

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Обґрунтування параметрів машини для мульчування
сільськогосподарських культур**

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

Галузеве машинобудування

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Рубан Н.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Довбуш А.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Комар Р.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Гевко Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Гевко Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)
студенту Рубану Назарію Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування параметрів машини для мульчування
сільськогосподарських культур

Керівник роботи Гевко Роман Богданович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 01 » вересня 2020 року № 4/7-616

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи

Базова конструкція мульчувача, ширина захвату – 3,45 м,
продуктивність агрегату – 3,4 га/год, робоча швидкість – 10 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. Мульчувач. Загальний вигляд. - 1А1. 2. Рама. Складальне креслення. – 1А1.

3. Ротор. Складальне креслення. – 1А1. 4. Дослідження НДС ножа мульчувача. – 1А1.

5. Операційно-технологічна карта мульчування стерні. – 1А1. 6. Деталювання. – 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		
	Клепчик В.М., ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

21.06.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування.	20.10.2020 р.	
2	Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки.	10.11.2020 р.	
3	Дослідження параметрів об'єкту розробки	20.11.2020 р.	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.	30.11.2020 р.	
5	Реферат. Вступ. Висновки.	02.12.2020 р.	
6	Графічна частина. Специфікації	05.12.2020 р.	

Студент

(підпис)

Рубан Н.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гевко Р.Б.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Рубан Назарій Васильович.

Тема роботи – «Обґрунтування параметрів машини для мульчування сільськогосподарських культур».

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

Керівник роботи – Гевко Роман Богданович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Актуальність теми роботи

Одним з методів подолання посухи та несприятливого температурного режиму є застосування мульчування. Мульчування зменшує випаровування вологи, забур'яненість посівів, регулює температуру у верхньому шарі ґрунту, запобігає утворенню ґрунтової кірки, поліпшує фізичні властивості і посилює мікробіологічні процеси ґрунту. Все це підвищує польову схожість насіння, сприяє дружній появі сходів, що значною мірою підвищує врожайність і вихід стандартної продукції сільськогосподарських культур. При застосування органічної мульчі в ґрунт вносяться елементи живлення, мульчуючі матеріали дешеві та доступні. Основним недоліком при застосуванні органічної мульчі є складність механізованого внесення мульчі на полях.

Тому тематика дипломної роботи є надзвичайно актуальною.

Мета роботи

Основною метою дипломної роботи магістра є удосконалення навісної машини для мульчування сільськогосподарських культур, шляхом розробки конструкції ротора та обґрунтування її параметрів.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Машина для мульчування сільськогосподарських культур.

Предмет дослідження. Технологічні, енергетичні розрахунки та розрахунки на міцність вузлів машини для мульчування.

Методи дослідження. Теоретико-емпіричний, теорії міцності, графічний, порівняльний, математичного моделювання.

Отримані результати:

- проаналізовано особливості виконання операції мульчування сільськогосподарських культур машинами даного типу і виділено основні переваги та недоліки машин-аналогів.
- проведено розрахунки основних параметрів машини для мульчування, тобто технологічні та конструктивні розрахунки механізмів даного агрегату.
- розроблено конструкції складальних одиниць та деталей;
- проведено міцнісні розрахунки найбільш навантажених деталей;
- обґрунтовано кінематичні параметри мульчувача, досліджено напружено-деформований стан ножа мульчувача;
- пророблено питання з охорони праці при роботі із машинами для мульчування сільськогосподарських культур та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано конструкцію навісної машини для мульчування сільськогосподарських культур, шляхом впровадження нової конструктивної схеми навісної машини та шарнірного розміщення ножів подрібнювача.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на IX міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 2020 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 – 47 арк., додатки – 6 арк. формату А4, графічна частина – 6 аркушів формату А1.

Ключові слова: мульчувач, навісна машина, ротор, ніж, волога, ґрунт.

Зміст

Вступ	6
1. Аналіз особливостей об'єкту проектування	7
1.1. Опис об'єкту розробки	7
1.2. Огляд існуючих конструкцій мульчувачів	8
1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра	11
2. Обґрунтування основних параметрів машини для мульчування с/г культур	13
2.1. Операційний розрахунок МТА	13
2.1.1. Тяговий розрахунок МТА	13
2.1.2. Кінематичний розрахунок МТА	16
2.1.3. Розрахунок продуктивності та витрат палива	19
2.2. Міцнісні та перевіркові розрахунки	22
2.2.1. Розрахунок болтових з'єднань	22
2.2.2. Розрахунок зварних швів	24
2.2.3. Розрахунок привідного вала на кручення	25
2.3. Енергетичні розрахунки	30
2.3.1. Компоновка приводу мульчувача	30
3. Дослідження параметрів об'єкту розробки	33
3.1. Обґрунтування кінематичних параметрів мульчувача	33
3.2. Розробка моделі об'єкту досліджень	35
3.3. Аналіз даних за результатами досліджень	37
4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	40
4.1. Вимоги безпеки праці при роботі з ґрунтообробною технікою	40

4.2. Заходи безпеки при роботі з ґрунтообробною технікою в аварійних ситуаціях -----	42
Загальні висновки -----	43
Перелік посилань -----	44
Додатки -----	47

ВСТУП

На сьогодні в нас в країні склалася напружена екологічна обстановка в навколишньому природньому середовищі, однією з проявів якої є глобальне потепління. Промисловість, поява великих мегаполісів, інтенсифікація галузей народного господарства погіршують наслідки парникового ефекту. Для сільськогосподарської галузі є реальна загроза до активного розкладування гумусу в ґрунті та пошане зволоження ґрунтів нашої країни. У літку варто очікувати збільшення дефіциту вологи для рослин у ґрунтах. При наступних кліматичних змінах актуальними питаннями є максимальне накопичування опадів на протязі всього сезону та раціональніше використання вологи у теплу пору року.

Систему органічного вирощування слід будувати на забезпечуванні такого циклу обміну поживними речовинами рослин, котрий підвищуватиме біологічну активність та родючість ґрунтів. Потрібно розробляти такі системи провадження землеробства у відповідності до новітніх форм господарювання та враховуючи кліматичні зміни. Дієвим методом подолання посухи та несприятливих температурних режимів є проведення мульчування.

Мульчування дозволяє зменшити випарювання вологи, забур'яненість полів, регулювати температуру у верхніх шарах ґрунтів, попереджає утворення ґрунтових кірок, покращити фізичні якості та посилити мікробіологічні процеси в ґрунті. Тому мульчування деколи носить назву „сухий полив”. Все це дозволяє підвищувати польову схожість посівів, сприятиме дружнім появам сходів, що багато в чому підвищить як врожайність так і вихід продукції вирощуваних сільськогосподарських культур.

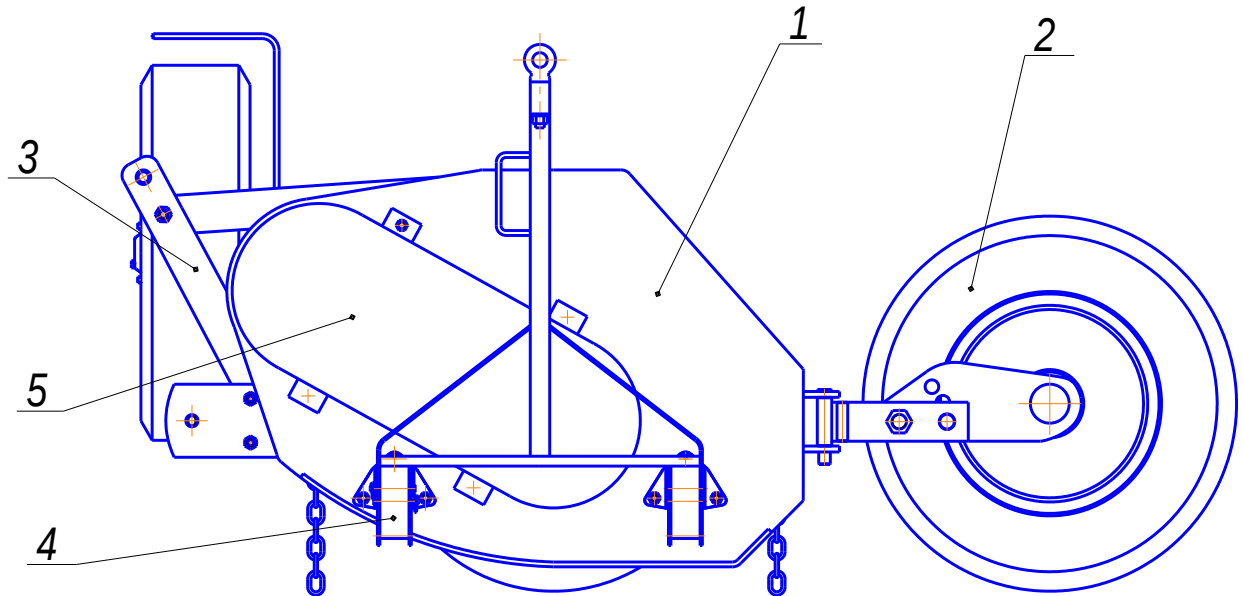
При використанні органічної складової при мульчуванні в ґрунти потрапляють поживні елементи для живлення, особливо при мульчуванні дешевих та доступних матеріалів. Основною складністю при застосуванні органічного мульчування є трудоемкість механізації внесення мульчі.

