

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин і
системотехніки
ім. академіка П.М. Василенка
_____ Гуменюк Ю.О.
«_____» _____ 2025 р.**

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

**на тему: «Механізація збирання трав на сіно з удосконаленням роторної
косарки»**

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

Доктор технічних наук, професор

Братішко В.В.

Керівник дипломного проєкту бакалавра

Кандидат технічних наук, доцент

Сівак І. М.

Виконав:

Кузнєцов В.Я.

Київ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин і
системотехніки
ім. академіка П.М. Василенка,
к.т.н., доцент _____ Гуменюк Ю.О.
«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Кузнєцову Владиславу Ярославовичу

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Тема дипломного проєкту бакалавра: «Механізація збирання трав на сіно з удосконаленням роторної косарки».

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 16 лютого 2026 року № 510«С».

Термін подання завершеного проєкту на кафедру: 15 квітня 2026 року

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра:

Умови господарства, літературні джерела, нормативні документи.

Перелік питань, які потрібно розробити:

Розділ 1. Аналіз виробничого та організаційно-економічного стану господарства;

Розділ 2. Обґрунтування пропонованої конструкції роторної косарки;

Розділ 3. Розробка операційної технології збирання люцерни;

Розділ 4. Охорона праці і безпека життєдіяльності;

Розділ 5. Техніко-економічна ефективність розробки

Перелік графічних документів

Аркуш 1.	<i>Технологічно-операційна карта збирання люцерни</i>
Аркуш 2.	<i>Загальний вигляд машини</i>
Аркуш 3.	<i>Модернізований робочий орган роторної косарки</i>
Аркуш 4.	<i>Деталювання</i>
Аркуш 5.	<i>Техніка безпеки при роботі агрегату</i>
Аркуш 6.	<i>Економічні показники ефективності</i>

Дата видачі завдання « 01 » грудня 2025 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра:

Сівак І. М.

Завдання прийняв до виконання :

Кузнєцов В.Я.

РЕФЕРАТ

Тема дипломного проєкту бакалавра «Механізація збирання трав на сіно з удосконаленням роторної косарки».

Керівник: доцент, к.т.н., Сівак Ігор Миколайович.

Виконавець проєкту: Кузнєцов Владислав Ярославович.

Проєкт містить пояснювальну записку на 52 аркушах формату А4 та графічну частину на 6-ти аркушах формату А1.

Перший розділ містить аналіз господарювання в ТОВ «Продсільпром» та висвітлює кормову базу даного господарства

У другому розділі виконано обґрунтування конструкції модернізованої косарки.

У третьому розділі виконано обґрунтування технології збирання люцерни.

У четвертому розділі проаналізовано екологічні складові діяльності аграрного підприємства та заходи організації охорони праці.

У п'ятому розділі виконано розрахунок економічної еієктивності модернізованої косарки.

Ключові слова: люцерна, КРН-2.1А, кормовиробництво, косарка, ротор, ріжучий апарат.

ЗМІСТ	стор.
РЕФЕРАТ	3
ЗМІСТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА	6
1.1 Загальні відомості про господарство	7
1.2 Аналіз складу і експлуатації МТП	11
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСКА РОЗРОБКА	18
2.1 Робочі органи роторної косарки КРН-2.1А	21
2.2 Обґрунтування конструкції запропонованої машини	23
2.3 Опис пристрою	24
2.4 Розрахунок вала на кручення	24
2.5 Розрахунок шпонки на міцність	24
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	25
3.1 Склад агрегату	28
3.2 Підготовка косарки до збирання люцерни	28
3.2.1 Техніка безпеки під час роботи	28
3.2.2 Технологія заготівлі кормів	29
3.2.3 Біологічні і морфологічні особливості люцерни	29
3.3 Розрахунок техніко-економічних показників робіт агрегату	37
РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ І ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	38
4.1 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	38
4.1.1 Організація роботи служби охорони праці на підприємстві	38
4.1.2 Інструкція з охорони праці при роботі з роторною косаркою	40
4.2 ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	44
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	46
5.1. Техніко-економічна оцінка конструкторської розробки	51
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРОСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52

ВСТУП

Аграрне виробництво – це складний трудомісткий сектор економіки країни. Механізовані технології заготівлі кормів, сприяють полегшенню праці, підвищенню показників її продуктивності і зниженню рівня собівартості продукції. Застосування ефективних машин створює можливість виконання робіт у стислі агротехнічні терміни.

Промисловість виготовляє для аграрного сектору великий асортимент складної техніки, яка забезпечує: основний і поверхневий обробіток ґрунту, висів і посадження, підготовку і внесення добрив, заходи хімічного захисту рослин, функціонування кормовиробництва, післязбиральну обробку зерна і насіння різних культур, збирання овочевих культур, зрошення аграрних угідь, навантаження і транспортування аграрних вантажів.

Впровадження нових розробок і технологій в аграрне виробництво, дозволяє підвищити продуктивність галузі і знизити собівартість виробленої продукції.

Аналіз і оцінка досвіду в операціях заготівлі кормів на аграрних підприємствах показує, що високу продуктивність і якість роботи можна досягти за наступних умов: централізованого керівництва виробничими процесами; технологічного використання техніки на виробництві; своєчасного технічного обслуговування збиральної техніки в польових умовах спеціалізованими дільницями.

РОЗДІЛ 1.

ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1. Загальні відомості про господарство

ТОВ «Продсільпром» розташоване в с. Остапівка, Золотоніського району, Черкаської області.

Землеволодіння господарства розташовані у південній частині Золотоніського району, у Степовій кліматичній зоні. Загальна площа земельного фонду сягає понад 4000 га. Господарство розташоване у 20 км від селища Драбів.

Територія, де розташоване господарство, відноситься до степової агрокліматичної зони. Клімат цієї зони, зазвичай теплий, з недостатньою вологістю та м'якою зимою.

Протяжність періоду з показниками температури вище $+10^{\circ}\text{C}$ - сягає 5,5 - 6 місяців, середня обсяг активних температур за вказаний період сягає 2800-3400 $^{\circ}\text{C}$. Температурні показники цього району позитивно впливають на ефективне дозрівання ранніх сортів аграрних культур. За сучасних теплих зим, середні значення мінімальної температури, на протязі року, знаходиться в межах від -15 до 21°C , хоча, інколи, температури морозів можуть сягати $-30 \dots -35^{\circ}\text{C}$. Період весняних заморозків закінчується пізніше, а період осінніх заморозків починається раніше моменту переходу температурного режиму через $+10^{\circ}\text{C}$.

Показники середньорічної кількості опадів знаходяться в межах від 500 до 600 мм. Недостатня кількість опадів погіршується за рахунок дощів, що випадають зливами, у теплий період, а це призводить до випаровування вологи, яка не встигає ввійти у ґрунтове середовище.

Карта вітрів території господарства, з переважаючими північно-східними, південно-східними і південно-західними напрямками.

Лева частина землеволодінь ТОВ «Продсільпром» розташована на рівнинному рельєфі, з показником кута схилів від 0 до 3%.

На південно-східному напрямі господарства наявний строкатий, пересічний, з неглибокими яругами і балками рельєф з крутизною від 3 до 7%, в загальному – це пасовища.

Територія господарства має в наявності чотири основних категорії ґрунтів, із загального переліку ґрунтів державного кадастру.

Перша категорія характеризується чорноземами, стійкими до вітрової ерозії. Такі ґрунти придатні для вирощування аграрних польових рослин, садів і виноградників, облаштованих системами зрошення. Варто зауважити, що винятком являються солонцюваті чорноземи, що утворилися на теплих типах сарматитних глин, такі ґрунти рекомендовані лише для вирощування польових культур.

Друга категорія ґрунтів характеризується чорноземами, схильними до дії вітрової ерозії. На таких ґрунтах існує необхідність застосовування комплексу меліоративних і спеціальних заходів боротьби з ерозією.

Третя категорія ґрунтів характеризується чорноземами і дерново карбонатними ґрунтами. Негативним показником цих ґрунтів, являється їх змиваність атмосферними опадами, для запобігання змивання цих ґрунтів, рекомендовано їх використовувати ґрунтозахисних сівоzmінах.

Четверта категорія характеризується дерново карбонатними ґрунтами з наявними щільними породами до 50% і оголеними вапняками. Крім наявних включень вапняків, які непридатні для аграрного користування, присутній тип карбонатних ґрунтів рекомендований лише для випасу худоби.

Територія угідь ТОВ «Продсільпром» інтенсифікована у використанні, достатня частина земель зайнята під вирощування багаторічних насаджень та господарство має 472 га земель, під дією систем зрошування, що складає 15,2% загальної площі угідь.

1.2. Аналіз складу і експлуатації машино-тракторно парку господарства

Негативні обставини війни та сучасний зріст ринкових цін призвели до погіршення економічної складової регіону, ці наслідки також негативно впливають на показники машиновикористання господарства.

Показник річної продуктивності умовного трактора у 2022 році становив 900 ум. га, то в 2025 році його значення зросло до 950 ум. га (на 11,8%). У таблиці 1.1 містяться показники машиновикористання господарства.

Таблиця 1.1 Аналіз показників машиновикористання господарства

Показники	2023 р	2024 р	2025 р	Динаміка
1	2	3	4	5
Показники подуктивності умовного трактора, ум. га:				
Річної	900	920	950	111,8
Денної	6,4	6,7	6,7	105,6
Змінної	6,0	6,2	6,2	104
Річний фонд робочого часу на фактичний трактор:				
За робочими днями	157	163	167	106
За робочими змінами	170	179	183	107,6
Коефіцієнт змінності	1,08	1,1	1,1	101,9
Коефіцієнт інтенсивності використання парку	0,71	0,74	0,74	104,2
Коефіцієнт екстенсивності використання парку	0,53	0,55	0,57	106,8

Відповідно, із зростанням показників продуктивності, зросли показники денних та змінних наробітків. У 2023 році, одним умовним трактором, було напрацьовано 167 днів. Показник коефіцієнта інтенсивності використання тракторного парку у 2024 році склав 0,74 (на 4,2% більше, ніж в 2023 році). Показник коефіцієнта екстенсивності використання тракторного парку 0,57, вказує, на недостатнє річне завантаження машин та енергетичних засобів. ТОВ «Продсільпром» має досить значний машино-тракторний парк. Варто зауважити, що деякі одиниці техніки, наведеної у таблиці 1.2, знаходиться у несправному стані, розукомплектовані і вимагають проведення ремонтних робіт. Також, хоч і не у великих обсягах, відбуваються закупівлі нової техніки господарства. За останні три роки підприємство закупило нові посівні ситеми, борони, причіпні обприскувачі і ґрунтообробні агрегати. У 2025 році господарство придбало зернозбиральний комбайн «Sampo 580 Aktiv».

Провівши моніторинг структури тракторного парку можна засвідчити, що господарство має 8 гусеничних тракторів, з яких: ХТЗ-181 (3), ХТЗ-200 (2),

УТО С 1302 (3). Номенклатура колісних тракторів налічує 22 одиниці, до яких належать К-701 (2), ХТЗ-170 (4), Foton - 824 (10), Foton - 840-(6).

Аналіз тракторного парку господарства наведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 Аналіз структури тракторного парку

Марка	Кі-ть тракторів, одиниць	Потужність, кВт		Коеф. перевод а ум. трактора	Ум. тракторів	Структура парку	
		1 трактор	усього			За потужністю	За енергонавантаженистю
1	2	3	4	5	6	7	8
ХТЗ-181	3	117,7	353,1	1,34	1,34	4,5	3,7
ХТЗ-200	2	117,7	235,4	1,34	1,34	4,5	3,7
УТО С 1302	3	58,8	235,2	1,0	4	8,9	10
Разом гусеничних	8		823,7	3,68	6,68	17,9	17,4
К-701	2	198,6	397,2	2,7	5,4	15,1	15,0
ХТЗ-170	4	121,5	729	1,65	9,9	27,6	27,7
Foton - 824	10	55,2	552	0,7	7	20,9	19,5
Foton - 840	6	44,1	264,6	0,6	3,6	10,0	10
Разом колісних	22		2071,4		27,43	78,5	76,5
ВСЬОГО	30	-	2637,3	-	35,9	100	100

Аналітичні дані використання машино-тракторного парку ТОВ «Продсільпром» вказують на достатнє забезпечення господарства всіма технічними засобами, для обробки наявних площ угідь, а також механізованими засобами тваринних ліній виробництва. Оновлення машинного парку відбувається повільними темпами, у зв'язку з ринковою ціною політикою, але рух оновлення не зупиняється.

