

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технології передпосівного обробітку ґрунту з
модернізацією комбінованого культиватора-розпушувача

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГЗ-41

спеціальності 208

Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Ваврик Д.Р.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Олексюк В.П.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Бабій А.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Бабій А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Ваврику Дмитру Романовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології передпосівного обробітку ґрунту з модернізацією комбінованого культиватора-розпушувача

Керівник роботи Олексюк Василь Петрович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи _____

Вид роботи – передпосівний обробіток ґрунту, базова конструкція культиватора КР-2,0, склад агрегату: Білорус 1221+ККР-2,0, глибина обробітку – 5-16 см, робоча швидкість – до 7 км/год.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Оглядова частина. 2. Проектування технології передпосівного обробітку ґрунту. 3. Проектна частина. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Огляд конструкцій культиваторів-розпушувачів ґрунту. – 2А4. 2. Огляд агрегатів для локального внесення мінеральних добрив – 1А4. 3. Операційно-технологічна карта – 1А4.

4. Кінематична і гідравлічна схеми – 1А4. 5. Комбінований культиватор-розпушувач – 1А4.

6. Лапа культиватора – 1А4. 7. Деталювання – 1А4

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., доцент		

7. Дата видачі завдання

24.01.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Оглядова частина	02.02.2024 р.	
2	Проектування технології передпосівного обробітку ґрунту.	10.02.2024 р.	
3	Проектна частина.	10.05.2024 р.	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	15.05.2024 р.	
5	Реферат. Вступ. Висновки.	01.06.2024 р.	
6	Ілюстративна частина. Специфікації	05.06.2024 р.	

Студент

(підпис)

Ваврик Д.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Олексюк В.П.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Ваврик Дмитро Романович.

Тема роботи – «Удосконалення технології передпосівного обробітку ґрунту з модернізацією комбінованого культиватора-розпушувача».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Олексюк Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Актуальність теми роботи

В Україні використовуються різноманітні методи передпосівних обробітків ґрунтів. Проте, не всі з них повністю задовольняють вимоги отримання високих і стабільних врожаїв сільськогосподарських культурних рослин за мінімальних енергетичних витрат. Для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, яке включає збільшення врожайності культур, зменшення енерговитрат і собівартості продукції, необхідно застосовувати науково обґрунтовані системи обробітку ґрунту.

Використання одноопераційних знарядь і машини з багатократними проходами призводить до зниження природної родючості ґрунту, суттєвих змін його агрофізичних властивостей та порушень біологічних процесів. Зменшення негативного впливу на ґрунт досягається за допомогою мінімальних обробітків, при використанні комбінованих знарядь, що дозволяють виконувати більше операцій за один прохід агрегату.

Основним недоліком агрегатів для розпушування ґрунту є відсутність можливості поєднання операцій обробки ґрунту з внесенням добрив, що оптимізувало би агрегат та забезпечило б максимальне використання тягового зусилля трактора.

Тому модернізація комбінованих культиваторів-розпушувачів та їх використання дасть можливість проведення якісного передпосівного обробітку

ґрунту з одночасним внесенням сухих мінеральних добрив, які завдяки своєму агрегатному стану зможуть за короткі строки рівномірно розподілитися у ґрунті, що значно покращить засвоюваність добрив рослинами і забезпечить повне їх розкладання на доступні фракції для рослин.

Мета роботи

Основною метою кваліфікаційної роботи є вдосконалення технології передпосівного обробітку ґрунту, шляхом застосування комбінованого культиватора-розпушувача, який об'єднує операції обробітку ґрунту та внесення мінеральних добрив.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Технології передпосівного обробітку ґрунту.

Предмет дослідження. Комбінований культиватор-розпушувач.

Методи дослідження. Економіко-статистичний, порівняльний, математичного моделювання, теоретико-емпіричний.

Отримані результати:

- здійснено аналіз провадження передпосівних обробітків ґрунту;
- проведено огляд конструкцій культиваторів-розпушувачів ґрунту та способів і агрегатів для локального внесення міндобрив;
- розглянуто агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту та вимоги до операцій з мінеральними добривами;
- розроблено операційно-технологічну карту на передпосівний обробіток ґрунту та внесення мінеральних добрив;
- запропоновано удосконалення технології передпосівного обробітку ґрунту;
- проведено обґрунтування конструкції комбінованого культиватора-розпушувача;
- розраховано технологічні параметри бункера мінеральних добрив та тукопроводів;
- здійснено розрахунки приводу висівних апаратів та розрахунки елементів конструкції культиватора на міцність;
- розроблені вказівки з охорони праці і протипожежної безпеки, пов'язані з

експлуатацією комбінованого культиватора-розпушувача;

Практичне значення отриманих результатів.

Використання комбінованого культиватора-розпушувача, призначеного для передпосівного обробітку ґрунту, з одночасним внесенням сухих мінеральних добрив, дозволить поєднувати ці різні технологічні операції і тим самим зменшить експлуатаційні затрати за технологією вирощування сільськогосподарських культур.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 65, додатки – 0 арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 9 арк. формату А4.

Ключові слова: культиватор-розпушувач, машинно-тракторний агрегат, мінеральні добрива, передпосівний обробіток, ґрунт, модернізація.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Розділ 2:

F - коефіцієнт опору руху знаряддя в борозні;

G - маса трактора, кг;

K - коефіцієнт, який характеризує здатність ґрунтового пласта чинити опір деформації;

F_k - площа поперечного перерізу розпушеної частини пласта при обробітку ґрунту в шарі до критичної глибини різання, м²;

F_i - площа поперечного перерізу незруйнованих гребенів, м;

F_T - площа гребня трикутної форми висотою h , м;

V_p - робоча швидкість руху розробленого культиватора, км/год;

R_n - тяговий опір культиватора;

F_k - площа опору культиватора, м²;

f - коефіцієнт опору руху знаряддя в борозні;

L_p - середня робоча довжина гону, м;

L_x - середня питома довжина холостого ходу на загоні, що припадає на один робочий хід агрегату, на один гон, м;

R - радіус повороту начіпного агрегату, м;

l - кінематична довжина агрегату, м;

l_m - довжина трактора, м;

$l_{культ}$ - кінематична довжина культиватора, м;

L - довжина гону, м;

E - мінімальна ширина поворотної смуги, м;

B_p - технологічна ширина агрегату, м;

β - коефіцієнт використання ширини захвату агрегату;

T_r - чистий робочій час, год.;

$T_{пз}$ - час на виконання підготовчо-заключних робіт, год.;

$T_{ф}$ - фізіологічний час, год.;

$T_{пер}$ - час на переїзди, год.;

$T_{\text{техн}}$ - технічний час, год.;

$T_{\text{техн1}}$ - технічний час на культиватор, год.;

$T_{\text{техн2}}$ - технічний час на насос, год.;

t_{o1} - технічний час, що витрачається на культиватор за 1 год зміни, год.;

t_{o2} - технічний час, що витрачається на насос за 1 год зміни, год.;

$t_{p.ц}$ - час чистої роботи за цикл, год.;

$t_{x.ц}$ - час, який затрачається на повороти за цикл, год.;

$t_{o.ц}$ - затрати часу на технологічні зупинки за цикл, год.;

L_p - робоча довжина гака, м.;

V_p - робоча швидкість руху, км/год.;

L_x - середня довжина холостого повороту в кінці гону, м.;

V_x - швидкість холостого ходу, км/год.;

$L_{\text{техн.}}$ - відстань між переаправленням агрегату, м.;

$t_{o.ц}$ - затрати часу на технологічні зупинки, год.;

V - об'єм бункера агрегату, м.;

γ - густина добрив, кг/м.;

λ - коефіцієнт використання об'єму технологічної ємкості;

$T_{\text{зм}}$ - час зміни, год.;

T_r - чистий час роботи агрегату, год.;

$t_{ц}$ - час циклу, год.;

B_p - робоча довжина захвату агрегату, м.;

V_p - робоча швидкість руху агрегату, км/год.;

T_p - час роботи агрегату, год.;

G_p - погодинна витрата палива на основній роботі, л/год.;

G_x - годинна витрата палива на поворотах л/год.;

G_o - годинна витрата палива на зупинках л/год.;

T_x - час холостого руху агрегату, год.;

T_o - робочий час агрегату, год.;

$W_{\text{зм}}$ - змінна продуктивності агрегату, га/зм.;

M_T - кількість трактористів, чол.;

M_d - кількість допоміжних робочих, чол.;

F - площа поля, га.

Розділ 3:

V_{mex} – об'єм бункера на довжину гону, м³;

Q – норма внесення добрив, кг/га;

η – коефіцієнт використання місткості бункера;

n – кількість проходів агрегату;

F_1 – площа бокової стінки горловини бункера, м²;

F_2 – площа бокової стінки трапецієподібного розширення верхньої частини бункера, м²;

F_3 – площа бокової стінки основної частини бункера, м²;

F_4 – площа бокової стінки трапецієподібного звуження нижньої частини бункера, м²;

h_1 – висота горловини бункера, м;

h_2 – висота бокової стінки трапецієподібного розширення верхньої частини бункера, м;

h_3 – висота бокової стінки основної частини бункера, м;

h_4 – висота бокової стінки трапецієподібного звуження нижньої частини бункера, м;

b і c – поперечні розміри насіння, мм;

B – ширина захвату культиватора, м;

N – норма висіву матеріалу, кг;

V_n – поступальна швидкість посівної машини, км/год;

n – число транспортуючих елементів;

γ – щільність насіння, г/см³;

F – площа поперечного перерізу транспортуючого елемента, м²;

V_p – результуюча швидкість падіння матеріалу, м/с;

$V_{п}$ – поступальна швидкість сівалки, км/год;

V_B – вертикальна швидкість падіння насінневого матеріалу (добрив), м/с;

$M_{кр}$ – частота обертання на валу ротора, об/хв.;
 N – потужність на привід робочих органів, кВт;
 ρ – тиск на вході, Па;
 $\eta_{заг}$ – загальний ККД гідромотора;
 η_n – ККД насоса;
 P – сила тиску, діюча на бункер, Н;
 F – сила затягування болта, Н;
 $[\sigma_p]$ – допустиме напруження стиску, МПа;
 $n_{гид}$ – частота обертання гідромотора, об/хв;
 $n_{вих.}$ – частота обертання вихідного вала, хв⁻¹;
 $n_{необх.}$ – необхідна потужність для приводу веденого вала, кВт;
 $n_{гид}$ – частота обертання гідромотора, об/хв.;
 k_a – динамічний коефіцієнт, що враховує характер навантаження;
 k_a – коефіцієнт, що враховує вплив міжосьової відстані;
 k_n – коефіцієнт, що враховує вплив нахилу ланцюга;
 k_p – коефіцієнт, що враховує спосіб регулювання натягу ланцюга;
 $k_{зм}$ – коефіцієнт, що враховує спосіб змащення;
 k_n – коефіцієнт, що враховує періодичність роботи;
 M_1 – обертовий момент на валу меншої зірочки, Н·мм²;
 z_1 – число зубів меншої зірочки;
 $[p]$ – допустимий тиск, що припадає на одиницю проекції опорної поверхні шарніра, МПа;
 m – число рядів ланцюга;
 N_1 – потужність що передається, кВт;
 V – колова швидкість, м/с;
 t – крок ланцюга, мм;
 d_1 – діаметр ролика,
 q – маса 1 м ланцюга, кг/м;
 Q – руйнівне навантаження, кН.

