30-200 Н.

До роботи допускають лише технічно справні машини і знаряддя, що повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини,

що тривалий час не працювали допускають до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки роботи всіх органів,

Для вимірювання різних показників безпеки і умов праці застосовують різні конфольно-вимірювальні прилади, пристрої та установки (динамометри, манометри, люфтоміри, вимірювальні лінійки, стрічки, мікрометри, штангенциркулі, прилади для вимірювання рівнів шуму і вібрації, вагові установки та стенди). Параметри показників безпеки тракторів і сільськогосподарських машин вимірюють відповідно до методик, викладених у державних та галузевих стандартах, спеціальних рекомендаціях інструкціях та інших документа. У процесі технічної експлуатації виникає потреба розраховувати швидкості руху машин і радіуси повороту, при яких виникає занос або перекидання перекидаючи сили та інші показники.

Під час руху трактора (автомобіля) по криволінійній ділянці виникає відцентрова сила  $P_n$ , яка діє на транспортний засіб у напрямку від центра повороту. Якщо своєчасно не знизити швидкість, то внаслідок бокового ковзання коліс (занос) може статися перекидання.

Початок перекидання відповідає рівності моментів сил, що діють на машину (факторі відносно точки перекидання :

$$P_n * h_y = G_m * (B/2) \quad (4.4)$$

У цей час момені відцентрову силу визначимо за формулою

$$P_n = (G_m * V^2) / (g * R) \quad (4.5)$$

де  $P_n$  - відцентрова сила, Н;

$G_m$  - маса трактора (автомобіля), кг;

$h_y$  - висоїа центру ваги фактора (автомобіля), м;

$B$  - ширина колії, м;

$R$  - радіус повороту, м

$V$  - швидкість руху, м/с;

$g$  - прискорення вільного падіння  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Тоді швидкісї руху трактора (автомобіля) на повороті, при якому починається перекидання можна визначнїй за формулою:

$$V_{max} = \sqrt{(BRg / 2h_u)} \quad (4.6)$$

Для трактора МТЗ-80 руху на повороті ,при якому починається перекидання визначається  $V_{max} = \sqrt{(BRg / 2h_u)}$

де  $B$ - ширина колії.  $B = 1,8$  м;

$R$ -радіус повороту  $R=8$  м

$h_u$  - висота центру ваги,  $h_u = 0,96$  м.

$V_{max} = 30,6$  км/год

Якщо трактор (автомобіль) рухається по дорозі з поперечним нахилом,та умови рівноваги сил ,які діють на нього відносно осі,що проходить через точки опору правих коліс,можна записати рівняння

$$\Sigma RB + G_m * h_u * \sin\beta - G_m * (B/2) * \cos\beta = 0 \quad (4.7)$$

де  $\Sigma R$ - сума нормальних реакцій на лівих колесах, кг

$B$ - ширина колії трактора (автомобіля), м;  $G_m$ - повна маса фактора (автомобіля), кг

На початку перекидання нормальні реакції на лівих колесах дорівнюють нулю ( $\Sigma R = 0$ ). Тоді буде спостерігатися рівність:

$$G_m * h_u * \sin\beta = G_m * (B/2) * \cos\beta \quad (4.8)$$

Або

$$\operatorname{tg}\beta = B / 2 h_u \quad (4.9)$$

Для трактора МТЗ-80:

$$\operatorname{tg}\beta = B / 2 h_u = 1.8 / 2 * 0.96 = 0.93$$

$$\beta = \operatorname{arctg} 0.93 = 40\%$$

Отже, граничний кут поперечного нахилу дороги повинен бути набагато меншим ніж кут  $\beta = 40^\circ$ , тому що при досягненні цього кута нахилу відбудеться перекидання машини (трактора). Згідно нормативних правил кут повинен не перевищувати  $\beta = 22^\circ$ . Для випадків перекидання трактора при порушенні поперечної і повздовжньої стійкості в конструкції трактора передбачається ряд елементів, які захищають тракториста від важких травм. До таких елементів відносяться безпечна кабіна (з каркасом безпеки), рами безпеки і баласт для досягнення більшої стійкості і забезпечення більшого тягового

зусилля Ймовірність перекидання трактора також зменшується при наявності тягового бруса і трьохточкового начіпного пристрою, які запобігають перекиданню трактора назад при агрегуванні з сільськогосподарськими машинами і знаряддям

Технологічний процес вирощування зернових культур повинен відповідати типовим технологічним каргам.