Тому тематика кваліфікаційної роботи є надзвичайно актуальною.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Опис об'єкту розробки

Проектований мульчувач призначається для подрібнення рослинних залишків практично усіх сільськогосподарських культур.



1 – рама; 2 – колісний хід; 3 – навіска; 4- причіпний пристрій;
5 – трансмісія

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд мульчувача

Рама пропонованого мульчувача складається з боковин і брусів, які з'єднані зварними швами. З метою підтримання заданої висоти зрізу машина облаштована двома опорними колесами, одне з яких, додатково, також виконує роль транспортного. Для запобігання викидування з-під ножів інородних предметів на рамі мульчувача встановлено та закріплено захисні ланцюги.

Робочий орган мульчувача – ротор. Він обладнаний Y- подібними ножами, які є закріпленими шарнірно. Ротор закріплюється в боковинах рами на шарикопідшипникових опорах. Підшипники пропонується застосовувати самоустановочні.

Привід самого ротора здійснюється від валу відбору потужності (ВВП) трактора через трансмісію, що складається з таких елементів: конічний редуктор, карданна та пасова передачі. З метою запобігання поломок складових елементів трансмісії при зупинці ротора, привід плануємо обладнати також обгінною муфтою. Проектна частота обертів ротора складає 2000 об/хв. Регулювати висоту зрізу можна здійснювати через зміну положення опорної поверхні коліс стосовно рами мульчувача.

Перевід в транспортне положення робиться шляхом переведення опорного колеса в режим транспортного положення. Для цього треба виконати наступні операції: опустити і повернути колесо для транспортування, повернути опорне колесо, опорну стійку висунути, причіпний пристрій, розміщений на лівій боковині перевести в горизонтальне положення, далі опустити сам мульчувач на поверхню і від'єднати його від навіски енергозасобу, з'єднати причіпний гак з причіпним пристроєм для транспортування.

Технологічний процес мульчування сільськогосподарських культур проходить в наступній послідовності. Ротор мульчувача, рухаючись по полю, обертається, створювана відцентрова сила відкидає ножі, що зрізують і подрібнюють стерню та залишки рослин, а також рівномірно розкидують їх по поверхні поля. Після проходження МТА на поверхні поля залишається змульчований шар соломи, як і передбачається ґрунтозахисними технологіями.

1.2. Огляд існуючих конструкцій мульчувачів

Для проведення операцій подрібнення поживних залишків різних сільськогосподарських культур використовуються спеціальні машини — мульчувачі.

Мульчувач ИМС-2,8 (рис. 1.2) виготовляється ВАТ «Агропромтехніка» призначений для збирання залишків гички цукрового буряку, подрібнення та розкидування її по поверхні поля, а також для подрібнення поживних рештків і

рівномірного розкидання цієї подрібленої маси по полю.

Подрібнювач (мульчувач) складається з рами 1, трансмісії 2, причіпного пристрою 3, ротора 4 та опорних коліс 5 (рис. 1.2).

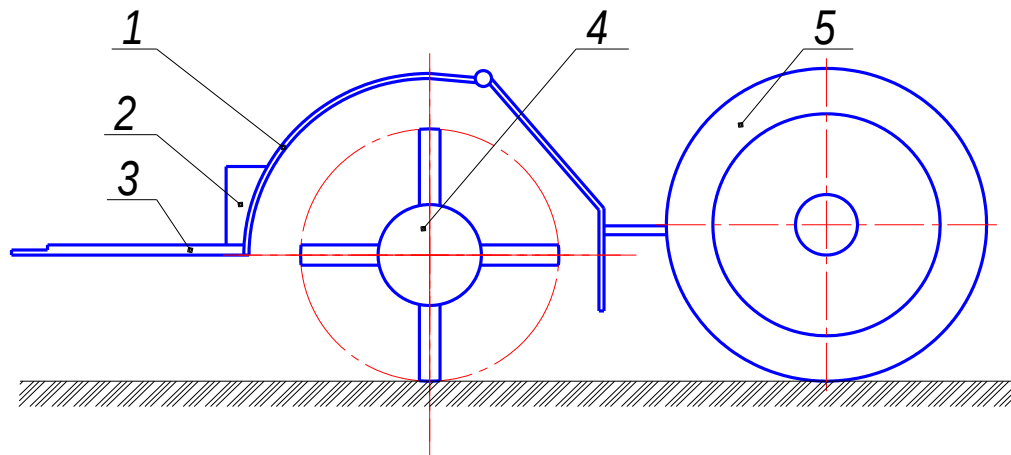


Рисунок 1.2 – Схема мульчувача ИМС-2,8

Даний мульчувач може агрегатуватися з тракторами класу 1,4 тс. Привод ротора здійснюється від ВВП енергозасобу. Він обладнується двома обгінними муфтами, які роблять неможливим скручування вала. Продуктивність даного подрібнювача складає 2,1-2,3 га/год, робоча швидкість пересування 6,5-9 км/год.

Основним недоліком цієї машини вважається її низька робоча швидкість, через що маємо доволі низьку продуктивність.

Мульчувач RC12 (рис. 1.3) виготовляється фірмою RHINO і призначений для подріблювання рослинних залишків соняшнику, кукурудзи та стебельних колосових зернових, а також олійних культур.

Цей мульчувач складається з рами 1, трансмісії 2, навісного пристрою 3, ротора 4 та захисних механізмів. В порівнянні з мульчувачем ИМС-2,8 він має дещо більшу робочу швидкість, а отже і більшу продуктивність.

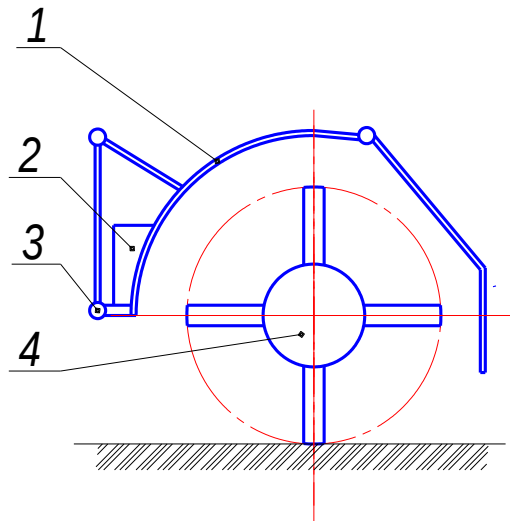


Рисунок 1.3 – Схема мульчувача RC12

Недоліком мульчувача RC12 вважається відсутність уніфікації самої навіски. Тобто, така машина може агрегатуватись лише із закордонними тракторами з потужністю двигунів більше 200 к.с.

Мульчувач NK 4801 фірми KUHN складається з рами 1, трансмісії 2, навіски 3, ротора 4 та опорних коліс 5 (рис. 1.4).

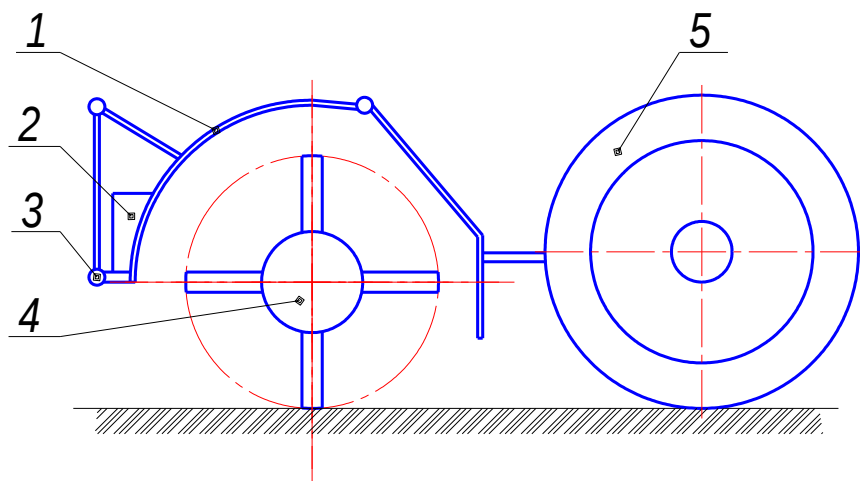


Рисунок 1.4 - Схема мульчувача NK 4801

Мульчувач NK 4801 призначено для виконання тих самих функцій, що і попередньо розглянуті машини. Даний агрегат володіє більшою шириною захвату,

тому, в приводі вала крутящий момент передається на обидва кінці робочого валу. Навіска такої машини має доволі універсальну конструкцію.