ЗМІСТ

Вступ	13
1. Оглядова частина	14
1.1 Аналіз провадження передпосівних обробітків ґрунту	14
1.2 Огляд конструкцій культиваторів-розпушувачів ґрунту	17
1.3 Огляд способів і агрегатів для локального внесення міңдобрив	21
1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра	23
2. Проектування технології передпосівного обробітку ґрунту	25
2.1 Агротехнічні вимоги до технологічного процесу	25
2.1.1 Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту	25
2.1.2 Агротехнічні вимоги до операцій з мінеральними добривами	26
2.2 Розробка операційно-технологічної карти на передпосівний обробіток ґрунту та внесення мінеральних добрив	28
2.2.1 Комплектування машинно-тракторного парку	28
2.2.2 Визначення тягового опору	28
2.2.3 Розрахунок коефіцієнта корисної дії	30
2.2.4 Кінематика агрегату	31
2.2.5 Баланс часу зміни	33
2.2.6 Визначення затрат праці	36
3. Проектна частина	37
3.1 Обґрунтування конструкції комбінованого культиватора-розпушувача	37
3.2 Розрахунок технологічних параметрів	39
3.2.1 Технологічні параметри бункера мінеральних добрив	39
3.2.2 Технологічний розрахунок тукопроводів	44
3.3 Розрахунок приводу висівних апаратів	46
3.4 Розрахунок елементів конструкції культиватора на міцність	49
3.4.1 Розрахунок болтового з'єднання	49
3.4.2 Розрахунок ланцюгової передачі приводу висівних апаратів	51

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	59
4.1 Загальна характеристика операції і нормативні вимоги безпеки при її виконанні	59
4.2 Вказівки з охорони праці і протипожежної безпеки, пов'язані з експлуатацією агрегату	60
Загальні висновки	63
Перелік посилань	64

ВСТУП

Весняний передпосівний обробіток ґрунту є завершальною стадією у ланцюзі агротехнічних заходів, що базуються на застосуванні сучасних агротехнологій. Цей етап передпосівної підготовки поля включає декілька операцій, серед яких вирівнювання поля та забезпечення у пухкому шарі ґрунту ідеальних умов для насіння. В деяких випадках ці дії також сприяють швидшому прогріванню ґрунту до потрібної глибини для посіву.

Ще однією важливою задачею є створення оптимальних фізичних умов у ґрунті та досконалих робочих органів сільськогосподарської техніки та знарядь. Взаємодія цих елементів з оброблюваним ґрунтом веде до технологічних процесів, під час яких змінюються розміри, форма та фізичні властивості частинок продуктивного шару, на які залежать біологічні характеристики ґрунту, його водно-повітряний і поживний режим, що впливає на рівень урожайності.

Це пояснюється тим, що створення продуктивного шару ґрунту через механічний обробіток є ключовим чинником у регуляції його гумусового балансу, цілого ряду властивостей та родючості ґрунту. Застосування агрегатів для передпосівного обробітку з одночасним внесенням сухих мінеральних добрив дозволяє інтегрувати ці різні технологічні процеси, знижуючи тим самим операційні витрати у вирощуванні сільськогосподарських культур.

Так, модернізація комбінованих культиваторів-розпушувачів та їх застосування забезпечить якісний передпосівний обробіток ґрунту з одночасним внесенням сухих мінеральних добрив. Ці добрива, завдяки своєму агрегатному стану, швидко і рівномірно розподіляться в ґрунті, значно підвищуючи їх засвоюваність рослинами і сприяючи повному їх розкладанню на доступні рослинам фракції.

1. ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз провадження передпосівних обробітків ґрунту

Передпосівна підготовка ґрунту є ключовим етапом, який забезпечує ідеальні умови для ефективного початку посівної кампанії та культивування сільськогосподарських культур. Акуратне виконання таких процесів як боронування, культивація та прикочування (залежно від обраної агротехніки) дозволяє належним чином розпушити ґрунт та надати йому потрібну гранульовану структуру. Ці дії сприяють збереженню вологи, підвищують якість посівного матеріалу, покращують фітосанітарний стан поля, а також забезпечують належну аерацію і рівномірне прогрівання [15]. Особливо важливо, щоб глибина обробітку відповідала глибині посіву насіння.



Рисунок 1.1 – Передпосівний обробіток ґрунту

Весняна підготовка ґрунту здійснюється після досягнення фізичної стиглості, коли сніг вже розтанув. Фізична стиглість характеризується

оптимальною вологістю ґрунту, яка дозволяє легко розпушувати ґрунт, не прилипаючи до знарядь обробітку, що забезпечує ефективність процесу з мінімальними зусиллями.

Дуже важливо максимально скоротити час між весняною обробкою та посівом, щоб запобігти втраті ґрунтової вологи [15].

Адекватна підготовка ґрунту включає в себе виконання низки ключових завдань:

- Підтримання належного рівня вологості ґрунту;
- Подрібнення і змішування рослинних залишків з ґрунтом згідно з обраною агротехнікою;
- Вирівнювання поверхні поля для забезпечення однорідності посіву;
- Ефективне внесення мінеральних добрив;
- Розпушування ґрунту для створення умов, що сприяють проростанню насіння;
- Боротьба з бур'янами і контроль їх росту.

Як результат грамотно виконаних процедур, формується дрібнокомковатий шар, що сприяє збереженню вологи, забезпечує однорідне розподілення насіння і створює оптимальні умови для здорового росту рослин. Важливо, щоб поля були добре підготовлені, з оптимальним балансом води, повітря та температури, відповідаючи живильним потребам рослин згідно з їх біологічними вимогами [15].

Система та глибина передпосівного обробітку ґрунту визначаються на основі таких чинників, як гранулометричний склад ґрунту, рівень забруднення поля, тип сільськогосподарських культур, які планується вирощувати, та часовий період сівби. Розпочинати роботи з передпосівної обробки ґрунту слід у момент, коли ґрунт досягає фізичної стиглості. Затримка в цих роботах, особливо на легких типах ґрунту, може призвести до значних втрат вологи, швидкому висиханню ґрунту та зниженню урожайності. З іншого боку, проведення обробки до досягнення ґрунтом фізичної стиглості може спричинити його надмірне зволоження та прилипання до робочих органів

машин.

Передпосівна обробка може проводитись такими етапами [15]:

Оранка проводиться в регіонах із високою вологістю і є ефективною для вирощування просапних культур, особливо в поєднанні з глибоким рихленням у підзолистих зонах. За потреби на цьому етапі також може відбуватися внесення органічних добрив.

Боронування та шлейфування починаються одразу після танення снігу. Вибір інструментів для цих процедур залежить від таких факторів як водонапійність та ущільнення ґрунту, наявність глиб та великих грудок, нерівності поверхні та утворення кірки. Типово, використовують дискові борони з глибиною обробки 6-10 см. Збільшення глибини обробки може призвести до засмічення поля, оскільки насіння бур'янів з глибших шарів може виходити на поверхню.

Культивація зазвичай здійснюється через 1-3 дні після боронування у ранню весну. Глибина та кількість проходів культиватором по полю залежать від кількох факторів, включаючи механічний склад ґрунту, особливості попередньої обробки, вологість і тип культури (рання чи пізня). Хоча для деяких культур цей етап може бути пропущений, для більшості пізніх ярих культур важливо провести принаймні дві культивації. Ці роботи проводяться з використанням агрегатів зі стрічастими ріжучими лапами, які не тільки борються з бур'янами, але й ефективно розпушують верхні шари ґрунту. Культиватор формує щільне ложе для насіння і рівномірно розпушує верхній шар ґрунту, сприяючи якісному внесенню посівного матеріалу та його рівномірному проростанню.

Прикочування. Після інтенсивних обробок ґрунту за допомогою котків вирівнюють поверхню ділянки, вирівнюючи верхній шар, розбиваючи грудки і глиби, ущільнюючи велике каміння та забезпечуючи збереження потрібної вологості, необхідної для рівномірного проростання рослин.

Внесення мінеральних добрив. При висіванні пізніх ярих культур застосовують мінеральні добрива, такі як нітроамофоска, нітрофоска або

амофосфат. Цей метод не тільки екологічно безпечний, але й економічно вигідний. Мінеральні добрива вносяться на глибину 5-12 см для зернових та до 20 см для просапних культур. Застосування таких інструментів як прямосівальна сівалка, зернотукова сівалка чи рослинопідживлювач-культиватор дозволяє забезпечити оптимальний контакт кореневої системи з поживними речовинами.

Застосування гербіцидів. Вибір гербіцидів та терміни їх застосування підбирають з урахуванням спектра дії, вибіркової та особливостей вирощуваних рослин та бур'янів. Для боротьби з багаторічними кореневищними та паростковими бур'янами у системах зяблевих обробітків використовуються гліфосати. Грунтово-діючі засоби вносять при передпосівній культивації з обов'язковим загортанням препаратів. Передпосівне використання гербіцидів разом з основними агротехнічними операціями забезпечує ефективний контроль над бур'янами.

1.2 Огляд конструкцій культиваторів-розпушувачів ґрунту

Основною вимогою до комбінованих передпосівних агрегатів, які використовуються для підготовки ґрунту під посів сільськогосподарських культур, є забезпечення неглибокої та однорідної робочої глибини, відповідної глибині посіву.

Вибір культиваторів для передпосівних обробітків ґрунту є досить широким, причому особливу увагу привертають моделі закордонного виробництва.

Комбінований передпосівний агрегат Wicher

Одним з кращих прикладів є комбінований передпосівний агрегат Wicher від компанії Eхrom. Цей агрегат доступний у підвісній версії з шириною захвату 2,5, 3,0, 4,0 та 4,5 м та напівпідвісній версії з гідравлічним управлінням

шасі, що має ширину 4,0, 4,5, 5,3 та 5,7 м. Розпушувальні секції оснащені зубами з лемешами шириною 175 мм, які для підтримки заданих робочих глибин спираються на два струнних вала з діаметрами 335 мм. Третій вал типу Crosskill діаметром 370 мм додатково ущільнює розпушений ґрунт, створюючи оптимальні умови для проростання висіяного насіння.



Рисунок 1.2 – Комбінований передпосівний культиватор Wicher

Агрегат для передпосівного обробітку ґрунту FLEX

Компанія Mandam пропонує для проведення передпосівних обробітків ґрунту агрегат FLEX, який доступний з робочими ширинами 3,0, 4,5 та 5,8 м. Цей агрегат оснащений дворядними пружинними зубами з лемешами. Розпушувальна секція агрегата встановлена між переднім струнним валом діаметром 350 мм та заднім валом Crosskill діаметром 400 мм. Є також варіант з трирядними зубами та додатковим простим різакон для зміцнення. Робочі поля агрегату підвішені на незалежних поворотних осях, що дозволяє агрегату точно повторювати рельєф поля і забезпечувати стабільну робочу глибину.

Модель з шириною захвату 3,0 м важить 1160 кг і потребує для

ефективної роботи трактора з потужністю 110 к.с. В той же час, більший агрегат з шириною 5,8 м має масу 3100 кг і вимагає трактор з потужністю не менше 210 к.с.



Рисунок 1.3 – Агрегат для передпосівного обробітку ґрунту FLEX

Передпосівний агрегат Germinator

Компанія Kongskilde, яка тепер є частиною концерну New Holland, пропонує агрегати Germinator у версіях SP та більш сучасній Pro.

Germinator використовується як ідеальний агрегат для передпосівної підготовки, оснащений розпушувальною секцією з пружинними зубами, які працюють під мінусовим кутом нахилу. Версія Germinator SP містить ряд робочих секцій, що включають струнний вал, каток, п'ять рядів розпушувальних зубів, подвійний струнний вал або їх комбінацію з валом типу "Crosskill". Кожна з секцій має 19 зубів на метр робочої ширини, формуючи смуги з інтервалом у 5 см, і притискається до ґрунту гідроциліндром.

