

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

(освітній ступінь)

на тему: **Обґрунтування параметрів пристрою для розворушування
насіння комбінованого посівного агрегату**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи МСм-61
напряму підготовки (спеціальності) 133
“Галузеве машинобудування”

	<u>Басок І.С.</u>
	(підпис)
Керівник	<u>Олексюк В.П.</u>
	(підпис)
Нормоконтроль	<u>Сташків М.Я.</u>
	(підпис)
Рецензент	<u>Комар Р.В.</u>
	(підпис)
Завідувач кафедри	<u>Бабій А.В.</u>
	(підпис)

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 магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)
студенту Басок Ігорю Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи Обґрунтування параметрів пристрою для розворушування
насіння комбінованого посівного агрегату

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

Затверджені наказом ректора від « 01 » листопада 2022 року № 4/7-872

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи _____

Базова конструкція посівного агрегату, трактор Т-25А, продуктивність – 0,9 га/год,
ширина захвату – 1,5 м, робоча швидкість – до 5,69 км/год.

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

Реферат. Вступ. 1. Аналіз особливостей об'єкту проектування. 2. Обґрунтування
основних параметрів об'єкту розробки. 3. Дослідження параметрів об'єкту розробки.

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки

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

1. Комбінований посівний агрегат. Функціональна схема. – 1А1. 2. Комбінований
посівний агрегат. Складальне креслення. – 2А1. 3. Апарат для висіву насіння трав.

Складальне креслення – 1А1. 4. Вал. Складальне креслення – 1А1. 5. Деталювання – 1А1.

6. Аналіз НДС вала шнека – 1А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Окіпний І.Б., доцент		
	Стручок В.С., ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

01.11.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування.	20.10.2022 р.	
2	Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки.	10.11.2022 р.	
3	Дослідження параметрів об'єкту розробки	20.11.2022 р.	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.	30.11.2022 р.	
5	Реферат. Вступ. Висновки.	02.12.2022 р.	
6	Графічна частина. Специфікації	05.12.2022 р.	

Студент

(підпис)

Басок І.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Олексюк В.П.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Басок Ігор Сергійович.

Тема роботи – «Обґрунтування параметрів пристрою для розворушування насіння комбінованого посівного агрегату».

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

Так як урожайність природніх трав, зазвичай є не високою, то вирощування сіяних трав є важливим завданням. Для отримання хороших врожаїв трав, як для кормів так і для насіннєвого матеріалу потрібно дотримуватись відповідної агротехніки, а за вирощування сіяних трав слід забезпечувати якісне висівання.

Оскільки глибини висівання насіння трав знаходиться в межах 1,5...2 см, до показників якостей підготовлювання ґрунтів ставляться достатньо високі вимоги. Окрім цього, насіння трав є вельми вимогливими до показників вологи ґрунтів при висіванні, тому перерви між проведенням передпосівних обробітків і висіванням негативно впливає на схожість та врожайність в цілому.

Отже розробка комбінованих посівних агрегатів для висіву насіння трав, які дозволяють якісно виконувати технологічний процес поверхневого обробітку ґрунту на задану глибину з одночасним внесенням мінеральних добрив і висівом насіння трав є актуальною науково-практичною задачею, яка визначила напрямок досліджень кваліфікаційної роботи.

Мета роботи

Основною метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування параметрів удосконаленого комбінованого посівного агрегату, за використання у його конструкції висівних апаратів пристроїв для розворушування насіння, що запобігатиме можливим злежуванням і заляганням насіння.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Комбінований посівний агрегат.

Предмет дослідження. Технологічні, кінематичні, силові розрахунки та розрахунки на міцність вузлів посівного агрегату.

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

Отримані результати:

- розглянуто конструкції та основні характеристики застосовуваних в Україні посівних машин, будову базового комбінованого посівного агрегату;
- обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри проектного агрегату та його вузлів;
- проведено розрахунки кінематичних параметрів посівних агрегатів;
- обґрунтовано параметри висівного пристрою, побудовано функціональну, кінематичну та принципову схеми;
- базуючись на проведених обґрунтуваннях у конструкцію базового комбінованого посівного агрегату внесено конструктивні зміни та проведено відповідні міцнісні і перевіркові розрахунки;
- обґрунтовано параметри вала шнека механізму для розворушування та досліджено напружено-деформований стан вала шнека;
- розглянуто питання з охорони праці при роботі з посівними агрегатами та питання безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано удосконалення комбінованого посівного агрегату, шляхом застосування у конструкції його висівного апарату пристрою для розворушування насіння.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на V міжнародній студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання», Тернопіль, ТНТУ, 2022 р.

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 – 62, додатки – 11 арк. формату А4, графічна частина – 7 аркушів формату А1.

Ключові слова: агрегат, висівний апарат, агротехніка, насіння, ґрунт.

ЗМІСТ

Вступ	7
1. Аналіз особливостей об'єкту проектування	8
1.1. Опис об'єкту розробки	8
1.2. Аналіз конструкцій посівних агрегатів	13
1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра	20
2. Обґрунтування параметрів посівного агрегату і його робочих органів	22
2.1. Розрахунок технологічних параметрів	22
2.2. Розрахунок кінематичних параметрів посівного агрегату	24
2.3. Розрахунок маси насіння трав, яке розміститься в бункері	28
2.4. Визначення параметрів висівного пристрою	29
2.4.1. Визначення параметрів катушкового дозатора	31
2.4.2. Визначення продуктивності апарату для висіву насіння трав	33
2.4.3. Визначення параметрів пристрою для розворушування насіння	34
2.4.4. Силовий розрахунок розворушувача насіння шнекового типу	35
2.5. Розрахунок підшипників	39
2.6. Розрахунок параметрів прикочуючого котка	40
2.7. Розрахунок ланцюгової передачі	42
3. Дослідження параметрів об'єкту розробки	47
3.1. Обґрунтування параметрів вала шнека	47
3.2. Розробка моделі об'єкту проектування	49
3.3. Обробка даних, побудова діаграм за результатами моделювання	51
4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	53
4.1. Вимоги техніки безпеки при експлуатації посівних машин	53
4.2. Захист персоналу та навколишнього середовища від небезпечних виробничих факторів	55
Загальні висновки	58
Перелік посилань	59
Додатки	62

ВСТУП

Розроблення прогресивної технології вирощування сільськогосподарських культур при застосуванні відповідної техніки для здійснення окремих операцій сприяє підвищенню якості сільськогосподарської продукції та знизити її собівартість.

Застосування оптимального поєднання машин за використання двозмінної організації їх застосування забезпечуватиме виконання польових робіт в межах оптимальних агротехнічних термінів та зменшення необхідності в техніці.

Активізування резервів щодо ефективного проведення механізованих процесів та технологій сприятиме підвищенню продуктивності праці, збереженню якості і своєчасності технологічних операцій, що в значній мірі впливатиме на показники врожайності сільськогосподарських культур та показники економічності ведення господарських робіт.

Впровадження різних форм власності потребує також проведення пошуків новітніх і більш надійніших засобів для подешевшення продукції, включаючи формування міцних кормових баз, які є базою для зростання кількості продукції тваринництва.

Виробництво кормів рослинного походження відбувається за рахунок використання сіяних та природніх трав. З них отримують розсіпні та пресовані типи сіна, силу, сінажу та трав'яну муку, з котрої також можна виготовляти комбікорма у вигляді брикетів та гранул.

Так як урожайність природніх трав, зазвичай є не високою, то вирощування сіяних трав є важливим завданням. Для отримання хороших врожаїв трав, як для кормів так і для насіннєвого матеріалу потрібно дотримуватись відповідної агротехніки, а за вирощування сіяних трав слід забезпечувати якісне висівання.

Отже розроблення комбінованих висівних агрегатів для посіву насіння трав, які забезпечують якісне виконання технологічного процесу поверхневої обробки ґрунтів на необхідну глибину при одночасному внесенні мінеральних добрив і висіванні насіння трав є важливим науково-практичним завданням.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Опис об'єкту розробки

Комбіновані посівні агрегати призначені для проведення поверхневих обробітків ґрунту, внесення мінеральних добрив, висівання і прикочування висіяного насіння [12].

В комплексі робіт операції поверхневих обробітків ґрунту проводяться на глибини 10...15 см. Агротехнічні строки проведення таких технологічних процесів – березень-квітень.

Машина є начіпною, агрегується з енергозасобами класів тяги – 6 кН.

Висівний агрегат входить в склад комплексу машин для рослинництва, а саме машин для вирощування висівних трав як правило однорічних, на корми і насіння.

Розробляються посівні агрегати замість ґрунтообробних машин, що мають активні робочі органи, машин для висівання мінеральних добрив в гранулах, а також насіння трав весною чи осінню.

Комбінування поверхневих обробітків ґрунту, висівання добрив та насіння з операціями прикочування дозволяє здійснювати висівання трав на орних ґрунтах за високої рівномірності розподілення насіння трав та мінеральних добрив по поверхні ґрунту.

Агрегат призначений для застосування у всіх агрокліматичних зонах України.

Висівання насіння трав за прикочування при завчасно внесених мінеральних добривах буде проводитись в кінці березня – на початку квітня.

Висіяні трави не є вибагливими до ґрунту та рельєфів, однак поля з рівними рельєфами та з ухилом 3...4° можуть давати значно вищі врожаї. Найкращими схилами вважаються південні, південно-західні і південно-східні, оскільки на них ґрунти добре прогріваються і підсихають весною. Ґрунти в зоні Полісся є дерново-підзолистими, сірими або темно сірими, пісними чорноземами.

Комбінований посівний агрегат для висівання насіння трав призначається

для проведення поверхневих обробіток ґрунтів за одночасного внесення мінеральних добрив та висіву насіння в більшості однорічних трав у рихлий шар ґрунту навесні.

Посівні агрегати для висіву насіння трав складаються із таких основних вузлів: висівний апарат насіння трав та висівний пристрій мінеральних добрив, приводів до них, прикочувальних пристроїв насіння трав, активних робочих органів для подрібнювання ґрунту з приводами від ВВП енергозасобів, рам на яких розміщуються вище перераховані вузли та агрегати, механізмів для з'єднання агрегатів із енергозасобами.

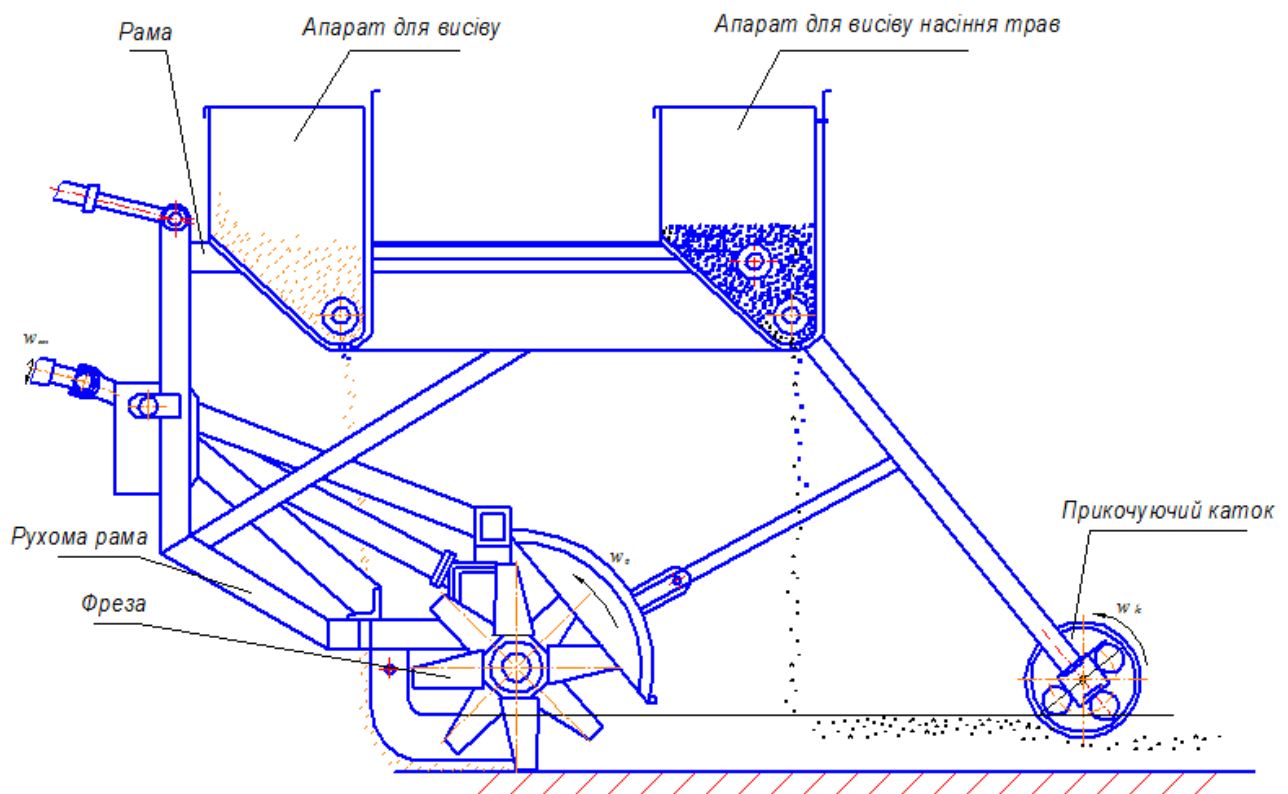


Рисунок 1.1 – Функціональна схема комбінованого посівного агрегату

Основні технічні характеристики комбінованого посівного агрегату

Тип агрегату.....начіпний;

Ширина захоплення, м.....1,5;

Обслуговуючий персонал, чол1;

Привід робочих органів..... від ВВП енергозасобу;

Габаритні розміри агрегату не більш як, мм:

- довжина2000;