Основними недоліками представленого агрегату є відсутність причіпного пристрою для переведення в транспортне положення, а також не дуже надійні захисні пластини, які доволі часто виходять з ладу.

Мульчувач BNG 270.

Особливість мульчувача BNG 270, що випускається фірмою KUHN полягає в тому, що привод ротора забезпечується на обидва кінці вала, а також ножі на самому роторі закріплено шарнірно.

Технічна характеристика проаналізованих мульчувачів представлена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Коротка технічна характеристика мульчувачів

Показники	Машина			
	ИМС-2,8	RC12	NK 4801	BNG 270
Робоча ширина захвату, м	2,8	3,66	4,95	2,6
Робоча швидкість, км/год	6,5...9	10...12	10...12	10...12
Необхідна потужність трактора, к.с.	70	90	140	63
Маса, кг	1320	1730	2667	1010

1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи магістра

З метою подрібнення поживних залишків різноманітних сільськогосподарських культур, з подальшим розвитком технологій мінімального

обробітку ґрунту, все частіше використовуються спеціальні пристрої – машини для мульчування.

Зниження приведених витрат при вирощуванні зернових культур та збільшення їх урожайності можливе за рахунок включення в технологічну карту процесу операції мульчування та використання стерньових посівів.

В результаті аналізу наявних передових прогресивних технологій встановлено, що існує доволі широка гама мульчувачів, однак кожен з них має свої певні недоліки:

- низькі робочі швидкості, внаслідок чого маємо незначну величину продуктивності;
- відсутність уніфікації навіски, тобто такі машини можуть агрегатуватись тільки з закордонними тракторами з потужністю двигуна більше 200 к.с.;
- відсутність причіпних пристроїв для транспортного положення;
- ненадійні захисні пластини, які дуже швидко виходять з ладу.

Для усунення цих недоліків нами пропонується нова конструктивна схема навісної машини для мульчування різноманітних сільськогосподарських культур.

Використання цієї машини дозволить агрегатувати мульчувач з серійним трактором МТЗ-1523, шарнірне розміщення ножів подрібнювача дасть змогу повністю використати показник кінематичного режиму роботи, тобто забезпечить максимальну швидкість руху МТА по полі, збільшуючи його продуктивність.

Тому, основним завданням кваліфікаційної роботи магістра буде удосконалення навісної машини для мульчування сільськогосподарських культур, шляхом розробки конструкції ротора.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ ДЛЯ МУЛЬЧУВАННЯ С/Г КУЛЬТУР

2.1. Операційний розрахунок МТА

2.1.1. Тяговий розрахунок МТА

Проектований МТА використовується для поверхневого обробітку ґрунту – мульчування стерні. Попередньо приймаємо трактор МТЗ-1523. Потужність, що витрачається на переміщення робочої машини і переміщення самого трактора визначається за формулою [9]:

$$N_{e.m.} = \frac{[R_M + G(f + i)]v_p}{3,6 \cdot \eta_{mz} \eta_{\delta}}, \quad (2.1)$$

де R_M - робочий тяговий опір агрегату, кН;

G – вага трактора, кН;

f - коефіцієнт опору коченню трактора;

i – нахил поверхні поля;

η_{mz} - механічний к.к.д. трансмісії трактора;

η_{δ} - коефіцієнт пробуксовування рушіїв трактора.

Повний тяговий опір агрегату визначається за формулою [18]:

$$R_M = kB_k + G_M \cdot i, \quad (2.2)$$

де k - питомий тяговий опір машини, кН/м;

B_k - конструктивна ширина захвату машини, м;

G_M - вага машини, кН.

$$R_M = 1,1 \cdot 3,45 + 16,5 \cdot 0,05 = 4,62 \text{ кН}.$$

Механічний к.к.д. трансмісії колісних тракторів визначається за наступною формулою [18]:

$$\eta_{мг} = \eta_{цил}^{\alpha} \cdot \eta_{кон}^{\beta}, \quad (2.3)$$

де $\eta_{цил}, \eta_{кон}$ - відповідно механічний к.к.д. пари конічних та циліндричних шестерень трансмісії трактора;

α, β - відповідно кількість пар зубчастих зачеплень в трансмісії при роботі на даній передачі.

$$\eta_{мг} = 0,97^3 \cdot 0,98^1 = 0,894.$$

Коефіцієнт пробуксовування рушіїв трактора визначається за формулою:

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100}, \quad (2.4)$$

де δ - буксування рушіїв в даних умовах, %.

При роботі на стерні для тракторів буксування рушіїв складає 13% [17].

Тоді,

$$\eta_{\delta} = 1 - \frac{13}{100} = 0,87.$$

Тепер можемо визначити потужність.

$$N_{e.m.} = \frac{[4,62 + 50(0,08 + 0,05)] \cdot 10}{3,6 \cdot 0,894 \cdot 0,870} = 39,7 \text{ кВт}.$$

Визначимо подачу матеріалу на робочі органи машини за формулою:

$$q = \frac{U \cdot B_p \cdot v_p}{36}, \quad (2.5)$$

де U - урожайність маси, т/га.

$$q = \frac{4 \cdot 3,45 \cdot 10}{36} = 3,83 \text{ кг/с}.$$

Загальний тяговий опір агрегату складається з опору машини та приведенного опору, який визначається за формулою [8]:

$$R_{PP} = \frac{3,6 \cdot N_{BPI} \cdot \eta_{m2}}{v_p \eta_{BPI}}; \quad (2.6)$$

де N_{BPI} - витрати потужності на привід робочих органів через ВВП трактора, кВт;

η_{BPI} - к.к.д. механічної передачі від двигуна трактора до ВВП.

$$R_{PP} = \frac{3,6 \cdot 64,3 \cdot 0,894}{10 \cdot 0,95} = 21,7 \text{ кН}.$$

Тепер можемо визначити загальний тяговий опір мульчувача.

$$R = R_M + R_{PP}; \quad (2.7)$$

$$R = 39,7 + 21,7 = 61,4 \text{ кН}.$$

Ефективність комплектування МТА визначимо за величиною коефіцієнтів використання тягового зусилля та потужності двигуна трактора.

Прийmemo для руху трактора 3 передачу.

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора визначається за формулою:

$$\xi_P = \frac{P_{TH}}{P_{НОМ}}; \quad (2.8)$$

$$\xi_P = \frac{61,4}{65,6} = 0,93.$$

Отже, скомплектований агрегат забезпечує завантаження трактора на 93%, що є нормативним значенням.

2.1.2. Кінематичний розрахунок МТА

Кінематичні розрахунки полягають у визначенні кінематичних характеристик МТА при русі на робочій ділянці поля. Для обробітку ділянки приймаємо «гоновий човниковий спосіб руху з петлевими грушоподібними поворотами» МТА (рис. 2.1) [8].

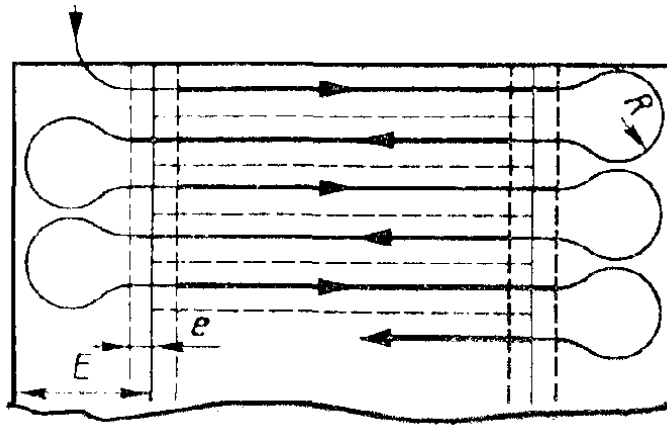
Визначимо ширину поворотної смуги.

При пересуванні з петлевими поворотами ширина поворотної смуги визначається за формулою [8, 9]:

$$E = 2,8R + 0,5B_p + e. \quad ($$

Для навісних машин радіус повороту МТА рівняється радіусу повороту трактора.

$$E = 2,8 \cdot 4,8 + 0,5 \cdot 3,45 + 2,1 = 17,26 \text{ м.}$$



E — ширина поворотної смуги, e — довжина прямолінійного виїзду,

R — радіус повороту МТА.

Рисунок 2.1 — Схема човникового способу руху

Ширину поворотної смуги приймемо кратною ширині захвату МТА.

$E = 17,25$ м, що відповідає 5-ти проходам МТА.

Робоча ділянка має площу 50 га (рис. 2.2).