Гідравлічне регулювання тиску дозволяє точно налаштувати глибину розпушування ґрунту в залежності від його типу та потреб культур, що є

ключовим для досягнення однорідної глибини, особливо при поверхневому посіві, наприклад буряків.

Агрегати SP виготовляються у причіпній версії з можливістю обрати моделі з шириною від 3 до 7 метрів, і вони вимагають трактори потужністю від 85 до 175 кінських сил.



Рисунок 1.4 – Ґрунтообробний агрегат Germinator версії SP

Передпосівний агрегат SWIFTER.

Компанія Vednar пропонує агрегат SWIFTER для однопрохідної передпосівної підготовки ґрунту. Агрегат інтегрує різноманітні робочі елементи, забезпечуючи виконання семи різних операцій. Розпушувальна секція агрегата розташована між двома валами і може бути оснащена однією з трьох типів зубчастих секцій в залежності від специфічних цілей підготовки ґрунту.

Агрегат доступний у трьох варіантах: як підвісний і як причіпний, із робочою шириною від 3 до 7 метрів.



Рисунок 1.5 – Передпосівний агрегат SWIFTER

Підвісний варіант Swifter SN 3000 з шириною захвату 3 метри має масу до 1410 кг та потребує енергозасобу з потужністю мінімум 120 к.с.

1.3 Огляд способів і агрегатів для локального внесення міндобрив

Існують два основні методи внесення мінеральних добрив: поверхневий (розкидний) та локальний. При поверхневому методі добрива розподіляються на поверхні ґрунту без їх впровадження в землю, з наступним заробленням шляхом поверхневого обробітку. Локальний метод передбачає внесення добрив на певну глибину у формі стрічок, гнізд, точок, шарів тощо.

На сьогоднішній день як у нашій країні, так і за кордоном, існує великий вибір технічних засобів для внесення добрив, які поділяються на дві категорії: обладнання для поверхневого та підґрунтового внесення.

Для поверхневого внесення мінеральних добрив використовують розкидачі різних моделей, таких як «1РМГ-4А, МУП-6, ZG-B7001, RM1-071,

МВУ-05, АМ-01, МВУ-900, МВСУ-9», що забезпечують високу продуктивність та дозволяють точно дозувати внесення добрив та сиромолотного гіпсу. Однак основним недоліком цих машин є нерівномірне розміщення добрив у ґрунті, що не відповідає розвитку кореневої системи рослин.

Локальний спосіб внесення добрив реалізується за допомогою великої групи машин, класифікованих за часом внесення мінеральних добрив: при посіві та посадці, при підживленні, а також під час основного обробітку ґрунту.

Сівалки, як СЗ-3,6 (рис 1.6) та інші, призначені для внесення добрив під час посіву різних культур. Також використовуються зернові стерньові сівалки-культиватори СЗС-2,1, які здійснюють підґрунтовий посів зернових на стерньових полях, особливо на ґрунтах, схильних до вітрової ерозії. Ці машини виконують одночасно кілька операцій: культивацію, внесення гранульованих добрив та прикочування після посіву.

Позитивним моментом цих сівалок є їх здатність вносити стартові дози добрив, розташовуючи їх у ґрунті безпосередньо поруч із насінням висіяної культури, у формі стрічок або екранів на однаковій глибині.

Основним недоліком є те, що доступність добрив для рослин обмежена початковим періодом розвитку, особливо для рослин з мичкуватою кореневою системою.

Цей недолік частково компенсується 4-рядною картоплесаджалкою СН-4Б, яка широко застосовується у всіх ґрунтово-кліматичних зонах. Ця картоплесаджалка оснащена комбінованим сошником, що розташовує стрічку добрив безпосередньо під бульбами картоплі, утворюючи захисний шар ґрунту між бульбами та добривами. Це запобігає прямому контакту посадкового матеріалу з добривами і сприяє кращому живленню рослин на початковому етапі їхнього розвитку, хоча і не забезпечує живлення протягом усього вегетаційного періоду.

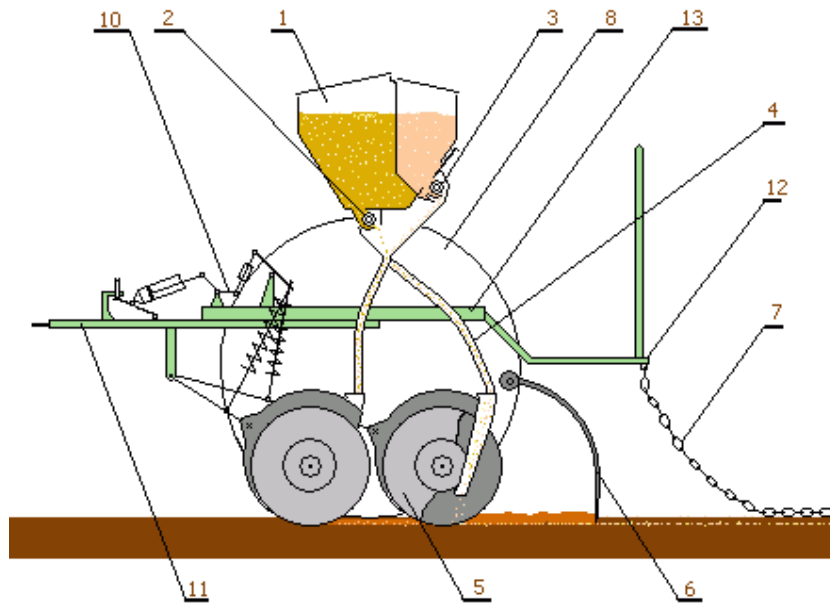


Рисунок 1.6 – Сівалка зернотукова СЗ - 3,6

1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра

На сьогодні існує багато методів передпосівної обробки ґрунту, однак не всі з них ефективно сприяють отриманню високих та стабільних урожаїв сільськогосподарських культур при мінімізації енергетичних витрат. Щоб покращити продуктивність сільськогосподарського виробництва, яка передбачає збільшення урожайності та зниження енерговитрат і вартості продукції, важливо використовувати науково обґрунтовані методи обробітків ґрунтів.

Використання знарядь, що працюють у режимі одноопераційності з множинними проходами, може призводити до зниження рівня природної родючості ґрунту, істотно змінювати його агрофізичні характеристики та порушувати біологічні процеси. Мінімізація негативних впливів на ґрунт можлива за допомогою мінімальних обробітків, за яких використовуються комбіновані знаряддя, що дозволяють виконувати декілька операцій за одне проходження агрегату.

Одним із основних недоліків агрегатів для розпушування ґрунтів є брак можливостей інтеграції процесу обробітку ґрунту з одночасним внесенням добрив, що могло б оптимізувати роботу агрегату і максимально використати тяговий потенціал трактора.

Машини для підґрунтових внесень добрив здійснюють внесення на глибину до 10-12 см, що сприяє оптимізації процесу внесення добрив та передпосівної обробки ґрунту.

У пропонованій технології обробітку використовують сухі добрива, які вносяться на різні глибини, забезпечуючи ефективне використання добрив та живлення кореневої системи. Агрегати для передпосівних та міжрядних обробітків, що одночасно вносять сухі мінеральні добрива, дозволяють інтегрувати різні технологічні операції, тим самим знижуючи експлуатаційні витрати.

Модернізація комбінованих культиваторів-розпушувачів і їх застосування може значно підвищити якість передпосівної обробки ґрунту з одночасним внесенням сухих мінеральних добрив. Ці добрива, завдяки своєму агрегатному стану, швидко і рівномірно розподіляються у ґрунті, покращуючи засвоєння рослинами та забезпечуючи повне їх розкладання на доступні рослинам фракції.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

Удосконалення технології передпосівного обробітку ґрунту пропонується шляхом застосування комбінованого культиватора-розпушувача, який об'єднує операції обробітку ґрунту та внесення мінеральних добрив.

В пропонованій технології використовуються сухі мінеральні добрива, які вносяться на різні глибини, що дозволяє раціонально використовувати добриво та підживлювати кореневу систему.

2.1 Агротехнічні вимоги до технологічного процесу

2.1.1 Агротехнічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту

Весною ґрунт містить найбільшу кількість вологи, коли всі капілярні та некапілярні пори заповнені водою. Для збереження цієї вологи важливо подрібнити верхній шар ґрунту до стану дрібних грудок, розірвати капіляри, щоб запобігти їй випаровуванню. Ще одним завданням поверхневої обробки ґрунту є підготовка його до посіву, важливо розмістити насіння на певній глибині в щільний ґрунт та засипати його пухким дрібно-грудкуватим шаром. Третє завдання передпосівної обробки ґрунту — це боротьба з бур'янами, що зазвичай включає лущення стерні, оранку та інші передпосівні заходи.

Система передпосівних обробітків ґрунту визначається ґрунтово-кліматичними умовами, вимогами культур, які планується вирощувати, та характером попереднього обробітку.

Основні операції системи передпосівної обробки ґрунту включають:

- затримання вологи за допомогою культивації на глибину загортання насіння на структурованих ґрунтах;
- дворазове боронування з наступною культивацією на безструктурних ґрунтах;

– глибоке розпушення ґрунту на безструктурних ґрунтах, які схильні до ущільнення і запливання до настання весни.

Весняні передпосівні обробітки ґрунту, здійснені на полях, які були зорані восени під зяб, зазвичай включає ранньовесняне розпушування, вирівнювання та легке ущільнення поверхні ґрунту, яке проводиться після досягнення ґрунтом фізичної спілості. Ефективність цих процедур залежить від їх своєчасного виконання.

Ранній обробіток ґрунту виконується за допомогою зубових борін, шлейфів, волокуш та шлейф-борон. Найкращі результати досягаються, коли використовують боронування та шлейфування разом або окремо. Борони розпушують ґрунт та руйнують капіляри, що зупиняє втрату вологи у рідкому стані, тоді як шлейфами вирівнюється поверхня, подрібнюються грудки і одночасно ущільнюється ґрунт, що запобігає втраті вологи у пароподібному стані. Забезпечення правильного балансу між розпушенням та ущільненням ґрунту створює оптимальні умови для збереження в ньому вологи.

Під час проведення передпосівних обробітків ґрунту слід дотримуватись наступних агротехнічних вимог: знищення ґрунтових кірок і розпушення верхніх шарів ґрунту; подрібнення оброблених шарів на грудки до 3 см; вирівнювання ріллі; дотримання заданих глибин обробітку; уникнення вивертання вологого шару ґрунту на поверхню; ефективне видалення бур'янів [16].

2.1.2 Агротехнічні вимоги до операцій з мінеральними добривами

Мінеральні добрива, що надходять від постачальників, повинні бути належним чином збережені та підготовлені до використання з урахуванням їх фізико-механічних властивостей, які мають відповідати стандартам.

Якщо серед поступившої партії добрив знаходиться зволожена частина, її необхідно зберігати окремо. Незатарені добрива потрібно зберігати у буртах висотою не більше 3 метрів, які відділені один від одного за допомогою рухомих стінок та щитів. Затарені добрива складають у штабелі від 10 до 20 рядів, враховуючи їхні фізико-механічні властивості, при цьому мішки укладають хрест-навхрест на плоских або стійкових піддонах. Аміачну селітру потрібно зберігати у спеціально відведених приміщеннях.

Добрива, які злежалися, потрібно перемолоти та просіяти безпосередньо перед їх змішуванням або внесенням у ґрунт. З тари добрива вивільняють, після чого їх розмір часток після подрібнення має бути в середньому 1-3 мм, при цьому частки розміром понад 5 мм не повинні перевищувати норму, а частки менше 1 мм повинні становити не більше 5%.

