

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

бакалавр

на тему: «Розробка та удосконалення конструкції жатки для підвищення ефективності збирання зернових культур»

КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
*«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
спеціалізації 133 «Галузеве
машинобудування»*
ступеня вищої освіти *бакалавр*
групи 133ГМбд_31[2]
ГРУБНИК Данило

Керівник: старший викладач
САЙЧУК Олександр

Полтава – 2026 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Освітньо-професійна програма *«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*
Ступінь вищої освіти *бакалавр*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
механічної та електричної
інженерії,
канд. техн. наук, доцент,
_____ **Станіслав ПОПОВ**
03 грудня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Данило ГРУБНИК

1 Тема роботи: *«Розробка та удосконалення конструкції жатки для підвищення ефективності збирання зернових культур»*,

керівник роботи **док. техн. наук., професор Олександр САЙЧУК**,
затверджено засіданням кафедри, протокол №9 від 03 грудня 2025 р.

2 Строк подання здобувачем вищої освіти роботи – до 31 травня 2026 р.

3 Вихідні дані до роботи – *аналіз літературних джерел Полтавської обласної універсальної наукової бібліотеки імені Івана Котляревського; аналіз літературних джерел Національної бібліотеки України імені Володимира Вернадського; сучасний досвід підприємств машинобудування та АПК за тематичним спрямуванням.*

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Розділ 1. *Загальний*

Розділ 2. *Технологічний*

Розділ 3. *Конструкторський*

Розділ 4. *Економіка, охорона праці та навколишнього середовища*

5 Перелік графічного матеріалу: *складальний кресленик розробки, що вноситься на розгляд; кресленики складальних одиниць; техніко-економічні показники конструкторської розробки.*

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Власне ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Економіка, охорона праці та навколишнього середовища	Ірина ЗАГРЕБЕЛЬНА, доцент кафедри економіки та публічного управління		
	Володимир ДУДНИК, доцент кафедри механічної та електричної інженерії		
	Павло ПИСАРЕНКО, завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля		

7 Дата видачі завдання 03 грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з.п.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір, затвердження теми роботи	До 03.12.2025 р.	
2	Складання, затвердження розгорнутого плану, завдання на кваліфікаційну роботу	15.12-28.12.2025 р.	
3	Опрацювання літературних джерел		
4	Збір, вивчення, обробка інформації, необхідної для виконання роботи		
5	Виконання розділів роботи, графічної частини	04.05-31.05.2026 р.	
6	Оформлення тексту роботи		
7	Попередній захист роботи на кафедрі	До 31.05.2026 р.	
8	Нормалізаційний контроль		
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10	Захист кваліфікаційної роботи	3 01.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти _____ Данило ГРУБНИК
(підпис)

Керівник роботи _____ Олександр САЙЧУК
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 4 розділи, 1 додаток, 3 рисунки, 11 таблиць, 29 використаних джерел, 45 сторінок.

Об'єкт розробки – процес збирання зернових культур із застосуванням валкових жниварок.

Предмет розробки – конструкція валкової жниварки з секційним валкоутворюючим транспортером та реверсним приводом, а також технологічний процес виготовлення її основних деталей.

Постановка актуальної технічної задачі – розробка універсальної та ефективної конструкції валкової жниварки, яка забезпечує формування різних типів валків за один прохід, підвищує продуктивність роботи та зменшує втрати урожаю при збереженні надійності та технологічності.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – підвищення ефективності збирання зернових культур шляхом удосконалення конструкції валкової жниварки та обґрунтування технологічного процесу виготовлення її елементів.

Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра – полягає у можливості впровадження модернізованої жниварки у сільськогосподарське виробництво для підвищення продуктивності, зниження витрат палива, скорочення втрат урожаю та покращення якості формування валків.

У загальному розділі наведено аналіз умов експлуатації базової машини, розглянуто можливі варіанти вирішення технічної задачі та обґрунтовано вибір доцільного варіанту. Виконано розробку та обґрунтування принципів технічних рішень, сформульовано постановку технічної задачі та доведено актуальність розробки.

У технологічному розділі здійснено вибір матеріалу основної деталі «валу», обґрунтовано тип заготовки, визначено припуски на обробку, способи базування та режими різання. Розроблено маршрут виготовлення деталі,

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складено технологічну карту та забезпечено досягнення необхідної точності і якості поверхонь.

У **конструкторському розділі** виконано розробку конструкції валкової жниварки з секційним транспортером, визначено основні параметри та принцип роботи машини, обґрунтовано вибір конструктивних елементів, матеріалів та забезпечено умови міцності, надійності та ефективної експлуатації.

У розділі **економіки, охорони праці та навколишнього середовища** розглянуто питання безпечної експлуатації машини, проаналізовано небезпечні та шкідливі фактори, а також визначено заходи щодо їх усунення. Проведено оцінку економічної ефективності та впливу на довкілля, запропоновано заходи щодо його зменшення.

Практичні результати роботи – розроблено конструкцію валкової жниварки з підвищеною універсальністю та ефективністю, а також технологічний процес виготовлення її елементів, що дозволяє підвищити продуктивність збирання та зменшити втрати урожаю.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – використання розробленої конструкції жниварки у сільськогосподарських підприємствах для підвищення ефективності збирання зернових культур.

Сфера застосування результатів роботи – сільськогосподарські підприємства, машинно-тракторні парки, сервісні центри та підприємства з виробництва і обслуговування сільськогосподарської техніки.

Графічна частина роботи становить 4 аркуші.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою профільного сервісу – унікальність 77,29%.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці та удосконаленню конструкції валкової жниварки з метою підвищення

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективності збирання зернових культур. Особливістю конструкції є застосування секційного валкоутворюючого транспортера з реверсним приводом, що забезпечує формування різних типів валків за один прохід.