Режими виконання технологічних процесів посіву, догляду за посівами і збирання врожаю повинні забезпечувати узгодженість роботи МТА, які виключають виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Виробничий персонал повинен знати: інструкції з техніки безпеки і виконувати їх: призначення та зміст технологічних операцій; будову машин і призначення огорожень та захисних пристроїв, що забезпечують безпеку їх експлуатації; способи і прийоми безпечного виконання операцій і способи надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків. Персонал повинен вміти користуватися засобами індивідуального захисту.

Для зменшення шкідливого впливу пестицидів на обслуговуючий персонал і навколишнє середовище слід організувати централізоване приготування робочих розчинів за допомогою змішувачів, розташованих на спеціальних бетонних майданчиках, і транспортування робочих розчинів у закритих гмностях Усі роботи, пов'язані із застосуванням пестицидів повинні бути механізованими і виконуватись за допомогою спеціально призначених для цього апаратури і сільськогосподарської техніки. У господарствах на всі процеси, пов'язані із застосуванням пестицидів, мінеральних добрив,, повинні бути розроблені і вивішені на видних місцях.Щоб запобігти шкідливій і небезпечній дії мінеральних добрив на організм людини, необхідно суворо дотримуватись вимог спеціальних правил і ретельно стежити за правильним вибором засобів індивідуального захисту. Усі особи, що працюють із пестицидами, повинні бути повністю забезпечені засобами індивідуального захисту, які підбирають залежно від властивостей пестицидів і отрутохімікатів відповідно до спеціальної таблиці.

Необхідна річна кількість засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) для робітників, зайнятих при вирощуванні зернових культур (таблиця 4.3.) розраховується за формулою:

$$C=P*(12/n)-\Phi \quad (4.10)$$

де  $P$  - середньорічна кількість робітників даної професії чол;

$n$  - строк служби ЗІЗ, місяців;

$\Phi$  - фактична наявність ЗІЗ, шт.

Перелік і термін використання ЗІЗ робітниками сільського господарства вищенаведених професій регламентовані Типовими галузевими нормами охорони праці.

Зведені розрахункові дані річної потреби в ЗІЗ в механізованому вирощуванні зернових культур

Пожежна безпека в господарстві. Пожежна профілактика в підприємстві розроблена на основі СНиП П-2-80. На всій території господарства передбачені і встановлені протипожежні щити з засобами пожежогасіння. В цілях швидкого виявлення і ліквідації пожеж на підприємстві створена пожежна дружина. Також для ліквідації пожеж на території птахо господарства є своя водозабірна башта, яка передбачена СНиП 2.04-02-84, крім того весь колектив підприємства пройшов навчання пов'язані з пожежною безпекою та використанням вогнегасників. Кожен транспортний засіб забезпечений вогнегасником. Особа вимога до пожежної безпеки ставиться під час збирання врожаю.

Отже організація пожежної охорони і пожежна профілактика у ТОВ афофірма знаходиться на високому рівні, про то свідчить той факт, що на протязі трьох останніх років в господарстві і не виникло жодної пожежі (див.табл.4.1)

## 5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Зернова сівалка Рапід-800С агрегатується з трактором МТЗ-80 (82) і призначена для посіву насіння зернових, зернобобових, круп'яних та інших культур з одночасним внесенням у рядки гранульованих мінеральних добрив, в комплексі з заправщиком завантажувачем зерна ЗЗП-20.

Економічна ефективність модернізованого заправщика ЗЗП-20 і зернової сівалки Рапід-800С визначається у порівнянні з аналогічною моделлю Рапід-800.

Враховуючи зміну цін на техніку, паливо-мастильні матеріали, сільськогосподарську продукцію, а також зміну нормативів на заробітну плату, дані показники вважаються реальними для умов експлуатації нового вдосконалення. Розрахунок здійснюється згідно з запропонованою методикою [10] в наступній послідовності:

На основі експлуатаційних показників роботи нової і базової машини, нормативно-довідкових матеріалів, реальних цін на трактори і сільськогосподарську техніку, паливо-мастильні матеріали та інше, заповнюється таблиця вихідних даних для визначення економічної ефективності спеціалізованої техніки.