У таблиці 1.3 наведені аналітичні дані використання комбайнів.

Проведений моніторинг наявної збиральної техніки доводить, що господарство, у повній мірі забезпечене зернозбиральними і корозбиральними комбайнами. Асортимент зернозбиральних комбайнів налічує 13 одиниць - це комбайни «Caterpillar», «Сампо», «CLAAS». За останні роки, кількість комбайнів господарства, збільшилася на 5 машин. Кількість кормозбиральних комбайнів сягає 3-х одиниць і являється незмінним показником протягом трьох останніх років.

Загальна площа зернових культур у ТОВ «Продсільпром», із врахуванням обсягів орендованих територій, становить 1851 га, відповідно до цього, на 1 комбайн існує суттєве навантаження, але менеджмент господарства для ефективності виконання та пришвидшення темпів процесу збирання, інколи наймає збиральну техніку у суміжних підприємствах.

Таблиця 1.3 Аналіз використання комбайнів

Показники	Роки			Динаміка
	2023	2024	2025	
1	2	3	4	5
Зернозбиральних комбайнів, одиниць	8	8	13	162,5
Кормозбиральних комбайнів, одиниць	3	3	3	100
Площа зернових культур (з урахуванням оренди), га	1868	2144	1851	99,1
Врожайність зернових, ц / га	26	38	29	111,5
Площа кормових культур (під силос і сінаж), га	510	570	660	129,4
Врожайність кормових культур, т / га	3	4,5	5	166,7
Забезпечення комбайнами на 100 га збиральної площі, шт				
зернозбиральними	0,4	0,37	0,7	159,7
силосозбиральні	0,59	0,53	0,45	77
Вироблення на комбайн за сезон, га (без урахування роботи поза господарства), га				
зернозбиральними	233,5	268	142,4	61
силосозбиральні	170	190	220	129
Намолот зерна за сезон на комбайн, т				
зернозбиральними	607,1	1018,4	413	68
силосозбиральні	510	855	1100	215,7
Середньосезонна кількість відпрацьованих днів на 1 комбайн				
зернозбиральними	26	22	18	69,2
силосозбиральними	24	27	31	131
Сума витрат на ремонт і ТО в розрахунку на один комбайн, грн	3150	3700	4100	130,1

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КОСАРКИ

2.1. Робочі органи роторної косарки КРН-2.1А.

Призначен косарки полягає у зрізанні різного асортименту трав і культур, високої врожайності та полеглих рослин, з розміщенням скошеної маси у валку. Вона має широке застосовування на будь яких територіях, крім гористої місцевості і вирівняних луках без наявності каміння. Для виконання робочого процесу, косарку навішують на навісну систему трактора, з трьохточковою системою кріплення та приводом від ВВП, з частотою обертання 1000 хв^{-1} .

У процесі скошування, косарка зрізає рослини плоскими ножами які кріпляться на роторах. Обертальний рух ножів відбувається на зустріч один одному зі встановленою швидкістю 65 м/с , зрізаючи рослини, з наступним їх захопленням і відкиданням на сторону від осі переміщення агрегату. Скошена маса, зустрівшись із пластиною польового діляника, змінює напрям траєкторії переміщення і лягає у валок, чим вивільняє місце для наступного проходу трактора.

Аналізуючи ротаційний апарат КРН-2,1 виявлено ряд суттєвих недоліків, усунення яких та покращення роботи ріжучої системи можна досягти, за рахунок збільшення його продуктивності.

Конструкція ротора косарки КРН-2,1 складається з розміщених на диску двох ріжучих ножів, які мають верхнє заточення, що впливає на зменшення швидкості машини, адже підвищена швидкість є причиною частини не скошеної маси. Зниження показника швидкості, чинить вплив на показник продуктивності агрегату, який становить 3 га / год . На протязі використання косарки затуплюються леза ножів, що негативно впливає на якість зрізання маси. Коли ножі затупленні до розміру $100\text{-}120 \text{ мкм}$, застосована різальна сила зростає у середньому на $12\text{-}18\%$.

Для скошування рослин з мінімальними показниками зарат, швидкісні характеристики обертального руху роторів мають бути однаковими або не перевищувати мінімально допустимі значення.

З'єднання косарки з навісною системою трактора відбувається через навісну раму (рис. 2.3), яка конструктивно складається з підвіски і основної рамки.

Загальний вигляд косарки висвітлено на рисунках 2.1 і 2.2.

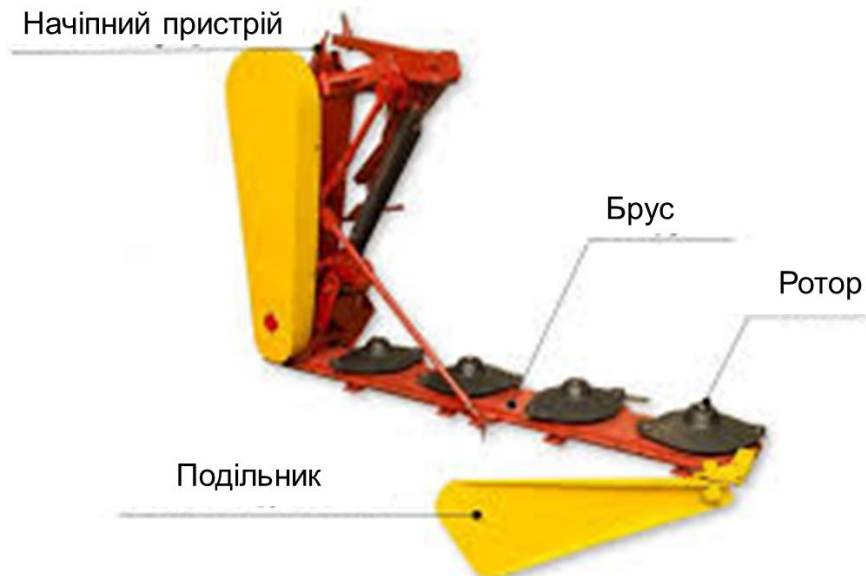


Рис. 2.1 Загальний вигляд косарки

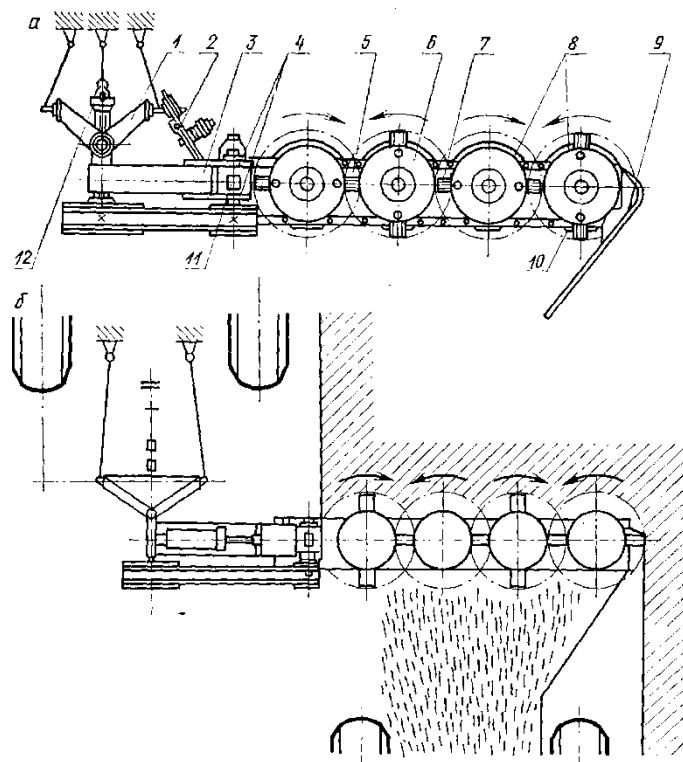


Рис. 2.2 Схема роботи косарки конструкційна

1- механізм приводу; 2 - механізм урівноваження; 3 - підрамник; 4 - тяговий запобіжник; 6 - Ріжучий апарат; 10 - польовий дільник; 12 - рама навішування;

Навісна рама має зварний корпус і осі кріплення до навісної системи трактора. З правої сторони, рама має фіксуючу вісь кріплення. Знизу до рами шарнірно прикріплена підвіска, яка розміщена на кронштейні кріплення підрамника.

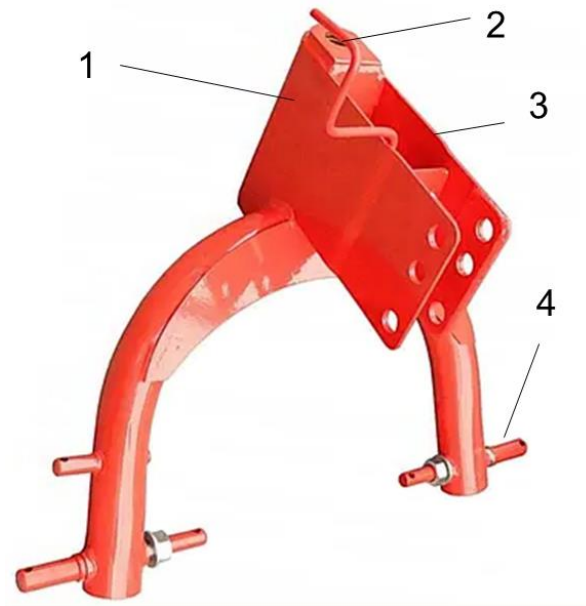


Рис. 2.3. Навісна рама

1 - головна рама; 2 - вісь; 3 - підвіска; 4 - вісь кріплення.

Підрамник являє собою зварну конструкцію. Будова конструкції складається з короба, який має трубу із втулками для з'єднання підвіски й підрамника, кронштейнів для при'єднання центральної тяги навісної системи трактора і стопорних пристроїв. Тут також, розміщені кронштейни для приєднання тягового запобіжника, кронштейни для кріплення захисного кожуха пасової передачі, кронштейни для кріплення стійки, і кронштейн з сухарем для з'єднання з приводом.

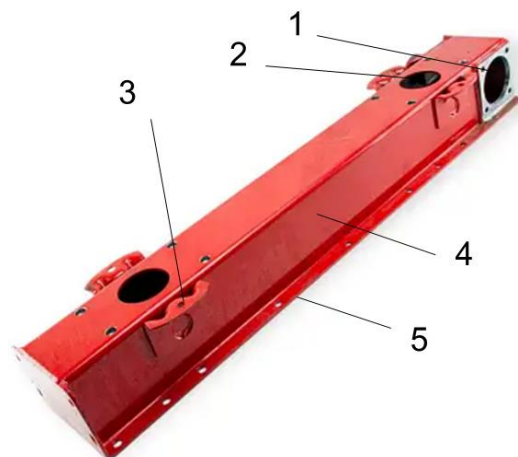


Рис. 2.4. Конструкція підрамника

1 – труба; 2 – втулка; 3 – накладка; 4 – короб; 5 – кронштейн.

Врівноважувальний механізм (рис. 2.5) забезпечує надійне копіювання перепадів рельєфу поля і переведення КРН-2.1 у транспортне і робоче положення. За будовою механізм включає гідроциліндр, який через шарнір з'єднаний з важелем кріплення ріжучого апарату, збалансованого пружинами важільного сектору і гнучкою тягою.