Добрива змішують, виходячи з їх фізико-механічних і хімічних характеристик, використовуючи спеціальні таблиці для цього. Перед початком змішування необхідно перевірити вихідні компоненти на вміст поживних елементів та вологи. Відхилення вмісту компонента від заданих пропорцій у суміші не має перевищувати 10%. Допустиме відхилення вмісту води не повинне перевищувати 25%.

Дозування мінеральних добрив і хімічних меліорантів, а також шарову кількість добрив, розраховуючи врожайність зерна, встановлює агроном фермерського господарства на основі картограм та вмісту поживних речовин у ґрунті конкретного поля.

Не допускається наявність незаораних поворотних смуг, помилок у місцях стикування на довжині проходу агрегату, а також витікання твердих мінеральних добрив під час транспортування та на полі.

Перекриття суміжних проходів агрегату повинно становити не менше 5% від ширини захоплення.

Робочі органи на кінці оброблювальних ділянок поля слід вимикати та вмикати на одному рівні, з допустимим відхиленням не більше ± 0.5 м.

2.2 Розробка операційно-технологічної карти на передпосівний обробіток ґрунту та внесення мінеральних добрив

Характеристика умов роботи

Склад МГА – Білорус 1221+ККР-2,0;

Попередник – пшениця;

Агрофон – зоране поле;

Рельєф поля – $p=2\%$;

Довжина поля – $L=1000$ м;

Ширина поля – $B=800$ м;

Площа поля – $S=80$ га.

2.2.1 Комплектування машино-тракторного парку

Визначаємо оптимальний діапазон швидкостей руху агрегату, базуючись на технологічній специфікації комбінованого агрегату. Робочий діапазон швидкостей встановлюємо від 6 до 10 км/год. Для трактора Білорус 1221 вибираємо відповідні робочі швидкості та передачі, що відповідають заданим параметрам швидкісного режиму агрегату. Ці дані представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Величини тягового зусилля трактора і швидкості руху.

Показники	Значення
$P_{кpn}$, кН	26.3
$V_{p.n.}$ км/год.	7.0

2.2.2 Визначення тягового опору

Розрахуємо тяговий опір культиватора-розпушувача, скориставшись

формулою:

$$R_n = fG + KF_k. \quad (2.1)$$

де $f=0,4$; $K=40$ кН/м ;

Площу поперечного переріза розпушеної ділянки пласта при обробці ґрунту в шарах до критичних значень глибини різання знайдемо за формулою:

$$F_k = h_k B_k - F, \quad (2.2)$$

Значення площі поперечного перерізу нерозпушених гребенів, м:

$$F_1 = (n - 1) \cdot F_T; \quad (2.3)$$

Площа гребенів, що мають трикутну форму висотою h , м:

$$F_T = \frac{(M - b)^2}{4}; \quad (2.4)$$

$$F_T = \frac{(0,55 - 0,07)^2}{4} = 0,06 \text{ м}^2;$$

$$F_i = (3 - 1) \cdot 0,06 = 0,12 \text{ м}^2$$

$$F_k = 0,35 \cdot 1,17 - 0,12 = 0,28 \text{ м}^2.$$

Підставляючи відповідні значення величин у (2.1) знайдемо тяговий опір запропонованого культиватора:

$$R_n = 0,4 \cdot 5,3 + 40 \cdot 0,28 = 13,32 \text{ кН.}$$

Знайдемо значення тягової потужності згідно формули:

$$N_n = R_n \cdot V_p, \quad (2.5)$$

де $V_p=0,12$ м/с.

$$N_n = 13,32 \cdot 0,12 = 1,60 \text{ кВт.}$$

Величина питомого опору культиватора може бути знайдена із залежності:

$$K_Y = \frac{R_n}{F_k}, \quad (2.6)$$

$$K_Y = \frac{13,32}{0,23} = 47,6 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}.$$

2.2.3 Розрахунок коефіцієнта корисної дії

Величина коефіцієнта корисної дії культиватора згідно формули:

$$\eta_n = 1 - \frac{f \cdot G}{R_n}, \quad (2.7)$$

де $f=0,4$.

$$\eta_n = 1 - \frac{0,4 \cdot 5800}{13,32 \cdot 10^3} = 0,83.$$

Отже, при експлуатації трактора на п'ятій передачі, коефіцієнт ефективності використання тяги становить 0,83, що є прийнятним і оптимальним для цієї операції. Це дозволяє використовувати потенціал трактора на повну без ризику перевантаження..

2.2.4 Кінематика агрегату

Для проведення глибинного розпушування за одночасного внесення добрив використовуємо човниковий спосіб руху агрегату.

Знайдемо величину коефіцієнта робочих ходів [2]:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}. \quad (2.8)$$

Середнє значення довжини холостого ходу складає:

$$L_x = 6R + 2l. \quad (2.9)$$

Знайдемо величину кінематичної довжини агрегату:

$$l = 0,5 \cdot (l_m + l_{\text{культ}}); \quad (2.10)$$

$$l = 0,5 \cdot (5 + 3) = 3,975 \text{ м.}$$

Прийmemo $l=4$ м.

$$L_x = 6 \cdot 15 + 2 \cdot 4 = 94 \text{ м.}$$

Проведемо розрахунки середньої довжини робочого ходу [7]

$$L_p = L - 2E. \quad (2.11)$$

Знайдемо значення мінімальної ширини поворотних смуг:

$$E_{min} = 1,5 \cdot R + l ; \quad (2.12)$$

$$E_{min} = 1,5 \cdot 15 + 4 = 26,5 \text{ м.}$$

Уточнимо ширину поворотних смуг за кількістю проходжень агрегату. Для цього знайдемо число проходжень для обробітку поворотних смуг із залежності:

$$n = \frac{E_{min}}{B_p} . \quad (2.13)$$

Технологічна ширина агрегату визначається за формулою [7]:

$$B_p = B \cdot \beta , \quad (2.14)$$

де $\beta=0,96$ [7].

$$B_p = 2,44 \cdot 0,96 = 2,34 \text{ м.}$$

$$n = \frac{26,5}{2,34} = 11,32$$

Прийmemo 11 проходів.

Тоді:

$$E = n \cdot B_p; \quad (2.15)$$

$$E = 11,32 \cdot 2,34 = 26,5 \text{ м.}$$

Отже знаходимо величину середньої довжини робочих ходів та коефіцієнти робочих ходів:

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 26,5 = 947 \text{ м.}$$

$$\varphi = \frac{947}{947 + 94} = 0,90$$

2.2.5 Баланс часу зміни

Знайдемо значення часу на чисту роботу агрегату на протязі зміни[7]:

$$T_{\Gamma} = T_{\text{п.з}} + T_{\Phi} + T_{\text{пер}} + T_{\text{техн}}, \quad (2.16)$$

де $T_{\text{пер}}=0$, оскільки роботи проводяться на одній частині поля.

Час, що затрачається на зупинки через фізіологічні потреби знайдемо за формулою

$$T_{\text{техн}} = T_{\text{техн1}} + T_{\text{техн2}} = 7(t_{01} + t_{02}); \quad (2.17)$$

$$T_{\text{техн}} = 7 \cdot (0,03 + 0,04) = 0,49 \text{ год.}$$

Тоді

$$T_r = 0,22 + 0,21 + 0 + 0,49 = 0,92 \text{ год.}$$

Знайдемо час, що використовується на проведення одного циклу [7]:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{р.ц}} + t_{\text{х.ц}} + t_{\text{о.ц}}; \quad (2.18)$$

$$t_{\text{р.ц}} = \frac{2L_p}{V_p}; \quad (2.19)$$

$$t_{\text{х.ц}} = \frac{2L_x}{V_x}; \quad (2.20)$$

$$t_{\text{о.ц}} = \frac{2L_p}{L_{\text{техн}}} \cdot t_{\text{о.ц}}. \quad (2.21)$$

Знайдемо величину відстані між переzapравками агрегата згідно формули:

$$L_{\text{техн.}} = \frac{10^4 \cdot V \cdot \gamma \cdot \lambda}{q \cdot B_p}, \quad (2.22)$$

де $\lambda=0,97$.

Тоді

$$L_{\text{техн.}} = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 1400 \cdot 0,97}{530 \cdot 2,34} = 32849,5 \text{ м.}$$

Знайдемо час, що затрачається на виконання одного циклу:

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 0,947}{7} + \frac{2 \cdot 0,094}{7} + \frac{2 \cdot 0,947}{32,849} \cdot 0,3 = 0,30 \text{ год.}$$

Розраховуємо кількість циклів [18]:

$$h = \frac{T_{\text{зм}} - T_r}{t_{\text{ц}}} ; \quad (2.23)$$

$$h = \frac{7 - 0,92}{0,30} = 20,27$$

Знайдемо час роботи агрегата [2]:

$$T_p = h_{\text{ц}} \cdot t_{\text{р.ц}}; \quad (2.24)$$

$$T_p = 20,27 \cdot 0,27 = 5,47 \text{ год.}$$

Знайдемо час, що витрачається на виконання холостих ходів [2]:

$$(2.25)$$

$$T_x = 20,27 \cdot 0,02 = 0,40 \text{ год.}$$

Розрахуємо час на зупинки агрегату в загоні на протязі зміни з увімкненим двигуном:

$$(2.26)$$

$$T_{\bullet} = 0,22 + 0,49 + 0,21 + 20,27 \cdot 0,02 = 1,32 \text{ год.}$$

Тоді

$$T = 5,47 + 0,40 + 1,32 = 7 \text{ год.}$$

Значення змінної продуктивності агрегату знайдемо згідно формули [7]:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p; \quad (2.27)$$

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 2,34 \cdot 7 \cdot 5,47 = 8,96 \text{ га.}$$

Погектарна витрата палива може бути знайдена за формулою [2]:

$$g_{га} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_0 \cdot T_0}{W_{зм}}; \quad (2.28)$$

$$g_{га} = \frac{15 \cdot 5,47 + 8,5 \cdot 0,40 + 2,5 \cdot 1,32}{8,96} = 9,9 \text{ л/га.}$$

2.2.6 Визначення затрат праці

Проведемо розрахунки затрат праці згідно формулою [2]:

$$z_{га} = \frac{M_m + M_d}{W_{год}}. \quad (2.29)$$

Тоді

$$z_{га} = \frac{1}{1,33} = 0,73 \text{ год./га.}$$

Визначимо затрати праці [2]:

$$z_n = F \cdot z_{га}; \quad (8.29)$$

$$z_n = 230 \cdot 0,73 = 167,9 \text{ год.}$$

3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

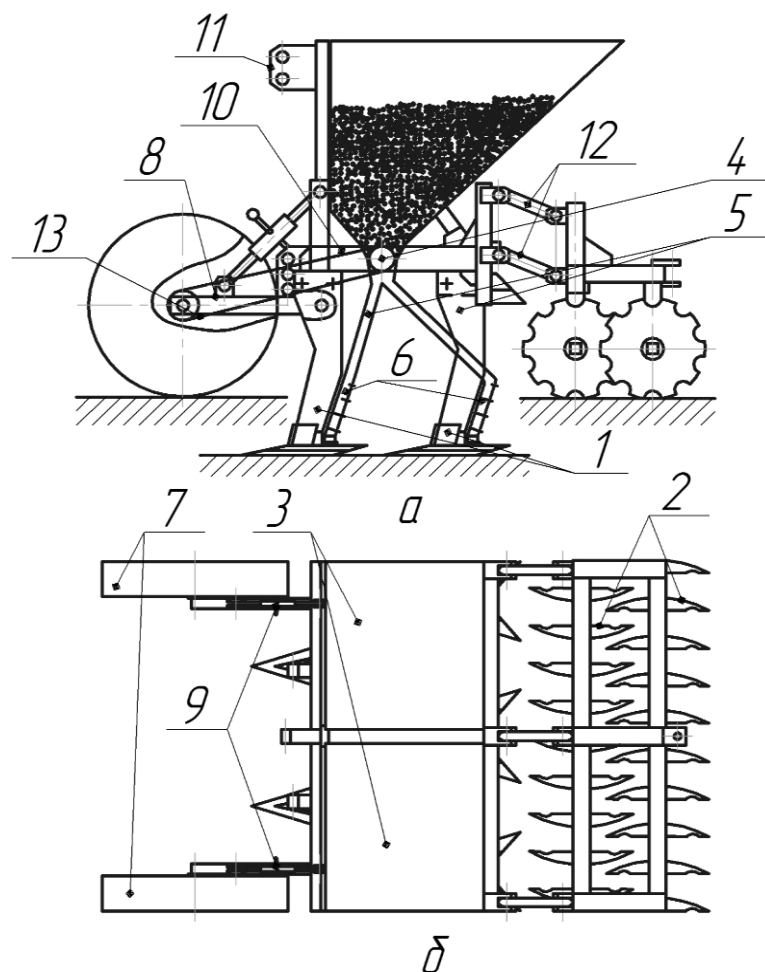
3.1 Обґрунтування конструкції комбінованого культиватора-розпушувача