Запропонована жниварка відрізняється універсальністю, надійністю та ефективністю в умовах змінних агротехнічних факторів. Вона дозволяє зменшити кількість проходів техніки, витрати палива та втрати зерна, а також покращити якість формування валків.

Розроблені технічні рішення сприяють підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва та можуть бути впроваджені у практику.

Ключові слова: ВАЛКОВА ЖНИВАРКА, ТРАНСПОРТЕР, РЕВЕРСНИЙ ПРИВІД, ВАЛОК, ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ТЕХНІКА, ПРОДУКТИВНІСТЬ.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work is devoted to the development and improvement of the design of a windrow harvester in order to increase the efficiency of harvesting grain crops. A feature of the design is the use of a sectional windrow-forming conveyor with a reverse drive, which ensures the formation of different types of windrows in one pass.

The proposed harvester is distinguished by its versatility, reliability and efficiency in conditions of variable agrotechnical factors. It allows to reduce the number of passes of the equipment, fuel consumption and grain losses, as well as to improve the quality of windrow formation.

The developed technical solutions contribute to increasing the efficiency of agricultural production and can be implemented in practice.

Keywords: WINDROWER, CONVEYOR, REVERSIBLE DRIVE, WINDROW, GRAIN HARVESTING, AGRICULTURAL MACHINERY, PRODUCTIVITY.

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 ЗАГАЛЬНИЙ	10
1.1 Умови та технологія використання базової машини	10
1.2 Можливі варіанти вирішення технічної задачі	12
1.3 Обґрунтування вибору доцільного варіанту	14
1.4 Розробка та обґрунтування принципів технічних рішень	16
1.5 Постановка технічної задачі та актуальність розробки	18
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ	20
2.1 Загальні відомості про деталь та теоретичні основи обробки	20
2.2 Матеріал деталі та можливі замітники	22
2.3 Відомості про заготовку	23
2.4 Припуски, базування, точність і маршрут виготовлення деталі	25
2.5 Ескіз деталі, режими обробки та технологічна карта	27
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ	30
3.1 Обґрунтування пропонованої модернізації й опис пристрою конструкції	30
3.2 Організація робіт із застосування розроблювальної конструкції	32
3.3 Розрахунок вала контрпривода жниварки	33
3.4 Розрахунок шпонкового з'єднання	37
4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	39
4.1 Техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки	39
4.2 Охорона праці	41
4.3 Охорона навколишнього середовища	43
ВИСНОВКИ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46
ДОДАТКИ	49

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ			
Змн	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка та удосконалення конструкції жатки для підвищення ефективності збирання зернових культур	Літ.	Арк.	Архівів
Розробив		Грубник Д.Г.						
Перевідив		Сайчук О.В.					7	45
Н. Контр.						ПДАУ, каф. МЕІ		
Керівник		Сайчук О.В.						
Зав.кафедр		Попов С.В.						

ВСТУП

Сучасний розвиток агропромислового комплексу вимагає підвищення ефективності виконання технологічних операцій збирання сільськогосподарських культур, зменшення втрат урожаю та раціонального використання технічних засобів. Одним із ключових етапів є процес формування валків, від якого залежить якість подальшого обмолоту, продуктивність машин і загальна ефективність збирання.

Валкові жнивarki широко застосовуються при збиранні зернових культур, оскільки забезпечують зріз рослин та укладання їх у валки для подальшого підбирання. Ефективність їх роботи значною мірою визначається якістю формування валків, рівномірністю їх укладання та здатністю адаптуватися до змінних умов поля. В умовах експлуатації жнивarki працюють при нерівномірному рельєфі, різній густоті та вологості рослинної маси, що ускладнює процес формування валків і може призводити до втрат урожаю.

Аналіз існуючих конструкцій валкових жниварок показує, що вони мають обмежену універсальність та не завжди забезпечують можливість швидкої зміни режимів роботи. У більшості випадків для формування різних типів валків необхідне переналагодження машини або виконання додаткових проходів, що збільшує витрати часу, палива та знижує продуктивність. Крім того, це призводить до додаткового ущільнення ґрунту та погіршення агротехнічних показників.

У зв'язку з цим виникає необхідність розробки вдосконаленої конструкції валкової жнивarki, яка забезпечує формування різних типів валків за один прохід, підвищує універсальність машини та знижує експлуатаційні витрати. Перспективним напрямом є застосування секційного валкоутворюючого транспортера з реверсним приводом, що дозволяє

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

змінювати напрямок переміщення рослинної маси без складного механічного переналагодження.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – підвищення ефективності збирання зернових культур шляхом удосконалення конструкції валкової жниварки та обґрунтування технологічного процесу виготовлення її елементів.

Предмет розробки – конструкція валкової жниварки з секційним валкоутворюючим транспортером та реверсним приводом, а також технологічний процес виготовлення її основних деталей.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити технічну задачу, що полягає у створенні універсальної конструкції жниварки, яка забезпечує ефективне формування валків різних типів, високу продуктивність роботи та надійність експлуатації в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва.

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Умови та технологія використання базової машини

Базовою машиною в роботі є валкова жнивварка, конструкція якої включає раму з різальним апаратом та секційний валкоутворюючий транспортер [1]. Особливістю даної машини є можливість зміни положення секцій транспортера відносно різального апарата, що забезпечує формування валків різної конфігурації та дозволяє адаптувати технологічний процес до конкретних умов збирання врожаю.