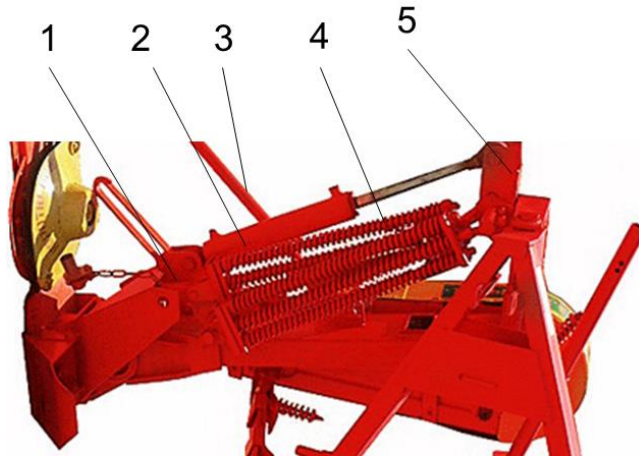


Рис. 2.5. Врівноважувальний механізм:

1 - вісь; 2 - гідроциліндр; 3 - стопорний пристрій; 4 - пружина; 5 – важіль.

Також, механізм має транспортну тягу для самопідтримування і запобігання самовільному опусканню при можливій відмові роботи гідросистеми, розсувний стопорний елемент, що задіюється у транспортному положенні. Для фіксації транспортної тяги, на стопорному пристрої застосовують металічний палець з кільцем. Частини піднімального механізму, через шарніри взаємопов'язані одна з одною, також, через осі, з'єднані з рамою і ріжучим апаратом.

Візуально, під час перебування гідроциліндра ріжучого апарату в робочому положенні, його шток висунутий, а положення важільного механізму гідророзподільника - непостійне. При цьому, вийнятий з отвору і зафіксований кільцем палець стопорного механізму. Пружини призначені для балансування ваги і створення необхідного тиску на ріжучому апараті і підрамнику. Вільне обертання ріжучого апарату і ефективність його роботи, залежать від приводу, надійної роботи шарнірів, підрамника, важелів і гідроциліндра. Оператор

енергетичного засобу, при виконанні маневрів розвороту і переїздів піднімає ріжучий апарат над поверхнею поля, з кабіни трактора.

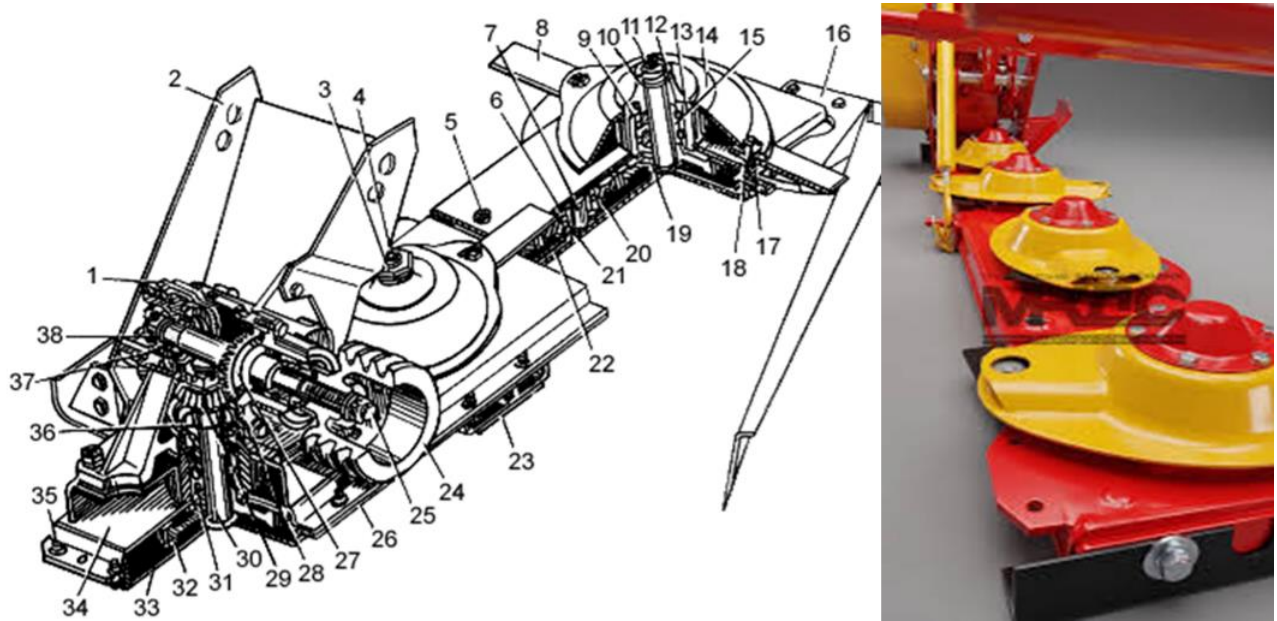


Рис. 2.6. Ріжучий апарат

1 - цапфа; 2 - кронштейн; 3 - гайка; 4 - маслянка; 5 - пробка; 6, 12, 36, 37, 38 - підшипники; 7 - вісь; 8 - ніж; 9 - мастило підшипника; 10 - шайба; 11 - вал; 13 - штифт; 14 - ротор; 15 - втулка; 16 - кронштейн; 17 - болт; 18 - шарнір; 19, 20, 21, 22 - шестерні; 23 - башмак; 24 - ведений шків; 25 - палець; 26 - днище; 27, 28, 29, 30, 31, 32 - шестерні; 33, 34 - брус; 35 - болт;

Для переведення косарки у транспортне положення, для протяжних переміщень, вмикають гідроциліндр навісної системи трактора, і косарка рухається вгору, на встановлен положення, після чого вмикають гідроциліндр самої косарки і переводять її у транспортне положення. Для фіксації косарки у піднятому положенні, на палець кронштейна надівають транспортну тягу, відрегулювавши її довжину розкосом навісної ситеми трактора. Тяга закріплюється пальцем і фіксується за допомогою пружинного кільця.

Ротаційний ріжучий апарат використовується для скошування різних видів рослинності, до конструкції якого входять стіл бруса та днища, з'єднаних між собою болтами.

З нижньої сторони днища розміщені башмаки, через які ріжучий апарат спирається на ґрунт. Ротори, вали яки встановлені у цапфах підшипників,

можуть вільно провертатися і легко копіювати рельєф поверхні поля. Ріжучий апарат складається з чотирьох однакових роторів, які, в свою чергу, мають по два шарнірно закріплені болтами ножі. Ножі, які розміщені, на середніх роторах, мають більшу довжину. Під валами роторів, за допомогою шпонок встановлені шестерні роторів, зачеплені з проміжними шестернями, які встановлені на підшипниках. Розподільна шестерня розміщена на шліцевому з'єднанні.

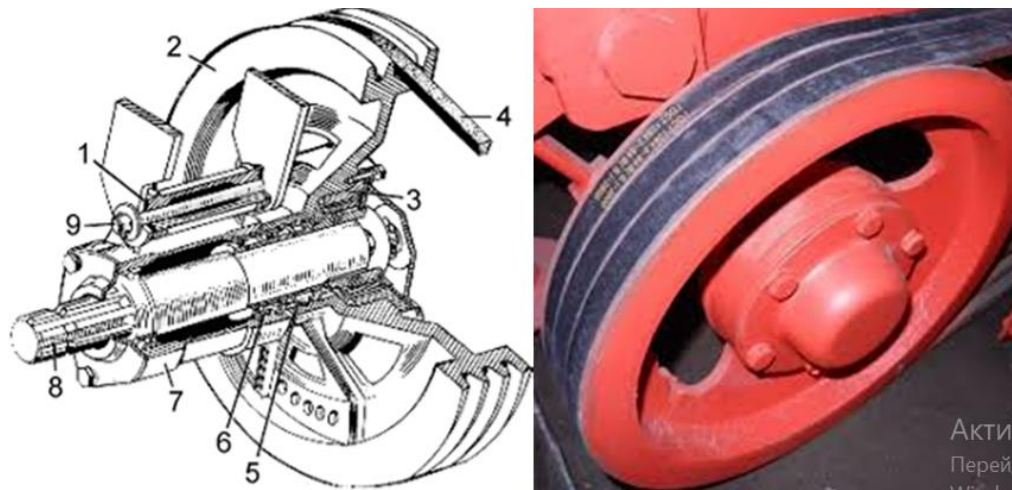


Рис.2.7. Шків привідний

1 - шайба; 2 - шків; 3 - муфта; 4 - пас; 5 і 6 - підшипники; 7 - корпус; 8 - вал; 9 - вісь.

Контроль рівня мастила у порожнині корпуса шестерень здійснюється за допомогою пробки. Для проведення контролю мастила, ріжучий апарат встановлюють, у вертикальне положення. Мащення підшипників здійснюється за допомогою маслянок. Для відокремлення скошеної масу від нескошеної, з правої сторони за допомогою кронштейна, кріплять польовий дільник.

Польовий дільник складається з кронштейна, щитка подільника, пружин і метизів кріплення. Встановлюють ділильний щиток з кутом нахилу спрямованим до осі переміщення косарки. Пружина, яка розміщена на щитку подільника спонукає відведенню його в сторону, у випадку великого потоку рослинної маси, з наступним поверненням, у попереднє положення. Привод косарки здійснюється від ВВП енергетичного засобу через (рис. 2.7, 2.8) зубчасту і клинопасову передачі.

Карданний вал із шарнірними муфтами має вигляд двох шарнірів встановлених на підшипниках кочення і захищених кожухом. Для запобігання првертання кожуха встановлені два стопорні ланцюги, один з яких закріплюють на навісній системі косарки, а інший – за допомогою скоби до центральної тяги навісної системи трактора.

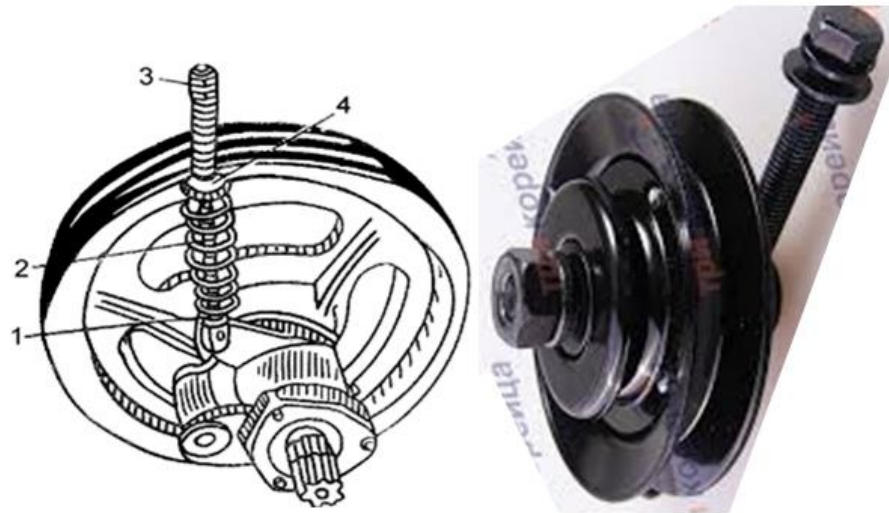


Рис. 2.8. Натяжний пристрій

1 - натяжник; 2 - пружина; 3 - гайка; 4 - шайба;

Клинопасова передача має ведучий шків, клинові паси (рис. 2.7) та ведений шків (рис. 2.8). Передача має захисний кожух (рис. 2.9). У середовищі корпуса шківа, на валу (рис. 2.7) встановлено обгінну муфту, для запобігання передачі руху від ВВП трактора, за холостої роботи роторів косарки і передавальних механізмів. На підшипниках, з шарнірним закріпленням до підрамника, розміщений провідний шків. Натяг клинових пасів здійснюється за допомогою натягувального пристрою (рис 2.8), який складається з пружини, натяжника, шарнірно з'єднаним зі шківом, шайб і гайки. Натяжний пристій встановлюється в отворі сухарика.