Комбінований культиватор-розпушувач, призначається для основної та передпосівної обробки ґрунту з одночасним розпушуванням на глибину до 16 см та пошаровим внесенням мінеральних добрив. Цей агрегат використовується для збільшення продуктивності та поліпшення якості обробки ґрунту та точного внесення добрив.

Комбінований агрегат включає трактор Білорус 1221, до навісної системи якого кріпиться культиватор-розпушувач зі вбудованими ящиками для мінеральних добрив і висівними апаратами, а також тукопроводами. Він оснащений стрілчастими лапами, розташованими у два ряди для рівномірного розпушування — перший ряд має дві лапи, а другий — три. Ці лапи виконують одночасне розпушування та внесення добрив на глибину від 5 до 16 см.

Комбінований культиватор-розпушувач розпушувач (рис. 3.1) складається з таких елементів: плоскорізи 1, дискові секції 2, ящик для добрив 3, висівний апарат 4, тукопроводи 5, розподільники 6, опорне колесо 7, рульовий механізм 8, регулювальний механізм 9, рама 10, приєднувальний пристрій 11, рульові механізми дискових секцій 12, ланцюгова передача 13.

Процес обробки ґрунту з одночасним внесенням мінеральних добрив відбувається так: під час руху культиватора по полю, плоскорізи 1 розпушують ґрунт. У момент розпушування через ланцюгову передачу 13, керовану опорним колесом 7, висівні апарати 4 активізуються та дозують мінеральні добрива з ящика 3 до тукопроводів 5, звідки вони потрапляють до розподільників 6, що забезпечують рівномірне розподілення добрив на необхідну глибину. Тим часом дискові батареї 2 перемішують і подрібнюють розпушені шари ґрунту.



- 1 – лапи-плоскорізи; 2 – дискові батареї; 3 – ящик з добривами; 4 – висівний апарат;
 5 – тукопроводи; 6 – розподільники; 7 – опорне колесо; 8 – повідець колеса;
 9 – регулювальний механізм; 10 – рама; 11 – начіпний пристрій; 12 – повідці розпушуючих дисків; 13 – ланцюгова передача

Рисунок 3.1 – Схема комбінованого культиватора-розпушувача (ККР-2):

а – вигляд збоку; б – вигляд зверху

Плоско-різальні лапи розміщені одна за одною зі зміщенням у поздовжньому напрямку таким чином, що ріжучий край наступної лапи не збігається у плані з задньою частиною попередньої. Це запобігає перехрещенню лап. Коли площина, що з'єднує задню частину однієї лапи із ріжучим краєм наступної, нахилена під кутом приблизно 30-40 градусів у

напрямку руху, розколювання ґрунтових пластів відбувається під найсприятливішими умовами без защемлення ґрунту попереднім робочим органом. На стояку та рамі передбачені отвори для регулювання положення робочих органів [14].

Технічна характеристика:

Робоча швидкість руху	до <u>7 км/год.</u>
Продуктивність за час чистої роботи при швидкості 5...7 км/год	1,1 га/год.
Глибина обробітку	5...16 см.
Транспортна швидкість	до <u>20 км/год.</u>
Ємність бункера	<u>6,1 м³.</u>
Габаритні розміри:	
Довжина	<u>3000 мм.</u>
Ширина	<u>2000 мм.</u>
Висота	<u>1500 мм.</u>
Маса у спорядженому стані	<u>970 кг</u>

3.2 Розрахунок технологічних параметрів

3.2.1 Технологічні параметри бункера мінеральних добрив

При проведенні обчислень для запропонованого агрегату спочатку звернемо увагу на механіко-технологічні характеристики самого агрегату та мінеральних добрив.

Об'єм бункера для одного проходу агрегату буде визначено використовуючи наступну формулу:

$$V_{max} = \frac{BQL}{10^4 \eta \gamma} \quad (3.1)$$

де

$$B = 2 \text{ м}; \quad Q = 300 \text{ кг/га}; \quad \gamma = 1100 \text{ кг/м}^3; \quad \eta_M = 0,85 \dots 0,90.$$

Тоді

$$V_{max} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 1000}{10000 \cdot 0,90 \cdot 1100} = 0,061$$

Беручи до уваги, що об'єм бункера зумовлений такими факторами, як відстань, яку проходить посівний агрегат між заправками; максимально дозволена маса агрегату, яка обмежена міцністю його конструкції; здатність агрегату стійко кріпитися до трактора; та дозволений тяговий опір, ми проводимо розрахунки для 100 проходів агрегату.

$$V_p = V_{max} \cdot n, \quad (3.2)$$

$$V_p = 0,061 \cdot 100 = 6,1 \text{ м}^3$$

Конструктивні параметри бункера для мінеральних добрив вибираємо та розраховуємо виходячи з компоновальної схеми.

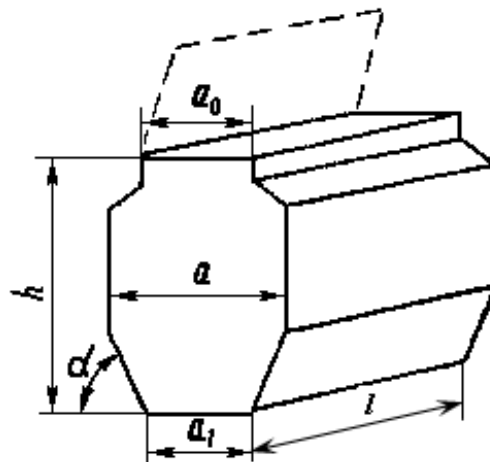


Рисунок 3.2 – Бункер для добрив

Форма та висота бункера мають тісний зв'язок, адже загальний об'єм бункера переважно визначається за розмірами площі його торця.

З геометричної точки зору, площа бічної стінки бункера дорівнює сумі площ чотирьох геометричних форм, представлених на рис. 3.3.

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4, \quad (3.3)$$

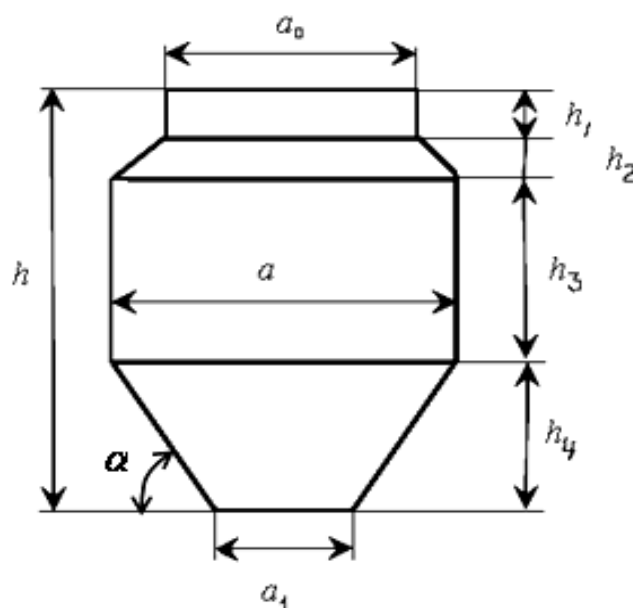


Рисунок 3.3 Розрахункова схема бокової стінки бункера

Площу бокових стінок горловини бункера знайдемо із формули:

$$F_1 = a_0 h_1, \quad (3.4)$$

$$F_1 = 0,45 \cdot 0,1 = 0,045 \text{ м}^2.$$

Площа бокових стінок трапецієвидного розширення у верхній частині бункера знайдемо за формулою :

$$F_2 = h_2 (a_0 + a) / 2, \quad (3.5)$$

$$F_2 = 0,072(0,45 + 0,55) / 2 = 0,036 \text{ м}^2.$$

Площа бокових стінок основної частини бункера може бути знайдена згідно формули:

$$F_3 = a h_3, \quad (3.6)$$

$$F_3 = 0,55 \cdot 0,2 = 0,11 \text{ м}^2.$$

Площа бокових стінок трапецієвидного звуження у нижній частині бункера визначається за формулою :

$$F_4 = h_4 (a_1 + a) / 2, \quad (3.7)$$

$$F_4 = 0,71(0,1 + 0,55) / 2 = 0,233 \text{ м}^2.$$

На основі аналізу розподілу площі бічної стінки бункера сівалки СЗТ-3,6, який включає чотири складові, можемо застосувати подібний розподіл площі і для бункера, який планується в проекті.

Аналітичному вигляді рівності $F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$, відповідає чисельно рівність $0,424 = 0,045 + 0,036 + 0,11 + 0,233$ (м²), а також рівність у відносних одиницях $1 = 0,106 + 0,086 + 0,263 + 0,545$ та у відсотковому відношенні $100 = 10,6 + 8,6 + 26,3 + 54,5$ (%).

Задні та передні нижні стінки бункера монтується під кутом α до основи, який відповідає подвійному куту тертя φ мінеральних добрив по фарбовану металеву поверхню.

$$\alpha = 2 \varphi; \quad (3.8)$$

$$\alpha = 2 \cdot 17,5 = 35^\circ$$

Висота нижніх передніх та задніх стінок бункера h_4 визначається згідно формули:

$$h_4 = (a - a_1) / 2 \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.9)$$

$$h_4 = (0,55 - 0,1) / 2 \cdot 0,7 = 0,32 \text{ м.}$$

Висота горловини бункера h_1 може бути знайдена згідно формули:

$$h_1 = F_1 / a_0, \quad (3.10)$$

$$h_1 = 0,045 / 0,45 = 0,1 \text{ м.}$$

Висота трапецієвидного розширення у верхній частині бункера визначається згідно залежності:

$$h_2 = 2 F_2 / (a_0 + a), \quad (3.11)$$

$$h_2 = 2 \cdot 0,036 / (0,45 + 0,55) = 0,72 \text{ м.}$$

Висота основної частини бункера розраховується за формулою :

$$h_3 = F_3 / a, \quad (3.12)$$

$$h_3 = 0,11 / 0,55 = 0,2 \text{ м.}$$

Загальна висота бункера знаходиться за залежністю:

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (3.13)$$

$$h = 0,1 + 0,72 + 0,2 + 0,32 = 1,7 \text{ м.}$$

У зернових сівалках отвори на днищі бункера формуються квадратною або прямокутною формою, причому довжина сторони квадратного отвору або найменша сторона прямокутного отвору повинна бути не меншою за значення, яке розраховується за формулою:

$$a_{om} \geq 7,09 (bc)^{1/2}, \quad (3.14)$$

Необхідно врахувати, що отвори у днищі мають бути виконані з тонких стінок, що допомагає досягти оптимального рівня висипання матеріалу. Це стає особливо важливим при сівбі на пересічній місцевості, де отвори можуть мати нахилений переріз.