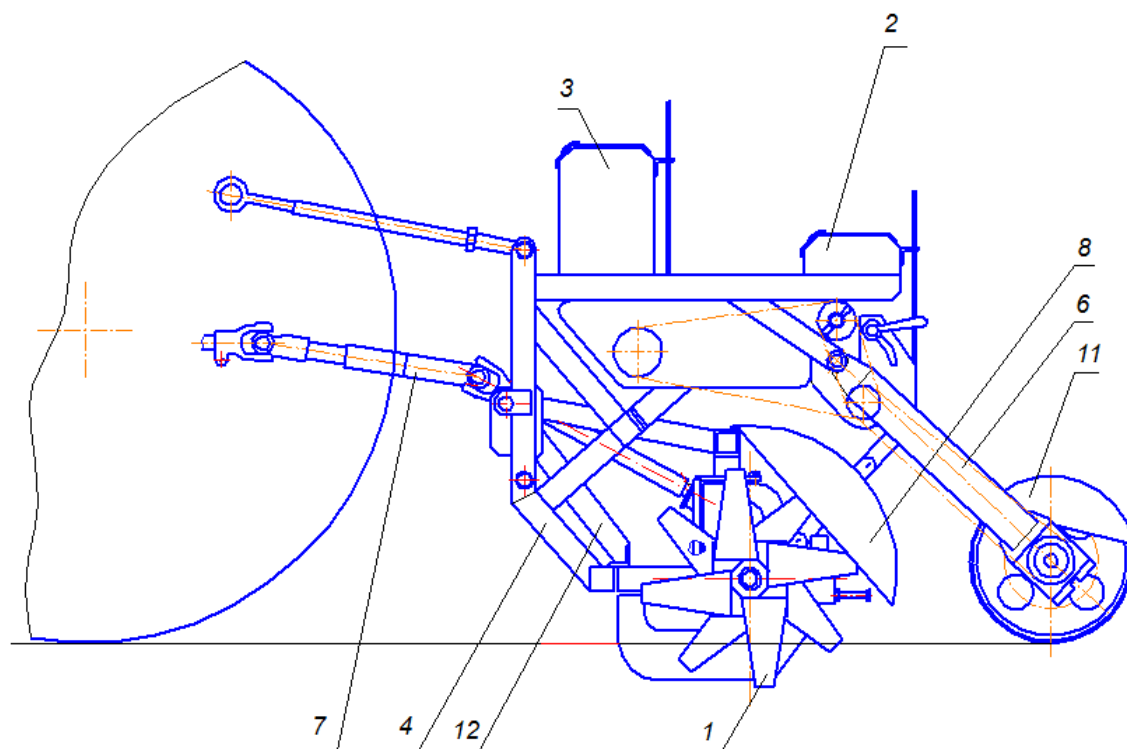
- ширина1800;

- висота1200;

Маса не більша, кг400 кг.

Розглядуваний агрегат для висівання насіння трав дозволить якісно провадити технологічні процеси із поверхневих обробітків ґрунту на задані глибини за одночасного внесення мінеральних добрив та висіву насіння трав.

Оскільки специфіка пропонованого технологічного процесу висівання насіння трав дозволить використати схему висівання насіння та мінеральних добрив без використання як сошників так і тукопроводів, отже і конструктивно висівний апарат для висівання насіння трав матиме певні особливості порівнюючи з типовими вузлами серійних агрегатів.



1 – фреза; 2 – апарат для висіву насіння; 3 – апарат для висіву мінеральних добрив; 4 – рама; 6 – коток; 7 – вал карданний; 8, 11 – кожухи; 12 – рухома рама

Рисунок 1.2 – Комбінований посівний агрегат

Висіваючий апарат розміщено у бункері, що має довжину 1,50 м. Днище бункера закріплено до корпусу бункеру за допомогою болтів і щоб збільшити корозійну стійкість виготовлене з алюмінієвих сплавів або сталевих листів, які мають антикорозійні покриття. У днищах бункерів виконані отвори, котрі перекриваються рухомими пластинами. Пластини переміщаються за допомогою рукоятки через важільну систему. За рахунок цього переміщення змінюються розміри отворів, і цим забезпечується регулювання норм висівання насіння трав.

Якість провадження технологічних процесів в цілому і операцій висівання насіння трав зокрема, залежить власне від якісної роботи робочих органів. Це гарантуватиме високі врожаї трав як на зелений корм так і на сіно та на насіння. Для запобігання злежуванню і заляганню насіння в конструкції висівного апарату удосконаленого комбінованого посівного агрегату застосовано пристрій для розворушування насіння.

Розворушувач насіння виконаний у вигляді шнека, змонтований в корпусі бункера спільно із механізмом висіву, який призначений для подавання насіння до отворів у днищі бункера.

Привід цих двох механізмів приводиться в дію при допомозі ланцюгових передач.

Величина глибини обробітків має задовільняти задані агротехнічні вимоги, але бути не меншою 15 см. Можливі відхилення від заданих меж глибин обробітку складає $\pm 1 \dots 2$ см.

У верхніх шарах ґрунтів підготовлених під посів не має бути груд діаметром більшим за 3 см., хвилястість поверхні ґрунту не має бути більшою 3...4 см.

Висіваючі апарати для насіння трав та мінеральних добрив мають забезпечувати три головних вимог:

- рівномірність висіву заданого числа насіння (добрив) на одиницю площі;
- рівномірність їх розташування по всій поверхні поля, що висівається та удобряється;
- рівномірність обробітку на всій глибині.

Після проходження посівних агрегатів поверхня поля має бути рівною.

Середньорічне напруження агрегату не повинне бути менше за 250 га.

Строк служби агрегатів – 8 років.

Гарантійний термін – 1 рік.

Посівні агрегати для поверхневих обробітків, висівання насіння і добрив та їх прикоткування повинні мати такі показники надійності:

- величина коефіцієнта готовності – 0,98;
- значення коефіцієнтів технічного використання – 0,93;
- величина коефіцієнту надійності технологічних процесів – 0,96;
- значення коефіцієнту використання часу змін – 0,95;
- величина коефіцієнта використання експлуат. часу – 0,90.

Конструкція посівних агрегатів забезпечує значення продуктивності в межах 0,40...0,9 га/год., при швидкостях агрегатів 2,58...5,69 км/год.

Посівні агрегати забезпечують такі показники якості провадження технологічних процесів:

- величина відхилень від встановлених глибин розпушування ґрунту в межах $\pm 1...2$ см;
- значення гребенистості після розпушування не більше як 3...4 см;
- на поверхні ґрунту величини груд не повинні бути більшими за 3 см.

Комбіновані посівні агрегати для висіву насіння трав обслуговує одна особа - тракторист, який повинен володіти знаннями будови і правил експлуатації тракторного агрегату в складі комбінованих посівних агрегатів для висіву насіння і мати відповідні документи.

Напрацювання за один сезон запропонованих комбінованих посівних агрегатів має складати приблизно 200 год. Величина гарантійного напрацювання складає не менш як 250 год.

Аналогом для розроблювання документації даних посівних агрегатів для висіву насіння трав є вузли та механізми машин для проведення поверхневих обробітків ґрунту, що мають активні робочі органи; висівні апарати та пристосування сівалок, а також котки для проведення поверхневих обробітків ґрунту.

Комбіновані посівні агрегати планується агрегувати з тракторами Т-25А.

Агрегат є начіпним, активні робочі органи приводиться в дію від ВВП енергозасобу.

Отже в конструкції комбінованих посівних агрегатів насіння трав передбачають в своєму складі такі одиниці: фрези, механізм висівання мінеральних добрив та насіння трав в комплекті з елементами для проведення їх прикаткування. Для фрез передбачається привід від ВВП енергозасобу. Всі вузли розміщуються на рамах, котрі мають пристрої для з'єднання з навісками енергозасобів Т-25А, можливим також є агрегатування з тракторами Т-40.

Трактори Т-25А відносяться до універсально-просапних з тяговим класом 6 кН.

Основні технічні характеристики трактора Т-25А:

Колісна формула.....4×2;

Маса, кг1765;

Колія коліс, мм:

передніх.....1200...1400;

задніх.....1100...1500;

База, мм1630...1837.

За використання тракторів Т-25А у складі з посівними агрегатами на схилах більш як 3°, передні мости тракторів довантажуються баластом з метою забезпечення їх стійкості.

Технічні можливості енергозасобу в повній мірі забезпечують провадження технологічного процесу насіння сіяних трав.

1.2. Аналіз конструкцій посівних агрегатів

Для висівання різноманітних культур рядковим способом використовують зернові, зернотрав'яні, льняні, рисові та стерньові сівалки комбінованого типу [2, 7, 14].

Зернотукові сівалки СЗ-3,6 та їхні модифікації призначаються для висіву звичайними рядковими, вузькорядними і широкорядними методами зернових культур, кормових, олійних та технічних культур за одночасного внесення в рядки мінеральних добрив.

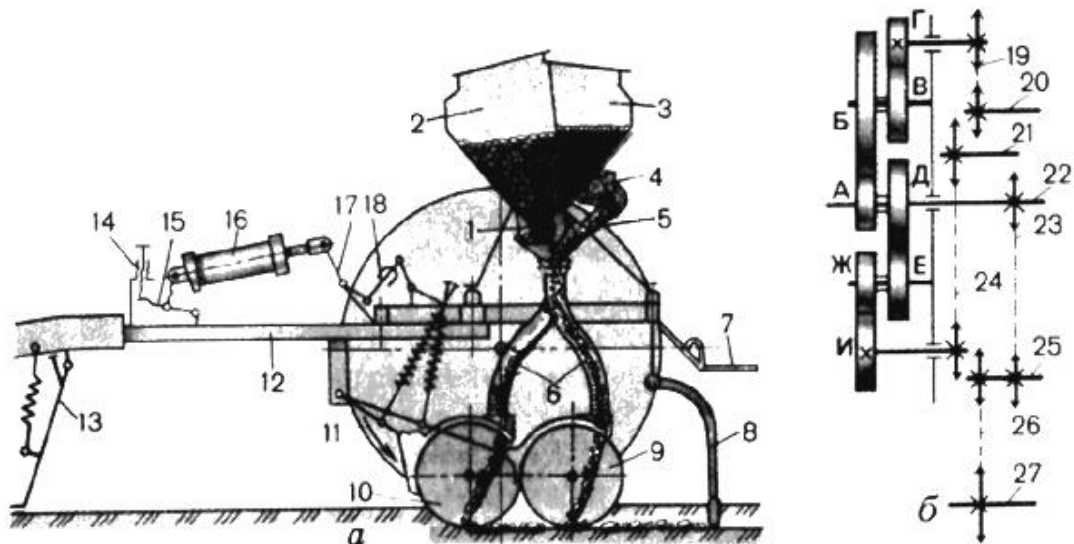
Сівалки складаються з рам 12 (рис. 1.3), які мають причіпний пристрій, опорно-приводні колеса 11, зернотукові бункери з висівними апаратами, насінєпроводи 6, дискові однорядкові сошники 9 і 10 облаштовані загортачами 8, механізми передач, механізмів для піднімання сошників та для можливості регулювання глибин їхнього ходу. На рамах встановлюють двоє бункерів, розділених перегородками на переднє відділення 2 для насіння та заднє 3 – відділення для туків. При висіванні без внесення мінеральних добрив обидва відділення заповнюються насінням, для цього закриваються заслонки туковисівних апаратів 4 і відкриваються заслонки перегородок. До дна бункерів прикріплюються корпусами 24 катушкові, 1 насінєвисівний та 24 катушково-штифтовий і 4 туковисіваючі апарати, які працюють за принципом групового випорожнення. Насінєвисівні апарати кожного з бункерів забезпечуються груповими регуляторами норм висівання, котрі містять шкалу та важелі для здійснення осьових переміщень валів із катушками та одночасної переміни робочих довжин катушок у всіх висівних апаратах відразу.

Сошники за допомогою повідків приєднуються до передніх брусів рам і розміщуються у два рядки. Сошники здійснюють закладання насіння в рядки із міжряддями 15 см.

Обертання висівних апаратів приводяться в дію двома опорно-ходовими колесами 11 при допомозі 2-х бічних ланцюгових передач 26, проміжної передачі 23, двох центральних ланцюгових передач 19 і 24 та редуктора, який має змінні шестерні А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, І. За допомогою перестановки між собою місцями шестерень А, Б і В, Г (тукові апарати) та Д, Е і Ж, І (насінєві апарати) є можливість зміни передавальних відношень редуктора і, відповідно, частот обертання катушок. Поєднування регулювань робочих довжин катушок та передавальних відношень дає змогу зміни норми висівання насіння в доволі широкому діапазоні (від 70 до 230 кг/га). Дозування висіву мінеральних добрив

можна змінювати в межах від 36 до 232 кг/га.

Механізми піднімання сошників містять гідроциліндри 16, закріплені на важелях 15 регуляторів глибин, двохплечеві важелі 17, тяги 18, вали 3 (рис. 1.3, а) вилки 4 та штанги 5.



а – схема робочого процесу; б – схема механізму передач;

1 – насіннєвисівний апарат. 2 – насіннєве відділення бункера; 3 – тукове відділення; 4 – туковисіваючий апарат; 5 – лоток; 6 – насінєспроводи; 7 – підніжна дошка; 8 – загортач; 9 і 10 – дискові сошники; 11 – пневматичне колесо; 12 – рама; 13 – підтримка; 14 – регулятор глибини; 15 і 17 – важелі; 16 – гідроциліндр; 18 – тяга; 19, 23, 24 і 26 – ланцюгові передачі; 20 – вал тукових апаратів; 21 – вал зернових апаратів; 22 – приймальний вал редуктора; 25 – вал контрприводу; 27 – вал колеса; Л, В, В, Г, Д, Е, Ж, И – шестерні редуктора.