Визначимо загальну довжину робочих ходів МТА по основній ділянці.

$$S_p = \frac{F}{B_p}, \quad (2.10)$$

де F — площа ділянки, м^2 .

Площа робочої ділянки рівна різниці площі поля та площ поворотних смуг, тобто: $(1200 \cdot 416) - (34,3 \cdot 416) = 484931,2 \text{ м}^2$.

Тоді,

$$S_p = \frac{484931,2}{3,45} = 140559,8 \text{ м.}$$

Кількість поворотів на полі визначається за формулою:

$$n_x = \frac{B}{B_p} - 1, \quad (2.11)$$

Де B – ширина робочої ділянки, м.

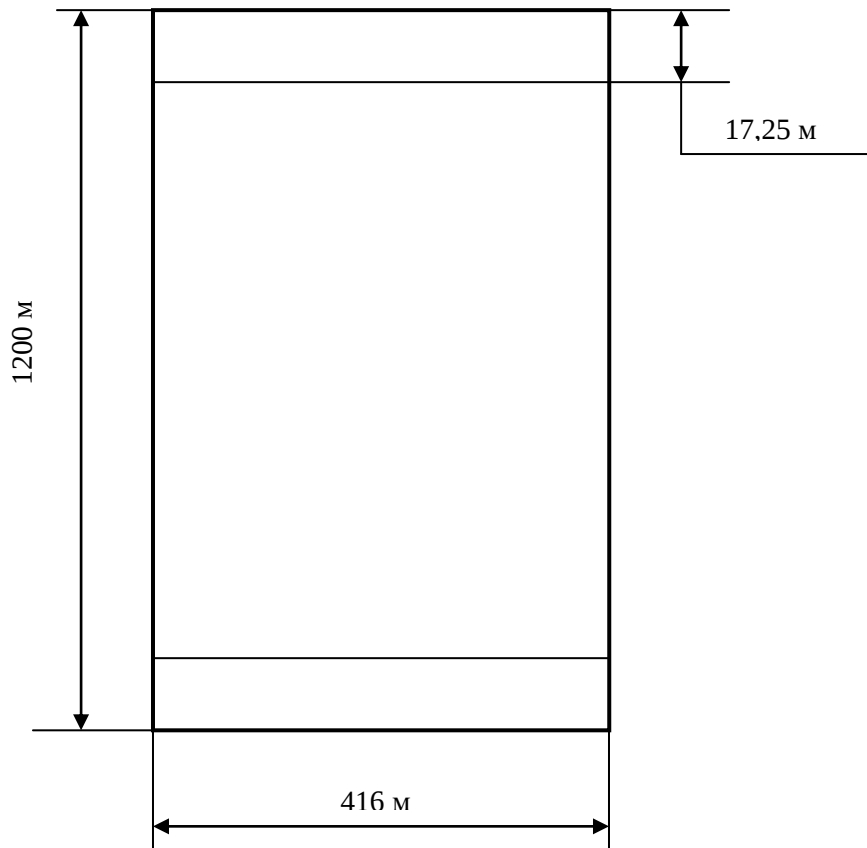


Рисунок 2.2 – Схема робочої ділянки

$$n_x = \frac{416}{3,45} - 1 = 119.$$

Загальна довжина холостих ходів визначимо за формулою [23]:

$$S_x = n_x(6R + 2e) + 6R + 2e; \quad (2.12)$$

$$S_x = 119(6 \cdot 4.8 + 2 \cdot 2.1) + 6 \cdot 4.8 + 2 \cdot 2.1 = 3960 \text{ м.}$$

Тепер можемо визначити коефіцієнт робочих ходів.

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x}; \quad (2.13)$$

$$\varphi = \frac{140559,8}{140559,8 + 3960} = 0,973.$$

Отже, вибраний нами спосіб руху МТА забезпечує 97,3% всього руху МТА на виконання безпосередньо операції мульчування.

2.1.3. Розрахунок продуктивності та витрат палива

Норма продуктивності визначається за формулою [23]:

$$H_B = \frac{T_{зм} - (T_{п.з} + T_{від} + T_{ос.п} + T_{обс})}{60 \times (1 + r_{пов} + r_{пер} + r_{доп.р})} \times W, \quad (2.14)$$

де $T_{зм}$ - тривалість зміни, хв (420 або 360);

$T_{пз}$ - тривалість підготовчо-заключних робіт;

$T_{вд}$ - норматив на тривалість відпочинку протягом зміни;

$T_{осп}$ - час для особистих потреб;

$T_{обс}$ - обслуговування агрегату протягом зміни;

$\Gamma_{пов}$, $\Gamma_{пер}$ $\Gamma_{доп\ p}$ - коефіцієнти поворотів, переїздів та інших допоміжних робіт.

Продуктивність за годину основного часу розраховують за формулою:

$$W = 0.1 \cdot B_p \cdot V_p, \quad (2.15)$$

де B_p - робоча ширина захвату агрегату, м;

V_p - робоча швидкість руху, км/год.

$$W = 0.1 \cdot 3,45 \cdot 10,6 = 3,65 \text{ га.}$$

Коефіцієнт поворотів визначається за формулою:

$$\Gamma_{пов} = \frac{V_p \times T_{пов}}{3,6 \times L}, \quad (2.16)$$

де $T_{пов}$ - час одного повороту, хв

L - середня довжина гону, м.

Час повороту визначимо за формулою:

$$T_{пов} = \frac{L_{пов}}{V_p}, \quad (2.17)$$

де $L_{\text{ПОВ}}$ – довжина повороту, км.

При русі з петлевими поворотами довжина повороту складає [7]:

$$L_{\text{ПОВ}} = (6,6 \dots 8,0)R; \quad (2.18)$$

$$L_{\text{ПОВ}} = (6,6 \dots 8,0)4,8 = 31,6 \dots 52,8 \text{ м.}$$

Приймаємо $L_{\text{ПОВ}} = 0,04$ км.

$$T_{\text{ПОВ}} = \frac{0,04}{10,6} = 0,2 \text{ хв.}$$

Оскільки МТА працює на одній ділянці, то коефіцієнт переїздів складає "1".

Тривалість складових зміни визначимо з нормативів [23].

$$H_B = \frac{420 - (38 + 30 + 4)}{60(1 + 0,2 + 0 + 0)} 3,65 = 17,64 \text{ за.}$$

Питомі витрати палива визначаються за формулою:

$$Q_{\text{за}} = \frac{T_0 \cdot Q_0 + T_{\text{пов}} \cdot Q_{\text{пов}} + T_{\text{зуп}} \cdot Q_{\text{зуп}}}{H_B}, \quad (2.19)$$

де T_0 , $T_{\text{пов}}$, $T_{\text{зуп}}$ - затрати часу протягом зміни відповідно на виконання основної роботи, на повороти, на зупинки;

Q_0 , $Q_{\text{пер}}$, $Q_{\text{зуп}}$, - норматив витрати палива відповідно на виконання основної роботи, при поворотах, переїздах і на зупинках, кг.

Знайдемо загальні витрати часу на повороти:

$$T_{нов} = L_{нов} \cdot n_x ;$$

(
2.20)

$$T_{нов} = 0,2 \cdot 119 = 23,8 \text{ хв} = 0,4 \text{ год}.$$

$$Q_{га} = \frac{5,8 \cdot 24 + 0,2 \cdot 15 + 0,25 \cdot 8,5}{17,64} = 8,1 \text{ кг / га}.$$

Отже, продуктивність МТА складає 3,65 га/год, а питомі витрати палива рівні 8,1 кг/га. При цьому агрегат рухається по полю «човниковим гоновим способом з петлевими грушеподібними поворотами» та розворотами з коефіцієнтом робочих ходів 0,97.

Проведені розрахунки підтверджують ефективність комплектування розробленого мульчувача з трактором МТЗ-1523.

2.2. Міцнісні та перевіркові розрахунки

2.2.1. Розрахунок болтових з'єднань

Проведемо розрахунки болтових з'єднань, що кріплять корпуси підшипникових опор до рами мульчувача, оскільки вважаємо ці з'єднання найбільш відповідальними. Для з'єднання проектуємо болти М20, що встановлюються в отвори без зазору (рис. 2.3) [6].

Дане болтове з'єднання навантажується поперечною силою. Тому болт необхідно розраховувати як на зріз так і на зминання. Умова міцності на зріз болта має вигляд:

$$\tau_c = F / (\pi d_0^2 / 4) \leq [\tau_c], \quad (2.21)$$

де τ_c - розрахункове напруження зрізу;

F – поперечна сила, що зрізає болт. Конструктивно приймаємо $F=1850$ Н;

d_0 – діаметр стержня болта;

$[\tau_c]$ - допустиме напруження зрізу.