Тяговий запобіжник (рис. 2.10) встановлений для запобігання зіткнення з різними перешкодами, що надає захисту різальному апарату. Конструктивно, запобіжник складається з двох тяг, які можуть переміщуватися по напрямних до упорів фіксаторів, що стабілізуються через зусилля пружини Регулювання запобіжника відбувається за допомогою гайок. При наїзді ріжучого апарату на перешкоди, дія тягового опору зростає і фіксатори залишають зачеплення. У

наслідку цього, довжина тіла запобіжника збільшується, а косарка розгортається, до обмеженого упором кута розвороту. Запобіжник приєднаний до підрамника через скобу та до пальця навісної рами.



Рис 2.9. Кожух пасової передачі

Стійка утримує косарку КРН-2.1 у зручному положенні, для зберігання і приєднанні до трактора. Конструктивно вона складається з труби, що має фіксуєчі отвори, для встановлення на зберігання, днища і шплінтів пружин.

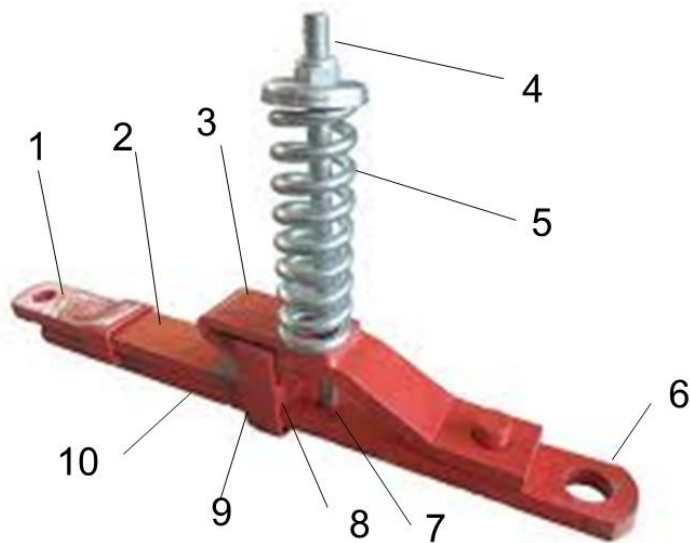


Рис.2.10. Конструкція тягового запобіжника

1 - упор; 2 - планка; 3 - хомут; 4 - гайка; 5 - пружина; 6 - скоба; 7 - тяга; 8 і 9 - фіксатори; 10 - тяга; 11 - шарнір.

Система гідрообладнання косарки(рис 2.5) призначена для приводу врівноважувального механізму. Вона має гідроциліндр, сповільнювальний клапан, сапун, трубопроводи, запобіжник підтікання оливи з гідросистеми при від'єднанні від енергетичного засобу.

2.2 Обґрунтування конструкції запропонованої машини.

Мета запропонованої новизни впровадження, полягає у підвищенні ефективності процесу скошування трав та розширення спектру функціональних можливостей машини, з частковим її використання, у комунальних господарствах та можливості скошування не лише трави, але і грубих бур'янів, кущів, чагарників, а також схилів, яруг, долин, пагорбів і для підрізання крони дерева.

Для реалізації визначеного завдання, косарка складається із консолі з ротором, гідравлічного механізму підйому та опускання консолі, різального апарату, що має ніж, який виконує обертальний рух на осі повороту у перпендикулярній площині до осі ротора.

Різальний апарат являє собою двохланкову систему з двома парами шарнірно встановлених на одній лінії ножів та утримувачів, осі обертання яких мають паралельне розміщення між собою. Утримувачі мають симетричне загострення, на кут 60° , а ножі мають зрізи на кут 50° до горизонтальної площини.

У відповідності з запропонованим рішенням, косарка устаткована додатковим елементом механічного регулювання і фіксування положення консолі роторів. Сенс такої конструкції пристрою полягає у безпосередньому з'єднанні штока гідроциліндра, з консоллю через вісь. На краях осі закріплені дві поворотні тяги, які через різьбове з'єднання, сполучені із жорстко закріпленою плитою корпусу гідроциліндра і мають регулювальні і фіксуючі пристрої кута нахилу консолі.

Поміж тим, на валу розміщений опорний елемент з можливістю повертання у підшипнику ковзання.

Конструкція ріжучого апарату за виглядом двохланкової системи, з шарнірним розміщенням ножів та утримувачів на одній лінії та осями їх повороту паралельних між собою, сприяє виникненню досить високих показників кінетичної енергії, що дає можливість виконувати зруб стовбурів дерев і кущів, в діаметрі до 80 мм.

Дана система забезпечує уникання пошкодження ріжучого пристрою і втрат показників його кінетичної енергії, у випадках удару по перешкодах, тому що ножі з утримувачем, на момент динамічного удару відводяться у назаднє положення та складаються, з наступним миттєвим розкладанням, під дією відцентрових сил.

Влаштування на ножах зрізів під кутом 50° до їх горизонтальної площини і симетричного заточення утримувачів під кутом 60° , також запобігає занурюванню їх у ґрунт, та затягуванні зайвої кількості скошеного об'єму.

Приєднання штока гідроциліндра, за допомогою вісі, з консоллю влаштовано з метою входження різбових кінців встановлених на краях вказаної осі двох тяг, до отворів плити корпусу гідроциліндра з фіксацією гайками і контрагайкам. Така конструкція істотно спрощує налаштування і керування косаркою, завдяки чому можна здійснювати косіння, з вимкненою гідросистемою, через те що консоль не має можливості опуститися нижче встановленого рівня.

За необхідністю, трактор підніме консоль і має можливість опустити її знову у початкове положення.

Існує можливість працювати із використанням гідропідпору консолі через упор на гайках. Така необхідність існує при роботі на схилах пагорбах і гірських поверхнях, із величиною кута нахилу до 75° до горизонту, з упередженням відбивання консолі, при її розміщенні у крайньому верхньому положенні від виникаючих зусиль зрубування товстих стебел.

На такому пристрої можна механічно регулювати і фіксувати положення консолі, що враховуючи особливість конструкції ріжучого апарату, підвищує рівень надійності процесу косіння і розширює спектр функціональних можливостей косарки.

Підвищенню рівня надійності, сприяє також встановлення опорного елемента, на вал ротора, знизу ріжучого пристрою, з можливістю його повороту у підшипнику ковзання. Такий підхід дає можливість легкого налаштування косарки, за допомогою навісного обладнання трактора, як при виконанні робочого процесу, на горизонтальному полі, так і при положенні консолі під

нахилом, встановивши положення ріжучого апарату, паралельно до скошуваної поверхні. За умови виникнення перешкоди на шляху переміщення ротора, опорний елемент повертається до підшипника ковзання, а консоль піднімається, в результаті чого, на вал з консоллю, будуть діяти значно нижчі показники згинаючих навантажень.

2.3 Опис запропонованого пристрою.

За будовою, роторна косарка складається з рами, на якій розміщена консоль, виконана у вигляді двохплечого важеля. На осі консоль розміщена з можливим поворотом і приєднана безпосередньо до штока гідроциліндра через вісь. Тяги, які розміщені на осі заведені через різьбові кінці до отворів жорстко закріпленої плити гідроциліндра, за допомогою гайок і контргайок, для зберігання консоллю робочого положення. На протилежній стороні консолі закріплено ротор. На вихідному валу ротора, розміщений опорний елемент, з існуючою можливістю повертання у підшипнику ковзання та різальний апарат, з регулюванням рівня положення за висотою і фіксуванням стопорним болтом.

Конструкція різального апарату виготовлена за принципом двохланкової системи двох пар, шарнірно розміщених на кронштейнах ножів з утримувачами.

Вхідний вал має жорстко встановлену ведену зірочку, яка має кінематичний зв'язок, через натяжну зірочку ланцюга, приводну зірочку ланцюга, шків пасової передачі і карданний вал з валом відбору потужності енергетичного засобу. Елементи привідної зірочки і шків жорстко закріплюються на барабані, що розміщений з можливим обертанням на осі, яка жорстко закріплена на кронштейні рами. Шків має жорстке кріплення, на осі корпусу, розміщеного на рамі, з можливим поздовжнім переміщенням для натягу пасів.

Також, рама має захисний кожух пасової передачі та захисний кожух ланцюгової передачі. З іншої сторони консолі, знаходиться огороження з

можливістю повертання до осі, яка захищає ножі ріжучого апарату від викидання каменів.

Будова двохланкової системи ріжучого апарату має можливість заміни тримачів, на яких встановлені, через кутник, еластичні гумовотканинні пластини, які встановлені з метою видалення непотрібних рослинних решток.

Робочий процес косарки реалізується за наступним порядком. Обертальний рух, від валу відбору потужності енергетичного засобу, через карданну передачу, пасовий передач, ланцюговий передач і ротор, передається до різального пристрою. Від дії відцентрових сил, за обертами до 900 об / хв., ножі розміщуються діаметрально на лінії, а рівень кінетичної енергії, що виникає, дозволяє виконувати скошування трави і рубання чагарників та стовбури дерев.

Рівень висоти зрізу рослин регулюється за принципом ступінчастості, встановлення різального апарату з фіксувальним стопорним болтом. Після приєднання косарки до навісної системи трактора, її горизонтальне положення регулюють, на рівній ділянці, з використанням тяг і розкосів начіпного пристрою, щоб положення різального пристрою було паралельним землі.

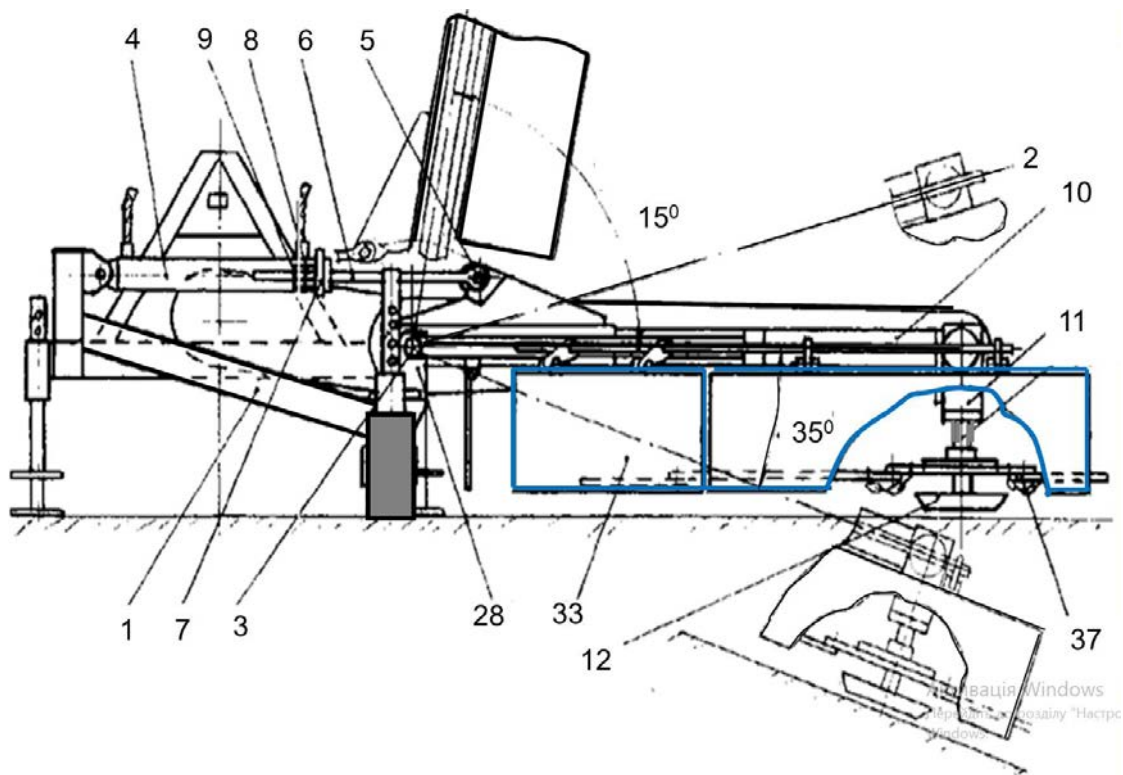


Рис. 2.11. Універсальна роторна косарка

1 - рама; 2 - консоль; 3 - вісь; 4 - гідроциліндр; 5 - вісь; 6 - тяги; 7 - плита; 8 - гайка; 9 - контрагайки; 10 - ротор; 11 - вхідний вал; 12 – опорний елемент; 28 - кронштейн; 33 – огороження.