Рисунок 1.3 – Зернотукова сівалка СЗ-3,6:

Для здійснення піднімання сошників та вмикання передач, на вали катушок мастило з гідросистеми енергозасобу спрямовується в гідроциліндр 16. Під дією тиску мастила шток висувається, здійснює поворот важеля 17 і через тяги 15, поворотні вали та вилки із штангами проводить піднімання сошників у транспортні положення. Одночасно муфти на валах контрприводів 25 вимикаються і катушки перестають здійснювати обертальний рух. Для того щоб

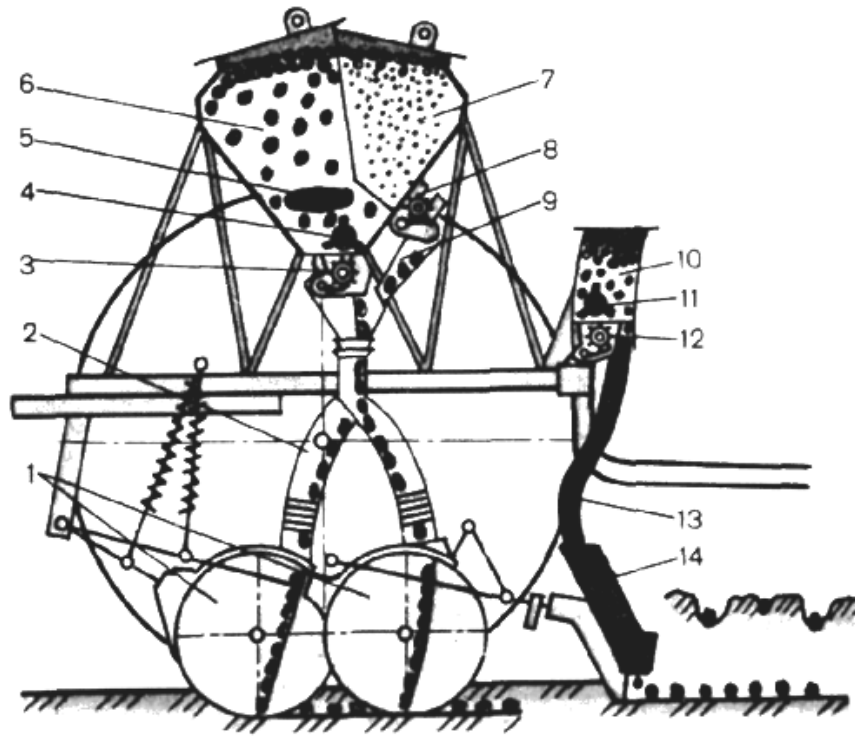
опустити сошники і ввімкнути передачу рукоятка гидророзподільовача переводиться в положення «Опускання». Після заглиблення сошників рукоятка переводиться у положення «Нейтральне».

Робочий процес. При рухові сівалки з опущеними сошниками катушки висівних апаратів здійснюють обертання, вигрібаючи насіння з корпусів і подають його в насінєпроводи. По насінєпроводу насіння здійснює переміщення в сошники, які проводять закладання його у ґрунт на необхідні глибини. Для проведення одночасного внесення добрел вони засипаються у відсік 3 бункерів при відкриванні заслонок туковисівних апаратів 4. Катушки вигрібаючи гранульовані добрел з бункерів подають його в насінєпроводи. Добрел закладаються у ґрунт одночасно із насінням. Глибина висіву насіння знаходиться в межах від 4 до 8 см і регулюється шляхом обертання гвинтів регуляторів 14. Гідроциліндри при цьому виконують функції тяги з постійною довжиною. Рівномірність проходження правих та лівих груп сошників регулюється шляхом зміни довжин гвинтових тяг 18. На ущільнених ґрунтах з метою надійнішого заглиблювання сошників, що рухаються по слідах коліс (гусениць) енергозасобу, проводиться додаткове стискання пружин на штангах.

На сівалки СЗ-3,6 та їх модифікації є можливість встановлення пристосувань для проведення контролю та сигналізації, які при неповному заглибленні сошників чи припиненні обертання валів висівних апаратів вмикає на щитках приладів енергозасобів світлові або звукові сигнали. Системи сигналізувань підключаються до електросистем енергозасобів.

Зернотрав'яна сівалка СЗТ-3,6 (рис. 1.4) призначається для висівання насін'я зернових культур та дрібних сипких насін'я бобових трав за одночасного внесення гранульованих добрел. Насіння зернових культур можна замінювати несипкими насіннями злакових трав.

На сівалка встановлюють зерно тукові та трав'яні ящики. У зернових відділеннях 6 зернотукових ящиків зверху над катушковими апаратами здійснюють обертання трьохлопатевої нагнітачі 4 та дволопатевої розворушувачі 5, які руйнують залягання при проведенні висіву несипких насін'я трав.



1 – дискові сошники; 2 – насінєпровід; 3 – зернотрав'яний висівуючий апарат; 4 і 11 – нагнітачі; 5 – ворошилки; 6 – зернове відділення ящика; 7 – тукове відділення ящика; 8 – туковисівуючий апарат; 9 – лоток; 10 – трав'яний ящик; 12 – апарат для висіву дрібного насіння трав; 13 – спіральньо-стрічковий насінєпровід; 14 – кильовидний сошник.

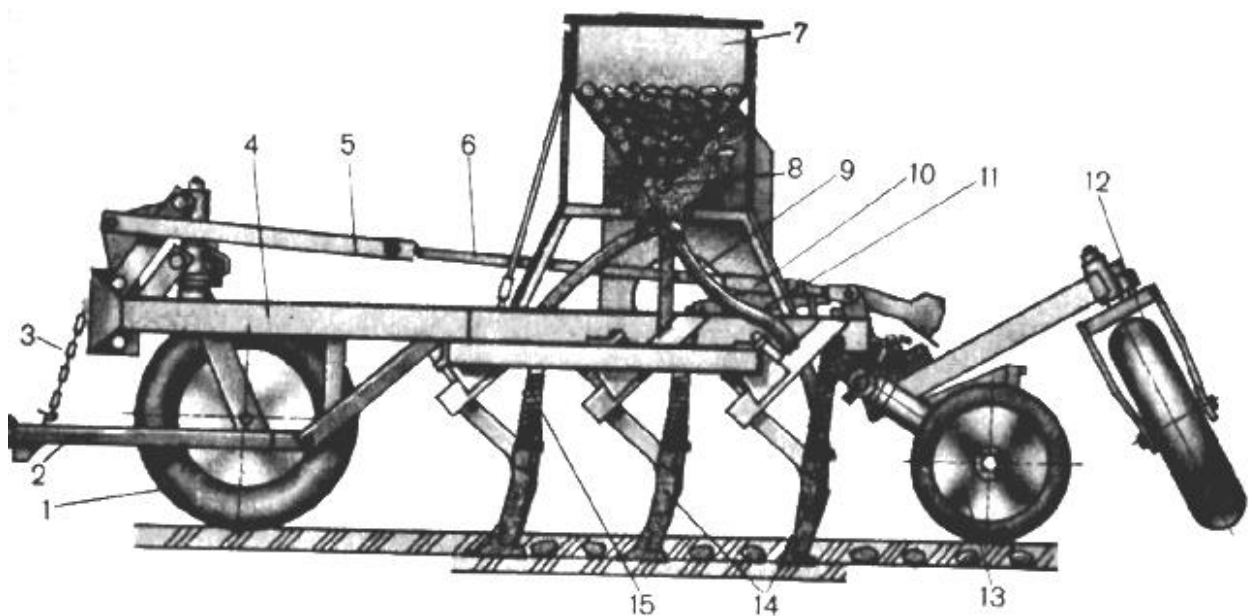
Рисунок 1.4 – Робочий процес зернотрав'яної сівалки СЗТ-3,6

При висіванні насіння зернових культур розворушувачі та нагнітачі слід вимикати, з метою уникнення пошкоджень насіння та поломок висівних апаратів.

Дрібніше сипуче насіння трав висівується з ящиків 10, які облаштовані спеціальними (дещо меншими звичайних) катушковими апаратами 12. Трав'яні ящики забезпечені спеціальними нагнітачами 11, і завдяки цьому апарати 12 мають можливість проводити висів також середньосипучих насін трав (житник, вівсяниця і т.п.). Насіння та добрива насінєпроводами 2 потрапляють у сошники дискового типу. Добрива лотками 9 потрапляють у насінєпроводи. Насіння ж трави спіральньо-стрічковими насінєпроводами 13 потрапляють у кілеподібні сошники 14.

Дискові сошники розставляються у два ряди при міжряддях, які складають 15 см. До кожного з корпусів усіх сошників задніх рядів прикріплено шарнірно поводки кілеподібних сошників, які створюють борозни у міжрядді дискових сошників. Останні за рахунок дії пружин отримують заглиблення на 6...8 см, а легкі кілеподібні сошники проводять закладання насіння трави на глибини в межах 2–3 см. Глибини ходів кілеподібних сошників є можливість збільшувати шляхом навішування вантажів. Піднімання та опускання сошників проводиться під дією гідроциліндрів сівалок.

Стерньові сівалки-культиватори. У районах, які є схильними до вітрових ерозій, агротехнічні міроприємства спрямовані на забезпечення ранніх та щільних сходів паростків зернових культур. Насіння слід рівномірно укласти на ущільнені вологою підшви борозен, максимально зберігати у міжряддях залишки стерні, закотковуючи борозни, які засіваються. Стерня, яка зберігається, дозволяє зменшити швидкості вітрів над поверхнями полів і здатна затримати частки ґрунтів, які переміщуються.



1 і 12 – колеса; 2 – причіпний пристрій; 3 – ланцюг; 4 – рама; 5 – рамка;
6 – тяга; 7 – бункер; 8 – висіваючий апарат; 9 – насінепроводи; 10 – стягнута
гайка; 11 – гідроциліндр; 13 – катки; 14 – лапи-сошники; 15 – пружина.

Рисунок 1.5. Сівалка-культиватор СЗС-6:

Сівалки СЗС-6 і СЗС-12 (рис. 1.5), складаються відповідно із 3-ох та 6-ти модулів СЗС-2, призначаються для рядкової сівби насіння зернових культур за одночасного перерізування коренів бур'янів котрі проросли, а також внесення в рядки гранульованого удобрення і прикочування рядків, які засіваються.

Передні частини рам модулів СЗС-2 при виконанні операції висіву опираються на самоустановлювальні пневматичні колеса 1, задніх опорних рам, для прикочування призначені катки 13. Щоб переводити сівалки в транспортні розміщення, опорні колеса 1 і 12 підкочуються гідро циліндрами 11 під рами.

Апарати для висівання насіння є катушкового типу, туковисівні апарати – катушково-штифтового типу, сошник 14 трубчастого типу в поєднанні з культиваторною лапою або круглим наральником. Кожен із сошників утримується за рахунок двох амортизаційних пружин 15, котрі застерігають від поломок і сприяють самоочищенню. Сошники розставляються в три ряда, з ширинами міжрядь 22,8 см. Клиноподібні катки 13 мають в діаметрі 55 см призначені для ущільнення ґрунту після сошників і утворення борозенок над рядками насіння. При використанні комбінованих передач катки приводять в рух насіневисівні та туковисівні апарати.

Причіпні пристрої 2 підвішуються до рам 4 сівалок за допомогою ланцюгів 3. Глибина занурювання сошників 14 регулюється шляхом пересування упорів на штоках гідроциліндрів та стягуючих гайок 10, що з'єднують тяги 6 з кулаками механізмів піднімання.

Ширина захвату сівалки СЗС-6 складає 6 м, СЗС-12 – 12 м, глибина занурювання сошників складає 4...12 см, робочі швидкості до 9 км/год. Продуктивність сівалки СЗС-6 – до 4,55 га/год

1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра

Так як урожайність природніх трав, зазвичай є не високою, то вирощування сіяних трав є важливим завданням. Для отримання хороших врожаїв трав, як для кормів так і для насіннєвого матеріалу потрібно дотримуватись відповідної агротехніки, а за вирощування сіяних трав слід забезпечувати якісне висівання [12].

Оскільки глибини висівання насіння трав знаходиться в межах 1,5...2 см, до показників якостей підготовлювання ґрунтів ставляться достатньо високі вимоги. Окрім цього, насіння трав є вельми вимогливими до показників вологи ґрунтів при висіванні, тому перерви між проведенням передпосівних обробітків і висіванням негативно впливає на схожість та врожайність в цілому.

Розглядуваний агрегат для висівання насіння трав дозволить якісно провадити технологічні процеси із поверхневих обробітків ґрунту на задані глибини за одночасного внесення мінеральних добрив та висіву насіння трав.

Оскільки специфіка пропонованого технологічного процесу висівання насіння трав дозволить використати схему висівання насіння та мінеральних добрив без використання як сошників так і тукопроводів, отже і конструктивно висівний апарат для висівання насіння трав матиме певні особливості порівнюючи з типовими вузлами серійних агрегатів.

Висіваючий апарат розміщено у бункері, що має довжину 1,50 м. Днище бункера закріплено до корпусу бункеру за допомогою болтів і щоб збільшити корозійну стійкість виготовлене з алюмінієвих сплавів або сталевих листів, які мають антикорозійні покриття. У днищах бункерів виконані отвори, котрі перекриваються рухомими пластинами. Пластини переміщаються за допомогою рукоятки через важільну систему. За рахунок цього переміщення змінюються розміри отворів, і цим забезпечується регулювання норм висівання насіння трав.

Якість провадження технологічних процесів в цілому і операцій висівання насіння трав зокрема, залежить власне від якісної роботи робочих органів. Це гарантуватиме високі врожаї трав як на зелений корм так і на сіно та на насіння.

Отже розроблення комбінованих висівних агрегатів для посіву насіння трав, які забезпечують якісне виконання технологічного процесу поверхневої обробки ґрунтів на необхідну глибину при одночасному внесенні мінеральних добрив і висіванні насіння трав є важливим науково-практичним завданням.

Тому в даній кваліфікаційній роботі магістра ставиться завдання провести обґрунтування параметрів удосконаленого комбінованого посівного агрегату, при використанні у його конструкції висівних апаратів пристроїв для розворушування насіння, що запобігатиме можливим злежуванням і заляганням насіння.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ І ЙОГО РОБОЧИХ ОРГАНІВ

2.1. Розрахунок технологічних параметрів

Основними показниками, які забезпечуватимуть якість виконання технологічних процесів є швидкість руху, величина тягового опору, величина потужності на привід [1].