Вихідні дані (станом на 1.01.2023 року) для розрахунків економічної ефективності зернової сівалки Рапід -800 наведені в табл. 5.1, де враховані тільки показники, що відносяться до технологічного процесу сівби озимої пшениці і впливають на економічний ефект.

Аналіз економічної ефективності проводимо на ПЕОМ і ВМ АТ/ХТ з використанням програми, розробленої на мові «gwbasic».

У діалоговому режимі з машиною вихідні дані з таблиці 5.1. заносяться в програму. Показники економічної ефективності виводяться на друкувальний пристрій.

Таблиця 5.1- Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	Позначення	Машина	
		базова Рапід-800	нова Рапід-800С
1	2	3	4
Продуктивність агрегату за годину змінного часу, <i>га/год</i>	$W_{зм}$	2,05	2,52
Балансова вартість, <i>тис. грн.</i>			
• машини	$B_m$	355	400
• енергетичного засобу (трактора)	$B_m$	790	790
Річне завантаження, <i>год.</i>			
• машини	$T_m$	400	400
• енергетичного засобу (трактора)	$T_m$	1800	1800
Численність виробничого персоналу, <i>чол.</i>			
• основного	$П_{осн}$	2	2
Коефіцієнт, що враховує доплати			
• основного	$K_{осн}$	1,1	1,1
Годинні тарифні ставки, <i>грн./людгод.</i>			
• основного	$\tau_{осн}$	106	106
Коефіцієнт відрахувань на реновацію енергетичного засобу:			
• трактора	$a_m$	0,166	0,166
• машини	$a_m$	0,15	0,15
Коефіцієнт відрахувань на потоковий ремонт і ТО:			
• трактора	$r_{mt}$	0,12	0,12
• машини	$r_{mt}$	0,05	0,05
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт:			
• трактора	$r_{кт}$	0,027	0,027
• машини	$r_{км}$	0,013	0,013
Витрата паливо-мастильних матеріалів, <i>кг/га</i>	$g$	5,02	4,09
Ціна 1 кг палива з врахуванням вартості мастильних матеріалів, що припадає на 1 кг палива, <i>грн</i>	$Ц$	40	40
Кількість n-го виду продукції, що виробляється машиною на одиницю напрацювання, <i>ц/га</i>	$M_n$	46	50
Ціна одиниці n-го виду продукції, <i>грн/ц</i>	$Ц_n$	100	100
Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень	$E$	0,15	
Коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту	$\sigma$	0,8	
Коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову	$\delta$	1,1	



## 5.1. Показники порівняльної економічної ефективності

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини ( $E_p$ ) у гривнях визначаємо за формулою:

$$E_p = (\Pi_{\delta} - \Pi_n + E') B_z, \quad (5.1)$$

де  $\Pi_{\delta}$ ,  $\Pi_n$  – зведені затрати на одиницю напрацювання для базової та нової машини, *грн./од.напрац.*;

$E'$  – економічний ефект від змін витрати основних матеріалів, кількості і якості продукції, що одержується під час експлуатації нової машини, *грн./од.напрац.*;

$B_z$  – річне напрацювання нової машини, *од.напрац./рік.*

$$E_p = (411,5 - 344,8 + 3200) \cdot 100 = 320067 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від виробництва і використання за строк експлуатації нової машини ( $E_{ee}$ ) у гривнях:

$$E_{ee} = E_p / (a_n + E), \quad (5.2)$$

де  $a_n$  – коефіцієнт відрахувань на реновацію нової машини;

$E$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

$$E_{ee} = 320067 (0,15 + 0,15) = 96020 \text{ грн.}$$

Лімітна ціна нової машини ( $C_l$ ), *грн.*

$$C_l = C_{\delta n} \cdot \sigma = 450927 \cdot 0,8 = 360741 \text{ грн.}, \quad (5.3)$$

де  $C_{\delta n}$  – верхня межа нової машини, *грн.*;

$\sigma$  – коефіцієнт гарантії споживачу економічного ефекту використання нової машини,  $\sigma = 0,8$  [15].