3.2.2 Технологічний розрахунок тукопроводів

У процесі роботи сівалки або саджалки важливо, щоб усі робочі вузли, включаючи насінневі апарати та транспортуючі вузли, працювали з однаковою продуктивністю і пропускною спроможністю.

Пропускна спроможність слід розглядати в двох аспектах: технологічно необхідну (Π_m) та конструктивно можливу (Π_k).

Технологічно необхідна пропускна спроможність кожного із насінне-тукопроводів визначається за формулою:

$$\Pi_m = \frac{BNV_n}{n \cdot \gamma} \quad (3.15)$$

Значення конструктивно можливої пропускної здатності складає:

$$\Pi_k = F \cdot \sqrt{V_n^2 + 2gH} \quad (3.16)$$

Порівняємо величини технологічно необхідної (формула 3.15.) і конструктивно можливої пропускних здатностей (формула 3.16.) поперечного перерізу насінне-тукопроводів.

$$\frac{BNV_n}{n \cdot \gamma} = F \sqrt{V_n^2 + 2gH} \quad (3.17)$$

Отримаємо шукану величину поперечних перерізів

$$F = \frac{BNV_n}{n\gamma \sqrt{V_n^2 + 2gH}} \quad (3.18)$$

Застосовуючи цю формулу, можна знайти лінійні розміри перерізу кожного із насінне-тукопроводів.

Так при круглому перерізі:

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{BNV_n}{n\gamma \sqrt{V_n^2 + 2gH}} ; \quad (3.19)$$

$$d = \sqrt{\frac{4BNV_n}{\pi n\gamma \sqrt{V_n^2 + 2gH}}} ; \quad (3.20)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 6}{3,14 \cdot 5 \cdot 4 \cdot \sqrt{6^2 + 2 \cdot 9,8 \cdot 1,9}}} = 22,3 \text{ мм}$$

3.3 Розрахунок приводу висівних апаратів

Застосування гідропривода на ККР-2,0 дозволяє знизити використання металу в конструкції, спростити її та плавно регулювати швидкість обертання висівних апаратів відповідно до заданої норми висіву. На серійних КР-2,0 із тракторами класу 2 кН варто застосовувати привід від гідросистеми відбору потужності.

Розраховуємо крутний момент, який потрібно застосувати до вала гідромотора.

$$M_{кр} = \frac{30N}{1000n_{min}}. \quad (3.21)$$

Втрати масла при одному оберті вала гідромотора складають:

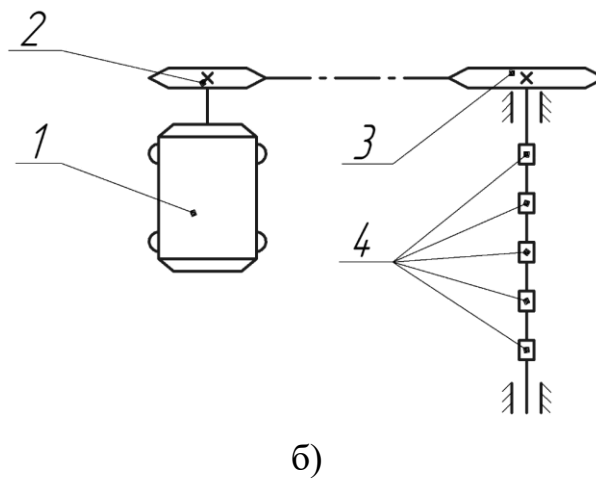
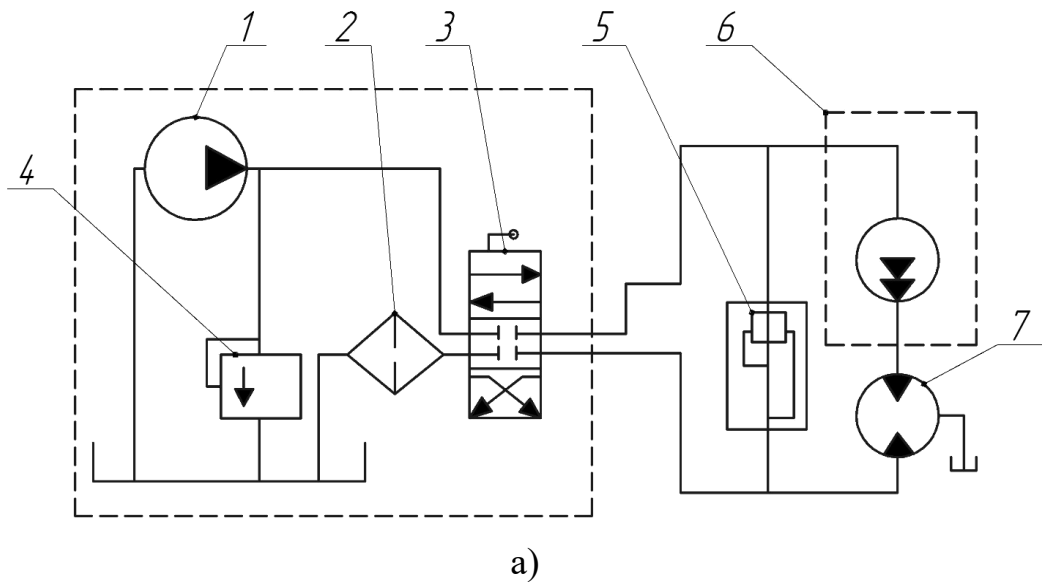
$$g_m = \frac{M_{кр} \cdot 2\pi}{\rho \cdot \eta_{заг}}, \quad (3.22)$$

де $\rho=16,0...21,0$ МПа для гідромотора МГП-80, [17];
 $\eta_{заг}=21,07$.

$$g_m = \frac{40,81 \cdot 2 \cdot 3,14}{16,0 \cdot 0,76} = 21,07 \text{ см}^3/\text{об.}$$

На основі технічних параметрів планетарних гідромоторів вирішуємо вибрати гідромотор МГП-10 [1].

Основними параметрами при виборі гідромоторів слугують його пропускна здатність та швидкість обертання на валу ротора, а також число гідромоторів, які встановлюються на культиватор.



- а) гідравлічна схема: 1 – ГСВП; 2 – фільтр; 3 – золотник управління;
 4 – запобіжний клапан; 5 – регулятор потоку робочої рідини; 6 – розподільник;
 7 – гідродвигун.
- б) кінематична схема: 1 – гідродвигун; 2 – ведуча шестерня; 3 – ведена шестерня;
 4 – висівні апарати.

Рисунок 3.4 – Схеми приводу елементів висівних апаратів

Загальні витрати масла за одне обертання валів гідромотора на привід роторів будуть складати:

$$g_M^{zar} = g_m \cdot n; \quad (3.23)$$

$$g_M^{zar} = 21.07 \cdot 5 = 105.35 \text{ см}^3/\text{об.}$$

Розрахуємо втрати рідини гідронасосом, що використовується для приводу гідромотора:

$$Q_H = \frac{g_M^{заг} \cdot n_6}{1000}, \quad (3.24)$$

$$Q_H = \frac{105,35 \cdot 220}{1000} = 23,18 \text{ см}^3/\text{об.}$$

Значення потужності гідронасоса, яке потрібне для приводу гідромотора знайдемо згідно залежності:

$$N_H = \frac{Q_H \cdot P}{61,2 \cdot \eta_H}; \quad (3.25)$$

$$N_H = \frac{23,18 \cdot 16,0}{61,2 \cdot 0,9} = 6,73 \text{ кВт.}$$

На культиваторі для приводу висівних апаратів використовується гідродвигун потужністю 6,73 кВт, а потужність гідросистеми трактора Білорус 1221, з яким синхронізовано культиватор, становить 40 кВт, що відповідає необхідним умовам.

Застосування гідроприводу на ККР-2,0 дозволить знижувати використання металу в конструкції, спрощувати її та плавно регулювати швидкість обертання висівних апаратів відповідно до заданої норми висіву.

3.4 Розрахунок елементів конструкції культиватора на міцність

3.4.1 Розрахунок болтового з'єднання

Для монтажу тукового ящика на рамі культиватора потрібно визначити діаметр болта. Розміри стандартних болтів розраховуються з урахуванням умови їх однакової міцності, тому аналіз різьбових з'єднань зазвичай базується на ключовому критерії – міцності різьби.

Діаметр болта має бути достатнім, щоб уникнути його пластичної деформації від сил стиснення, які виникають під час затягування болта та в результаті реакції кронштейна, а також від тиску P , що діє на бункер.

Розрахункову схему зображено на рис. 3.5.

Сила, яка стискує болти:

$$F_B = \frac{Pa}{b+F}; \quad (3.26)$$

$$F_B = \frac{250 \cdot 0,15}{0,05 + 100} = 850 \text{ Н}$$

Значення внутрішнього розрахункового діаметру різьби болта, м:

$$d_1 = 1,3 \sqrt{\frac{F_B}{[\sigma_p]}}; \quad (3.27)$$

$$d_1 = 1,3 \sqrt{\frac{850}{12 \cdot 10^6}} = 0,011 \text{ м.}$$

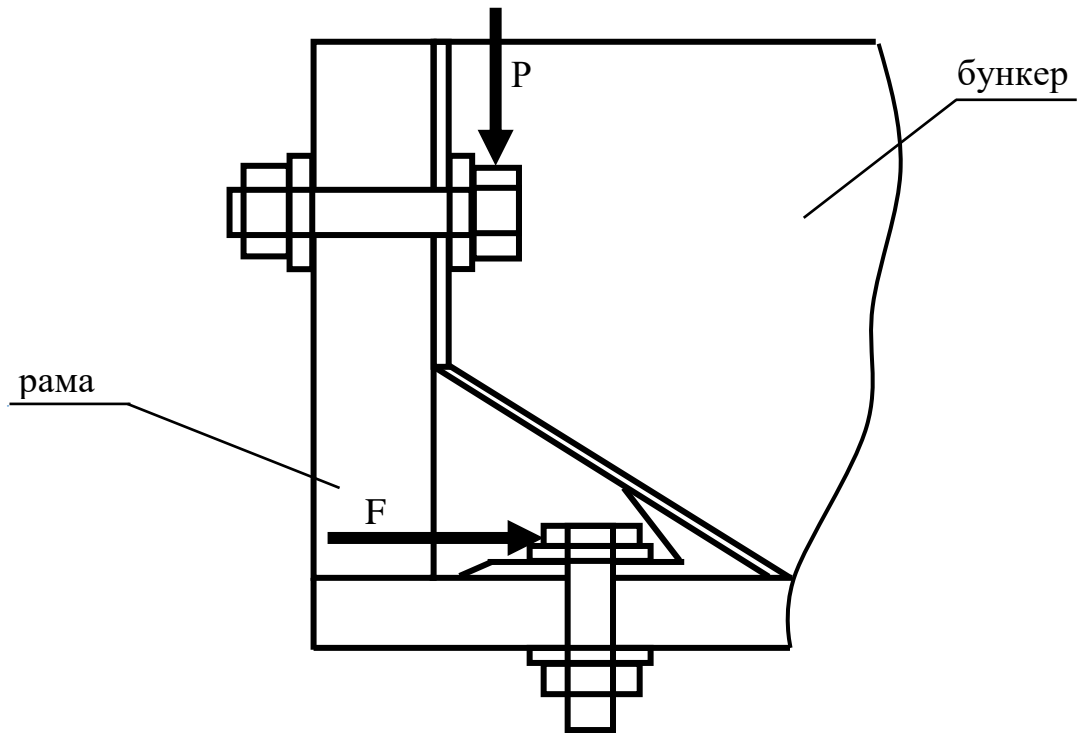


Рисунок 3.5 – Розрахункова схема дії сил на з'єднання під болт

З огляду на конструктивні вимоги, обираємо болти з діаметром різьби 14 мм. Оскільки обраний діаметр болтів перевищує розрахунковий, то критерій міцності вважається задоволеним.