Зважаючи на агротехнічні вимоги та технічні характеристики виберемо швидкості руху енергозасобу Т-25А на II та III передачах [24].

Відповідно $V_{II}=2,58$ км/год; $V_{III}=5,69$ км/год., при цьому тягові зусилля на гаку складатимуть $P_r^{II} = 5,10$ кН; $P_r^{III} = 4,20$ кН.

Продуктивність агрегату (га/год) знайдемо згідно залежності:

$$W = 0.1 \cdot B \cdot V_m, \quad (2.1)$$

де B – значення фактичної ширини захвату агрегату (згідно заданих вимог $B=1,5$ м).

Тоді

$$W_{II} = 0.1 \cdot 1,5 \cdot 2,58 = 0,39 \text{ га/год};$$

$$W_{III} = 0.1 \cdot 1,5 \cdot 5,69 = 0,85 \text{ га/год}.$$

Визначимо величину опору комбінованого посівного агрегату згідно залежності [19]:

$$R_m = K_m \cdot B_p + \sigma_m \cdot \sin \alpha, \quad (2.2)$$

де K_m – величина питомого опору агрегату, Н/м;

B_p – ширина захоплення агрегату;

σ – маса агрегату, кг;

α – допустиме значення кута зміни рельєфа, град.

$$R_m = 1000 \cdot 1,5 + 4000 \cdot 0,0523 = 1700 \text{ Н}.$$

Опір енергозасобу при пересуванні по поверхні поля можна знайти за формулою:

$$R_{mp} = \sigma_{mp} \cdot f, \quad (2.3)$$

де σ_{mp} – маса енергозасобу, Н;
 f – коефіцієнт опора коченню.

$$R_{mp} = 17650 \cdot 0,15 = 2647,5 \text{ Н}.$$

Значення потужності, що затрачується для переміщення машинно-тракторного агрегата у складі енергозасобу Т-25А та комбінованого посівного агрегата складає [19]:

$$N_n = \frac{(R_{mp} + R_m) \cdot V_p}{3,6 \cdot \eta_{mp} \cdot \eta^{\delta}}, \quad (2.4)$$

де η^{δ} – к.к.д. що враховує втрати від пробуксовання;
 η_{mp} – величина загального к.к.д. трансмісії.

$$N_n^{II} = \frac{(1,7 + 2,7) \cdot 2,58}{3,6 \cdot 0,95 \cdot 0,6} = 5,53 \text{ кВт};$$

$$N_n^{III} = \frac{(1,7 + 2,7) \cdot 5,69}{3,6 \cdot 0,95 \cdot 0,6} = 12,2 \text{ кВт}.$$

Тобто, згідно проведених обчислень, величина потужності двигуна енергозасобу Т-25А дозволить провадити технологічні процеси як на 2-й, так і на 3-й передачах.

2.2. Розрахунок кінематичних параметрів посівного агрегату

У відповідності до складеного технічного завдання комбіновані посівні агрегати мають чотири робочі органи: активні фрези, висівні апарати мінеральних добрив, апарати для висівання насіння трав, та прикочувальні пристрої. З метою зменшення габаритних розмірів агрегатів та для ефективних використань потужностей енергозасобів, приводи робочих органів фрез буде відбуватись від ВВП енергозасобу, а механізмів висівання насіння трав і мінеральних добрив – від прикочуючих котків.

Складаємо відповідно дві різних кінематичних схем приводів робочих органів посівних агрегатів (рис. 2.1 і рис. 2.2.).

Приймаючи із стандартних рядів розміри труб, величину діаметру барабанів прикочуючих котків попередньо візьмемо $\varnothing 270$ мм, а привідний ланцюг ПРЛ-19,05-2950 згідно ГОСТ 13568-75. Враховуючи величину швидкості руху енергозасобу на 3-й передачі $V_{III} = 5,69$ км/год [24], то величина частот обертів барабана буде складати $n = V/\pi d$. Здійснивши перетворення значень швидкостей в м/с та величину діаметрів барабану в метри будемо мати:

$$n = \frac{1,58}{3,14 \cdot 0,27} = 1,86 \text{ c}^{-1}.$$

Для спрощення проведення подальших обчислень, величину частоти обертів барабанів подамо у форматі $n = 112$ об/хв.

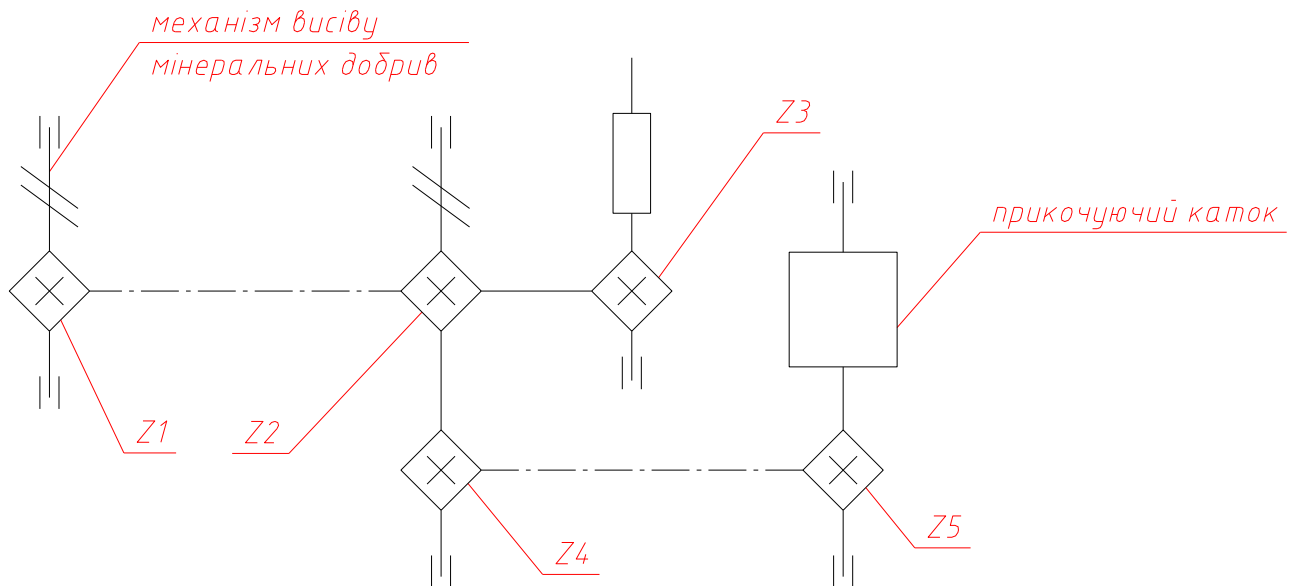


Рисунок 2.1 – Кінематична схема привода механізмів для висівання

Для забезпечення привода робочих органів на валах прикочувальних котків встановимо зірочки $Z_5 = 14$.

Згідно довідкових даних [16] частоти обертів гвинтових робочих органів, які використовуються для подавання зернових матеріалів знаходяться в проміжку $n = 60-700$ об/хв.

З огляду на це, частоти обертів подавальних механізмів приймемо приблизно рівними частотам обертання барабанів за деякого збільшення, щоб компенсувати проковзування барабанів відносно поверхні ґрунту.

Приймемо $Z_4 = 12$.

Отже, величина передаточного числа для обраної передачі буде складати

$$i = \frac{Z_5}{Z_4} = \frac{14}{12} = 1,16. \quad (2.5)$$

Значення частоти привідних валів механізмів висівання насіння трав буде складати

$$n_6 = n_0 \cdot i = 112 \cdot 1,16 \approx 130 \text{ об / хв.} \quad (2.6)$$

Приводи пристроїв для розпушування насіння трав у бункерах таї механізмів їх висіву матимуть однакові частоти

$$n_2 = n_3 = 130 \text{ об/хв.}$$

Значення кількості зубів зірочок за такого складатимуть $Z_3 = Z_2 = 12$.

Однак величини частот обертів гвинта для подавання мінеральних добрив повинні бути дещо меншими з огляду на специфічні особливості мінеральних добрив в якості матеріалу, та норми внесення порівнюючи з насінням трав.

Тому, прийmemo $Z_1 = 16$.

Тоді

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{12}{16} = 0,75. \quad (2.7)$$

Значення частоти обертання валів механізмів подавання мінеральних добрив:

$$n_1 = n_2 \cdot i = 130 \cdot 0,75 = 97,5 \text{ об/хв.} \quad (2.8)$$

Проаналізувавши роботу фрез, обладнаних активними робочими органами робимо висновки, що за швидкостей 2-6 км/год частоти обертів повинні складати 3,5-4,0 с⁻¹.

Прийmemo $n_\phi = 3,7 \text{ с}^{-1}$, що складає $n_\phi = 222 \text{ об/хв.}$

За частоти обертів ВВП енергозасобу $n_{вен} = 545 \text{ об/хв}$ (згідно технічних характеристик) значення загального передаточного числа складає:

$$n_{заг} = \frac{545}{222} = 2,45.$$

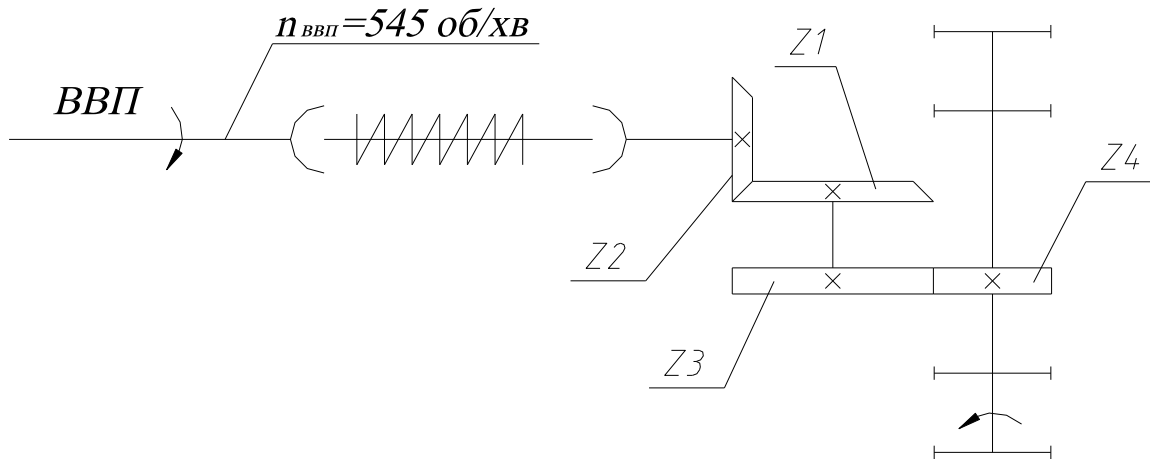


Рисунок 2.2 – Кінематична схема приводу фрез

Для приведення в дію фрез передбачено двоступеневі редуктори, з конічними прямозубими швидкохідними передачами і циліндричними прямозубими тихохідними передачами. Оптимальні величини передаточних чисел стосовно циліндричних та конічних прямозубих зубчастих передач знаходиться в межах $i = 1 \dots 2$ [13].

Прийmemo величину передаточного числа понижувальних конічних швидкохідних передач $i_k = 1,62$, за $Z_1 = 34$ і $Z_2 = 21$.

Тому величина частоти обертання проміжних валів складатиме:

$$n_{ном} = \frac{n_{ввп}}{i} = \frac{545}{1,62} = 336 \text{ об/хв.} \quad (2.9)$$

Отже необхідні значення передаточних чисел для прямозубих циліндричних передач буде складати :

$$i_u = \frac{n_{ном}}{n_{\phi}} = \frac{336}{222} = 1,51 \quad . \quad (2.10)$$

Прийmemo кількість зубів для шестерні $Z_3 = 31$, а для колеса $Z_4 = Z_3 \cdot i_u = 31 \cdot 1,51 = 46,81$, прийmemo $Z_4 = 47$.

2.3. Розрахунок маси насіння трав, яке розміститься в бункері

Аналізуючи відомі конструкції бункерів агрегатів для внесення добрив та зернового сипкого матеріалу [1] та з для уніфікації деяких вузлів посівних агрегатів для висівання насіння трав, конструкція пропонованого бункера у розрізі матиме наступний вигляд, представлений на рис. 2.3.

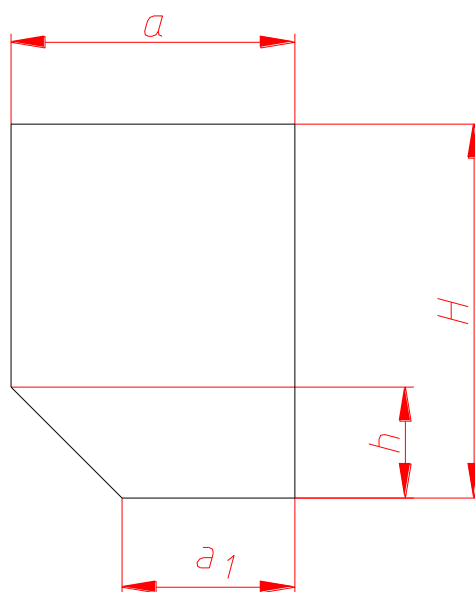


Рисунок 2.3 – Форма бункера для насіння трав

Об'єм бункера розглянемо як сума об'ємів двох фігур із значенням висоти, що рівна ширині захоплення агрегату B .

$$V_1 = (H - h) \cdot a \cdot B; \quad (2.11)$$

$$V_2 = \frac{1}{2} \cdot (a - a_1) \cdot h \cdot B. \quad (2.12)$$

Отже

$$V_{\delta} = V_I + V_{II} = \left[(H - h) \cdot a + \frac{1}{2} \cdot (a + a_1) \cdot h \right] \cdot B. \quad (2.13)$$

Підставляючи відповідні значення величин матимемо:

$$V_{\delta} = V_I + V_{II} = \left[(0,42 - 0,17) \cdot 0,20 + \frac{1}{2} \cdot (0,20 + 0,04) \cdot 0,17 \right] \cdot 1,5 = 0,106 \text{ м}^3.$$

Маса матеріалу (кг), яка знаходиться в бункері визначається за формулою [19]:

$$G_M = 10^3 \cdot V_{\delta} \cdot \rho_n \cdot \kappa_{po}, \quad (2.14)$$

де ρ_n – густина насіння трав;

κ_{po} – коефіцієнт, що враховує присутність тих робочих органів, що розміщені в середині бункерів.

$$G_M = 10^3 \cdot 0,106 \cdot 1 \cdot 0,8 = 84,8 \text{ кг}.$$

2.4. Визначення параметрів висівного пристрою

Для проведення операцій із суцільних рядкових висівів насіння сільськогосподарських матеріалів зазвичай застосовуються висівні апарати котушкового типу (рис.2.4).