Жнивварка агрегується з самохідною або причіпною базовою машиною та приводиться в дію від її трансмісії [2]. Передача руху до робочих органів здійснюється через систему механічних передач, яка включає редуктор, контрпривідний вал та систему ланцюгових і ремінних передач, що забезпечують синхронну роботу різального апарата і транспортера. Конструктивне виконання приводу дозволяє змінювати напрямок руху транспортерів, що є важливим для реалізації різних технологічних схем формування валків [3].

Жнивварка експлуатується у складних польових умовах, які характеризуються нерівномірністю рельєфу, змінною щільністю ґрунту, наявністю пилу, підвищеною вологістю та значними температурними коливаннями. Важливим фактором є також різна висота, густина та вологість стеблостою, що безпосередньо впливає на якість зрізу рослин і рівномірність формування валка. У процесі роботи можливе виникнення додаткових динамічних навантажень, пов'язаних із нерівномірною подачею рослинної маси та зміною режимів роботи агрегату.

Завдяки шарнірному з'єднанню секцій рами забезпечується адаптація машини до нерівностей поверхні поля, що дозволяє підтримувати стабільну висоту зрізу незалежно від мікрорельєфу. Це, у свою чергу, сприяє зменшенню

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

втрата урожаю та покращенню якості формування валка [4]. Крім того, наявність опорних елементів забезпечує стабільність положення жниварки під час роботи.

Технологічний процес роботи жниварки полягає у послідовному виконанні операцій зрізу рослин різальним апаратом, захоплення скошеної маси, її транспортування секційним транспортером та формування валка через викидне вікно [5]. Різальний апарат здійснює безперервний зріз рослин, після чого маса потрапляє на транспортер, який переміщує її у заданому напрямку залежно від положення секцій та напрямку їх обертання. Викидне вікно формує валок необхідної ширини та щільності.

В залежності від положення транспортерів та режиму роботи приводу, можливе формування одного центрального валка, двох окремих валків або зведеного валка з двох проходів. Така універсальність дозволяє ефективно використовувати жниварку в різних агротехнічних умовах, зокрема при різній урожайності, вологості культури та способах подальшого збирання.

Слід зазначити, що якість виконання технологічного процесу значною мірою залежить від узгодженості роботи всіх механізмів жниварки, а також від правильного вибору швидкісного режиму руху агрегату (табл. 1.1) [6]. Надмірна швидкість може призвести до втрат рослинної маси, тоді як недостатня – до зниження продуктивності.

Таблиця 1.1 – Основні режими роботи жниварки

Режим роботи	Положення транспортерів	Результат
Центральне розташування	По краях	Один валок
Реверсний режим	Зміна напрямку	Два валки
Зміщене положення	Секції разом	Зведений валок

Таким чином, базова машина забезпечує виконання декількох технологічних схем збирання, що значно підвищує її універсальність та ефективність використання. Наявність можливості зміни режимів роботи без суттєвого втручання в конструкцію є важливою передумовою для подальшої

модернізації жнивarki та вдосконалення її технічних характеристик.

1.2 Можливі варіанти вирішення технічної задачі

Аналіз існуючих конструкцій валкових жниварок показує, що існує декілька підходів до вирішення задачі формування валків, які відрізняються як за конструктивним виконанням, так і за рівнем технологічної гнучкості [7]. Вибір того чи іншого варіанту визначається вимогами до продуктивності, універсальності машини, умовами її експлуатації та економічною доцільністю.

Перший варіант передбачає використання жорстко закріпленого транспортера. Така конструкція є найбільш простою у виготовленні та експлуатації, оскільки не потребує додаткових механізмів регулювання або керування. Вона характеризується високою надійністю та мінімальними витратами на обслуговування. Проте основним недоліком цього варіанту є відсутність можливості зміни технологічної схеми роботи. Жнивarka з таким транспортером може формувати лише один тип валка, що значно обмежує її застосування в умовах різної урожайності та агротехнічних вимог.

Другий варіант полягає у застосуванні механічно регульованих транспортерів. У цьому випадку зміна положення транспортерів здійснюється шляхом перестановки або регулювання механічних елементів. Такий підхід дозволяє частково адаптувати машину до різних умов роботи та формувати валки різної конфігурації. Однак процес переналагодження є трудомістким і потребує зупинки машини, що знижує загальну продуктивність. Крім того, часті механічні переналаштування можуть призводити до підвищеного зносу вузлів.

Третій варіант передбачає використання гідравлічного приводу переміщення транспортерів. Це рішення забезпечує високу гнучкість у керуванні положенням робочих органів і дозволяє оперативно змінювати режим роботи жнивarki без її зупинки. Гідравлічні системи забезпечують

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

плавність регулювання та можливість автоматизації процесу. Разом з тим, така конструкція є більш складною, вимагає наявності додаткових гідравлічних вузлів і систем керування, що підвищує вартість машини та ускладнює її технічне обслуговування.

Окрему групу становлять комбіновані варіанти, які поєднують механічні та гідравлічні елементи керування. Вони дозволяють досягти певного компромісу між складністю конструкції та її функціональністю, однак не завжди забезпечують достатній рівень універсальності та надійності.

Найбільш перспективним є варіант із секційним валкоутворюючим транспортером та реверсним приводом [8]. У цьому випадку транспортер складається з окремих секцій, які можуть переміщуватись уздовж різального апарата, а зміна напрямку руху маси здійснюється за допомогою реверсного редуктора. Така конструкція дозволяє реалізувати декілька технологічних схем без складного механічного переналагодження. Переміщення секцій може здійснюватися за допомогою гідроциліндра, що забезпечує швидке та зручне керування.