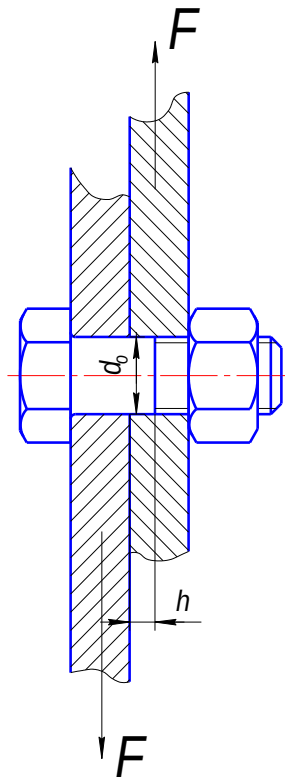


Рисунок 2.3 – Схематизація навантажень болтового з'єднання

Допустиме напруження зрізу болта визначається за формулою:

$$[\tau_c] = (0,2 \dots 0,3) \sigma_T, \quad (2.22)$$

де $[\tau_c]$ - межа текучості. Для сталі Ст3 $[\tau_c] = 220$ МПа.

$$[\tau_c]=0,3 \cdot 220=66 \text{ МПа}$$

$$\tau_c=1850/(3,14 \cdot 182/4)=7,3 \text{ МПа.}$$

7,3 < 66,0, отже умова міцності виконується.

Умова міцності на згин болта має вигляд:

$$\sigma_{cm} = (F / d_0 h) \leq [\sigma_{cm}], \quad (2.23)$$

де σ_{cm} - розрахункове «напруження зминання болтового з'єднання»;

h – довжина найбільш згинаючої частини стержня болта;

$[\sigma_{cm}]$ - допустиме «напруження зминання болтового з'єднання».

Допустиме «напруження зминання болтових з'єднань» при кріпленні сталевих деталей визначається за формулою:

$$[\sigma_{cm}]=0,8 \sigma_T; \quad (2.24)$$

$$[\sigma_{cm}]=0,8 \cdot 220=176,0 \text{ МПа.}$$

Значення $[\sigma_{cm}]$ визначимо за формулою:

$$\sigma_{cm}=1850/(18 \cdot 15)=6,9 \text{ МПа.}$$

6,9 < 176,0 умова міцності виконується.

Оскільки умови міцності виконуються, очевидно що прийнятий діаметр болта 18 мм задовольняє умови експлуатації.

2.2.2. Розрахунок зварних швів

Проведемо розрахунок зварного шва №1, як найбільш навантаженого (з конструктивних міркувань). Цей шов є тавровим, товщина стінки труби $\delta=5$ мм, $T=104$ Н·м, $M=7\cdot10^3$ Н·м. трубу виконаємо зі сталі Ст 3, зварювання ручне з використанням електродів Э42. $[\sigma]_p=157$ МПа [6].

Визначимо напруження від крутного моменту T

$$\tau_T = 2 \cdot T / (0,7 \kappa \pi \cdot d^2), \quad (2.25)$$

$$\tau_T = 2 \cdot 10^7 / (0,7 \kappa \pi \cdot 150^2) = 4,65 \cdot 10^2 / \kappa.$$

Визначимо напруження від згинаючого моменту M :

$$\tau_M = 4 \cdot M / (0,7 \kappa \pi \cdot d^2), \quad (2.26)$$

$$\tau_M = 4 \cdot 7 \cdot 10^6 / (0,7 \kappa \pi \cdot 150^2) = 6,5 \cdot 10^2 / \kappa.$$

Сумарне напруження складає:

$$\tau = \sqrt{\tau_T^2 + \tau_M^2} \leq [\tau']; \quad (2.27)$$

$$\tau = (10^2 / \kappa) \sqrt{4,65^2 + 6,5^2} \cdot 10^2 / \kappa \leq [\tau'] = 94 \text{ МПа}.$$

Звідки катет шва $\kappa=8,5$ мм.

2.2.3. Розрахунок привідного вала на кручення

Визначимо реакції в опорах осі через рівняння моментів (А і В) [12].

$$\sum M_A = R_B \cdot l - q \cdot \frac{l}{2} - M = 0; \quad (2.28)$$

$$\sum M_B = -R_A \cdot l + q \cdot \frac{l}{2} + M = 0. \quad (2.29)$$

З даних рівнянь знайдемо реакції в опорах:

$$R_B = \frac{q \cdot \frac{l}{2} + M}{l}; \quad (2.30)$$

$$R_A = \frac{q \cdot \frac{l}{2} + M}{l}. \quad (2.31)$$

Визначимо крутний момент на осі [10].

$$T = \frac{9,55 \cdot N}{n}, \quad (2.32)$$

де N - потужність, кВт;

n - частота обертання осі, об/хв.

$$T = \frac{9,55 \cdot 5,2 \cdot 10^3}{190} = 261,4 \text{ Нм.}$$

$$R_B = \frac{154,2 \cdot \frac{0,7}{2} + 261,4}{0,7} = 450,5 \text{ Н} = R_A.$$

Визначимо момент інерції перерізу за найбільших навантажень (епюра крутних моментів) [12].

$$W_z = \frac{M_{\max}}{[\sigma]}, \quad (2.33)$$

де $M_{\max}$ - максимальний крутний момент, Нм;

$[\sigma]$ - допустиме напруження, МПа.

$$W_z = \frac{261400}{[250 \cdot 10^6]} = 10,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

Знайдемо діаметр осі з умови міцності для круглого перерізу.

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_z}{\pi}}; \quad (2.34)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 10,5 \cdot 10^{-4}}{3.14}} = 0.0107 \text{ м.}$$

Приймаємо діаметр вала 12 см.

Визначимо напруження в небезпечному перерізі. Амплітуда напружень:

$$G_a = G_{3r} = M \cdot 1000 / W_{\text{нстто}}, \quad (2.35)$$

де $W_{\text{нстто}}$ – осьовий момент опору перерізу вала.

Для суцільного круглого перерізу осьовий момент опору визначається за формулою:

$$W_{\text{нстто}} = 0.1 \cdot d^3; \quad (2.36)$$

$$W_{\text{нстто}} = 0.1 \cdot 120^3 = 172800 \text{ мм}^3.$$

Тоді,

$$G_a = 261.4 \cdot 1000 / 172800 = 2 \text{ МПа}.$$

Дотичні напруження змінюються за нульовим циклом, при якому амплітуда t_a рівна половині розрахункових напружень t_k [12].

$$t_a = t_k / 2 = M_k / (2 \cdot W_{\text{пнстто}}), \quad (2.37)$$

де $W_{\text{пнстто}}$ – полярний момент інерції.

Для круглого перерізу він визначається за формулою:

$$W_{\text{пнстто}} = 0.2 \cdot d^3; \quad (2.38)$$

$$W_{\text{пнстто}} = 0.2 \cdot 120^3 = 345600 \text{ мм}^3.$$

Тоді,

$$t_a = 47 / (2 \cdot 345600) \approx 0 \text{ МПа.}$$

Отже, можемо знехтувати.

Коефіцієнт концентрації нормальних та дотичних напружень визначається за формулою [10, 12]:

$$(K_g)_d = [K_g / K_d + K_\phi - 1] \cdot (1 / K_v); \quad (2.39)$$

$$(K_T)_d = [K_T / K_d + K_\phi - 1] \cdot (1 / K_v), \quad (2.40)$$

де, $K_g = 1.62$, $K_T = 1.42$ – ефективні «коефіцієнти концентрації напружень»;

$K_d = 0.67$ – коефіцієнт впливу абсолютних розмірів поперечного перерізу;

$K_\phi = 1$ – коефіцієнт впливу шорсткості вала;

$K_v = 1.45$ – коефіцієнт впливу поверхневого зміцнення вала (цементация.)

$$(K_g)_d = [1.62 / 0.67 + 1 - 1] \cdot (1 / 1.45) = 1.67;$$

$$(K_T)_d = [1.42 / 0.67 + 1 - 1] \cdot (1 / 1.45) = 1.46.$$

Визначимо межі міцності в розрахункових перерізах вала.

$$(G_i)_d = G_i / (K_g)_d; \quad (2.41)$$

$$(t_i)_d = t_i / (K_T)_d, \quad ($$

де $G_i = 335$ і $t_i = 0.58 \cdot G_i = 194.3$ – межі міцності гладеньких зразків при симетричному циклі згину та кручення [10, 12].

$$(G_i) = 335 / 1.67 = 201 \text{ МПа};$$

$$(t_i)_d = 133 \text{ МПа}.$$

Визначимо коефіцієнти запасів міцності по нормальним та дотичним напруженням.

$$S_g = (G_i)_d / G_a; \quad (2.43)$$

$$S_T = (t_i)_d / t_a; \quad (2.44)$$

$$S_g = 201 / 2 = 100.5;$$

$$S_T \approx 0.$$

Оскільки дотичні напруження є незначними, і ми ними знехтували, то коефіцієнт запасу міцності неможливо визначити, оскільки на нуль не можна ділити.