Обертання катушок створює потоки насіння, які складаються із насіння, котре розміщене в жолобках (зона II), та насіння, котре розміщене в зоні III між катушками і дном апаратів. В зоні I насінини рухатимуться вільно під впливом

сили власної ваги.

Значення товщин активних шарів обмежуються фізико-механічними особливостями матеріалів і складає 4...6 кратні величини розмірів насінин.

Величину зведеної товщини активних шарів знайдемо за формулою:

$$h_n = \frac{h}{m_1} + 1, \quad (2.15)$$

де m_1 – показник ступеня, що визначають експериментально.

Стосовно насіння трав з певним наближенням можна прийняти $m_1 = 1,5$.

Тоді

$$h_n = \frac{5}{2,5} + 1 = 2 \text{ мм.}$$

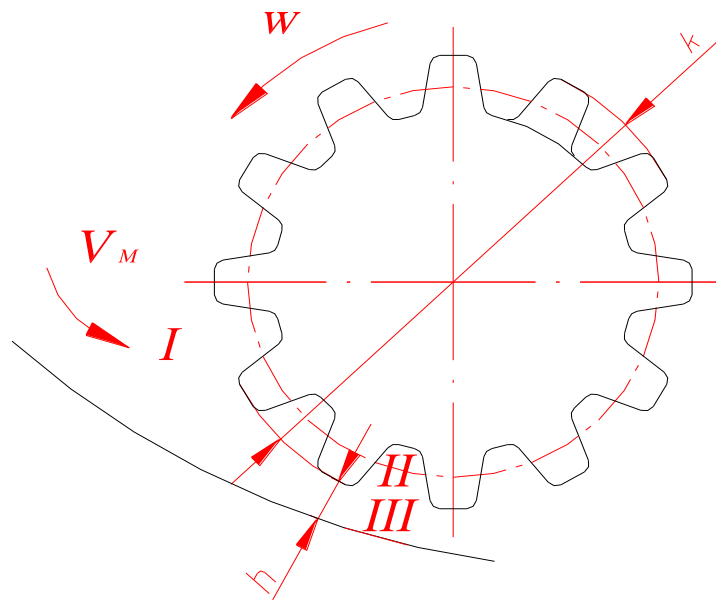


Рисунок 2.4 – Схема котушкового висівного апарата

2.4.1. Визначення параметрів катушкового дозатора

Робочі об'єми катушкових дозаторів будуть складатись із об'ємів насінин, які потрапляють в жолобки ($V_{жс}$) та об'ємів насінин, які знаходиться в активних шарах ($V_{акт}$) [19].

Тоді величину об'єму насінин в жолобках катушок знайдемо із залежності:

$$V_{жс} = R_з \cdot S_{жс} \cdot Z_{жс} \cdot l_{\kappa}, \quad (2.16)$$

де $R_з$ – коефіцієнт заповнювання жолобків – $0,7 \dots 0,9$;

$S_{жс}$ – величина площі перетину жолобків;

$Z_{жс}$ – кількість жолобків ($Z_{жс} = 10$);

l_{κ} – величина робочої довжини $\approx B_{агр}$.

За обраного значення діаметра $d_{\kappa} = 70$ мм, величина площі перетину жолобків визначатиметься їх профілем (рис.2.5).

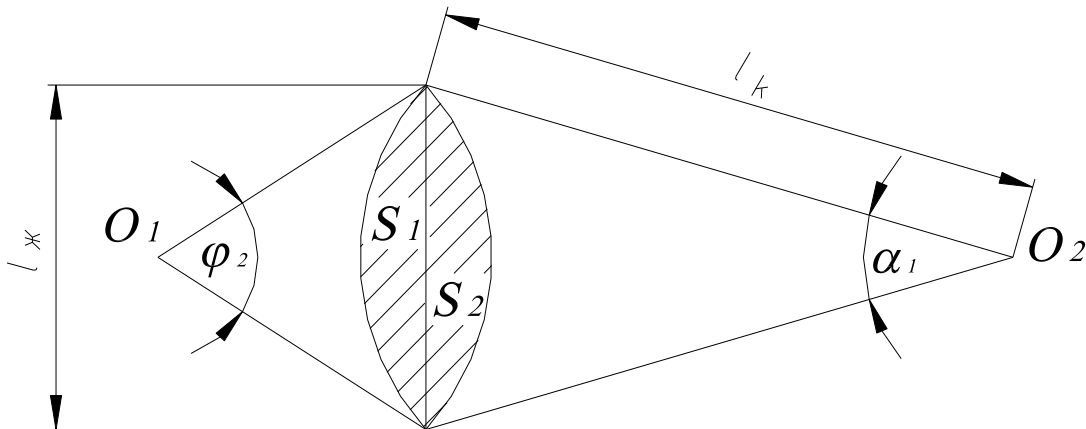


Рисунок 2.5 – Схема профілю жолобків

З наведеного рисунку площа перетину:

$$S_{жс} = S_1 + S_2 = \frac{l_{\kappa}^2 \cdot (\alpha' - \sin \alpha)}{8} + \frac{r^2 \cdot (\varphi_2' - \sin \varphi_2)}{2}; \quad (2.17)$$

де $\alpha' = \arcsin l_{жс}/d_{жс}$;

$$\varphi_2 = 2\arcsin l_{жс}/2r;$$

$$l_{жс} = l_k \cdot \sin \pi / Z_{жс} - \delta_{жс};$$

$\delta_{жс}$ – значення товщини перемичок поміж жолобками;

$l_{жс}$ – величина ширини жолобків.

Отже

$$l_{жс} = 70 \cdot \sin 180/10 + 5 = 16 \text{ мм.}$$

$$\varphi_2' = 2 \cdot \arcsin 16/2 \cdot 12 = 0,99;$$

$$\alpha' = \arcsin 16/70 = 0,22.$$

При значеннях $\alpha = 8^\circ$ і $\varphi_2 = 120^\circ$, матимемо

$$S_{жс} = \frac{70^2 \cdot (0,22 - 0,14)}{8} + \frac{12^2 \cdot (0,99 - 0,5)}{2} = 84,28 \text{ мм}^2.$$

Якщо відомі товщини активних шарів k_n , робочу довжину котушок l_k , колову швидкість V_k , є можливим знайти величину об'єму насіння активних шарів за одиницю часу :

$$V_{ак} = h_n \cdot V_k \cdot l_k. \quad (2.18)$$

Протяжність одного обертання котушок складатиме $60/n_k$, а величина лінійної швидкості $V_k = \pi \cdot d_k \cdot n_k / 60$.

Тоді величина об'єму насіння $V_{акт}$, які знаходяться в активних шарах і можуть бути викинутими протягом одного оберту котушок буде рівною:

$$V_{акт} = \pi \cdot d_k \cdot n_k \cdot l_k. \quad (2.19)$$

Враховуючи $V_{жс}$ і $V_{акт}$ отримаємо вираз для обчислення робочих об'ємів V_k .

$$V_k = (R_3 \cdot S_{жс} \cdot Z_{жс} + \pi \cdot d_k \cdot h_l) \cdot l_k. \quad (2.20)$$

Підставимо відповідно числові значення матимемо

$$V_k = (0,9 \cdot 84,28 \cdot 10 + 3,14 \cdot 70 \cdot 5) \cdot 50 = 92,9 \text{ см}^3.$$

2.4.2. Визначення продуктивності апарату для висіву насіння трав

Особливостями обраної конструктивної схеми комбінованих посівних агрегатів є те, що у них відсутні сошники, а отже і відповідно насінне- та тукопроводи.

У нижніх частинах насінневих бункерів передбачаються отвори Ø20 мм для забезпечення вільного випадання насінин. Величина відкритої площі отворів може змінюватись відповідно до положення шиберної заслонки.

Розрахунки проводитимемо для випадку, коли заслонка повністю відкрита.

Під час виконання технологічного процесу витрата насінин Q_1 буде керуватися законом витікання рідин з отворів і може бути знайдена згідно залежності [19]:

$$Q_1 = \mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}, \quad (2.21)$$

де μ – коефіцієнт опору;

S – величина площі отвору в м^2 ;

h – значення висоти стовпа насінин над отворами;

g – величина прискорення вільного падіння.

$$Q_1 = \mu \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}; \quad (2.22)$$

$$Q_1 = 0,3 \cdot 3,14 \cdot 0,01^2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 0,015}{0,54}} = 0,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}.$$

На величині ширини захоплення агрегату буде знаходитиметься певне число отворів, а саме

$$n = \frac{B}{d+1} = \frac{1450}{20+5} = 58. \quad (2.23)$$

Величина продуктивності агрегатів з урахуванням величина густини насіння $\rho = 1,10^3 \text{ кг/м}^3$ буде рівною:

$$W = Q_1 \cdot n \cdot \rho; \quad (2.24)$$

$$W = 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 58 \cdot 1,1^3 = 2,9 \text{ кг/с}.$$

2.4.3. Визначення параметрів пристрою для розворушування насіння

Пристрої для проведення розворушувань насіння виконується у вигляді шнеків, тому їх розрахунки можна проводити по аналогії методик розрахунків гвинтових механізмів [10].

Величина діаметра гвинтів може бути знайдена із залежності масової продуктивності.

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{(450 \cdot K_n \cdot K_p \cdot \rho \cdot \omega)}}, \quad (2.25)$$

де Q – значення масової продуктивності т/год;

K_n – величина коефіцієнта продуктивності гвинта;

K_p – значення відношення кроку гвинта до величина його діаметра;

ρ – густина насінин трав;

ω – величина кутової швидкості обертів гвинта.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 130}{30} = 13,6 \text{ c}^{-1}. \quad (2.26)$$

Обравши відповідні значення коефіцієнтів та підставляючи їх значення отримаємо:

$$D = \sqrt[3]{\frac{10,4}{(450 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 13,6)}} = 0,059 \text{ м.}$$

Проведемо уточнювання величини діаметра гвинта із виразу:

$$D' = \sqrt{D^2 + d_{\epsilon}^2}, \quad (2.27)$$

де d_{ϵ} – величина діаметра вала, приймемо $d_{\epsilon} = 0,03$ м.

Тоді

$$D' = \sqrt{0,059^2 + 0,03^2} = 0,06 \text{ м.}$$

2.4.4. Силловий розрахунок розворушувача насіння шнекового типу

Знайдемо величину ваги вантажів, котра припадає на один погонний метр пристрою для розворушування:

$$g = 250 \cdot \pi \cdot (D^2 - d_{\epsilon}^2) \cdot C_i \cdot C_{\epsilon} \cdot \gamma, \quad (2.28)$$

де C_i – коефіцієнт заповнювання;

C_θ – значення коефіцієнта, що враховує величину кута нахилу жолоба відносно горизонту;

γ – величина об'ємної ваги транспортованих матеріалів, $\gamma = 5 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$.

$$g = 250 \cdot 3,14 \cdot (0,06^2 - 0,03^2) \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^3 = 6359 \text{ Н/м.}$$

Величина осьової сили, котра діє на шнек:

$$F_a = q \cdot l (\sin \beta + \mu \cdot \cos \beta), \quad (2.29)$$

де μ – величина коефіцієнта внутрішнього тертя насінин трав;

β – величина кута нахилу механізму до горизонту;

l – половина ширини захоплення агрегата (так як ухил гвинтових ліній має напрям до середини з кожної із сторін).

Отже

$$F_a = 6359 \cdot \frac{1,5}{2} \cdot (\sin 0^\circ + 0,5 \cdot \cos 0^\circ) = 2384,4 \text{ Н.}$$

Обертові моменти, що виникають на валах гвинтів внаслідок опору переміщенню матеріалів в суцільних шарах і їх тертя з гвинтами визначаються із залежності [10]:

$$T_1 = 0,5 \cdot D_{cp} \cdot F_a \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi), \quad (2.30)$$

де $D_{cp} = 0,8 \cdot D$;

ψ – значення кута підйому гвинтових ліній гвинтів;

φ – значення кута тертя для матеріалів, які переміщуються.

$$\operatorname{tg} \varphi = \mu; \quad (\varphi = \arctg \mu); \quad (2.31)$$

$$\operatorname{tg} \psi = P / \pi \cdot D_{cp}; \quad \psi = \operatorname{arctg} P / \pi \cdot D_{cp}, \quad (2.32)$$

де P – величина кроку шнеків, $P = 0,074$. Отже, $\operatorname{tg} \varphi = 0.5$.

$$T_1 = 0,5 \cdot 0,048 \cdot 2384,4 \cdot 1 = 57,3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Величина ваги шнеків:

$$G_{\epsilon} = g_{\epsilon} \cdot L, \quad (2.33)$$

де g_{ϵ} – значення ваги одного погонного метра шнеків (Н/м).

$$G_{\epsilon} = 40 \cdot 1,5 = 60 \text{ Н}.$$

Колову силу F_2 на гвинтах знайдемо із залежності:

$$F_2 = \frac{2T_1}{P_{cp}} = \frac{2 \cdot 57,3}{0,048} = 2384,5 \text{ Н}. \quad (2.34)$$

Величину сили F_r тиску на радіальні підшипники знайдемо із залежності:

$$F_r = \sqrt{(G_{\epsilon} \cdot \cos \beta)^2 + F_2^2}; \quad (2.35)$$

$$F_r = \sqrt{(60 \cdot 1)^2 + 2384,5^2} = 2385 \text{ Н}.$$

Величина тиску на підп'ятник:

$$F'_a = F_a + G_{\epsilon} \cdot \sin \beta; \quad (2.36)$$

Так як $\sin \beta = 0$, то

$$F'_a = F_a = 2384,4 \text{ Н.}$$

Обертові моменти, що виникають на валах через дію реакцій опор у підшипниках можна знайти згідно формули [10]:

$$T_r = F_a \cdot \mu_1 \cdot \frac{d_{cp}}{2} + F_r \cdot \mu_1 \cdot \frac{d_6}{2}, \quad (2.37)$$

де $\mu_1 = 0,1$ – величина коефіцієнта тертя в підшипниках;

$d_{cp} = 1,2 \cdot d_6$ – величина середнього діаметра п'яти;

d_6 – величина діаметра валу шнека.

$$d_{cp} = 1,2 \cdot 0,03 = 0,036 \text{ м.}$$

Тоді:

$$T_r = 2384,4 \cdot 0,1 \cdot 0,018 + 2385 \cdot 0,1 \cdot 0,015 = 7,87 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Величина повного обертового моменту рівна:

$$T = \kappa T_1 + T_r, \quad (2.38)$$

де κ – коефіцієнт, котрий залежить від матеріалів, які переміщуються.

$$T = 1,2 \cdot 57,3 + 7,87 = 122,47 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Потужність, що необхідна для приведення в дію механізму для розворушування насіння трав, кВт:

$$P = \frac{T \cdot n_\phi}{9550} \quad (2.39)$$

$$\text{де } n_{\phi} = n \cdot \left(\frac{P'}{P} \right)^3 = 130 \cdot \left(\frac{0,06}{0,053} \right)^3 = 137,5 \text{ об/хв.}$$

Отже:

$$P = \frac{122,47 \cdot 137,5}{9550} = 1,76 \text{ кВт.}$$

Аналізуючи фізико-механічні властивості насінин трави та гранульованих мінеральних добрив, є можливість за певних припущень вважати, що потужності, котрі слід затратити на привод даних механізмів будуть приблизно однаковими.