Після того, як ріжучий пристрій отримав обертальний рух, трактор починає переміщення. У випадку знаходження перешкоди на шляху переміщення ріжучого апарату, тракторист, з використанням гідроциліндра, здійснює підйом консолі з ріжучим апаратом, а після зникнення перешкоди консоль опускається у попереднє встановлене положення до упору.

Якщо, перепона виникає, на шляху переміщення вала ротора, то опорний елемент, опираючись на перепону і повертаючись у підшипнику ковзання, виконує піднімання консолі.

При роботі на схилах, з величиною кута нахилу до 75° до горизонту, консоль встановлюється за допомогою тяг, у верхнє положення, із встановленням необхідного кута, з використанням гідроциліндра та утримується у встановленому положенні.

2.4. Розрахунок вала на кручення.

Силовими характеристиками для вала є:

$M_{кр}$ – крутний момент;

W_p – полярний момент опору;

τ_{max} – дотичні напруження.

Значення крутного моменту вала:

$$M_{кр} = \frac{N}{\omega_v}; \quad (2.1)$$

де ω_v – частота обертання, с;

N – потужність на валу, $N=5$ кВт .

$$\omega_v = \frac{\pi \cdot n_v}{30} = \frac{3,14 \cdot 900}{30} = 94,2 \text{ c}^{-1} \quad (2.2)$$

Маємо:

$$M_{кр} = \frac{5}{94,2} = 0,053 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Визначаємо момент опору:

$$W_P = \frac{\pi \cdot d_{нар.}^3}{16} \left[1 - \left(\frac{d_{вн.}}{d_{нар.}} \right)^4 \right], \quad (2.3)$$

де $d_{нар.}$ – значення зовнішнього діаметру (м), $d_{нар.}=0,617$ м,
 $d_{вн.}$ – значення внутрішнього діаметру (м), $d_{вн.}=0,334$ м.

$$W_P = \frac{3,14 \cdot 0,617^3}{16} \left[1 - \left(\frac{0,334}{0,617} \right)^4 \right] = 0,042.$$

Визначаємо допустимі дотичні напруження для сталі Ст.3:

$$[\tau]=0,7 \cdot [\sigma]=0,7 \cdot 16 \cdot 10^4=11,2 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^2 \quad (2.4)$$

Визначаємо допустимі дотичні напруження на валу:

$$\tau_{max} = \frac{M_{кр}}{W_P} = \frac{0,053}{0,042} = 1,26 \leq [\tau] \quad (2.5)$$

Для вала, умова міцності виконана.

Визначаємо зусилля, які діють на шпонку:

$$P_{шп.} = \frac{M_k}{r}, \text{ кН}, \quad (2.6)$$

де r – радіус вала, $r=0,03$ м.

$$P_{шп.} = \frac{0,053}{0,03} = 1,76 \text{ кН}$$

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ – ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ЗБИРАННЯ ЛЮЦЕРНИ МОДЕРНІЗОВАНОЮ РОТОРНОЮ КОСАРКОЮ

3.1 Комплектування агрегату.

Трактор Foton TD-824 – виготовляється китайською державною корпорацією Beiqi Foton Motor і використовується для виконання аграрних робіт з навісними та причіпними агрегатами. Енергетичний засіб має чотиритактний дизельний двигун прототипу Lovol Power, який заводиться від електричного стартера. Енергетичний засіб забезпечений системою автоматизованого блокування диференціала ведучого моста, гідравлічною навісною системою, двохрежимним валом відбору потужності.



Рис 3.1 Трактор Foton TD-824.

Розміри колій задніх і передніх коліс, регульовані, що дозволяє виконувати робочий прохід трактора як по низькостеблових так і по високостеблових рослинах.

Енергетичний засіб має ергономічну, простору кабінку, яка обладнана вентиляційною і опалювальною системами, для роботи в літньому і зимовому сезонах, крім того, регулюється положення сидіння оператора, для комфорту водіння. Основні технічні показники трактора Foton TD-824 наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики трактора Foton TD-824

Технічна характеристика	Показники
Колісна формула	4x4
Двигун	4-циліндровий дизель Lovol Power
Потужність, к.с (кВт)	60(81)
Номинальна частота обертання, об / хв	2200
Коробка передач	Механічна, (з редуктором, що подвоює число передач)
Швидкість вперед / назад, км / год	1,89-33,4/ 3,98-8,97
Задній ВВП:	
Незалежний, об/хв	570;1000
Синхронний, об / хв	3,5
Вантажопідйомність навісної системи на осі шарнірів нижніх тяг, кг / с	3000
Габаритні розміри, мм.:	
Довжина	3850
Ширина	2780
Висота	2765
Колія, мм:	
Передніх коліс	1350-1850
Задніх коліс	1400-1600
Маса експлуатаційна, без баласту, кг	3700
Розмір шин:	
Передніх коліс	9,0 R 20
Задніх коліс	15,5RR8
Маса з передніми вантажами та вантажами задніх коліс, кг	6000

Начіпна роторна косарка КРН-2.1

Косарку виробляється багатьма заводами та підприємствами. Агрегування косарки відбувається з використанням тракторів класу 0,9 - 1,4, з навішуванням на начіпну систему. Після приєднання косарки до начіпної системи трактора, встановлення приводу та гідравлічного зв'язку, її можна використовувати у робочому процесі. Звичайно, перед роботою, косарку налаштовують на виоту зрізу та горизонтальність положення різального апарату. Дана машина ефективно скошує траву і рослинність різного діаметру стебла. Вдало копіює поверхню поля і надійно виконує скошування густої маси, за будь-яких погодних умов.

Таблиця 3.2. Технічна характеристика КРН-2.1

Технічна характеристика	Показники
Робоча ширина захвату з трактором, м	2,35
Робоча ширина захвату косарки, м	2,09
Робоча швидкість руху, км / год	10-15
Висота зрізу, см	6-8
Продуктивність, га / год	1,7-2,9
габаритні розміри:	
Довжина, м	3,55
Ширина, мм	2,09
Кількість роторів, шт.	4
Маса, кг	535



Рис. 3.2. Вигляд навісної роторної косарки КРН-2.1

3.2 Налаштування косарки на збирання люцерни

Перед початком роботи, необхідно відрегулювати колеса енергетичного засобу колеса таким чином, щоб середина їх колії мала відстань 14 -15 см.

- На енергетичному засобі розміщують гідравлічний механізм підйому.
- На начіпну систему енергетичного засобу навішується приєднувальна рамка косарки.

- На початку роботи виконують перевірку роботи косарки в холостому режимі.
- Під час робочого процесу необхідно контролювати положення різального апарату, на встановленій висоті.

3.2.1 Технологія заготівлі кормів.

При заготівлі кормів необхідно забезпечити максимальне збереження їх якості зі збереженням поживної цінності і ефективних речовин в кормових показниках. Період скошування трав на корм, необхідно вибирати відповідно до агротехнічних вимог, наприклад, за пізнього скошування, поживні якості рослинної маси суттєво погіршуються, за ранніх укосів, існують позитивні переваги: кращі показники засвоюваності; низький рівень вмісту клітковини, але високий рівень вмісту протеїну.

Отже кормові цінності трав напряду корелюють із періодом і часом скошування. Найкраще скошувати кормові трави вранці і ввечері, відповідно до того, що вранці генерується високий вміст каротину потім цей показник знижується і знову ввечері – зростає.

У сучасних технологіях вирощування кормових культур, процес скошування реалізується з використанням певної кількості укосів, що підвищує якість заготівлі кормів.

При заготівлі сіна необхідно проводити скошування багаторічних травостоїв на луках. Важливим процесом кормозаготівлі являється ворущіння скошеної маси, що інколи відбувається за кілька прийомів, але заборонено ворущити валок сіна при вологості 40%, через ризик втрати листя скошених культур. Після висихання сіна у валках, вони підбираються преспідбирачами а і пресуються в паки.

3.2.3 Біологічні і морфологічні особливості люцерни

Люцерна - давня культура, яка інтенсивно вирощується у технологіях кормовиробництва. На даний час, налічується 80 видів і сортів культури. Її потужно вирощують, в різних країнах і в різних кліматичних зонах. Найбільші

площі люцерни знаходяться в країнах США, Західної Європи, Аргентини і України.

Люцерна теплолюбива рослина і має нагальну потребу в світлі. Показник температури сходу люцерни становить 18-20°C, має добре розвинені показники холодостійкості. Для забезпечення гарних сходів люцерни, поле потрібно ретельно зачистити, від бур'яну і уникати підсівів. Найкращими попередниками, для люцерни являються просапні культури. В процесі догляду за посівами культури, потрібно проводити заходи боротьби з бур'янами, виконувати стимулювання вегетації.

3.3. Розрахунок техніко-економічних показників роботи агрегату

Операційно-технологічна карта, важливий документ в аграрному виробництві, в якому прописуються показники режимів роботи агрегату, встановлюються значення техніко-економічних і кінематичних складових робочого процесу.

Налаштування машино-тракторного агрегату на робочий процес.

Основний енергетичний засіб, для реалізації процесу – трактор Foton TD-824, аграрна машина – модернізована косарка роторна КРН-2.1.

Налаштування основного агрегату складається з регулювання трактора і аграрної машини.

Вихідні дані умов роботи:

- площа ділянки поля – 50 га.;
- операція - скошування;
- довжина гонів – 700м;
- основний робочий агрегат – трактор Foton TD-824 і модернізована косарка роторна КРН-2.1;
- питомий опір люцерни – 43 кН/ м².

Основні показники технічної характеристики агрегату:

Трактор Foton TD-824 і модернізована косарка роторна КРН-2.1;

Витрата пального – 16,2 кг/год;

Потужність ДВЗ – 81 кВт;

Швидкість переміщення – 1,9-3,3м/с;

Показник ваги трактора – 58,8 кН;

Показник ваги косарки – 5,25кН;

Висота зрізу – 6см;

Ширина захвату – 2,1м;

Вибір режиму швидкості визначають з врахуванням якісних показників реалізованої роботи, пропускної здатності ріжучого апарату косарки, завантаження двигуна за умови: $V_{p\max}^{azp} \geq V_p \leq V_{p\max}^{Ne}$. Допустимий показник швидкості переміщення – $V_{max.azp}$. до 3.3м/с.

Встановлюємо значення максимально можливої швидкості за завантаженням двигуна $V_{p\max}^{Ne}$:

$$V_{p\max}^{Ne} = \frac{N_{eH} \cdot \eta_{Ne} \cdot \eta_{MG} \cdot \eta_{\delta}}{R_M + G \left(f_T \pm \frac{i}{100} \right)} \text{ м/с.} \quad (3.1)$$

де N_{eH} – значення номінальної потужності двигуна, кВт;

η_{Ne} – допустимі межі коефіцієнта завантаження двигуна, $\eta_{Ne} = 0.85 \dots 0.95$;

η_{MG} – ккд трансмісії, для Foton TD-824; $\eta_{MG} = 0,78 \dots 0,82$

η_{δ} – ккд пробуксовування, $\eta_{\delta} = 1 - \delta / 100$;

де δ – пробуксовування в %, вибирається для наявного фону за тяговою характеристикою трактора при $P_T = R_M$;

G – значення ваги трактора, кН;

R_i – значення опору машини, кН.