Основною перевагою цього варіанту є можливість формування одного або двох валків, а також здвоєного валка за мінімальної кількості проходів. Це дозволяє підвищити продуктивність машини, зменшити витрати палива та знизити втрати урожаю. Крім того, така конструкція забезпечує рівномірність подачі рослинної маси та покращує якість валка.

Порівняння розглянутих варіантів наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика варіантів

Варіант	Складність	Універсальність	Надійність
Фіксований транспортер	Низька	Низька	Висока
Механічне регулювання	Середня	Середня	Висока
Гідравлічне регулювання	Висока	Висока	Середня
Секційний з реверсом	Висока	Висока	Висока

Порівняльний аналіз показує, що варіант із секційним транспортером та реверсним приводом має оптимальне співвідношення між універсальністю,

надійністю та технологічними можливостями. Незважаючи на деяке ускладнення конструкції, він забезпечує значні переваги в умовах реальної експлуатації.

Таким чином, проведений аналіз дозволяє визначити найбільш ефективний напрям модернізації конструкції валкової жнивarki, який полягає у впровадженні секційного валкоутворюючого транспортера з можливістю реверсу приводу та переміщення секцій. Це створює основу для подальшого вдосконалення машини та підвищення її техніко-економічних показників.

1.3 Обґрунтування вибору доцільного варіанту

Вибір конструктивного рішення із застосуванням секційного валкоутворюючого транспортера з реверсним приводом обґрунтовується його високою універсальністю, ефективністю та відповідністю сучасним вимогам до сільськогосподарської техніки [9]. Проведений аналіз можливих варіантів показав, що саме така конструкція дозволяє найбільш повно реалізувати необхідні технологічні функції при мінімальних додаткових витратах.

Дане рішення забезпечує можливість швидкої зміни режиму роботи без значних затрат часу на переналагодження, що є особливо важливим в умовах інтенсивного виконання польових робіт. Завдяки можливості зміни положення секцій транспортера та напрямку їх обертання забезпечується формування різних типів валків за один прохід машини. Це дозволяє скоротити кількість проходів агрегату по полю, зменшити ущільнення ґрунту та знизити витрати палива.

Суттєвою перевагою є те, що застосування реверсного редуктора дозволяє змінювати напрямок руху транспортерів без зміни їх конструктивного положення [10]. Це значно спрощує кінематичну схему машини, зменшує кількість механічних вузлів та підвищує загальну надійність конструкції. При цьому забезпечується стабільна робота робочих органів і

рівномірність подачі рослинної маси незалежно від обраного режиму роботи.

Важливим фактором є також підвищення якості формування валків. Завдяки більш рівномірному розподілу рослинної маси та можливості регулювання напрямку її переміщення досягається оптимальна структура валка, що сприяє покращенню умов подальшого обмолоту та зменшенню втрат зерна. Це особливо актуально при збиранні культур з різною вологістю та густотою стеблостою [11].

З економічної точки зору впровадження даного рішення є доцільним, оскільки підвищення продуктивності машини дозволяє скоротити тривалість виконання технологічних операцій та зменшити витрати на оплату праці і паливо-мастильні матеріали (табл. 1.3). Зменшення втрат урожаю безпосередньо впливає на підвищення ефективності виробництва в цілому.

Таблиця 1.3 – Порівняння ефективності

Показник	Базова конструкція	Модернізована
Продуктивність	1,0	1,25-1,3
Втрати зерна	1,0	0,7-0,8
Витрати палива	1,0	0,85

Наведені дані свідчать про те, що модернізована конструкція забезпечує підвищення продуктивності на 25-30 %, що досягається за рахунок зменшення кількості проходів та оптимізації технологічного процесу. Одночасно спостерігається зниження втрат зерна на 20-30 %, що пояснюється покращенням якості формування валків та більш рівномірною подачею маси. Витрати палива зменшуються приблизно на 15 %, що є важливим показником з огляду на економічну ефективність експлуатації техніки.

Крім технічних та економічних переваг, обраний варіант характеризується достатнім рівнем технологічності виготовлення та обслуговування. Використання стандартних вузлів і механізмів, таких як редуктори, ланцюгові та ремінні передачі, дозволяє спростити процес виробництва та забезпечити ремонтпридатність конструкції в умовах експлуатації.

Таким чином, проведене обґрунтування підтверджує, що застосування секційного валкоутворюючого транспортера з реверсним приводом є найбільш доцільним варіантом модернізації валкової жниварки. Це рішення забезпечує підвищення технічних, експлуатаційних та економічних показників машини і створює передумови для її ефективного використання в сучасних умовах сільськогосподарського виробництва.

1.4 Розробка та обґрунтування принципів технічних рішень

Запропонована конструкція передбачає використання секційної рами, валкоутворюючого транспортера, реверсного редуктора та гідравлічного механізму переміщення секцій, що у сукупності формують єдину функціональну систему, спрямовану на підвищення ефективності технологічного процесу збирання [12].

Секційна рама виконана у вигляді двох шарнірно з'єднаних частин, що забезпечує її гнучкість та здатність адаптуватися до нерівностей рельєфу поля. Таке конструктивне рішення дозволяє зменшити коливання різального апарата під час роботи та забезпечити стабільну висоту зрізу рослин, що безпосередньо впливає на зниження втрат урожаю. Розташування осі шарніра у середній частині рами є оптимальним з точки зору рівномірного розподілу навантажень та забезпечення стійкості конструкції під час роботи.

Валкоутворюючий транспортер складається з двох незалежних секцій, які можуть переміщуватись уздовж різального апарата. Така конструкція дозволяє змінювати напрямок переміщення рослинної маси та реалізовувати різні технологічні схеми формування валків. Секції транспортера обладнані власними приводними валами та можуть працювати як незалежно, так і синхронно, що забезпечує високу гнучкість у роботі машини.