2.5. Розрахунок підшипників

У зв'язку з тим, що є наявне осьове та радіальне навантаження на вали, то величина еквівалентного динамічного навантаження, котре діє на головні підшипники, як найбільш навантажені визначатиметься за формулою [5]:

$$P = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot P_a) \cdot K_o \cdot K_m; \quad (2.46)$$

де X , Y – коеф. радіальних та осьових навантажень враховуючи їхні значення. Для попередньо обраного підшипника №304 ГОСТ 5720-75: $X = 1$; $Y = 2,17$.

V – коеф. обертання, для врахування яке кільце обертається (за обертання зовнішнього кільця $V = 1,2$);

K_b – коеф. безпеки, для врахування характеру навантажень на підшипники, (для с/г техніки $K_b = 1,1-1,2$);

K_t – температурний коефіцієнт, для врахування температури нагрівання підшипників, при $t < 100^\circ\text{C}$, $K_t = 1$.

Отже

$$P = (1 \cdot 1,2 \cdot 2385 + 2,17 \cdot 2384,4) \cdot 1,1 \cdot 1 = 8839,8 \text{ Н.}$$

Розрахункове значення довговічності підшипників знайдемо із формули:

$$L = L_n \cdot \frac{60 \cdot n_\phi}{10^6}; \quad (2.47)$$

де $L_n = 8 \cdot 10^3$ год – значення номінальної довговічності підшипників для с/г машин.

$$L = 8 \cdot 10^3 \cdot \frac{60 \cdot 137,5}{10^6} = 65,52 \text{ млн.об.}$$

Значення розрахункової динамічної вантажопідйомності знайдемо із виразу:

$$C_p = P \cdot \sqrt[m]{L}; \quad (2.48)$$

$$C_p = 8839,8 \cdot \sqrt[3]{65,52} = 35359,1 \text{ Н.}$$

Згідно довідкової літератури [5] $C_r = 97600 \text{ Н.}$

Так як $C_p \leq C_r$, то підшипник вибрано правильно. Розміри підшипника є наступними $d = 20 \text{ мм}$; $D = 52 \text{ мм}$; $B = 15 \text{ мм}$.

Так як підшипники іншої опори сприймають значно менші навантаження, то з огляду уніфікації для даного вузла приймаємо також підшипники №304 ГОСТ 5720-75.

2.6. Розрахунок параметрів прикочуючого котка

Силу опору прикочуючого котка знайдемо, як для жорсткого колеса із залежності [19]:

$$P = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{G^4}{B \cdot q \cdot D^2}}, \quad (2.49)$$

де G – величина сили ваги котків, (Н) (для аналогів $G = 620$ Н);

B – значення довжини котків, котра рівняється ширині захвату агрегату, м;

q – величина коефіцієнта об'ємного зминання ґрунтів, $q = 1,5 \cdot 10^7$ Н/м³;

D – величина діаметру котка, м.

$$P = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{620^4}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 10^7 \cdot 0,27^2}} = 0,86 \sqrt[3]{2402,5} = 11,61 \text{ Н}.$$

Глибину колії знайдемо із виразу:

$$h = 1,31 \cdot \sqrt[3]{\frac{G^2}{B^2 \cdot q^2 \cdot D}}; \quad (2.50)$$

$$h = 1,31 \cdot \sqrt[3]{\frac{620^2}{1,5^2 \cdot (1,5 \cdot 10^7)^2 \cdot 0,27}} = 0,0085 \text{ м} \approx 8,5 \text{ мм}.$$

Оптимальні значення питомого тиску на ґрунт за прикочування повинні складати $q = 3 \dots 4$ Н/см² і можуть бути знайдені із залежності:

$$q = \frac{2 \cdot G}{B \cdot l}, \quad (2.51)$$

де l – значення ширини плям контакту котків на ґрунті.

Так як l є хорда круга діаметром D то її значення буде рівним:

$$l = 2 \cdot \sqrt{h \cdot (D - h)}; \quad (2.52)$$

$$l = 2 \cdot \sqrt{0,8 \cdot (27 - 0,8)} = 9,1 \text{ см.}$$

Із залежності (2.51) знайдемо масу котка:

$$G = \frac{B \cdot l \cdot q}{2}; \quad (2.53)$$

$$G = \frac{150 \cdot 9,1 \cdot 3}{2} = 2047,5 \text{ Н.}$$

Таке значення максимальної ваги повинно бути у прикочувальних котків.

2.7. Розрахунок ланцюгової передачі

Вихідними даними для розрахунків є $P_1 = 3,52$ кВт (згідно проведених обчислень $P = 1,76$ кВт, а робочих органів – 2) та $n_1 = 112$ об/хв.

Розташування лінії центрів передачі – під кутом 60° до горизонту, передача є відкритою, робота за типових умов, регулювання здійснюється шляхом переміщення малої зірочки.

Приймаємо $Z_1 = 14$; $Z_{01} = 12$.

Згідно рекомендацій [13], міжосьові відстані для передач рівняються:

$$a = 40 \cdot P_{\text{л}}, \quad (2.54)$$

де P_l – значення кроку ланцюга.

Знайдемо величину розрахункової потужності згідно залежності [13]:

$$P_p = P_1 \cdot K_\gamma \cdot K_z \cdot K_n \leq [P_p]; \quad (2.55)$$

$$K_\gamma = K_\delta \cdot K_a \cdot K_n \cdot K_c \cdot K_{рег} \cdot K_{реж}, \quad (2.56)$$

де K_δ – величина коефіцієнта динамічних навантажень. $K_\delta=1$ (навантаження є наближеним до рівномірного);

K_a – значення коефіцієнта міжосьової відстані або довжини ланцюга, $K_a=1$;

K_n – величина коефіцієнта ухилу передачі відносно горизонту, $K_n = 1$;

K_c – значення коефіцієнта змащування та забруднювання передачі $K_c = 1,3$ (виберемо мастило II);

$K_{рег}$ – коефіцієнт, що враховує спосіб регулювання натягування ланцюга $K_{рег} = 1$;

$K_{реж}$ – величина коефіцієнта режимів роботи $K_{реж} = 1$.

$K_z = \frac{Z_{01}}{Z_1}$ – коефіцієнт кількості зубів;

$K_n = \frac{n_{01}}{n_1}$ – коефіцієнт, що враховує частоту обертання.

$$K_\gamma = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 1,3.$$

$$K_z = \frac{12}{14} = 0,857; \quad K_n = \frac{130}{112} = 1,16.$$

Тоді

$$P_p = 3,52 \cdot 1,3 \cdot 0,857 \cdot 1,16 = 4,55 \text{ кВт}.$$

Згідно довідкових даних [13] для прийнятих нами значень $n_{01} = 130$ об/хв;

$P_p=4,55$ кВт; вибираємо однорядний ланцюг з кроком $P_n = 19,05$ мм.

Для котрого $a = 40 \cdot 19,05 = 760$ мм.

Знайдемо величину швидкості ланцюга згідно залежності:

$$V = Z_1 \cdot n_1 \cdot \frac{P_n}{60}, \quad (2.57)$$

$$V = 14 \cdot 112 \cdot \frac{19,05 \cdot 10^{-3}}{60} \approx 0,5 \text{ м/с.}$$

В якості змащувального елемента застосуємо густе внутрішньо шарнірне змащування.

Значення довжини ланцюга в кроках, знайдемо за формулою [13]:

$$L_p = \frac{2a}{P_n} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{P_n}{a}, \quad (2.58)$$

$$L_p = \frac{2 \cdot 760}{19,05} + \frac{14 + 12}{2} + \left(\frac{12 - 14}{2 \cdot 3,14} \right)^2 \cdot \frac{19,05}{760} = 92,7.$$

Приймемо $L_p = 90$.

Проводимо уточнення згідно залежності:

$$a = \frac{P_n}{4} \left[L_p - \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \sqrt{\left(L_p - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2} \right]. \quad (2.59)$$

$$a = \frac{19,05}{4} \left[90 - \frac{14 + 12}{2} + \sqrt{\left(90 - \frac{14 + 12}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{12 - 14}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right] = 733,4 \text{ мм.}$$

Враховуючи рекомендації із зменшення величини міжосьової відстані на A_o

$= 0,003a \approx 2 \text{ мм}$ остаточно прийmemo $a = 730 \text{ мм}$.

Величину ділильного діаметру зірочок знайdemo за формулою:

$$d = \frac{P_{\pi}}{\sin\left(\frac{180}{Z}\right)}, \quad (2.60)$$

$$d_1 = \frac{19,05}{\sin\left(\frac{180}{14}\right)} = 85,61 \text{ мм}; \quad d_2 = \frac{19,05}{\sin\left(\frac{180}{12}\right)} = 73,60 \text{ мм}.$$

Проводимо перевіркові розрахунки окремих параметрів для оцінювання вірності прийнятих раніше допущень.

Величину колової сили знайdemo за формулою:

$$F_t = \frac{P}{\delta}, \quad (2.61)$$

$$F_t = \frac{3,52 \cdot 10^3}{0,5} = 7040 \text{ Н}.$$

Величину натягу від дії відцентрових сил знайdemo за формулою:

$$F_v = q \cdot V^2. \quad (2.62)$$

Згідно ГОСТ $q = 1,52 \text{ кг/м}$. Отже

$$F_v = 1,52 \cdot 0,5^2 = 0,38 \text{ Н}.$$

Знайdemo величину сили попереднього натягу від маси ланцюга:

$$F_o = K_f a \cdot q \cdot g, \quad (2.63)$$

де a – значення довжини вільної вітки ланцюга;

g – прискорення вільного падіння;

K_f – коефіцієнт провисання, за горизонтального розташування $K_f = 6$.

$$F_o = 6 \cdot 0.760 \cdot 1.9 \cdot 9.81 = 85 \text{ Н.}$$

Значення обидвох знайдених сил F_v і F_o є значно меншими від F_t , що підтверджує вірність прийнятих нами рішень.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1. Обґрунтування параметрів вала шнека

Вал шнека розглянемо як вал на двох опорах, що має відстань між опорами (підшипниками) l . Проведемо його розрахунки на складний опір: скручування від дії моменту T , поздовжнє стиснення чи розтяг силою F_a , та на згинання [10].

Рівномірно розподілене навантаження на шнек знайдемо із залежності:

$$g_1 = \frac{F_2}{l}; \quad (3.1)$$

$$g_1 = \frac{2385}{1,5} = 1590 \text{ Н / м.}$$

Величина згинного моменту

$$M_{32} = \frac{g_1 \cdot l^2}{8} (\text{Н} \cdot \text{м}); \quad (3.2)$$

$$M_{32} = \frac{1590 \cdot 1,5^2}{8} = 447,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Величину зведеного моменту:

$$M_{np} = \sqrt{M_{32}^2 + T^2}; \quad (3.3)$$

$$M_{np} = \sqrt{447,2^2 + 122,47^2} = 463,7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Перевірковий розрахунок вала полягатиме у визначенні напружень для вала

і порівнянні з допустимими згідно залежності:

$$\sigma = \frac{M_{np}}{W_{32}} \leq [\sigma], \quad (3.4)$$

де W_{32} – момент опору;

$[\sigma]$ – допустиме значення напруги, (для валів із сталі складає 60 МПа).

$$W_{32} = 0,1 \cdot d_{32}^3 (1 - \alpha^4); \quad (3.5)$$

де d – значення внутрішнього діаметра вала (труби);

d_{36} – величина зовнішнього діаметра вала (труби).

$$\alpha = \frac{d}{d_{36}}, \quad (3.6)$$

$$\alpha = 25/30 = 0,8.$$

Отже

$$W_{32} = 0,1 \cdot 0,03^3 (1 - 0,8^4) = 0,02 \cdot 10^{-4};$$

$$\sigma = \frac{463,7}{0,02 \cdot 10^{-4}} = 2,32 \text{ МПа} \leq 60 \text{ МПа}.$$

Отже міцність вала забезпечується.

Врахувавши, що значення довжини вала шнека знаходиться в межах $l = 1,5\text{м}$, то величина його прогину при цьому буде незначною і ніяким чином не впливатиме на якість виконання даних технологічних операцій.