3.4.2 Розрахунок ланцюгової передачі приводу висівних апаратів

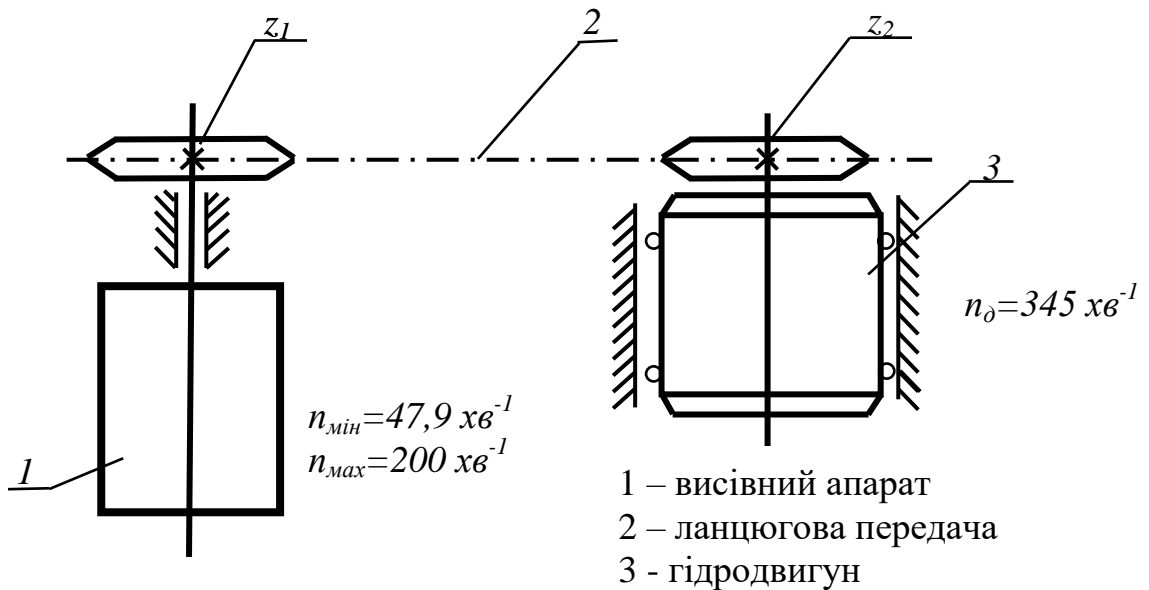


Рисунок 3.6 – Схема приводу висівних апаратів

Загальне передаточне відношення привода може бути знайдене як співвідношення між частотою обертання валу гідродвигуна та частотою обертання вихідного валу привода.

$$U = \frac{n_{\text{вих.}}}{n_{\text{гід.}}}, \quad (3.28)$$

де $n=345 \text{ хв}^{-1}$.

$$U = \frac{47,9}{345} = 0,14$$

Вибиремо передаточне відношення згідно даних ГОСТ 2185-66, $U=1,6$.
[4].

Величина крутного моменту, ($H \cdot m$), на валу гідродвигуна

$$M_1 = M_{в.дв} = 9550 \cdot \frac{n_{необх}}{n_{гид}}, \quad (3.29)$$

де $n_{необх.}=1,5$ кВт; $n_I=345$ об/хв.

$$M_1 = 9550 \cdot \frac{1,5}{345} = 38,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Знайдемо кількість зубців ведучої зірочки:

$$z_1 = 31 - 2 \cdot U ; \quad (3.30)$$

$$z_1 = 31 - 2 \cdot 0,15 = 31$$

Прийmemo непарну кількість зубців зірочки для забезпечення рівномірнішого зношення ланцюга.

Число зубців веденої зірочки:

$$z_2 = z_1 \cdot U ; \quad (3.31)$$

$$z_2 = 31 \cdot 0,15 = 4,65 \approx 5$$

З метою уникнення злітання ланцюга вводять обмеження $z_2 \leq 120$.

Значення коефіцієнту експлуатації передачі:

$$K_e = k_d \cdot k_a \cdot k_n \cdot k_p \cdot k_{зм} \cdot k_n, \quad (3.32)$$

де $k_d=1,25 \dots 2,5$; $k_a=1$; $k_n=1$; $k_p=1,25$; $k_{зм}=1,3 \dots 1,5$; $k_n=1,25$. [12]

$$K_e = 1,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1,25$$

Крок ланцюга визначимо за формулою:

$$t = 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_1 \cdot K_e}{z_1 \cdot [p] \cdot m}}, \quad (3.33)$$

де $[p]=20\dots30 \text{ Н/мм}^2$ [12]

Попередньо прийmemo $m=1$.

$$t = 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{38,2 \cdot 10^3 \cdot 2,93}{31 \cdot 20,0 \cdot 1}} = 15,8 \text{ мм.}$$

Вибір ланцюга

Таблиця 3.1 – Розміри ланцюга однорядного ПР (ГОСТ 13568-97), мм.

t	$B_{\text{вн}}$	d	d_1	h	b	Q , кН	q , кг/м	$A_{\text{оп}}$, мм ²
25,4	15,88	7,95	15,88	24,2	39	60,0	2,6	179,7

Проведемо перевірку призначеного ланцюга за допустимими частотами обертів малої зірочки (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Допустимі частоти обертів $[n_1]$, хв⁻¹, малої зірочки для приводного роликового ланцюга нормальної серії ПР (при $z_1 \geq 15$)

t , мм	$[n_1]$, об/хв.	t , мм	$[n_1]$, м·хв ⁻¹
12,7	1250	31,75	630

Знайдемо значення колової швидкості ланцюга, м/с:

$$V = \frac{z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 1000}; \quad (3.34)$$

$$V = \frac{31 \cdot 12,7 \cdot 1250}{60 \cdot 1000} = 8,20 \text{ м/с}$$

Колове зусилля в передачі, Н:

$$F = \frac{1000 \cdot N_1}{V}; \quad (3.35)$$

$$F = \frac{1000 \cdot 6}{4,03} = 1488,83 \text{ Н}$$

Значення робочого тиску в шарнірах, Н/мм²:

$$p = \frac{F_t \cdot K_e}{A_{оп}}; \quad (3.36)$$

$$p = \frac{1488,83 \cdot 2,93}{179,7} = 24,27 \text{ Па}$$

Якщо $z_1 > 17$, уточнимо величину допустимого питомого тиску в шарнірі:

де $p_{таб} = 25 \text{ МПа}$, [4];

$$[p] = 25 \cdot (1 + 0,01 \cdot (27 - 17)) = 27,5 > p = 24,27 \text{ МПа}$$

Перевіримо ланцюг на зносостійкість шарнірів шляхом порівняння p і $[p]$,
[4]:

$$[p] = 27,5 > p = 24,27 \text{ МПа}$$

Умова виконується.

Визначимо геометричні параметри ланцюгової передачі:

Значення оптимальної міжосьової відстані, мм:

$$a = 30 \cdot t, \quad (3.37)$$

$$a = 30 \cdot 15,8 = 474 \text{ мм}$$

Число ланок ланцюга:

$$L_t = 2 \cdot a_t + 0,5 \cdot Z_\Sigma + \frac{\Delta^2}{a_t}, \quad (3.38)$$

$$\text{де } a_t = \frac{a}{t}; \quad Z_\Sigma = z_1 + z_2; \quad \Delta = \frac{z_2 - z_1}{2\pi}.$$

$$L_t = 2 \cdot 30 + 0,5 \cdot 70 + \frac{2,54^2}{30} = 95,215$$

Прийmemo $L_t = 115$ мм.

$$\text{де } a_t = \frac{a}{t} = 30; \quad Z_\Sigma = z_1 + z_2 = 27 + 43 = 70; \quad \Delta = \frac{z_2 - z_1}{2\pi} = \frac{43 - 27}{2 \cdot 3,14} = 2,54.$$

Величина міжосьової відстані передачі, мм:

$$a = 0,25 \cdot t \cdot \left[L_t - 0,5 \cdot Z_\Sigma + \sqrt{(L_t - 0,5 \cdot Z_\Sigma)^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right]; \quad (3.39)$$

$$a = 0,25 \cdot 13 \cdot \left[95,215 - 0,5 \cdot 70 + \sqrt{(95,215 - 0,5 \cdot 70)^2 - 8 \cdot 2,54^2} \right] = 195,65 \text{ мм}$$

Значення діаметрів ділительних кіл зірочок, мм:

$$d_{d_1} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_1}}; \quad d_{d_2} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_2}}; \quad (3.40)$$

$$d_{d_1} = \frac{13}{\sin \frac{180^\circ}{27}} = 113,04 \text{ мм};$$

$$d_{d_2} = \frac{26}{\sin \frac{180^\circ}{43}} = 180,55 \text{ мм}$$

Знайдемо величини діаметрів зовнішніх кіл зірочок, мм:

$$D_{e_1} = t \cdot (K_{z_1} + 0,7) - 0,31 \cdot d_1; \quad D_{e_2} = t \cdot (K_{z_2} + 0,7) - 0,31 \cdot d_1, \quad (3.41)$$

$$\text{де } K_{z_1} = \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z_1}; \quad K_{z_2} = \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z_2}; \quad d_1 = 22,23 \text{ мм.}$$

$$D_{e_1} = 26 \cdot (2,52 + 0,7) - 0,31 \cdot 22,23 = 76,83 \text{ мм};$$

$$D_{e_2} = 26 \cdot (0,589 + 0,7) - 0,31 \cdot 22,23 = 26,624 \text{ мм};$$

$$\text{де } K_{z_1} = \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{27} = 2,52; \quad K_{z_2} = \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{43} = 0,589.$$

Визначимо зусилля, які чинять дію на ланцюг.

Величина відцентрової сили, Н:

$$F_v = q \cdot V^2, \quad (3.42)$$

Значення сили від провисання ланцюга, Н:

$$F_f = \frac{9,81 \cdot k_f \cdot q \cdot a}{1000}, \quad (3.43)$$

де $k_f=6$ при горизонтальному розміщенні ланцюга.

$$F_f = \frac{9,81 \cdot 6 \cdot 5,5 \cdot 1037}{1000} = 335,7 \text{ Н}$$

Величина навантаження на вали, Н:

$$F_B = F_t + 2 \cdot F_f; \quad (3.44)$$

$$F_B = 1788,83 + 2 \cdot 335,7 = 2160,23 \text{ Н}$$

Перевіримо ланцюг на міцність. Розраховуємо значення коефіцієнта запасу міцності.

$$S = \frac{1000 \cdot Q}{F_t \cdot k_a + F_v + F_f}, \quad (3.45)$$

$$S = \frac{127,0 \cdot 10^3}{1488,83 \cdot 1,25 + 89,324 + 335,7} = 55,55$$

Порівняємо його значення з нормативним коефіцієнтом,

$S=55,55 > [S]=10,2$. Отже ланцюг володіє достатнім запасом міцності [12];

Перевіряємо ланцюг на довговічність за кількістю ударів за секунду.

$$u = \frac{4 \cdot z_1 \cdot n_1}{60 \cdot L_t}, c^{-1}; \quad (3.46)$$

$$u = \frac{4 \cdot 27 \cdot 345}{60 \cdot 115.161} = 5,392, c^{-1}$$

Порівняємо з допустимою кількістю ударів. $u=5,392 < [u]=30 \text{ c}^{-1}$.