Отже, проведені розрахунки свідчать про достатню міцність прийнятого вала.

2.3. Енергетичні розрахунки

2.3.1. Компоновка приводу мульчувача

Визначимо потужність необхідну для приводу машини. Для визначення потужності скористаємось значенням питомої потужності машин-аналогів. Так середня потужність складає 25 к.с./м. Отже потужність необхідна для приводу мульчувача складає $25 \cdot 3,5 = 87,5 \text{ к.с.} = 64,3 \text{ кВт}$. Схема приводу складається з конічного редуктора з передаточним відношенням $i=1$, карданної передачі, циліндричного двоступеневого редуктора з передаточним відношенням $i=0,5$. Оберти ВВП трактора – 1000 хв^{-1} . визначимо крутний момент, який передає конічний редуктор за формулою [12]:

$$T = \frac{9,55P}{n}, \quad (2.45)$$

де P – потужність, кВт;

n - частота обертання ведучого вала, об/хв.

$$T = \frac{9,55 \cdot 64,3 \cdot 10^3}{100} = 614 \text{ Нм.}$$

Приймаємо редуктор КЦ1-200, з передаточним числом 1 і масою 85 кг. Для передачі крутного моменту до вала ротора приймаємо пасову передачу з передаточним відношенням 2/1.

Проведемо попередній розрахунок пасової передачі. Мінімальна допустима міжосьова відстань:

$$L_{\min} = (d_{pб} + d_{pm}) \cdot 0,55 + n, \quad (2.46)$$

де d_{pm} - розрахунковий діаметр меншого шківів, мм;

$d_{p\delta}$ - розрахунковий діаметр більшого шківa, мм;

n - висота паса, $n=10$.

$$L_{\min} = 0,55(205 + 105) + 10 = 180,5 \text{ мм.}$$

$$L_{\max} = 2(d_{p\delta} + d_{pm}), \quad (2.47)$$

$$L_{\max} = 2(205 + 105) = 620 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань вибираємо $L=625$ мм. По вибраній міжосьовій відстані визначимо розрахункову довжину паса:

$$L_p = 2L + W + \frac{Y}{L}; \quad (2.48)$$

де

$$Y = \frac{(d_{p\delta} + d_{pm})^2}{2} = \frac{(205 - 105)^2}{2} = 2500 \text{ мм}^2;$$

$$W = \frac{(d_{p\delta} - d_{pm})}{2} \cdot \pi = \frac{(205 - 105)}{2} \cdot 3,14 = 147 \text{ мм};$$

$$L_p = 2 \cdot 625 + 147 + \frac{2500}{625} = 1401 \text{ мм.}$$

Розрахункову довжину округляємо до найближчого значення згідно стандартів: $L_p = 1400$ мм.

Встановлюємо на ведений вал мульчувача обгінну муфту роликову типу Nu W 68, з номінальним моментом 680 Нм та допустимими обертами 2120 об/хв. Параметри цієї муфти повністю задовольняють умови експлуатації мульчувача. Маса муфти складає 1,8 кг [12].

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1. Обґрунтування кінематичних параметрів мульчувача

Оберти барабана мульчувача складають 500 хв^{-1} . Визначимо «показник кінематичного режиму роботи» мульчувача як відношення лінійної швидкості ножів до швидкості переміщення МТА, яка складає 10 км/год або $2,78 \text{ м/с}$. Лінійна швидкість обертового руху визначається за формулою:

$$v = \omega R, \quad (3.1)$$

де, ω - кутова швидкість ножа, рад/с ;

R - радіус барабана, м.

Радіус барабана прийнято з конструктивно-технологічних міркувань і він складає $0,36 \text{ м}$.

Кутову швидкість визначимо за формулою:

$$\omega = \frac{\pi n}{30}; \quad (3.2)$$

$$\omega = \frac{3.14 \cdot 500}{30} = 52.33 \text{ рад/с.}$$

Тоді швидкість ножів складатиме:

$$v = 52,33 \cdot 0,36 = 18,8 \text{ м/с.}$$

Визначимо показник кінематичного режиму роботи:

$$\lambda = \frac{v}{V}; \quad (3.3)$$

$$\lambda = \frac{18.8}{10} = 1.9.$$

Визначимо подачу на мульчувач за один оберт барабана:

$$S = \frac{2\pi R}{\lambda}; \quad (3.4)$$

$$S = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 0.36}{1.9} = 1.19 \text{ м.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо схему ножа, представленого на листі деталювання. Ножі пропонується розміщувати на розгортці гвинтової лінії.

Знайдемо крок гвинтової лінії за формулою:

$$t_1 = a \cdot M; \quad (3.5)$$

де a - відстань між осями ножів. Приймаємо рівну ширині захвату ножа;

M - число планок.

$$t_1 = 0,1 \cdot 4 = 0,4 \text{ м.}$$

Віддаль між сусідніми гвинтовими лініями визначимо за формулою:

$$b = \frac{M \cdot a}{K}, \quad (3.6)$$

де K – число заходів гвинтової лінії.

$$b = \frac{4 \cdot 0,1}{2} = 0,2 \text{ м.}$$

Отже, спроектований робочий орган мульчувача має горизонтальну вісь обертання з показником кінематичного режиму роботи 1,9.

Використання цієї машини дасть змогу агрегатувати мульчувач з серійним трактором МТЗ-1523, розміщення ножів подрібнювача дасть змогу повністю використати «показник кінематичного режиму роботи», тобто забезпечить максимальну швидкість руху МТА по полі, збільшуючи його продуктивність.

3.2. Розробка моделі об'єкту досліджень

Проведемо «аналіз напружено-деформованого стану» ножа мульчувача.

За допомогою «системи тривимірного моделювання SolidWorks» створюємо твердотільну модель ножа мульчувача (рис. 3.1).

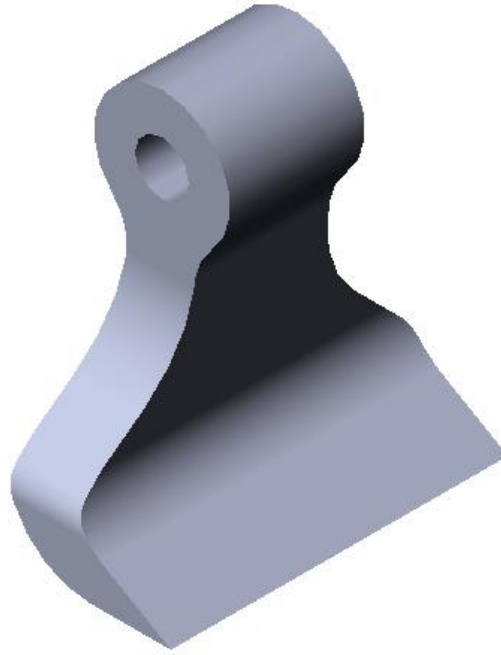
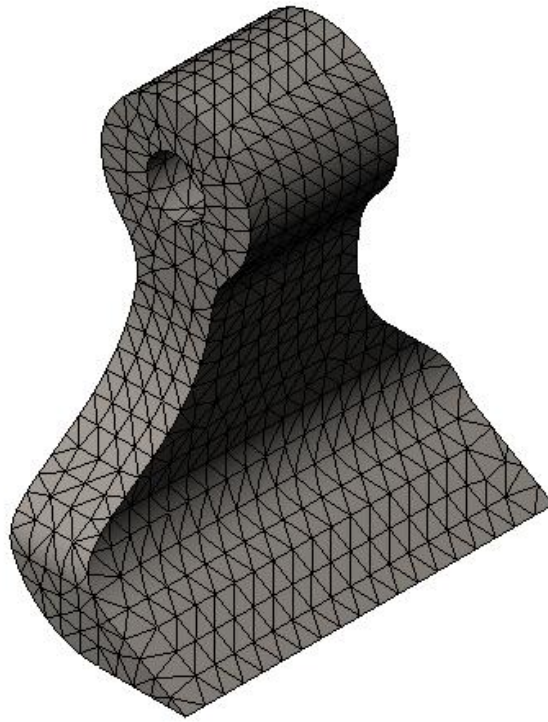


Рисунок 3.1 – Твердотільна модель ножа мульчувача

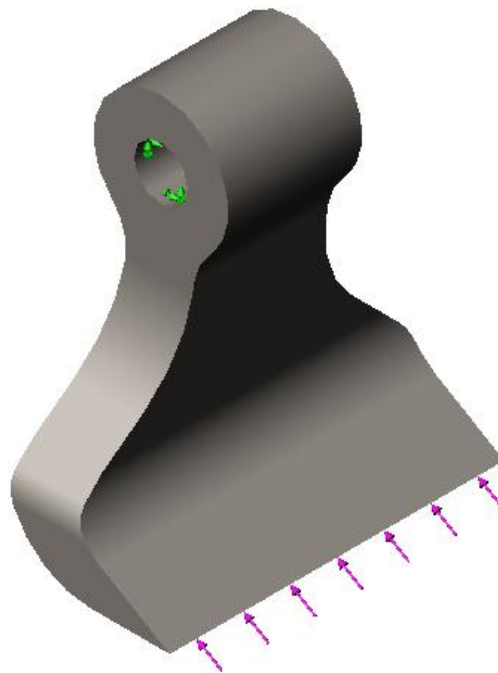
За допомогою «модуля кінцевоелементного аналізу CosmosWorks системи тривимірного моделювання SolidWorks» проведемо аналіз напружено-деформівного стану ножа мульчувача.