3.2. Розробка моделі об'єкту проектування

Здійснимо аналіз напружено-деформованого стану вала шнека від діючих на нього зусиль.

За допомогою «системи тривимірного моделювання SolidWorks» будемо твердотільну модель вала (рис. 3.1).

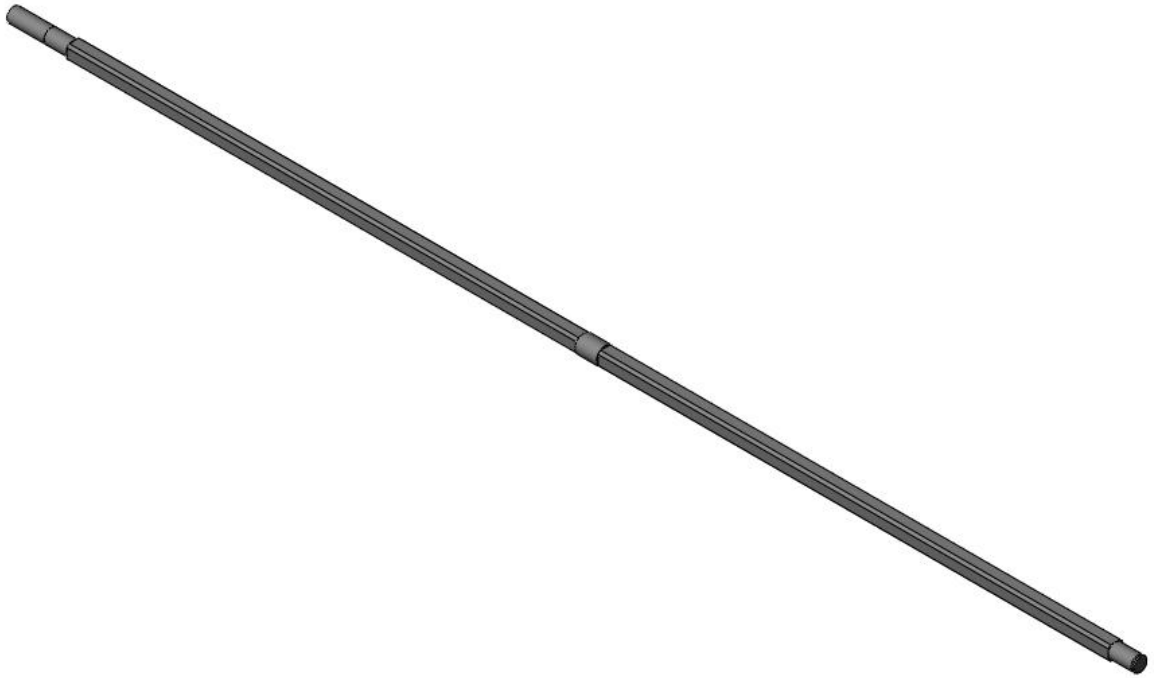
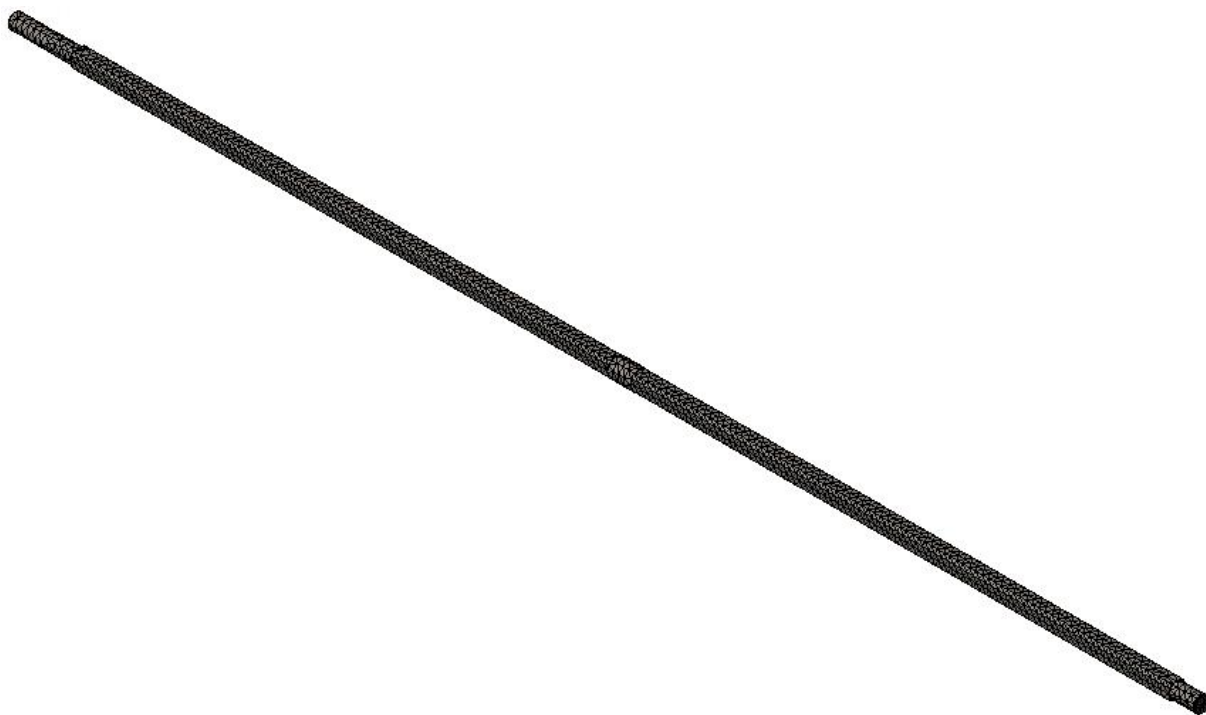


Рисунок 3.1 – Твердотільна модель вала шнека

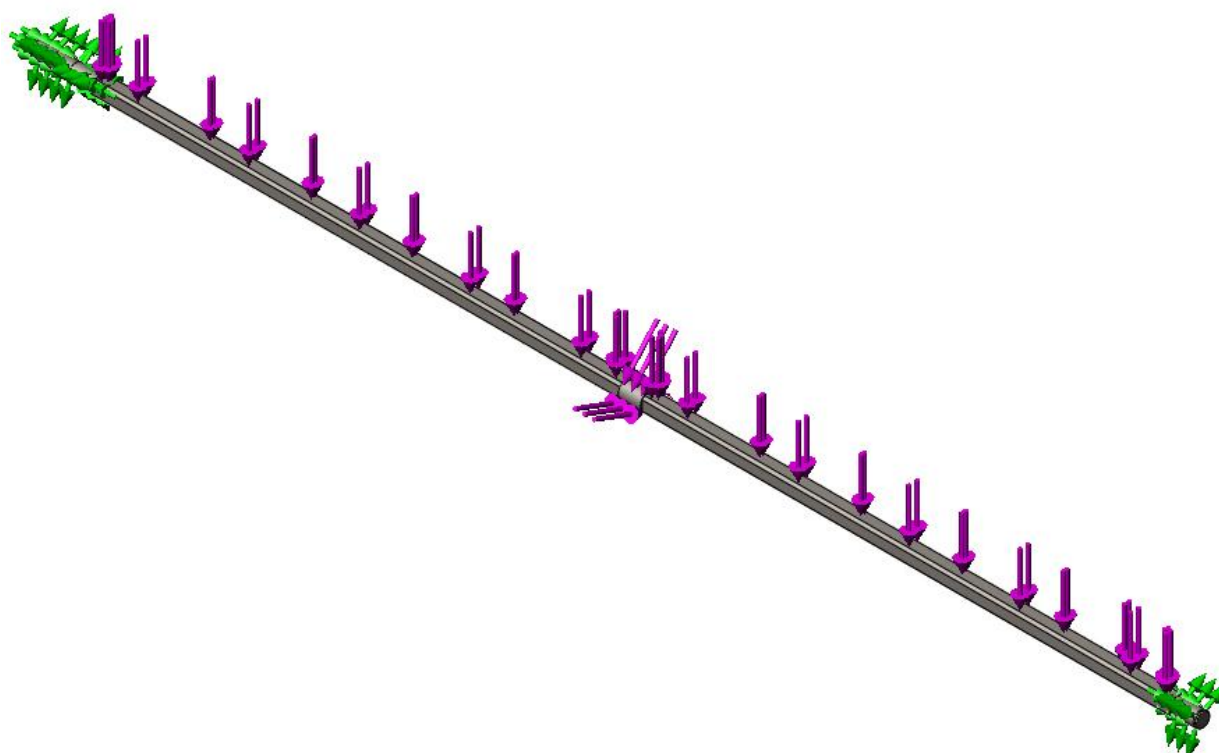
Використовуючи «модуль кінцеелементного аналізу Simulation системи тривимірного моделювання SolidWorks» робимо аналіз напружено-деформівного стану вала шнека.

Створюємо тріангуляційну сітку кінцевих елементів на 3D-моделі вала (рис. 3.2, а).

Задаємо умови закріплення вала – фіксовані шарніри у місцях встановлення підшипників, та навантаження на вал – рівномірно розподілене навантаження 1590 Н/м та крутний момент $122,47 \text{ Н}\cdot\text{м}$ в центральній частині вала (див. пункт 2.4.4) (рис. 3.2, б).



а)



б)

Рисунок 3.2 – Моделювання вала шнека:

а – сітка кінцевих елементів; б – умови закріплення та навантаження

3.3. Обробка даних, побудова діаграм за результатами моделювання

Результати розрахунку НДС вала шнека за допомогою «модуля кінцевоелементного аналізу Simulation» подано на рис. 3.3 – 3.5.

На рис. 3.3 подано результати розрахунку напружень у валі.



Рисунок 3.3 – Результати розрахунку напружень (за теорією Фон Мізеса)

Як бачимо згідно результатів розрахунку, максимальні напруження у валі становлять ≈ 6 МПа і спостерігаються на кінцевіку вала.

На рис. 3.4 показано деформації вала. Максимальне переміщення точок вала складає $\approx 0,86$ мм.

На рис. 3.5 показано розподіл запасу міцності у валі.

Мінімальне значення коефіцієнту запасу міцності становить ≈ 30 .