Отже умова довговічності забезпечується і передача є роботоздатною.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Загальна характеристика операції і нормативні вимоги безпеки при її виконанні

Операція передпосівного обробітку ґрунту за допомогою ґрунтообробних агрегатів виконується для скорочення затрат праці при підготовці до сівби зернових і інших культур.

Технологія процесу передпосівного обробітку ґрунту полягає в тому, що агрегат керований одним трактористом, рухаючись по полю здійснює культивацію ґрунту розпушуючи його верхні шари та одночасно вносить сухі мінеральні добрива.

У технологічну схему операції входять: безпосередній виконавець (тракторист); засоби технологічного оснащення (трактор, сільськогосподарська машина – ґрунтообробний агрегат) і предмет праці (ґрунт). Даний процес відповідає структурній моделі: "людина-організація-техніка-рослина-виробниче середовище" чи прибігаючи до умовних позначок "л-о-т-р-вс". Відповідно до неї складаються вимоги по безпеці праці відповідно до наявного на дані елементи нормативними документами. Виробниче середовище в який виконується операція - кабіна трактора.

Механізатор постійно знаходиться в кабіні, залишаючи на незначні інтервали часу для виконання регулювань, контролю якості роботи, огляду агрегату і по особистих потребах. У кабіні трактора він піддається постійному впливу таких факторів як: висока температура, вологість повітря, атмосферний тиск, шуми, вібрації, інтенсивне освітлення. Поза межами кабіни він піддається небезпеці травмуватися від рухомих частин агрегату.

Основні вимоги безпеки до елементів розглянутої системи і виробничого середовища встановлюються на основі галузевих стандартів ОСТ46.4.2.143-83 ССБТ. Основними вимогами до виконавця процесу є:

- тракторист повинен бути не молодше 16 років;

- мати права на водіння тракторів даного класу;
- повинен бути здоровий (пройти медичний огляд на предмет загальних і професійних захворювань (радикуліт, бронхіт та ін.);
- знати трактор і комбінований ґрунтообробний агрегат;
- повинен бути атестованим для робіт на машинах з підвищеною небезпекою відповідно до Типового Положення про навчання питанням охорони праці.

Технічний стан агрегату повинен відповідати вимогам: ГОСТ12.3.002-75 ССБТ (Загальні вимоги безпеки); Правилам пожежної безпеки в Україні; ГОСТ12.3.003-76 і ГОСТ12.3.020-80 (Загальні вимоги при виконанні 54 збиральних робіт); ГОСТ 12.2.049-80 (Ергономічні вимоги), ГОСТ12.2.019- 86, а також вимогам, що містяться в заводському посібнику по експлуатації енергозасобу. Трактори повинні бути технічно справними, цілком укомплектовані необхідними пристосуваннями, інструментами й аптечкою.

При виконанні робіт і при переїздах агрегату з місця на місце ухил місцевості не повинен перевищувати 20° згідно вимог його стійкості.

Вимоги до загальних вимог безпеки визначені змістом галузевих стандартів, основна мета яких виключити за допомогою визначеної організації праці травмонебезпечні ситуації і захворювання виконавця процесу.

Організація виробничого процесу буде залежати від конкретних умов господарства і рішень господаря про хід робіт.

Рівень організації охорони праці цілком залежить від дій голови сільськогосподарського фермерського господарства і відповідальності самих працівників що виконують той чи інший технологічний процес.

4.2 Вказівки з охорони праці і протипожежної безпеки, пов'язані з експлуатацією агрегату

Перед початком роботи перевіряють справність і комплектність агрегату.

На рівній горизонтальній площадці встановлюють робочі органи на задану глибину обробітку, перевіряють норму висіву мінеральних добрив, підтягують болти кріплення і кронштейна.

Важелі керування причіпною (начіпною) машиною повинні мати справні та надійні фіксатори. Керування начіпним культиватором-розпушувачем слід здійснювати з кабіни трактора.

Працівників, що обслуговують комбінований культиватор-розпушувач, слід забезпечити засобами індивідуального захисту, чистками та лопатками для очищення робочих органів.

Працювати на нескладних сільськогосподарських причіпних машинах і знарядді, якщо є права на керування ними, дозволяється особам не молодше 16 років, що вивчили будову машини, вміють її відрегулювати та пройшли інструктажі з техніки безпеки.

Керувати складними і спеціалізованими причіпними та начіпними машинами дозволяється особам не молодше 17 років, що пройшли спеціальне навчання і отримали права на керування даною машиною, а також пройшли інструктаж з техніки безпеки.

Підготовляючи до роботи культиватор, перевіряють кріплення, регулюють положення лап, норму висіву добрив, змащують підшипники і встановлюють необхідний кут атаки дисків, щільно підтягують і стопорять гайки.

Якщо робочі органи заглиблені в ґрунт, не можна робити крутих поворотів, бо це призводить до поломок і аварій. Перед поворотом робочі органи витягують, а на початку прямолінійного руху знову заглиблюють. Для заміни лап в польових умовах слід від'єднати машину від трактора або вимкнути його двигун, під раму начіпної машини підставляють надійні підставки. Якщо ці роботи тракторист виконує з помічником, то після їх закінчення і перед початком руху слід переконатись, що помічник перебуває на безпечній відстані від агрегату.

При роботі в умовах надмірної запиленості, під час заправки

туковисівних апаратів, а також при заточуванні робочих органів ґрунтообробних машин слід користуватись протипиловим респіратором, захисними окулярами та рукавицями.

Не допускається перебування на агрегаті, а також на полі, де проводиться обробіток ґрунту, людей, що не беруть участі у виконанні технологічного процесу.

Регулювання та очищення робочих органів від сторонніх предметів, налиплого ґрунту і рослинних залишків слід проводити тільки спеціальними чистиками в рукавицях при зупиненому, загальмованому агрегаті з виключеним двигуном.

Комбінований культиватор-розпушувач очищаються лише при повністю зупиненому агрегаті.

Забороняється працювати в спецодязі, просоченому паливом і мастилами це пожежо-небезпечно.

Будь-які предмети та засоби пожежегасіння не дозволяється захарашувати.

Охорона праці є важливим аспектом на будь-якому виробництві, тому їй слід приділяти велику увагу та розглядати як окреме не менш важливе питання, адже саме від цього залежить продуктивність праці людей. Оскільки, працювати на складних сільськогосподарських начіпних машинах, якщо є права на керування ними, дозволяється особам не молодше 16 років, що вивчили будову машини, вміють її відрегулювати та пройшли інструктаж з техніки безпеки. А керувати складними і спеціалізованими причіпними та начіпними машинами дозволяється особам не молодше 17 років, що пройшли спеціальне навчання і отримали права на керування даною машиною, а також пройшли інструктаж з техніки безпеки. Машинно-тракторний агрегат, який, крім тракториста, обслуговують допоміжні працівники, повинен бути обладнаний двосторонньою сигналізацією. Також для правильної експлуатації агрегатів та машин, застосовуються певні правила охорони праці що описані вище у даному розділі яких слід обов'язково дотримуватись.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основна мета кваліфікаційної роботи полягає в покращенні технології передпосівної обробки ґрунту за допомогою використання комбінованого культиватора-розпушувача, який інтегрує процеси обробки ґрунту та внесення мінеральних добрив.

У рамках роботи було проведено аналіз методів передпосівної обробки ґрунту, огляд конструкцій культиваторів-розпушувачів та методів локального внесення мінеральних добрив. Також розглянуто агротехнічні вимоги до передпосівної обробки ґрунту і вимоги до застосування мінеральних добрив.

Крім того, була розроблена операційно-технологічна карта для передпосівної обробки ґрунту і внесення мінеральних добрив, а також запропоновані подальші удосконалення в технології передпосівної обробки ґрунту.

У проектній частині роботи виконано обґрунтування комбінованого культиватора-розпушувача; проведено розрахунки технологічних параметрів бункера для мінеральних добрив та тукопроводів; здійснено обчислення приводу висівних апаратів і міцності елементів конструкції культиватора. Ці розрахунки дозволили визначити ключові параметри та режими роботи культиватора.

Здійснені технологічні, конструктивні та міцнісні розрахунки підтверджують, що розроблена конструкція комбінованого культиватора-розпушувача з одночасним внесенням сухих мінеральних добрив сприяє ефективному передпосівному обробітку ґрунту. Такий підхід забезпечує рівномірний розподіл добрив у ґрунті, покращує їх засвоюваність рослинами та гарантує повне розкладання на доступні рослинам фракції.

Було розроблено інструкції з охорони праці та протипожежної безпеки, які стосуються використання комбінованого культиватора-розпушувача. Застосування цього агрегату для передпосівної обробки ґрунту з одночасним внесенням сухих мінеральних добрив дозволяє інтегрувати кілька технологічних операцій, що сприяє зниженню експлуатаційних витрат при вирощуванні сільськогосподарських культур.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Башта Т. М. Об'ємні насоси і гідравлічні двигуни гідросистем. Посібник для вузів. К.: Вища освіта, 1974. 606 с.
2. Гарькавий А.Д. Обґрунтування рішень при модернізації технологій і оновленні парку машин / А.Д. Гарькавий, Л.П. Середа, А.В. Спирін та ін. Вінниця. 2000. №3 (15). с. 10 –15.
3. Гречкосій В.Д. Довідник сільського інженера. Київ: «Урожай», 1988. 354 с.
4. Деталі машин: підручник / [Міняйло А.В., Тіщенко Л.М., Мазоренко Д.І. та ін.]. К.: Агроосвіта, 2013. 448 с.
5. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
6. Довідник з машиновикористання в землеробстві /За ред. В.І. Пастухова. Х.: Веста, 2001. 347 с.
7. Економічний довідник аграрника / В.І. Дробот, Г.І. Зуб, М.П. Кононенко та ін. / За ред. Ю.Я. Лузана, П.Т. Каблука. К.: Преса України, 2003. 800 с.
8. Енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт для студентів денної та заочної форм здобуття освіти за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2023. 31 с.
9. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: Т. 1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту / П.М. Заїка. Харків: ОКО, 2001. 443 с.
10. Олексюк В.П. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І Пулюя, 2022. 47 с.

11. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlivi.

12. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. /В.Т. Павлице. К.: Вища школа, 1993. 556 с.

13. Сисолін П.В. Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропивний. К.: Урожай, 2001. 384 с

14. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

15. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.

16. <http://credobooks.com/3-organizaciya-osnovnogo-i-peredposivnogo-obrobitku-gruntu>.

17. <http://credobooks.com/2-organizaciya-pidgotovki-i-vnesennya-dobriv>.

18. Hevko R., Stashkiv M., Lyashuk O., Vovk Y., Oleksyuk V., Tson O., Bortnyk I. Investigation of internal efforts in the components of the crop sprayer boom section. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. Volume 105, Issue 1 (2021), 33 – 41.

19. Roman Hevko; Yurii Nykerui; Taras Dovbush; Vasyl Oleksyuk. Substantiation of constructive parameters of a frame structure elements of the rope mechanism transport system for storing piece loadings into small warehouses. Scientific Journal of TNTU. Tern.: TNTU, 2020. Vol 100. No 4. P. 62–74.