Для цього створюємо «сітку кінцевих елементів на 3D-моделі» ножа мульчувача (рис. 3.2, а).

Задамо умови закріплення – защемлення отвору головки ножа мульчувача. Задаємо навантаження на ніж –зусилля різання ≈ 1000 Н на ріжучій кромці ножа (рис. 3.2, б).



a)

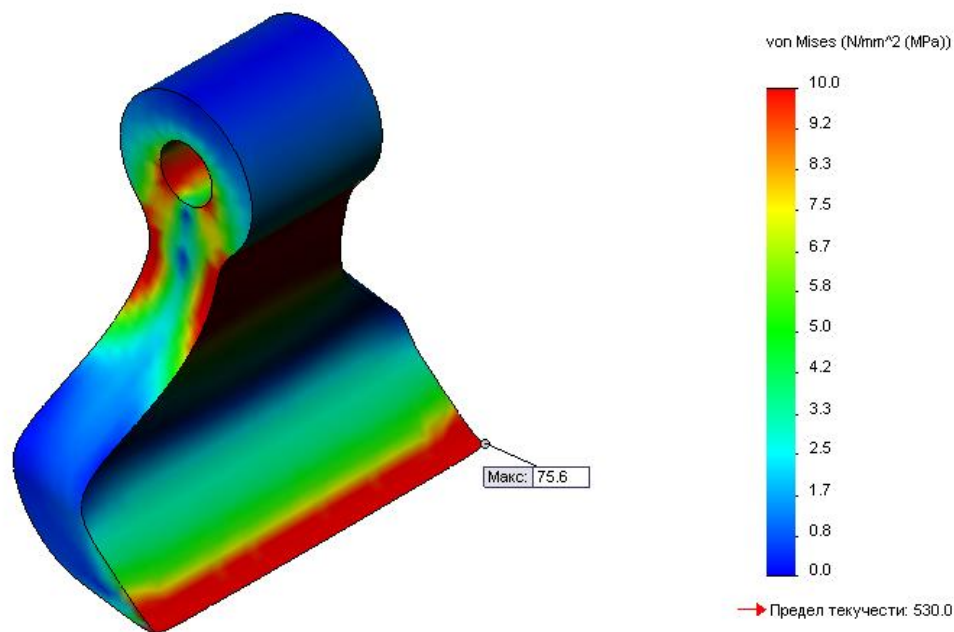


б)

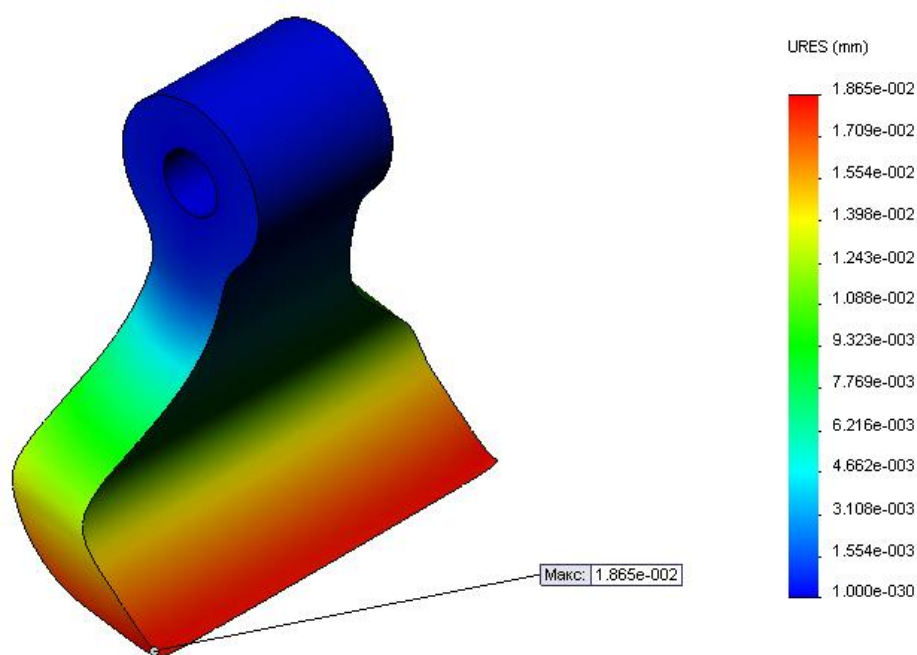
Рисунок 3.2 – Моделювання ножа мульчувача

3.3. Аналіз даних за результатами досліджень

Результати розрахунків напружено-деформованого стану ножа мульчувача за допомогою «модуля кінцевоелементного аналізу CosmosWorks системи тривимірного моделювання SolidWorks» подано на рис. 3.3.



a)



б)

Рисунок 3.3 – Результати розрахунку НДС ножа мульчувача:

а - напруження, МПа (за теорією Фон Мізеса); б - переміщення точок, мм.

Як видно, отримані методами скінчених елементів результати розрахунку показують, що максимальні контактні напруження спостерігаються на ріжучій кромці ножа мульчувача ≈ 75 МПа.

Максимальна деформація (згин зуба) становить $\approx 0,18$ мм.

Розподіл коефіцієнтів запасу міцності по зубу мульчувача подано на рис. 3.4.

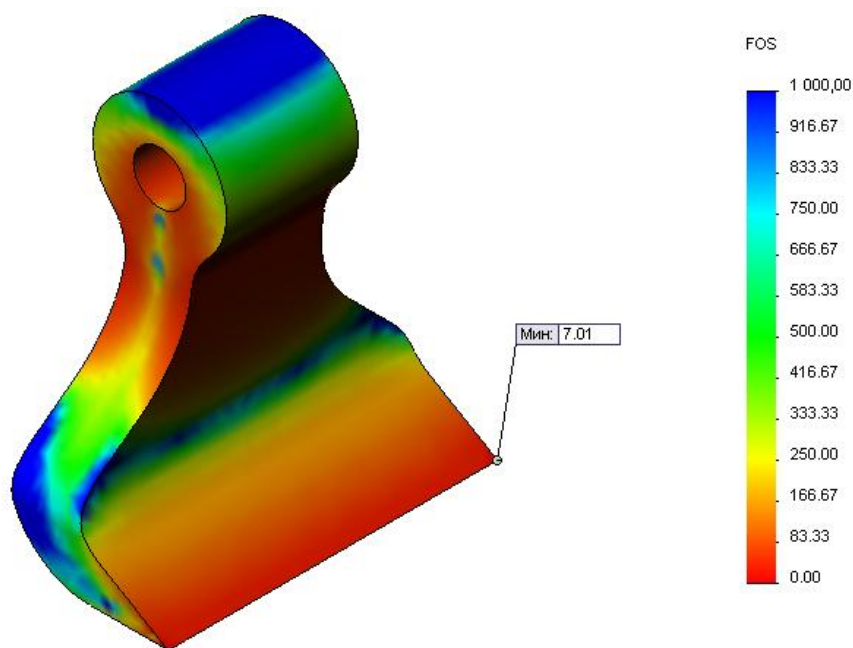


Рисунок 3.4 – Розподіл запасу міцності по зубу мульчувача

Мінімальний коефіцієнт запасу міцності для зуба мульчувача становить ≈ 7 .

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Вимоги безпеки праці при роботі з ґрунтообробною технікою

Загальні вимоги

1. Обробітки ґрунтів проводяться колісними і гусеничними тракторами класу 20-30 кН. Дозволяється виконання цих робіт трактористам-машиністам, що мають відповідну категорію та успішно склали інструктаж вимог техніки безпеки і не мають медичних протипоказів.
2. Водії тракторів повинні забезпечуватися спецодягом: костюми з пилонепроникних тканин, комбіновані рукавиці, захисні окуляри.
3. Технічний стан сільськогосподарських машин та тракторів має відповідати усім вимогам інструкцій.
4. При роботі, переїздах не дозволено перебувати на тракторних агрегатах постороннім особам.
5. Оператор-тракторист має володіти прийомом надавання долікарської допомоги. Кожен трактор має бути обладнаний невеличкою аптечкою.
6. Під час роботи в нічний час забороняється відпочивати в борозні, у кабіні тракторного агрегату та при працюючому двигуні. При груповому способі роботи тракторів необхідно визначитися з місцями відпочинку поза межами поля.
7. У разі поганого самопочуття необхідно негайно припинити роботу, повідомити керівництво та звернутися за допомогою в медпункт.