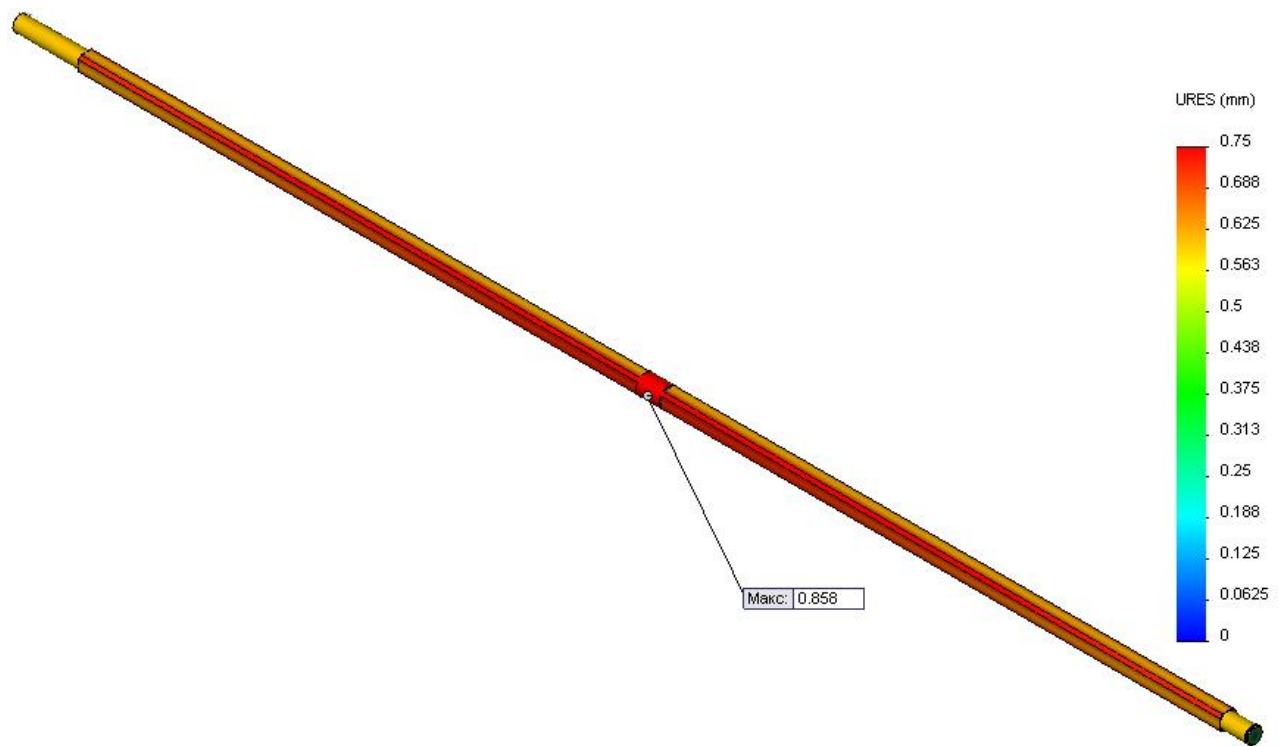


Рисунок 3.4 – Результати розрахунку деформацій вала

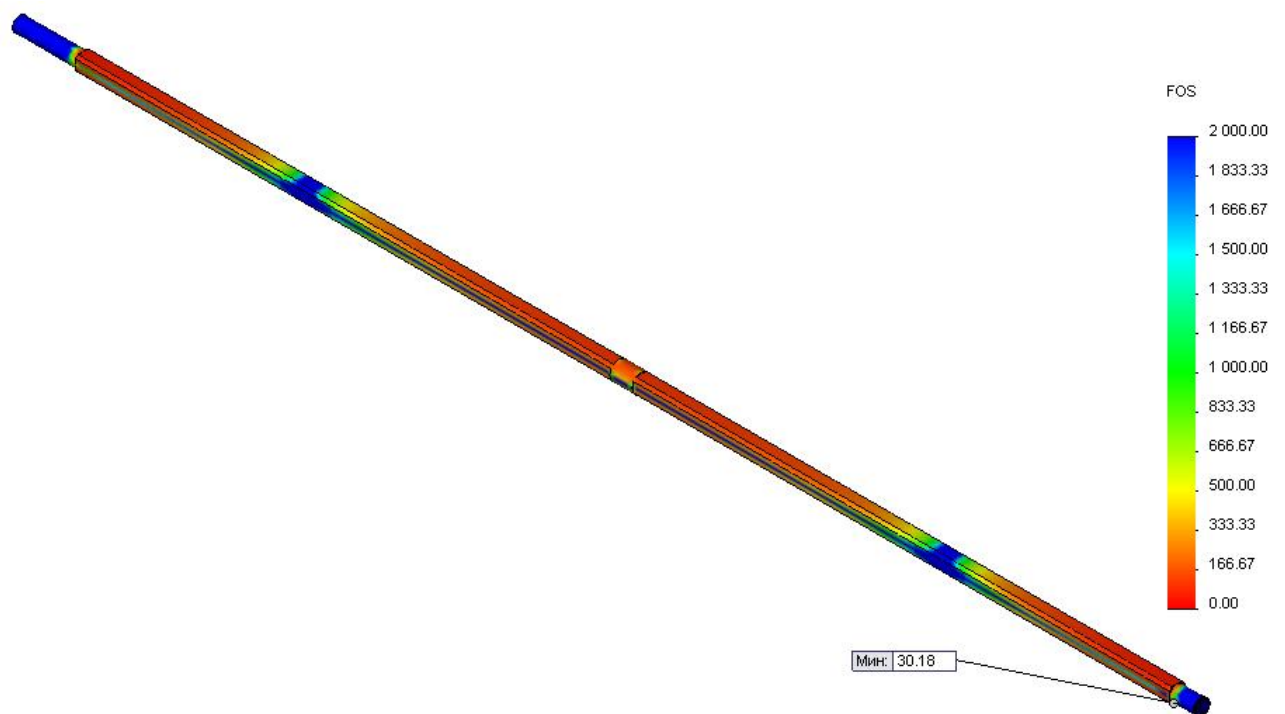


Рисунок 3.5 – Розподіл коефіцієнтів запасу міцності у валі

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Вимоги техніки безпеки при експлуатації посівних машин

Для роботи на посівних машинах допускаються особи не молодше 18 років, що знають будову техніки, правила її експлуатації і пройшли інструктаж з безпеки праці [11]. Працювати на тракторах можуть юнаки не молодше 17 років за умови, якщо на це погодяться профспілковий комітет і медична комісія.

При експлуатації комбінованого посівного агрегату необхідно дотримуватися вимог безпеки передбачених вимогами діючих стандартів. Для безпечної роботи з цією машиною слід керуватися наступними правилами:

- не допускати до роботи осіб без прав тракториста-машиніста, осіб, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що повинен бути зроблений відповідний запис у журналі;
- стороннім особам категорично забороняється знаходитися поблизу працюючої машини;
- забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів машини під час роботи;
- всі види регулювань і технічного огляду виконувати тільки після зупинки машини і при виключеному двигуні трактора;
- забороняється проводити будь-які роботи при відчепленій машині, якщо під її колеса не поставлено противідкатні башмаки;
- забороняється робота на агрегаті у незаправленому одязі;
- перед початком роботи слід переконатися у повній справності всього агрегату, перевірити наявність і міцність кріплень всіх захисних щитків і кожухів; не розпочинати роботу при знятих кожухах;
- про початок руху агрегату необхідно попередити сигналом людей, які стоять поблизу;
- не можна торкатися руками робочих органів машини під час її роботи;
- забороняється знаходитися попереду, позаду і зліва агрегату під час його роботи;

- слід остерігатися рухомих частин механізму;
- після зупинки машини обов'язково перевести важіль коробки зміни швидкостей у нейтральне положення і виключити вал відбору потужностей;
- обганяти транспорт, який рухається, швидкість руху якого перевищує вказану транспортну швидкість машини забороняється;
- перевезення агрегатованої машини у нічний час, під час сильного туману забороняється;
- перегін машини дорогами загального користування необхідно проводити відповідно до "Правил дорожнього руху";
- періодично оновлювати знаки безпеки, які є на машині.

До роботи з технічного обслуговування, транспортування, обкатки і використання машини допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку, інструктаж з техніки безпеки і протипожежної безпеки при наявності відповідного посвідчення.

Працювати необхідно у зручному одязі, щоб не допустити його попадання у рухомі частини машини.

При одночасному обслуговуванні, ремонту машини кількома виконавцями необхідно призначити старшого групи, доручивши йому контроль за дотриманням правил техніки безпеки (черговості робіт).

У машині повинна бути аптечка з необхідними медикаментами.

Наявність на машинах робочих та стояночних гальм повинна бути встановлена у технічних вимогах. Стоянкові гальма повинні утримувати машину на схилі не менше 18%.

Устаткування робочими та стоянковими гальмами і страховими ланцюгами (тросами) типу тракторних причіпів або напівпричіпів є обов'язковим.

Машини, ширина яких перевищує габарит енергозасобу, повинні бути устатковані світлоповертачами; задні світлоповертачі повинні бути червоного, передні – білого кольорів. Допускається замість світлоповертачів нанесення

на елементи продукції машини кругів, трикутників або прямокутників червоного або білого кольорів, вписаних в окружність діаметром 100 мм.

Машини, які при агрегуванні з енергозасобами закривають прилади світлової сигналізації енергозасобу, повинні бути устатковані власними приладами світлової сигналізації.

Машини та робочі органи повинні бути вкомплектовані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні.

Місця встановлення засобів пожежогасіння повинні бути легкодоступними та забезпечувати їх знімання без застосування інструменту.

Елементи конструкції машин повинні забезпечувати безпечний та зручний підхід до них при монтажі, технічному обслуговуванні та ремонті.

Машини, які мають робочі місця оператора, повинні мати систему звукової сигналізації для зв'язку з оператором ЕЗ. Рівень звуку звукового сигналу повинен бути на 8 дБ вище рівня звуку зовнішнього шуму від роботи самого агрегату.

4.2. Захист персоналу та навколишнього середовища від небезпечних виробничих факторів

Охорона навколишнього середовища є важливим завданням загальнодержавного значення, вирішення якого пов'язане з охороною здоров'я людей [9].

Особливу увагу слід приділяти правильному регулюванню паливної апаратури, тому що при неправильному її регулюванні виділяється сажа. Вона викликає подразнення носоглотки, а при тривалій дії - легеневі захворювання.

В атмосферу часто виділяються токсичні речовини, що не є продуктами згорання. До таких в першу чергу належать сполуки свинцю. Як і відпрацьовані гази, атмосферу забруднюють картерні гази та випаровування з бака, в яких міститься майже 40% вуглеводів, що виділяються двигуном. Значної шкоди

завдають ці речовини тваринам. негативно впливають вони на стан земельних угідь, водних ресурсів та тваринного світу.

Необхідно слідкувати за справністю та правильним регулюванням системи живлення, тому від цього залежить кількість токсичних викидів. Склад суміші значно впливає на токсичність відпрацьованих газів та економічність двигунів.

Внаслідок неправильної експлуатації автомобільного парку та самохідних сільськогосподарських машин нафтопродукти потрапляють в ґрунт в результаті переливів при заправках, зливанні відпрацьованих масел з двигунів та агрегатів трансмісії, а також під час миття автомобілів, тракторів та сільськогосподарських машин в непризначених для цього місцях. Значної шкоди завдають нафтопродукти водним джерелам.

Правильна підготовка транспортних засобів та раціональна організація їх роботи також є заходами, що запобігають забрудненню навколишнього середовища. Перед початком роботи щоденно слід провести контрольний огляд автомобіля чи машинно-тракторного агрегату і переконатись у відсутності підтікань палива з елементів системи живлення, масла через нещільності у з'єднаних двигуна, коробки передач, мостів, рульового керування, електроліту з акумуляторних батарей.

Значний вплив на забруднення навколишнього середовища має загальний технічний стан транспортного засобу чи МТА, тому слід пам'ятати, що будь-яка несправність призводить до підвищення витрати палива та збільшення викидів шкідливих речовин. Цьому можна запобігти, якщо раціонально використовувати техніку і високоякісно її обслуговувати.

При широкому впровадженні в сільському господарстві нових технологій, технологічних процесів і енергонасичених і технічних засобів, використання електроенергії, мінеральних добрив, пестицидів одночасно із зростанням продуктивності і культури праці, може поширюватись на працівників шкідлива і небезпечна дія виробничих факторів, спричиняючи різні захворювання і виробничий травматизм. Керівництво підприємства зобов'язане приділяти велику увагу поліпшенню умов і безпеки праці на виробництві. Передбачено створювати сприятливі умови для високопродуктивної праці, покращувати культуру

виробництва, послідовно скорочувати ручну малокваліфіковану і важку фізичну працю.

В процесах сільськогосподарського виробництва повинні бути застосовані змінні режими праці і відпочинку обслуговуючого персоналу.

При переїздах, а також при виконанні робіт під електропередачами напругою до 1000 В віддаль від машини до електричного провідника не повинна бути меншою по горизонталі 1,5 м, а по вертикалі 1 м.

Якщо агрегати працюють біля ліній високої напруги, то віддаль збільшують і в кожному конкретному господарстві є свої норми. Під час викопування картоплі можлива дія таких небезпечних факторів:

- рухомі механізми; незахищені рухомі частини; підвищені рухомі частини;
- підвищення концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони;
- фізичні і нервово психологічні перевантаження, які діють на персонал при роботі;
- підвищення запиленості і загазованості повітря в робочій зоні;
- підвищення рівня шуму на робочому місці.

Розроблені заходи безпеки сприятимуть уникненню травмонебезпечних і аварійних ситуацій при технічному обслуговуванні та експлуатації посівних агрегатів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі ставилося завдання обґрунтувати параметри удосконаленого комбінованого посівного агрегату, шляхом застосування у конструкції його висівного апарату пристрою для розворушування насіння, що запобігатиме злежуванню і заляганню насіння.

Розглянуто конструкції та основні характеристики застосовуваних в Україні посівних машин, будову базового комбінованого посівного агрегату.

Ґрунтуючись на аналізі призначення машини, даних про технологічні процеси, відомостей про оброблюваний матеріал та аналізі конструкцій машин аналогів сформульовано вимоги технічного завдання на розробку агрегату.

На основі інженерних розрахунків обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри проектного агрегату та його вузлів, проведено розрахунки кінематичних параметрів посівних агрегатів, обґрунтовано параметри висівного пристрою, побудовано функціональну, кінематичну та принципову схеми, розроблено робочі креслення вузлів та деталей.

Базуючись на проведених обґрунтуваннях у конструкцію базового комбінованого посівного агрегату внесено конструктивні зміни та проведено відповідні міцнісні і перевіркові розрахунки.

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано параметри вала шнека механізму для розворушування, розроблено модель об'єкту проектування, проведено розрахунки НДС вала шнека за допомогою «модуля кінцевоелементного аналізу Simulation».

Запропонований агрегат для висіву насіння трав дозволить якісно виконувати технологічні процеси із поверхневого обробітку ґрунту на задану глибину з одночасним внесенням мінеральних добрив і висіванням насіння трав.

У роботі також розглянуто питання з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при роботі з посівними агрегатами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. // Суми. Університетська книга – 2008. – 450 с.
2. Гевко Р.Б. Машини сільськогосподарського виробництва. / Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, І.І. Павх. – Тернопіль, 2005. – 228 с.
3. Довбуш А.Д. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 191 с.
4. 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.
5. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – М.: Высшая школа, 1995.
6. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімот та ін., / За ред. В.Ю.Зінченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.
7. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. / Н.И. Кленин, В.А. Сакун – М.: Колос, 1980.
8. Комаристов В.Е. Сельскохозяйственные машины. / В.Е. Комаристов. – М.: Колос, 1984.
9. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. / В.М. Лапін. – Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. – 188 с.
10. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие в 3-х книгах. Изд 2-е. / П.И. Орлов. – М.: Машиностроение, 1977.
11. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlivi
12. Пошук оптимальних конструкцій посівних агрегатів для висіву насіння трав / Басок І., Горгулько Я., Олексюк А., Олексюк В. П. // Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції "Природничі та

- гуманітарні науки. Актуальні питання", 28-29 квітня 2022 р. — Т. : ТНТУ, 2022. — С. 6–7. — (Аграрні науки та продовольство).
13. Проектирование механических передач. 3-е изд. Чернавский С.А. и др. М.: Машиностроение. 1978.
 14. Рослинництво з основами землеробства /М.А. Білоножка, І.С. Руденко, В.І. Мойсеєнко та ін.; за ред. М.А. Білоножка, І.С. Руденка. — К.: Урожай, 1986. — 224 с.
 15. Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1981-1990г. Часть I-II.
 16. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин в четырех томах / Под ред. М.И.Клецкина. — М.: Машиностроение, 1967. — Т.2. — 830 с.
 17. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. / Под ред. Кицкина Н.И. том 1, 2 2-е издание. — М.: Машиностроение, 1979.
 18. Сысолин П.В. Методы проектирования сельскохозяйственных машин для полеводства. / П.В. Сысолин . — К.: НМК ВО, 1993. — 152с.
 19. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин /Под ред. Е.С. Босого. — М.: Машиностроение, 1978.- 568с.
 20. Хомик Н.І. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина перша / Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш, В П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.
 21. Хомик Н.І. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина друга / Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш, В П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.
 22. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування з орієнтацією на спеціалізацію «Машини сільськогосподарського виробництва» / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. — Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. — 164 с.

23. 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.
24. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів / І.І. Водяник. – К. : Урожай, 1994. – 224 с.
25. Нові мобільні енергетичні засоби України // Навчальний посібник / Надикто В.Т., Крижачківський М.Л., Кюрчев В.М., Абдула С.Л. – 2006. – 337с.
26. 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.
27. 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.

ДОДАТКИ