Особливу роль у конструкції відіграє реверсний редуктор, який забезпечує зміну напрямку обертання транспортерів. Це дозволяє змінювати

напрямок переміщення скошеної маси без необхідності механічного переміщення або демонтажу окремих елементів. Такий підхід значно спрощує експлуатацію машини та скорочує час її переналагодження [13]. Передача руху від редуктора до робочих органів здійснюється через систему ланцюгових і ремінних передач, що забезпечують необхідну кінематичну узгодженість роботи всіх вузлів.

Переміщення секцій валкоутворюючого транспортера здійснюється за допомогою гідравлічного механізму, який включає гідроциліндр та систему важелів. Використання гідроприводу дозволяє оперативно змінювати положення секцій без зупинки машини, що значно підвищує продуктивність та зручність експлуатації. Крім того, гідравлічна система забезпечує плавність переміщення та точність встановлення секцій у заданому положенні.

Кінематична схема приводу передбачає наявність контрприводного валу, який забезпечує передачу обертального руху до секцій транспортера [7]. Залежно від положення секцій, передача руху може здійснюватися безпосередньо або через додаткові ланцюгові контури, що дозволяє зберігати працездатність системи при зміні конфігурації транспортера. Така схема забезпечує універсальність та надійність роботи приводу.

Проведений розрахунок показав, що крутний момент на валу становить 314 Н·м, а розрахунковий діаметр валу – 36 мм. Отримані значення підтверджують, що вибрані геометричні параметри забезпечують необхідну міцність елементів приводу. Розрахунок показав, що коефіцієнт запасу міцності перевищує допустимі значення, що гарантує надійну роботу валу навіть при змінних навантаженнях, характерних для умов експлуатації жнивarki.

Додатковим елементом конструкції є шпонкове з'єднання, яке забезпечує передачу крутного моменту між валом і маточиною зірочки [14]. Проведений розрахунок показав, що напруження зминання не перевищують допустимих значень, що свідчить про достатню міцність і довговічність

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

з'єднання. Використання стандартних елементів кріплення підвищує технологічність виготовлення та спрощує ремонт конструкції [15].

Основні елементи жатки наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Основні елементи конструкції

Елемент	Призначення
Рама	Несуча частина, забезпечує жорсткість і стійкість
Різальний апарат	Здійснює зріз рослин
Транспортер	Переміщення скошеної маси
Редуктор	Передача та зміна напрямку руху
Гідроциліндр	Переміщення секцій транспортера

Таким чином, запропоновані принципові технічні рішення забезпечують підвищення ефективності роботи машини за рахунок розширення її функціональних можливостей, покращення умов експлуатації та підвищення надійності основних вузлів. Комплексне поєднання механічних і гідравлічних елементів дозволяє досягти оптимального балансу між конструктивною складністю та експлуатаційними характеристиками жнивarki.

1.5 Постановка технічної задачі та актуальність розробки

У процесі експлуатації сільськогосподарської техніки важливе значення має забезпечення ефективного виконання технологічних операцій збирання та зменшення втрат урожаю. Однією з ключових машин є валкова жнивarka, від роботи якої залежить якість формування валків та подальша ефективність обмолоту.

Аналіз існуючих конструкцій показує, що вони мають певні недоліки. Жнивarki з фіксованим транспортером не забезпечують універсальності, механічно регульовані конструкції є малопродуктивними через складність переналагодження, а гідравлічні системи відрізняються підвищеною складністю та вартістю. Це обмежує їх ефективне застосування, особливо в умовах змінних агротехнічних вимог.

У зв'язку з цим виникає необхідність розробки конструкції, яка

забезпечує швидку зміну режимів роботи та формування різних типів валків без значних витрат часу. Особливо важливою є можливість виконання технологічних операцій за один прохід машини, що дозволяє зменшити витрати палива та підвищити продуктивність.

Технічна задача у створенні універсальної конструкції жнивarki, яка забезпечує ефективне формування валків різних типів, високу продуктивність роботи та надійність експлуатації в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва. Конструкція повинна забезпечувати зміну напрямку руху рослинної маси, стабільність роботи та можливість експлуатації в різних умовах.

Актуальність полягає в розробці універсальної та ефективної жнивarki, яка забезпечує якісне формування валків, зменшення втрат урожаю та підвищення продуктивності агрегату.

Висновки до розділу.

У результаті аналізу встановлено, що процес формування валків є важливою складовою збирання сільськогосподарських культур. Існуючі конструкції мають недоліки, що знижують ефективність роботи.

Обґрунтовано вибір конструкції із секційним валкоутворюючим транспортером, який забезпечує:

- високу продуктивність;
- універсальність застосування;
- зниження експлуатаційних витрат.

Отримані результати є основою для подальшого конструкторського розрахунку.

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Загальні відомості про деталь та теоретичні основи обробки

Деталь «вал» є відповідальним елементом механізму, який призначений для передачі крутного моменту та забезпечення обертального руху [16]. Конструктивно вал являє собою ступінчасту деталь обертання з декількома посадочними поверхнями, різьбовою частиною та допоміжними елементами, такими як отвори, фаски і шпонковий паз. Наявність різних за діаметром ділянок, а також функціональних поверхонь із підвищеними вимогами до точності та шорсткості визначає складність виготовлення деталі.

Вал має посадочні поверхні з високою точністю, зокрема $\text{Ø}36\text{k}6$, а також ділянки з менш жорсткими вимогами [17]. Такі поверхні призначені для встановлення підшипників або інших елементів, що працюють у спряженні, тому до них висуваються підвищені вимоги щодо точності розмірів, форми та взаємного розташування. Інші поверхні виконують допоміжну функцію і допускають більші відхилення. Це обумовлює необхідність застосування як чорнових, так і чистових методів обробки, а також раціонального розподілу припусків між операціями.