Встановлюємо значення тягового опору агрегату:

$$R_M = R_{пл} = k_{пл} \cdot a \cdot b_K \cdot n_K \pm c \cdot G_{пл} \frac{i}{100} \text{ кН.} \quad (3.2)$$

де $k_{пл}$ – питомий опір люцерни при скошуванні, $\text{кН}/\text{м}^2$;

a – відстань висоти зрізу, м;

b_K – ширина захвату одного ротора, м;

n_K – кількість корпусів;

c – коефіцієнт врахування ваги трави на ножі (при, $a=0,22 \dots 0,25$ $c=1,2$);

$G_{пл}$ – значення ваги косарки, кН

Підставивши числові параметри розраховуємо:

$$R_{nл} = 43 \cdot 0,06 \cdot 0,5 \cdot 4 = 5,16 \text{ кН}$$

При 5,16кН, , $\delta=6\%$.

В такому випадку:

$$\eta_{\delta} = 1 - \delta / 100 = 1 - 6 / 100 = 0,94 .$$

Максимальне значення швидкості за завантаженням двигуна:

$$V_{p.max}^{Ne} = \frac{81 \cdot 0,85 \cdot 0,82 \cdot 0,94}{5,16 + 58,8 \cdot \left(0,09 + \frac{0}{100}\right)} = 5,08 \text{ м/с.}$$

Враховуючи співвідношення $V_{p \max}^{azp} \geq V_p \leq V_{p \max}^{Ne}$, попередньо встановлюємо швидкість переміщення $V_p = V_{p \max}^{Ne} = 5,08 \text{ м/с}$. Робочу передачу обираємо 1, четвертого діапазону, показник робочої швидкості на якій – 5,08 м/с. Допоміжну передачу обираємо 3, третього діапазону, показник робочої швидкості якої становить - 4,57м/с.

Для перевірки достовірності вибору передач, необхідно встановити значення коефіцієнтів η_{Ne}^P и η_{Ne}^X рівня завантаження двигуна на робочому ходу і холостому ходу:

$$\eta_{Ne}^P = N_{ep} / N_{en}, \quad (3.3)$$

$$\eta_{Ne}^X = N_{ex} / N_{en}, \quad (3.4)$$

де N_{ep} і N_{ex} - значення потужності завантаження двигуна при робочому і холостому проходах відповідно, кВт.

Потужність завантаження двигуна при робочому і холостому проходах:

$$N_{ep} = \frac{(R_{ПЛ} + G \cdot (f_T + i/100)) V_P}{\eta_{\delta} \cdot \eta_{МГ}}, \text{ кВт} \quad (3.5)$$

$$N_{ex} = \frac{G \cdot (f_T + i/100) \cdot V_X}{\eta_{\delta} \cdot \eta_{МГ}}, \text{ кВт.} \quad (3.6)$$

Підставляємо числові значення параметрів до виразів, за умови що $V_P = V_X$:

$$N_{ep} = \frac{(5,16 + 58,8 \cdot 0,09) \cdot 5,08}{0,82 \cdot 0,94} = 62,9 \text{ кВт,}$$

$$N_{ex} = \frac{58.8 \cdot 0,09 \cdot 5.08}{0,82 \cdot 0,94} = 34.8 \text{ кВт.}$$

$$\eta_{Ne}^P = 62.9 / 81 = 0,7,$$

$$\eta_{Ne}^X = 34.8 / 81 = 0.4.$$

Розраховані показники коефіцієнтів підтверджують вірний вибір швидкісного режиму агрегату.

У відповідності з агротехнічними вимогами приймаємо спосіб переміщення агрегата по полю. Потрібно обирати такий спосіб, який забезпечить найбільше значення коефіцієнта робочих проходів.

Для розрахунку приймемо комбіноване гонове переміщення.

Розмір ширини поворотної смуги:

$$E = R_o + 0,5 \cdot d_K + e, \text{ м.} \quad (3.7)$$

де R_o - значення мінімального радіусу повороту, для агрегату Foton TD-824 і косарки роторної КРН-2.1 приймаємо $R_o=4,8\text{м}$;

e - довжина проходу агрегата, м;

d_K - показник кінематичної ширини агрегата, приймаємо 1,5 м.

Для нашого агрегата:

$$e = 0,5 \cdot l_K, \text{ м.}$$

де l_K - показник кінематичної довжини агрегата, м.

$$l_K = l_m + l_{mp}, \text{ м.}$$

где l_m та l_{mp} - показники кінематичних довжин трактора і машини, м.

Значення l_m та l_{mp} відповідно 1,2 м та 3,7 м.

Далі:

$$l_K = 1.2 + 3.7 = 4.9$$

$$e = 0,5 \cdot 4.9 = 2.45$$

Далі:

$$E = 4.8 + 0.5 \cdot 1.5 + 2.45 = 8$$

Ширина поворотної смуги приймається, за умови кратності цілому числу проходів агрегата - 8м.

Тоді L_P – відстань робочої довжини гону:

$$L_P = L - 2 \cdot E = 700 - 2 \cdot 8 = 684, \text{ м.} \quad (3.8)$$

Значення оптимальної ширини гону:

$$C_{onm} = \sqrt{(8R_0^2 + L_P B_P)2}, \quad (3.9)$$

$$C_{onm} = \sqrt{(8 \cdot 4.8^2 + 684 \cdot 2)2} = 55.7 \text{ м.}$$

Тоді значення коефіцієнта робочих проходів φ встановлюємо за виразом:

$$\varphi = \frac{L_P}{L_P + 0,5c + \frac{4R_0}{2}(2R_0 - B_P) + R_0 + 2e}, \quad (3.10)$$

Провівши розрахунки, встановлюємо ширину загінки 55,7 м.

Час циклу робочого процесу агрегата.

Показник часу кінематичного циклу, год:

$$t_{\text{ц}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \cdot \left(\frac{2 \cdot L_P}{V_P} + \frac{2 \cdot l_X}{V_X} + 60 \cdot t_{on} \right), \text{ ч.} \quad (3.11)$$

де l_X - значення довжини повороту, м.;

t_{on} - час зупинок на проведення технологічного обслуговування агрегата, віднесений до одного кола (чищення робочих елементів), приймаємо 1 хв.

Довжина повороту визначається відповідно до прийнятого способу переміщення, за виразом:

$$l_X = \pi R_O + 2 \cdot e = 3.14 \cdot 4.8 + 2 \cdot 2.45 = 19.9 \text{ м.}$$

В такому випадку, час кінематичного циклу, год:

$$t_{\text{ц}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \cdot \left(\frac{2 \cdot 684}{5.08} + \frac{2 \cdot 19.9}{5.08} + 60 \cdot 0,1 \right) = 0.76 \text{ ч.}$$

Встановимо кількість циклів роботи агрегата за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T - t_2 - t_5 - t_6}{t_{\text{ц}}}. \quad (3.12)$$

де T - показник нормативного часу зміни (приймаємо рівною 7 год);

t_5 - час потрібний для відпочинку і особистих потреб, приймаємо 0,5 год;

t_2 - час на проведення технічного обслуговування агрегата у полі (для агрегата Foton TD-824 і косарка роторна КРН-2.1, t_2 приймаємо 0,5 год);

t_6 - показник підготовчо-заключного часу, год.

Визначаємо підготовчо-заключний час:

$$t_6 = t_{ETO} + t_{ПП} + t_{ПН} + t_{ПНК}, \text{ Ч.}$$

де t_{ETO} - час на проведення технічного обслуговування агрегату, приймаємо 0,52 год;

$t_{ПП}$ - час затрачений на підготовку агрегату до переїздів, приймаємо 0,08 год;

$t_{ПН}$ - час затрачений на отримання завдання і здавання роботи, приймаємо 0,1 год;

$t_{ПНК}$ - час затрачений для переїзду на початку і у кінці зміни, приймаємо 0,5 год.

Підготовчо-заключний час

$$t_6 = 0,52 + 0,08 + 0,1 + 0,5 = 1,2 \text{ Ч. (год)}$$

Кількість циклів роботи косарки:

$$n_{Ц} = \frac{7 - 0,5 - 0,5 - 1,2}{0,76} = 6,32.$$

Результат розрахунку округлюємо до найближчого цілого числа, і встановлюємо кількість циклів роботи агрегата за одну зміну – 7.

Продуктивність роботи агрегата за один цикл:

$$W_{Ц} = 2B_P \cdot L_P / 10^4, \text{ га/цикл.} \quad (3.13)$$

де B_P - значення ширини захвату агрегату, м.

$$B_P = b_K \cdot \beta, \text{ м.}$$

де b_K - показник конструктивної ширини захвату косарки, м.;

β - значення коефіцієнта використання конструктивної ширини захвату, $\beta=1,09$.

Тоді:

$$B_P = b_K \cdot \beta = 2,1 \cdot 1,09 = 2,3 \text{ м.}$$

$$W_{Ц} = 2B_P \cdot L_P / 10^4 = 2 \cdot 2,3 \cdot 684 / 10^4 = 0,31 \text{ га/цикл.}$$

Нормативна продуктивність роботи за годину і за зміну, га/год:

$$W_{CH} = 0,36 \cdot B \cdot V_P \cdot \tau, \text{ га/ч.}$$

$$W_{CMH} = 0,36 \cdot B \cdot V_P \cdot T_P, \text{ га/смену (га/зміну)}$$

де τ - значення коефіцієнта використання часу зміни:

$$\tau = T_P / T_D,$$

де T_P - основний робочий час за зміну, год.

Для встановлення коефіцієнтів τ і T_P побудуємо баланс часу зміни, год:

$$T_D = t_{II} \cdot n_{II} + t_2 + t_5 + t_6 = T_P + t_2 + t_5 + t_6, \text{ ч.}$$

Відповідно, до балансу часу зміни, год:

$$T_P = t_{II} \cdot n_{II} = 0,76 \cdot 6,32 = 4,8 \text{ год. } T_D = 4,8 + 0,5 + 0,5 + 1,2 = 7 \text{ (год)}$$

$$\tau = 4,8 / 7 = 0,68,$$

$$W_{CH} = 0,36 \cdot 2,3 \cdot 5,08 \cdot 0,68 = 2,86 \text{ га/ч. (га/год)}$$

$$W_{CMH} = 0,36 \cdot 2,3 \cdot 5,08 \cdot 4,8 = 20,2 \text{ га/см. (га/зміну)}$$

Витрати пального для агрегату:

$$Q = \frac{G_{TP} \cdot T_P + G_{TX} \cdot t_X + G_{TO} \cdot t_O}{W_{CM}}, \text{ кг/га.} \quad (3.14)$$

де G_{TP}, G_{TX}, G_{TO} - витрати пального при робочому переміщенні,

холостому ходу, і при зупинках з працюючим двигуном відповідно, кг / год;

T_P, t_X и t_O - час виконання робочого процесу, при холостому переміщенні і на зупинках, год.

Час холостого переміщення встановлюємо відповідно до способу руху агрегату, год:

$$t_X = l_X \cdot n_{II} / 3600 \cdot V_X$$

де l_X - шлях подоланий агрегатом при холостому переміщенні, м.

$$t_X = 19,9 \cdot 6,32 / 3600 \cdot 5,08 = 0,0068$$

Витрати пального при робочому переміщенні, кг/год:

$$G_{TP} = G_{ХД} + (G_{TH} - G_{ХД}) \cdot \frac{Nep}{Nen}, \text{ кг/ч.} \quad (3.15)$$

де $G_{ХД}$ и $G_{ТН}$ - максимальне значення витрати пального при холостій роботі двигуна на номінальному режимі, кг / год.

$$\text{Тоді } G_{TP} = 5,3 + (16,2 - 5,3) \cdot \frac{62,9}{81} = 13,8, \text{ кг/ч. } G_{ТХ} = 5,3 + (16,2 - 5,3) \cdot \frac{34,8}{81} = 6,1, \text{ кг/ч.}$$

$$Q = \frac{13,8 \cdot 4,8 + 6,1 \cdot 0,0068 + 3,4 \cdot 0,5}{20,2} = 3,4 \text{ кг/га.}$$

Висновок

У результаті проведених розрахунків, були встановлені основні агротехнічні показники виконання операції скошування і наведені показники технічної характеристики машино-тракторного агрегату.

РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ І ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ

4.1 Безпека життєдіяльності

4.1.1 Організація роботи служби охорони праці на підприємстві

Для створення безпечних умов роботи виробничої ланки, необхідно керуватися діючими правилами техніки безпеки та виробничої санітарії для аграрних підприємств, а також дотримуватись виконання правил техніки безпеки при роботі на тракторах, аграрних і спеціалізованих машинах.

Працівники виробничої ланки, які зараховуються на роботу, проходять вступний інструктаж з охорони праці та інструктаж безпосередньо на робочому місці, а в процесі виробництва також, періодичний інструктаж.

Крім проходження інструктажів, працівники повинні щорічно проходити курсове навчання з техніки безпеки з обов'язковою перевіркою отриманих знань перед комісією. Для проведення навчань з техніки безпеки користуються інструкціями, електронними посібниками та наочними посібниками, а також демонструють вірні підходи і безпечні прийоми до виконання окремих аграрних операцій.

Відповідно до діючих правил, загальна відповідальність за стан техніки безпеки господарства перебуває на директорові, як керівнику господарства. На дільницях, відповідальність за охорону праці несуть керівники ланок.

Контроль виконання вимог техніки безпеки при виробничому процесі дільниці проводить інженер з техніки безпеки.

Нещасні випадки оформляються спеціальним актом, за формою Н-1.

Керівники, які несуть адміністративну відповідальність за дотримання техніки безпеки, зобов'язані користуватися цими правилами і загальними правилами інших відомств, встановленими Законами України, профспілками працівників і службовців аграрного сектору та установах аграрного виробництва.

- забезпечувати виконання вимог з охорони праці (правила, інструкції, та вказівки з питань техніки безпеки і виробничої санітарії);
- забезпечувати належні санітарно-гігієнічні умови праці і належний технічний стан тракторів, аграрних і спеціалізованих машин, підйомно-транспортних засобів, електрообладнання та електромереж, інструментів та обладнання, захисних пристосувань і огорожень;
- розробляти і втілювати організаційні та фізичні заходи з техніки безпеки, покращення умов праці та спланувати кошториси вказані цілі і їх реалізовувати;
- впроваджувати у виробничі процеси сучасні і новітні конструкції захисних засобів і огорожень, впроваджувати механізацію та автоматизацію трудомістких операцій;
- проводити пропаганду безпечних підходів до праці та заходів пожежного захисту в дільницях, відділах, фермах і інших виробничих структурах, застосовуючи бесіди, консультації, організовуючи кабінети і стенди з техніки безпеки. Забезпечити кожен дільницю відповідними інструкціями, буклетами, плакатами, попереджувальними щитами, посібниками та правилами внутрішнього розпорядку;
- забезпечувати робітників безкоштовним робочим одягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту відповідно до діючих норм, організовувати збереження та ремонт спецодягу і спецвзуття;
- вести облік та звітність за нещасними випадками у господарстві, оформляти спеціальні акти за кожен випадок виробничого травматизму згідно з діючим положенням, проводити детальне розслідування кожного нещасного випадку та усувати причини, що завдали травматизму;
- персонально за кожним оператором, закріплювати аграрну машину і пакет змінного обладнання, розпорядженням по господарству. За тимчасової передачі машини іншому оператору, створюється відповідне письмове розпорядження;

- зупиняти виробництво на окремих робочих місцях, ділянках і на машинах, при встановленні умов, що несуть загрозу життю або здоров'ю робітників, вживати заходи щодо їх усунення. При відсутності можливості швидкого усунення небезпечних чинників умов, роботу зупинити, працівників і обладнання вивести у безпечне місце;
- забороняти застосування аграрних і спеціальних машин в особистих цілях без відома адміністрації;
- організовувати своєчасні перевірки технічного стану захисного обладнання і контрольно-вимірювальної техніки;
- забезпечувати станції заправки машин паливно-мастильними матеріалами і станції технічного обслуговування спеціалізованим обладнанням, технічними засобами та засобами пожежогасіння;
- обладнувати спеціалізовані майданчики тимчасового і постійного зберігання енергозасобів і аграрних машин.

У якості винятку, можна допускати до обслуговування агрегатів і до роботи на простих аграрних причіпних і стаціонарних машинах і знаряддях, осіб не молодших 16 років, які знають конструкцію машини, необхідні налаштування та пройшли інструктаж з охорони праці і протипожежного захисту .

4.1.2 Інструкція з охорони праці при роботі з роторної косаркою

До роботи на косарці допускаються особи, які знають конструкцію машини, правила обслуговування та інструкції щодо безпечної її експлуатації, які вміють вірно виконувати технологічний процес, наведений у технологічних інструкціях, які опанували практичні навички безпечного виконання робіт та пройшли інструктаж на робочому місці і перевірку знань з охорони праці.

Працівник зобов'язаний виконувати лише ту роботу, яка йому дозволена керівником ділянки, згідно з виробничою інструкцією.

Працівник повинен слідкувати за чистотою і порядком на своєму робочому місці. Заборонено загроможувати пожежний інвентар і застосовувати поза призначенням пожежні вогнегасники, рукави тощо.

Забороняється працювати на несправному обладнанні або зі знятим огородженням рухомих частин.

Про всі відомі до початку роботи поломки техніки працівник зобов'язаний негайно повідомити керівництву.

Працівник зобов'язаний знати методи і прийоми надання долікарської допомоги потерпілим та швидко повідомити про нещасний випадок, керівнику або оператору.

Особи, які допускаються недотримання вимог інструкцій з техніки безпеки, притягуються до відповідальності в адміністративному або судовому порядку відповідно до типу порушень.

На початку роботи працівник повинен використовувати призначений для наявного виду роботи спецодяг, спеціальне взуття, захист голови і за необхідності захисні засоби, перевірити справний стан обладнання і допоміжних засобів і підготувати функціональність відповідного робочого місця. Одяг повинен бути застебнутим на всі гудзики або зав'язаним на всі зав'язки.

Перед роботою косарок і збиральних машин, проводять огляд поля з метою усунення або відзначення небезпечних місць і проводять відповідні обкоси і прокоси.

Перед виїздом на поле проводять перевірку справного стану машин, особливо, захисних огорожень, підніжок, наявності пристосувань для огляду. Запасні ножі косарки повинні мати місце збереження - дерев'яні чохли.

До керування трактором або до його налаштування, забороняється приступати при наявності алкогольного сп'яніння.

При переводі ріжучого апарату косарок у транспортне положення не можна торкатися руками бруса. Для уникнення травм рук, слід

використовувати рукавиці. Спочатку потрібно піднімати ріжучий апарат косарки за польовий башмак, потім перемістити його до тильної частини бруса. Потрібно бути ретельно обережним при заміні ножа. Така операція доступна для виконання лише після зупинки двигуна трактора і вимкнення передачі руху до ножа.

Демонтувати і монтувати ніж варто, в рукавицях. При заточуванні ножів також варто використовувати рукавиці, а очі захищати окулярами.

Під час запуску косарки і подальшої її роботи заборонено перебувати стороннім особам, на відстані менше 50 м.

Для обслуговування агрегату користуватися потрібно, лише справним інструментом.

Робочий процес потрібно реалізувати у добре заправленому одязі, без розвівання, і використовувати пілозахисні окуляри.

У тракторі повиненна бути аптечка.

Щодня термос питної води необхідно заповнювати свіжою водою.

Перед запуском двигуна, ввімкненням робочих органів і початком руху, потрібно подавати звукові сигнали.

Під час складання косарки або її від'єднання від трактора заборонено перебувати біля зчіпного пристрою зі сторони ріжучих апаратів.

Не допускається перебування попереду ріжучого апарату під час робочого процесу косарки.

Не можна виконувати роботу зі знятими огороженнями шківів, зірочок, ланцюгів і пасів.

4.2 Екологічна оцінка проекту

Варто зазначити, що при використанні модернізованої машини знижуються витрати на паливно-мастильні матеріали, відповідно до чого і

знижуються викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище. Виконаємо розрахунок викидів CO_2 в навколишнє середовище, для обох машин.

Щоб уникнути цих проблем варто застосовувати підходи, з використанням новітніх, сучасних технологій при мінімальному нанесенні шкоди навколишньому середовищу, а також використовувати новітню техніку.

Паливно-повітряна робоча суміш РС за фракційним вмістом складається з 15 кг повітря і 1 кг палива.

$$\text{PC} = 15 + 1 = 16 \text{ кг.} \quad (4.1)$$

Еталонна кількість паливно-повітряної робочої суміші:

$$\text{PC}_6 = G_6 + 15 G_6 = 16 G_6 \quad (4.2)$$

де G_6 – витрата пального на 1 га, при серійній машині

$$\text{PC}_6 = 7,3 + 15 \cdot 7,3 = 152 \text{ кг}$$

$$\text{PC}_0 = G_0 + 15 G_0 = 16 G_0 \quad (4.3)$$

де G_0 - витрачається паливо, на 1 га, при модернізованій машині

$$\text{PC}_0 = 5,41 + 15 \cdot 5,41 = 116,8 \text{ кг.}$$

У таких фракційних сумішах CO_2 міститься 2%, виконаємо розрахунок викидів в навколишнє середовище.

При серійній машині:

$$\text{CO}_0 = 0,02 \cdot 152 = 3,04 \text{ кг/га} \quad (4.4)$$

При модернізованій машині:

$$\text{CO}_0 = 0,02 \cdot 116,8 = 2,336 \text{ кг/га} \quad (4.5)$$

Виконаємо порівняння, на скільки відсотків відбулися зміни:

$$100\% - (2,336/3,04) \cdot 100 = 23,16 \%$$

Мета бакалаврського проєкту, полягає у зниженні витрат паливно-мастильних матеріалів. Отже, різниця становить 23,16%, що суттєво знижує викиди CO_2 . Варто нагадати, що викиди відпрацьованих газів негативно впливають на екологію, на людей та на оточуюче середовище. Також викиди CO_2 чинять негативний вплив на озоновий шар планети, тому сучасне машинобудування, налаштоване на мінімізацію таких викидів.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

5.1. Техніко-економічна оцінка конструкторської розробки

Основною перешкодою для розвитку сучасного аграрного сектору, є недостатність фінансування висока цінова політика і недосконала податкова система.

Цей дипломний проєкт, на прикладі модернізованої косарки для заготівлі кормів, демонструє пряму залежність впроваджень новизни і собівартості виробленої продукції. Отож, основною метою проєкту є економічна ефективність розробки.

1) Встановлення продуктивності агрегату:

$$W_{\text{год}} = Q/T_{\text{см}}, \text{ га/год} \quad (5.1)$$

де $W_{\text{год}}$ – показник годинної продуктивності машини, га.

Q – обсяг змінної роботи, га .

$T_{\text{см}}$ – час протяжності зміни, год.

$$W_{\text{год}} = 14/7 = 2 \text{ га/год}$$

2) Затрати праці на одиницю площі:

$$Z_{\text{т}} = N_{\text{люд}}/W_{\text{год}}, \text{ люд./год} \quad (5.2)$$

де $Z_{\text{т}}$ – затрати люд.-год. з 1 га площі,

$N_{\text{люд}}$ – кількість осіб на агрегаті $N_{\text{люд}} = 1$.

$$Z_{\text{т}} = 1/2 = 0,5 \text{ люд./год}$$

3) Зниження рівня затрат праці на одиницю площі:

Зниження рівня затрат праці на одиницю площі поля встановлюємо, як різницю між затратами праці, при використанні серійної і модернізованої машини.