Отже верхня ціна нової машини:

$$C_{\delta m} = [E_p (a_n + E) + B_m] \cdot (1/\delta), \quad (5.4)$$

де  $\delta$  - коефіцієнт переведення оптової ціни в балансову,  $\delta=1,1 \div 1,2$  [15];

$B_m$  - балансова ціна нової машини.

$$C_{\text{вм}}=[320067 \cdot 0,3+400000] \cdot (1/1,1)=450927 \text{ грн.}$$

Річна економія праці під час експлуатації нової машини ( $Z_p$ ) в людино-годинах визначається за формулою:

$$Z_p=(Z_{\text{б}}-Z_{\text{нн}}) \cdot B_z, \quad (5.5)$$

де  $Z_{\text{б}}$ ,  $Z_{\text{нн}}$  – витрати праці на одиницю напрацювання базової і нової машини, люд.год/га.

$$Z_p=(0,98-0,79) \cdot 100=19 \text{ год.}$$

## 5.2. Економічні показники

Зведені затрати на одиницю напрацювання ( $\Pi$ ) у гривнях визначаємо за формулою:

$$\Pi=U+KE, \quad (5.6)$$

де  $U$  – прямі експлуатаційні затрати на одиницю напрацювання, грн./га,

$$\Pi_{\text{б}}=379+216,5 \cdot 0,15=411,5 \text{ грн.};$$

$$\Pi_{\text{н}}=315+198,4 \cdot 0,15=344,8 \text{ грн.}$$

Прямі експлуатаційні затрати дорівнюють:

$$U=З+\Gamma+P+A+З_3, \quad (5.7)$$

де  $З$  –затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га;

$\Gamma$  - затрати на паливо-мастильні матеріали, грн./га;

$P$  – затрати на технічне обслуговування, потоковий і капітальний ремонт, грн./га:  $P=P_m+P_{\text{м}}$ ;

$A$  – затрати на реновацію, грн./га;

$Z_3$  – затрати на зберігання, грн./га.

$$U_{\bar{o}} = 113,7 + 200,8 + 31,8 + 32,5 + 0,24 = 379 \text{ грн./га};$$

$$U_n = 92,5 + 163,6 + 29,2 + 29,8 + 0,16 = 315 \text{ грн./га}.$$

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу становлять:

$$Z = (1/W_{зм}) \sum_i \Pi_i \tau_i K_{jД}, \quad (5.8)$$

де  $W_{зм}$  – продуктивність машини за одну годину змінного часу, га/год;

$\Pi_i$  – численність виробничого персоналу, чол.;

$\tau_i$  – годинна тарифна ставка оплати праці обслуговуючого персоналу, грн./год;

$K_{jД}$  – коефіцієнт доплат.

$$Z_{\bar{o}} = (1/2,05) \cdot 2 \cdot 106 \cdot 1,1 = 113,7 \text{ грн./га};$$

$$Z_n = (1/2,52) \cdot 2 \cdot 106 \cdot 1,1 = 92,5 \text{ грн./га}.$$

Затрати на паливо-мастильні матеріали:

$$F = q \cdot Ц, \quad (5.9)$$

де  $q$  – витрата паливо-мастильних матеріалів, кг/од.напрац.;

$Ц$  – ціна 1 кг палива, грн.

$$F_{\bar{o}} = 5,02 \cdot 40 = 200,8 \text{ грн./га};$$

$$F_n = 4,09 \cdot 40 = 163,6 \text{ грн./га}.$$

Затрати на технічне обслуговування, потоковий і капітальний ремонт за нормативами відрахувань від балансової ціни машини:

$$P = D(r_n + r_k) / (W_{зм} \cdot T_p), \quad (5.10)$$

де  $D$  – балансова вартість машини, грн.;

$r_m$  – коефіцієнт відрахувань на потоковий ремонт і технічне обслуговування;

$r_k$  – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

$T_p$  – річне навантаження машини, год.