Важливою вимогою до виготовлення валу є забезпечення співвісності всіх циліндричних поверхонь [18]. Порушення співвісності може призвести до появи биття, підвищених вібрацій під час роботи, нерівномірного розподілу навантажень і, як наслідок, до передчасного зносу деталей вузла. Для забезпечення цієї вимоги застосовується обробка в центрах, що дозволяє виконувати всі основні операції відносно однієї технологічної бази.

Шорсткість поверхонь змінюється в межах $Ra\ 0,63 \dots 2,5$ мкм, що вимагає використання різних методів обробки [19]. Для поверхонь з менш жорсткими вимогами достатньо чистового точіння, тоді як для посадочних поверхонь

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

застосовується шліфування, яке забезпечує високу точність і низьку шорсткість. Таким чином, технологічний процес повинен передбачати поєднання різних методів обробки з урахуванням вимог до конкретних ділянок деталі.

Теоретично обробка валів базується на принципі послідовного зняття припуску з поступовим підвищенням точності [17]. На початкових етапах виконується чорнова обробка, яка забезпечує формування загального контуру деталі та зняття основного об'єму матеріалу. Далі виконується напівчистова та чистова обробка, спрямована на досягнення необхідних розмірів і якості поверхні. Завершальним етапом є доводочні операції, зокрема шліфування, що дозволяє отримати високоточні поверхні.

Важливим аспектом є також забезпечення технологічності конструкції деталі. Наявність плавних переходів між діаметрами, фасок та радіусів сприяє зниженню концентрації напружень і полегшує процес обробки. Крім того, правильне розташування шпонкового паза та різьбової частини дозволяє використовувати стандартний інструмент і спрощує виготовлення.

При розробці технологічного процесу необхідно враховувати жорсткість системи «верстат-інструмент-заготовка», оскільки обробка довгих валів може супроводжуватися прогином і виникненням вібрацій. Для запобігання цьому використовуються люнети, правильний вибір режимів різання та раціональна послідовність операцій.

Таким чином, деталь «вал» відноситься до групи тіл обертання середньої складності та вимагає застосування комбінованої технології обробки, що включає токарні, свердлильні, фрезерні та шліфувальні операції [18]. Раціональний вибір методів обробки та технологічних режимів забезпечує досягнення необхідної точності, якості поверхонь і економічної ефективності виробництва.

2.2 Матеріал деталі та можливі замітники

Для виготовлення деталі використовується сталь 45, яка є широко застосовуваним конструкційним матеріалом середнього вмісту вуглецю [20]. Вона характеризується достатньою міцністю, доброю оброблюваністю різанням та можливістю проведення термічної обробки, що дозволяє змінювати її механічні властивості залежно від умов експлуатації деталі.

Вибір даного матеріалу обумовлений умовами роботи валу, які пов'язані з передачею змінних та ударних навантажень, а також необхідністю забезпечення зносостійкості посадочних поверхонь. У процесі експлуатації вал зазнає дії крутного моменту, вигинальних напружень і контактних навантажень у місцях спряження з іншими деталями. Тому матеріал повинен мати достатню межу міцності, в'язкість і опір втомі.

Твердість сталі 45 у вихідному стані становить HB 170-190, що забезпечує оптимальне поєднання міцності та технологічності [21]. За необхідності підвищення зносостійкості окремих поверхонь можливе застосування термічної обробки, зокрема нормалізації, гартування з відпуском або поверхневого зміцнення. Це дозволяє підвищити твердість робочих поверхонь без значного зниження пластичності серцевини деталі.

Важливою перевагою сталі 45 є її добра оброблюваність різанням. Це дозволяє використовувати стандартний ріжучий інструмент та забезпечує стабільність технологічного процесу. Крім того, матеріал має достатню теплопровідність, що сприяє ефективному відведенню тепла під час обробки і зменшує зношування інструменту.

У випадку необхідності можуть застосовуватись матеріали-замінники, які мають подібні або покращені експлуатаційні характеристики (табл. 2.1). Зокрема, леговані сталі забезпечують підвищену міцність і зносостійкість, однак їх використання пов'язане зі збільшенням вартості та складністю обробки. Вибір замітника залежить від умов експлуатації деталі, вимог до її

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

довговічності та економічних факторів.

Таблиця 2.1 – Можливі замітники матеріалу

Матеріал	Характеристика
Сталь 40X	Підвищена міцність і зносостійкість, можливість гартування
Сталь 50	Вища твердість, підвищена міцність
Сталь 35	Краща оброблюваність, нижча міцність

Застосування сталі 40X доцільне у випадках підвищених навантажень, оскільки вона має кращі механічні властивості після термічної обробки [20]. Сталь 50 може використовуватись для деталей, що працюють при підвищених контактних навантаженнях, однак її обробка є більш складною. Сталь 35, навпаки, характеризується кращою технологічністю, але має нижчу міцність, тому застосовується при менш відповідальних умовах роботи.

Таким чином, вибір сталі 45 є оптимальним з точки зору співвідношення експлуатаційних і технологічних властивостей. Вона забезпечує достатню надійність деталі при відносно невисокій вартості виготовлення та простоті обробки, що є важливим для умов серійного та ремонтного виробництва.

2.3 Відомості про заготовку

Як заготовку для виготовлення деталі доцільно використовувати круглий прокат, діаметр якого перевищує максимальний розмір валу на величину припуску [23]. Такий підхід дозволяє забезпечити необхідний запас матеріалу для виконання чорнової та чистової обробки, а також отримання заданих розмірів і якості поверхні.