Вимоги безпеки до початку роботи

1. Необхідно вдягти спеціальний одяг та охайно його заправити, щоб були відсутні звисаючі кінці.
2. При під'єднуванні тракторного агрегату до причіпної машини стороннім необхідно відійти від працюючої техніки на віддаль не менш як 1,5 м. З'єднування потрібно проводити при повній зупинці агрегату.

3. Перед початком роботи двигунів тракторів необхідно перевірити положення важелів перемикачів передач та справність роботи блокувального пристрою.

4. Починати роботу можна лише після ретельного обстеження справності всього тракторного агрегату.

5. При запуску за допомогою пускача не дозволяється намотувати мотуз на руку.

6. Перед початком руху агрегату з місця слід переконатися, що це нікому не заважає та подати попереджувальний сигнал.

7. Особливо необхідно бути обережними під час навішування на трактор власне навісних машин.

Вимоги безпеки під час роботи

1. Під час піднімання та опускання навісних знаряддь, а також при поворотах необхідно переконатися, що ці дії не створюватимуть небезпеки для всіх інших працівників.

2. При рухові тракторних агрегатів не дозволяється сідати та сходити з них.

3. Заборонено перебувати під піднятими навісними знаряддями під час регулювань та усунення несправностей.

4. Не дозволено полишати навісні знаряддя у піднятих положеннях під час довгочасних зупинок тракторних агрегатів.

5. На причіпних знаряддях не можна встановлювати додаткові сидіння, якщо це не передбачено на заводі-виготовнику.

6. Під час роботи у нічні години трактори повинні мати справну освітлювальну оптику.

8. Очищувати роботу знаряддя від бур'янів та налипшого ґрунту можна лише після повної зупинки агрегату.

9. Очищування знаряддь слід проводити за допомогою гаків. Невиконання цих вимог може призвести до травмування обслуговуючих працівників.

Під час боронування поля, яке є забруднене рослинними залишками та

бур'янами, зубці борін необхідно встановлювати скосами в сторону руху агрегату, що буде забезпечувати самоочищення борін. Якщо поле є відносно чистим, в цьому випадку скоси слід направляти в протилежну сторону руху агрегату.

10. Заборонено проводити регулювання глибини ходів дисків, знаходитись на баластних ящиках при пересуванні агрегатів.

11. При проведенні заточування ґрунтообробних знарядь слід використовувати рукавиці та захисні окуляри.

Вимоги безпеки після закінчення робіт

1. Необхідно вигнати тракторний агрегат із загінки і, по маршрутам руху, які затверджені у господарствах, доставити його на місце зберігання. Далі слід заглушити двигун та загальмувати тракторний агрегат. Якщо це холодна пора року, то треба злити воду і переконатись, що вона повністю відсутня у системі охолодження.

2. Необхідно очистити агрегат від рослинних решток, бруду та пилу. Якщо виявлено якісь недоліки, то їх слід усунути.

4.2. Заходи безпеки при роботі з ґрунтообробною технікою в аварійних ситуаціях

1. При виявленні несправностей ґрунтообробного агрегату, потрібно негайно його зупинити.

2. Якщо трапився нещасний випадок, слід повідомити про це адміністрацію.

2. Якщо є потерпілі, слід надати їм першу долікарську допомогу.

3. Місце нещасного випадку необхідно зберегти без змін до завершення повного розслідування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основним завданням кваліфікаційної роботи магістра було обґрунтування основних параметрів навісної машини для мульчування сільськогосподарських культур, шляхом впровадження нової конструктивної схеми навісної машини та шарнірного розміщення ножів подрібнювача.

У кваліфікаційній роботі розглянуто ряд питань.

Проаналізовано особливості виконання операції мульчування сільськогосподарських культур машинами даного типу і встановлено основні переваги та недоліки подібних машин. Здійснено аналіз будови, принципу роботи базової конструкції машини для мульчування.

Розраховано основні параметри машини для мульчування, тобто проведено технологічні та конструктивні розрахунки.

Внесено зміни у наявну конструкцію мульчувача та проведено міцнісні та перевіркові розрахунки.

Використання цієї машини дасть змогу агрегатувати мульчувач з серійним трактором МТЗ-1523, шарнірне розміщення ножів подрібнювача дасть змогу повністю використати показник кінематичного режиму роботи, тобто забезпечить максимальну швидкість руху МТА по полі, збільшуючи його продуктивність.

Проведено обґрунтування кінематичних параметрів мульчувача. Досліджено напружено-деформований стан ножа мульчувача.

У кваліфікаційній роботі також розглянуто питання з охорони праці при роботі із машинами для мульчування сільськогосподарських культур та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. .Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Теорія сільськогосподарських машин: Практикум: Навч. посібник / За ред.. С.С. Яцуна. – Суми – ВТД «Університетська книга», 2008. – 201 с.
2. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / Е.Г. Дегодюк, В.Ф.Сайко, М.С.Корнійчук та ін.; За ред.. Е.Г. Дегодюка.-К.: Урожай, 1992.- 320 с.
3. Войтюк Д. Г., Царенко О. М., Яцун С. С. та ін. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Практикум / За ред. С. С. Яцуна. — К.: Аграрна освіта, 2000. — 93 с.
4. Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М.Я Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навч. посібник / За ред. Д. Г. Войтюка. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. — 543 с.
5. Гевко Р.Б. Машини сільськогосподарського виробництва. /Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. - Тернопіль, 2005.- 228с.
6. Гузенков П.Г. Детали машин: Учеб. для вузов. – 4-е узд., испр. М.: Высш. Шк., 1986. – 359 с.
7. Довідник сільського інженера / В.Д. Гречкосій, О.М. Погорілець, І. І. Ревенко та ін.; За ред. В. Д. Гречкосія. – К.: Урожай, 1988. – 360 с.
8. Е.И. Трибулин, В.А. Абликов Машины для уборки сельскохозяйственных культур (конструкция, теория, расчет): Учеб. пос. – 2 изд. перераб. и дополн. – КГАУ, Краснодар, 2010. – 325 с.
9. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві В.Ю. Ільченко, І. П. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. - К.: Урожай, 1993.-288 с.
10. Зангиев А.А. Лышко Г.П., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. - М.: Колос, 1996. - 320 с.
11. Записна книжка інженера сільськогосподарського виробництва / М. П. Кононенко, Є. А. Бузовський, О. А. Лук'янчук та ін. За ред. М. П.

- Кононенко. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Урожай, 1987. – 288 с.
12. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов/ С.А. Чернавский, К.Н., Боков, И. М. Чернин и др.- 2-е изд., перераб. и доп. – М. Машиностроение, 1988. – 416 с.
 13. Лихочвор В.В., Петриненко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур, - Львів: НВФ «Українські технології», 2006.-730 с.
 14. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко та ін.; За ред. С. С. Яцуна. — К: Мета, 2003. — 448 с.
 15. Мотрук Б.Н. Рослинництво / К.: Урожай, 1999.- 461 с.
 16. ПП 2.00-013-99. Інструкція з охорони праці для тракториста-машиніста сільськогосподарського виробництва
 17. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. Посібник / За ред.. Мельника І.І. – К.: Кондор. – 2004. – 284 с.
 18. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н.Салатенко, М.А.Білоножко ; За ред. О.І. Зінченка.- К.: Аграрна освіта, 2001.-591 с.
 19. Сільськогосподарські машини / В.Ю. Комаристов, М.М. Петренко, М.М. Косі-нов. — К: Урожай, 1996. — 240 с.
 20. 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.
 21. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г.Войтюк, В.О.Дубровін, Т.Д.Іщенко та ін.; За ред. Д.Г.Войтюка. – К.: Вища освіта,2004.- 544 с.
 22. Справочник механизатора / И.В. Горбачев, Б.С. Оскин, В.М. Халанский и др.; Под ред.. А.Н. Карпенко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 320 с.
 23. Типові норми продуктивності та витрати палива на тракторно-транспортних роботах /В.В. Вітвіцький, Ю.Я. Лузан, Л.І. Кучеренкота ін. -

- К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2007. - 672 с. (Б-ка спеціаліста АПК „Економічні нормативи”).
24. 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.
25. Хомик Н.І. Основи агрономії. Курс лекцій /Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. – 300 с.
26. Гевко Р.Б. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій. /Гевко Р.Б., Гарькавий А.Д., Гладич Б.Б., Павх І.І., Павелчак О.Б. – Тернопіль: ТДПУ, 2004.- 199с.
27. 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.

Додатки