$$P_{\bar{o}} = 355000(0,12 + 0,027) / (2,05 \cdot 800) = 31,8 \text{ грн},$$

$$P_n = 400000(0,12 + 0,027) / (2,52 \cdot 800) = 29,2 \text{ грн}$$

Затрати на реновацію машини:

$$A = B \cdot a / (W_{zm} \cdot T_p), \quad (5.11)$$

де  $a$  – коефіцієнт відрахувань на реновацію машини:

$$A_{\bar{o}} = 355000 \cdot 0,15 / (2,05 \cdot 800) = 32,5 \text{ грн},$$

$$A_n = 400000 \cdot 0,15 / (2,52 \cdot 800) = 29,8 \text{ грн}.$$

Затрати на зберігання:

$$Z_z = Z_{z\bar{o}} / W_{zm}, \quad (5.12)$$

$Z_{z\bar{o}}$  – затрати на зберігання машини, що працюють га 1 год експлуатаційного часу, грн/год.

$$Z_{z\bar{o}} = 0,5 / 2,05 = 0,24 \text{ грн},$$

$$Z_{zm} = 0,4 / 2,52 = 0,16 \text{ грн}.$$

Капітальні вкладення ( $K$ ) на одиницю напрацювання становлять:

$$K = B / (W_{zm} \cdot T_p), \quad (5.13)$$

$$K_{\bar{o}} = 355000 / (2,05 \cdot 800) = 216,5 \text{ грн/га},$$

$$K_n = 400000 / (2,52 \cdot 800) = 198,4 \text{ грн/га}.$$

Затрати праці ( $Z_n$ ) в людино-годинах на одиницю напрацювання під час виконання машиною або працівниками робочого процесу:

$$Z_n = L / W_{zm}, \quad (5.14)$$

де  $L$  – чисельність виробничого персоналу, грн/год.

$$Z_{n\bar{o}} = 2 / 2,05 = 0,98 \text{ люд.год/га},$$

$$Z_{nn} = 2 / 2,52 = 0,79 \text{ люд.год/га}.$$

Економічний ефект ( $E'$ ) від зміни кількості і якості продукції:

$$E' = (C_{омн} + C_{ом\bar{o}})S, \quad (5.15)$$

$$E' = (40000 - 36800) \cdot 100 = 320000 \text{ грн.}$$

де  $C_{омн}$ ,  $C_{омб}$  – прибуток під час використання базової і нової машини, *грн./га*.

$S$  – площа під озимою пшеницею, *га*.

$$C_{ом} = \sum h_{омі} \cdot Ц_{омі}, \quad (5.16)$$

де  $h_{омі}$  – врожайність і-того виду основного матеріалу, *кг/га*;

$Ц_{омі}$  – оптова ціна одиниці і-того виду основного виду матеріалу, *грн*.

$$C_{омб} = 46 \cdot 800 = 368000 \text{ грн.}$$

$$C_{омн} = 50 \cdot 800 = 40000 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.2 - Економічна ефективність використання нового агрегату

Показники	Машина	
	Рapid-800	Рapid – 800С
1	2	3
Річне напрацювання, <i>год</i>	800	800
Прямі затрати на:		
• оплату праці, <i>грн/га</i>	113,7	92,5
• паливо-мастильні матеріали, <i>грн/га</i>	200,8	163,6
• технічне обслуговування і ремонт, <i>грн/га</i>	31,8	29,2
• реновація, <i>грн/га</i>	32,5	29,8
Інші прямі затрати, <i>грн/га</i>	0,24	0,16
Всього прямих затрат, <i>грн/га</i>	45,5	45,54
Капітальні вкладення, <i>грн/од. напр.</i>	216,5	198,4
Приведені затрати, <i>грн/од. напр.</i>	379	315
Річний економічний ефект від експлуатації нової машини, <i>грн</i>	-	320067
Економічний ефект від виробництва і використання за строк експлуатації нової машини	-	96020
Верхня ціна нової машини, <i>грн</i>	-	450927
Лімітна ціна нової машини, <i>грн</i>	-	360741
Затрати праці в <i>люд.год./од.напр.</i>	0,98	0,79
Річна економія праці, <i>люд.год</i>	-	19

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

На підставі виконаного аналізу виробничо-фінансової діяльності, стану охорони праці та довкілля, технології виробництва окремих сільськогосподарських культур у господарстві, виконаних досліджень дипломного проекту можна зробити наступні висновки та пропозиції:

1. Найвищий врожай за сівби з міжряддями 7,5 см формується за норми висіву 380 тис. насінин на 1 га.
2. Плануємо на перспективу одержати урожайність зерна озимої пшениці у 2023 р. 50 ц/га.
4. Для реалізації запропонованої технології виробництва озимої пшениці потрібно мати завантажувача-протруювача зерна ЗЗП-20.
5. Запропоновано використати для завантаження зерна у зернові сівалки шнековий транспортер, в порівнянні з іншими засобами транспортування, він має просту конструкцію, легко монтується на транспортних засобах, простий в експлуатації.
6. Вибираємо шнековий конвеєр з зовнішнім діаметром шнека 200 мм, діаметром вала 60 мм, кроком 23 см, швидкістю обертання  $50 \text{ хв}^{-1}$  і коефіцієнтом заповнення жолоба 45%.
7. Для зерна пшениці рекомендуються оберти шнека 50-60 об/хв. Це швидкість, за якої травмування зерна мінімальне, а шнек працює з зерном більш акуратно, ніж звичайний ланцюговий конвеєр.
8. Для аналізу можливих небезпек під час роботи рухомого складу машинно-тракторного парку доцільно використовувати метод логічного моделювання
9. Для запобігання негативної дії агрегату для посіву озимої пшениці операцію слід проводити при відповідній вологості ґрунту.
11. Усі відпрацьовані технологічні матеріали, що мають шкідливу дію мають бути утилізовані.
12. Річний економічний ефект від експлуатації нової машини 320067 грн.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алимов Д. Н., Шелестов Ю. В. Технология производства продукции растениеводства. – К.: Выща школа. Главное изд.-во, 1988, - 320 с.
2. Аллилуев В. А., Апанин А. Д., Михлин В. М. Техническая эксплуатация машинно – тракторного парка. – М.: Агропромиздат, 1991, - 367 с.
3. Анурев В. И. Справочник конструктора машиностроителя. В 3–х т. – М.: Машиностроение, 1980.
4. Бадина Г. В., Королев А. В., Королева Р. О. Основы агрономии. Л.: Агропромиздат, 1988, - 448с.
5. Воробьев С.А., Буров Д. И. и др. Земледелие. М.: Колос, 1972, - 511 с.
6. Васильев В. З., Кохев А. А., и др. Справочные таблицы по деталям машин. М.: Машиностроение, 1962.
7. Горышина Т. К. Экология растений. – М.: Высшая школа, 1979.
8. Довідник сільського інженера. В. Д. Гречкосій, О. М. Погорілець, І. І. Ревенко та інші за ред. В. Д. Гречкосія.- К.: Урожай, 1991, - 400 с.
9. Кияк Г. С. Рослинництво. – Київ.: Вища школа. Головне в-во, 1992, - 400 с.
10. Машиновикористання в землеробстві. За редакцією Ільченка В. Ю., Нагірного Ю. П., К.: Урожай, 1996, - 382 с.
11. Моделювання енергоємності механічного обробітку ґрунту в сівоzmінах./М. Я. Бомба та ін. Львів ЛДАУ, 1997, - 38 с.
12. Пістун І. П., Кіт Ю. В., Березовецький А. П. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За заг. ред. канд. тех. наук І. П. Пістуна. – Суми: Видавництво «Університетська книга», 2000, – 207с.
13. Лехман С.Д., Кубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. К. : Урожай, 1993. 270 с. 40.
14. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів : Українські технології, 2008. 312 с.

15. Лихочвор В.В. Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
16. Лихочвор В.В. Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Підручник. 3-тє видання, перероблене. Львів: Растр-7, 2021. 288 с.
17. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Зернові. 2 вид. доп. і перероб. Львів : НВФ «Українські технології» 2003. 72 с.
18. Лихочвор В. Система удобрення зернових. Агробізнес сьогодні. 2014. №8 (279).
19. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Системи застосування добрив : підручник. К. : Вища шк., 2002. 317 с.
20. Лісовал А.П. Методи агрохімічних досліджень. К. : 2001. 246 с.
21. Лопушняк В.І., Шевчук М.Й., Полюхович М.М., Пархуць Б.І., Пархуць І.М. 555 запитань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу : навч.-довід. посіб. / за ред. В.І. Лопушняка. Львів : Простір М, 2018. 488 с.