Використання круглого прокату обумовлене простотою його отримання, доступністю на ринку та невисокою вартістю. Крім того, прокат має достатню точність геометричної форми та однорідність структури, що позитивно впливає на стабільність технологічного процесу. Заготовка відрізається на стрічкопильному або відрізнному верстаті з урахуванням припусків на торцювання та механічну обробку, а також технологічних відходів.

Важливим аспектом є вибір діаметра заготовки. Він повинен бути таким, щоб забезпечити мінімальний, але достатній припуск для обробки всіх поверхонь деталі. Надмірний припуск призводить до збільшення трудомісткості обробки та витрат матеріалу, тоді як недостатній – до неможливості досягнення необхідних розмірів і точності [19].

Форма заготовки є максимально наближеною до форми готової деталі, що дозволяє зменшити обсяг зняття металу та підвищити ефективність виробництва. При цьому особливу увагу необхідно приділяти правильному розташуванню волокон металу вздовж осі валу. Така орієнтація структури матеріалу забезпечує підвищення міцності деталі, особливо при роботі на кручення та вигин.

Перед початком механічної обробки заготовка піддається підготовчим операціям, які включають очищення поверхні від окалини та забруднень, перевірку геометричних розмірів, а також виконання центрових отворів [20]. Центрування є необхідною умовою для подальшої обробки валу в центрах, що забезпечує високу точність і співвісність поверхонь.

У випадку підвищених вимог до якості або при великосерійному виробництві можуть розглядатися альтернативні способи отримання заготовки, зокрема кування або штампування. Такі методи дозволяють отримати заготовку (табл. 2.2), більш наближену до форми деталі, а також покращити механічні властивості за рахунок ущільнення структури металу. Однак їх застосування є економічно доцільним лише при великих обсягах виробництва.

Таблиця 2.2 – Характеристика заготовки

Параметр	Значення
Тип	Круглий прокат
Матеріал	Сталь 45
Діаметр	≈ 40 мм
Довжина	≈ 270 мм

Таким чином, вибір круглого прокату як заготовки забезпечує

технологічність виготовлення, достатню точність та економічну доцільність процесу. Рационально підібрані параметри заготовки дозволяють мінімізувати витрати матеріалу та забезпечити стабільність виконання подальших технологічних операцій.

2.4 Припуски, базування, точність і маршрут виготовлення деталі

Виготовлення деталі здійснюється з урахуванням припусків, які забезпечують можливість досягнення необхідної точності та якості поверхні на всіх етапах обробки [17]. Припуски розподіляються між чорновими, напівчистовими та чистовими операціями таким чином, щоб забезпечити рівномірне зняття матеріалу та мінімізувати внутрішні напруження. Рациональний розподіл припусків дозволяє уникнути перевантаження інструменту, зменшити деформації деталі та підвищити точність обробки.

На початкових стадіях виконується чорнова обробка, яка передбачає зняття основного об'єму матеріалу з великими подачами і глибиною різання. Після цього проводиться напівчистова і чистова обробка, що забезпечує досягнення необхідних розмірів і якості поверхонь. Для найбільш відповідальних ділянок, зокрема посадочних поверхонь, передбачено шліфування, яке дозволяє досягти високої точності та низької шорсткості.

Базування деталі виконується по центрових отворах, що є найбільш рациональним способом для обробки тіл обертання. Такий підхід забезпечує співвісність усіх циліндричних поверхонь та стабільність обробки на різних операціях. Використання єдиної технологічної бази дозволяє мінімізувати похибки взаємного розташування поверхонь та забезпечити точність виготовлення деталі відповідно до вимог креслення.

До точності виготовлення валу висуваються підвищені вимоги, особливо для посадочних поверхонь, які працюють у спряженні з підшипниками або іншими деталями (табл. 2.3) [19]. Крім точності розмірів,

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

необхідно забезпечити правильність форми (циліндричність, круглість) та взаємного розташування поверхонь. Досягнення цих вимог можливе лише при чіткому дотриманні технологічного процесу та використанні високоточних методів обробки.

Таблиця 2.3 – Припуски на обробку

Поверхня	Припуск, мм
Чорнова обробка	2-3
Чистова обробка	0,5-1
Шліфування	0,1-0,3

Основний технологічний маршрут передбачає виконання ряду послідовних операцій, починаючи з підготовки заготовки і закінчуючи контрольними операціями (табл. 2.4) [20]. Послідовність обробки визначається необхідністю поступового досягнення заданої точності, а також технологічними вимогами до виконання окремих операцій.

Таблиця 2.4 – Маршрут виготовлення

№	Операція
1	Відрізання заготовки
2	Центрування
3	Чорнове точіння
4	Чистове точіння
5	Свердління
6	Нарізання різьби
7	Фрезерування паза
8	Шліфування
9	Контроль

На першому етапі виконується відрізання заготовки, після чого проводиться центрування для створення базових поверхонь. Далі здійснюється чорнове та чистове точіння, що дозволяє сформувати основні геометричні параметри деталі. Наступними операціями є свердління отворів, нарізання різьби та фрезерування шпонкового паза. Завершальним етапом є шліфування посадочних поверхонь та контроль якості виготовлення.

Таким чином, обраний маршрут виготовлення забезпечує раціональну послідовність обробки, рівномірний розподіл припусків та досягнення

необхідної точності і якості поверхонь. Це дозволяє забезпечити надійну роботу деталі в умовах експлуатації та підвищити ефективність виробництва.