Затрати праці на одиницю площі поля при застосуванні модернізованої косарки:

$$\Delta Z_{\text{люд}} = Z_{\text{б}} - Z_{\text{пр}}, \text{ люд./год} \quad (5.3)$$

де $\Delta Z_{\text{люд}}$ – показник зниження затрат праці,

Z_6 и $Z_{пр}$ – відповідно затрати праці на серійній і модернізованій машині

$$Z_6 = 1; Z_{пр} = 0,5.$$

$$\Delta Z_{люд} = 1 - 0,5 = 0,5 \text{ люд./год.}$$

Зниження показника трудомісткості робіт при використанні модернізованого агрегату (%):

$$T_p = (Z_6 - Z_{пр}/Z_6) \cdot 100\% \quad (5.4)$$

де T_p – показник зниження трудомісткості,

$$T_p = (1 - 0,5/1) \cdot 100\% = 50\%.$$

4) Річна економія затрат праці:

$$E_T = (Z_6 - Z_{пр}) \cdot W_{сезон}, \text{ люд./год.}, \quad (5.5)$$

де E_T – сезонна економія праці,

$W_{сезон}$ – сезонна продуктивність агрегату, $W_{сезон} = 50$ га.

$$E_T = (1 - 0,5) \cdot 50 = 25 \text{ люд./год}$$

Приріст робочої сили:

$$T_{роб} = E_T / Q_p \cdot t, \text{ люд.}, \quad (5.6)$$

де E_T – показник економії праці за сезон,

Q_p – кількість робочих днів машини на сезон, $Q_p = 50$ днів,

t – протяжність робочого дня, $t = 7$ годин.

$$T_{роб} = 25 / 50 \cdot 7 = 7 \text{ люд.}$$

5) Прямі експлуатаційні затрати:

Для встановлення рівня прямих експлуатаційних затрат, необхідно порівняти показники експлуатаційних затрат, на одиницю площі поля серійного агрегату і модернізованого агрегату.

Експлуатаційні затрати (собівартість кормовиробництва з 1 га.):

$$E_z = A + Z_{п} + Z_{пмм} + Z_{тор}, \quad (5.7)$$

де A – показник амортизації агрегату (без амортизації енргозасобу),

$Z_{п}$ – заробітна плата оператора трактора,

$Z_{пмм}$ – витрати на паливно-мастильні матеріали,

$Z_{тор}$ – витрати на проведення технічного обслуговування і ремонту.

Для визначення рівня амортизації потрібно встановити вартісні показники виготовлення агрегату. Вартість виготовлення модернізованого агрегату буде приблизною, оскільки, не має точної інформації даних по запасних частинах цієї машини наразі немає, отже, застосовуємо ціни за аналогом (Табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Вартість виготовлення і придбання частин:

Найменування	Вартість за шт., грн.	Кількість, шт.	Вартість, грн.
1	2	3	4
Ріжучий елемент	500	3	1500
Гідроциліндр	1500	1	1500
Редуктор	13400	1	13400
Зварна рама,	18500	1	18500
Привод	10000	1	10000
Ріжучий апарат у зборі, в т.ч. вали, тяги, робочі елементи.	12000	1	12000
Разом:	55900	8	66900

$$A_{\text{год}} = C_{\text{агр}} / C_{\text{тв}}, \text{ грн.}, \quad (5.8)$$

де $A_{\text{рік}}$ – амортизаційні відрахування за рік,

$C_{\text{агр}}$ – показник вартості агрегату, $C_{\text{агр}}=66900$ гривень,

$C_{\text{тв}}$ – термін технічної придатності використання $C_{\text{тв}}=10$ років,

$$A_{\text{год}} = 66900/10=6690 \text{ гривень.}$$

Далі розраховуємо амортизаційні відрахування на гектар площі:

$$A_{\text{га}} = A_{\text{год}} / S, \text{ гривень.} \quad (5.9)$$

де S – площа,

$$A_{\text{га}}=6690/50= 133.8 \text{ гривень.}$$

Розраховуємо заробітну плату тракториста:

$З_{\text{п}} = 380$ грн., за продуктивності агрегату 2 га / год.

$$З_{\text{п 1га}} = З_{\text{п}}/W. \quad (5.10)$$

$$З_{\text{п 1га}} = 380/2 = 27.14 \text{ грн/га.}$$

6) Витрати на паливно-мастильні матеріали

Для обробітку 1 га площі поля трактор повинен переміститися на 3000 метрів. Норма витрати пального 5 л / га.

Встановлюємо витрати пального на скошування люцерни з 1 га:

$$V_{\text{га}} = V_{\text{км}} \cdot L, \text{ л.}, \quad (5.11)$$

де $V_{\text{га}}$ – витрата палива витрачаються трактором на 1 га.

L – довжина шляху необхідна для обробки 1 га. $L=3\text{км.}$

$V_{\text{км}}$ – витрата палива на один км. $V_{\text{км}} = 0,45\text{л/км.}$

$$V_{\text{га}} = 0,45 \cdot 3 = 5 \text{ л.}$$

З огляду на отримані результати, витрати на ПММ становлять:

$$З_{\text{пмм}} = V_{\text{га}} \cdot S_{\text{л}}, \text{ грн/га}, \quad (5.12)$$

$S_{\text{л}}$ – вартість пального, грн. $S_{\text{л}} = 59,00$ грн.

Отже, затрати на проведення технічного обслуговування і ремонту:

$$З_{\text{пмм}} = 295 \text{ грн/га.}$$

Експлуатаційні затрати:

$$E_{\text{в}} = 12,8 + 380 + 95 + 15 = 502,8 \text{ грн/га.}$$

7) Прямі експлуатаційні витрати:

$$\Delta E_{\text{з}} = E_{\text{з(б)}} - E_{\text{з(пр)}}, \text{ грн/га.}, \quad (5.13)$$

де $E_{\text{з(б)}}$ – експлуатаційні витрати серійної машини. $E_{\text{з(б)}} = 550$ грн/га

$E_{\text{з(пр)}}$ – експлуатаційні витрати модернізованої машини $E_{\text{з(пр)}} = 502,8$ грн/га.

$$\Delta E_{\text{з}} = 550 - 502,8 = 47,2 \text{ грн/га.}$$

Показник річної економії прямих затрат:

$$E_{\text{г}} = \Delta E_{\text{з}} \cdot N_{\text{в}}, \text{ грн.}, \quad (5.14)$$

де $N_{\text{в}}$ – значення сезонної норми виробітку, га. $N_{\text{в}} = 50\text{га.}$

$$E_{\text{г}} = 47,2 \cdot 50 = 2360 \text{ грн.}$$

8) Термін окупності капіталовкладення.

Плануючи кошти на будь-яку модернізацію потрібно визначити період окупності техніки.

$$T_{ок} = K / E_{г}, \text{ років,} \quad (5.15)$$

де $t_{ок}$ – період окупності техніки, років;

K – сума планованих капіталовкладень,

$E_{г}$ – показник річної економії, грн.

$$t_{ок} = 38400 / 2360 = 5,5 \text{ років.}$$

Значення коефіцієнта ефективності капіталовкладень.

Для раціонального оцінювання капіталовкладень варто встановити коефіцієнт ефективності капіталовкладень:

$$K_{эф} = E_{г} / K \quad (5.16)$$

$$K_{эф} = 2360 / 38400 = 0,067$$

Інвестування розробленого проєкту із залученням ресурсів сплановане таким чином, щоб терміни окупності зростуть, а коефіцієнт капіталовкладень понизиться.

Таблиця 5.2 Економічні параметри проєкту.

Показник	Значення	
	2	3
1	Серійна машина	Модернізована машина
Продуктивність агрегату га / год	1	2
Витрати праці на 1 га чол. * Год	1	0,5
Зниження витрат праці на 1 га%	-	50
Річна економія витрат праці чол / год	-	25
Вивільнення робочої сили чол	-	7
Вартість виготовлення грн	-	38400
Собівартість заготівлі кормів грн / га	550	502,8

Зниження собівартості заготівлі кормів у порівнянні з базовим варіантом грн / га	-	47,2
Річна економія експлуатаційних витрат	-	2360
Період окупності проекту років	-	5,5
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	-	0,0678

Висновок

Встановлений економічний ефект від впровадження модернізованого агрегату приводить до зниження показника собівартості заготівлі кормів, з 1 га від складає 45,2 грн. Відповідно, за виробничого процесу на полі 50 га економія становить 2360 грн на рік. Термін періоду окупності - 5.5 років. Значення коефіцієнта ефективності капіталовкладень - 0,067.

ВИСНОВКИ

1. Основним напрямком аграрного господарювання підприємства ТОВ «Продсільпром» - є рослинництво, садівництво і молочне виробництво.
2. Згідно із запропонованою конструкцією модернізованої роторної косарки КРН-2.1, розроблено операційно - технологічна карта скошування люцерни.
4. Проаналізовано організацію роботи служби з охорони праці, у ТОВ «Продсільпром» запропоновані нові підходи до покращення безпеки праці на підприємстві, що знизить рівень травматизму на виробництві.
6. Виконано екологічне оцінювання використання модернізованої косарки порівняно з серійною машиною і встановлено, що викиди у навколишнє середовище знизяться на 23,16%.
7. Економічний аналіз, демонструє, що очікуваний річний економічний ефект при використанні модернізованого агрегату отриманий при скошуванні 50 га поля складає 2360, а термін окупності складає 5,5 років.
8. Впровадження нових машин і технологій в аграрне виробництво, впливає на підвищення якісних, екологічних і економічних показників підприємств та сприяє покращенню умов праці робітників.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кі-ть	Приміт.	
				<u>Документація</u>			
A1				<u>Креслення загального вигляду</u>	1		
				<u>Складальні одиниці</u>			
		1		Рама	1		
		2		Шток	1		
		3		Гідроциліндр	1		
		4		Навісний пристрій	1		
		5		Опорне колесо	1		
		6		Кріплення	2		
		7		Опорна чаша	1		
		8		Кронштейн	6		
		9		Корпус	1		
		10		Утримувач	3		
		11		Огорожа	1		
		12		Ротор	1		
				<u>Деталі</u>			
				<u>Стандартні вироби</u>			
		13		<u>Енергетичний</u>	1		
				<u>засід</u>			
				01.01 – ДП.510 “С” 2026.02.16. 039 ПЗ			
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Разраб.		Кузнєцов В.Я.					
Пров.							
Консульт		Сівак І.М.					
Н.контр.							
Утв.							
					Літер	Лист	Листів
					Д	53	60
					НУБіП України		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Річні звіти за період 2022-2025 роки ТОВ «Продсільпром»
2. 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. - 495 с.
3. «Сільськогосподарська техніка». Каталог т.1, т.2. М. 2019. - 368 с.
4. Д. Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк, Сільськогосподарські машини: Підручник Т. – К.: Каравелла, 2018 – 552 с.
5. Л.М. Єрмакова Кормовиробництво *Підручник Т.* – К.: Каравелла, 2008 – 396 с.
6. Рудь Ю.С. «Основи конструювання машин». К. Р. .: ПП Чернявський. 2015. - 492 с.
7. Павлище В. Т., Основи конструювання та розрахунок деталей машин : підручник / В. Т. Павлище. – 2-е вид., перероб. – Львів : Афіша, 2003. – 560 с.
8. Боженко В.О., Сільськогосподарські машини та їх використання: Навчальний посібник /– К.: Аграрна освіта, 2009. –420 с.
9. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку. Навч. посібник / Д. Г. Войтюк та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. – Суми: Університетська книга, 2008. – 543 с.
10. Демчак І.М., Полешук А.О., Кисляченко М.Ф., Кононенко В.В. Нормативи повної енергомісткості ресурсів для вирощування основних сільськогосподарських культур. - Київ:НДІ" Укراгропромпродуктивність, 2011. - 160с
11. Голінько В.І., Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
12. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Ю. Скобло, В. Цапко, Д. Мазоренко, Л. Тіщенко,; Ред. В.Г. Цапко. -4-те вид., перероб. і доп.. -К.: Знання, 2006. -397 с.