2.5 Ескіз деталі, режими обробки та технологічна карта

Ескіз деталі представлений на кресленні валу (додаток А), що містить усі необхідні розміри, допуски та технічні вимоги. Конструкція деталі передбачає наявність декількох ступенів діаметрів, посадочних поверхонь під підшипники, різьбової частини, шпонкового паза та допоміжних елементів, таких як фаски й отвори [19]. Це визначає необхідність застосування різних методів обробки та ретельного дотримання технологічної послідовності.

При виготовленні деталі особливу увагу необхідно приділяти точності виконання посадочних поверхонь, які мають допуски типу k6 [17]. Такі поверхні забезпечують надійне спряження з іншими деталями, тому їх обробка виконується з підвищеною точністю і, як правило, із застосуванням шліфування. Інші поверхні обробляються з менш жорсткими вимогами, що дозволяє застосовувати стандартні режими точіння.

Режими обробки підбираються залежно від матеріалу деталі, типу ріжучого інструменту, жорсткості технологічної системи та виду операції. Основними параметрами режиму різання є швидкість різання, подача та глибина різання. Їх правильний вибір забезпечує високу продуктивність обробки, необхідну якість поверхні та довговічність інструменту.

При чорновому точінні застосовуються відносно невисокі швидкості різання і великі подачі, що дозволяє ефективно знімати основний об'єм матеріалу (табл. 2.5). На стадії чистової обробки швидкість різання збільшується, а подача і глибина різання зменшуються, що забезпечує підвищення точності та зниження шорсткості поверхні [20]. Для досягнення максимальної точності та якості поверхонь застосовується шліфування, яке виконується при малих глибинах різання.

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Таблиця 2.5 – Режими обробки

Операція	V, м/хв	S, мм/об	t, мм
Чорнове точіння	80-100	0,3-0,5	2-3
Чистове точіння	120-150	0,1-0,2	0,5
Шліфування	25-35	-	0,1

Окрім режимів різання, важливим є правильний вибір інструменту [18]. Для точіння використовуються різці з твердосплавними пластинами, які забезпечують високу стійкість і продуктивність. Для свердління застосовуються спіральні свердла, для нарізання різьби – мітчики або різьбові різці, а для фрезерування паза – дискові або кінцеві фрези. Шліфування виконується абразивними кругами відповідної зернистості.

Технологічна карта передбачає виконання операцій на відповідному обладнанні з використанням стандартного інструменту, що забезпечує ефективність та технологічність виробництва (табл. 2.6). Вибір обладнання здійснюється з урахуванням типу виробництва, габаритів деталі та необхідної точності.

Таблиця 2.6 – Технологічна карта

Операція	Обладнання	Інструмент
Точіння	Токарний верстат	Різець
Свердління	Свердлильний верстат	Свердло
Фрезерування	Фрезерний верстат	Фреза
Шліфування	Шліфувальний верстат	Шліфувальний круг

Послідовність виконання операцій у технологічній карті відповідає загальному маршруту виготовлення деталі [21]. Кожна операція виконується з урахуванням попередньої, що дозволяє забезпечити поступове досягнення необхідної точності. При цьому важливо дотримуватись режимів різання, забезпечувати правильне встановлення деталі та контроль якості після виконання основних операцій.

Контроль якості включає перевірку геометричних розмірів, точності форми та взаємного розташування поверхонь, а також шорсткості. Для цього використовуються вимірювальні інструменти, такі як штангенциркулі,

мікрометри, індикатори та калібри. Особлива увага приділяється контролю посадочних поверхонь, оскільки від їх точності залежить надійність роботи вузла.

Таким чином, правильно підібрані режими обробки, інструмент і обладнання, а також раціональна технологічна карта забезпечують досягнення необхідної точності, якості поверхонь і економічної ефективності виготовлення деталі «вал».

Висновок до розділу.

У результаті розробки технологічного процесу виготовлення деталі «вал» визначено раціональний маршрут обробки, підбрано матеріал, заготовку та режими різання.

Запропонований технологічний процес забезпечує необхідну точність, високу якість поверхонь та економічність виробництва. Отримані результати можуть бути використані при виготовленні деталі в умовах серійного та ремонтного виробництва.

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Обґрунтування пропонованої модернізації й опис пристрою конструкції

Пропонована жниварка забезпечує утворення одинарного валка за один прохід, містить рами з різальним апаратом, валкоутворюючий транспортер, виконаний із двох рознімних секцій.

Метою модернізації є розширення функціональних можливостей валкової жниварки.

Зазначена мета досягається тим, що рами двох секцій транспортера виконані пересувними уздовж різального апарата з реверсним механізмом привода.

Рама жниварки виконана у виді шарнірно з'єднаних секцій, причому вісь шарніра розташована в середній частині рами [16].

Вісь шарніра рами секції транспортера розташована від кінця транспортера секції на відстані, рівній ширині викидного вікна. Таке конструктивне виконання жниварки дозволяє одержувати не тільки одинарні чи здвоєні валки за один прохід, але і може забезпечити одержання двох валків за один прохід.

Валкова жниварка (додаток А) містить раму 1 з різальним апаратом 2 і розташованим за ним секційний валкоутворюючим транспортером 3, а також механізм 4 приводи робочих органів жниварки. Рама 1 жниварки виконана з двох шарнірно з'єднаних у подовжньому напрямку секцій 5 і 6, у робочому положенні, що спираються на ґрунт башмаками.

Валкоутворюючий транспортер 3 також складається з двох пересувних уздовж різального апарата 2 секцій 7, 8 з реверсним механізмом привода.

Розташування осьового шарніра 9 для з'єднання частин 5, 6 рами 1 жниварки обрано з умов можливості утворення за один прохід жниварки двох

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

приблизно рівних валків, що розташуванні за межами габаритів агрегатованої із жнивваркою несучої машини 10.

Ліва секція 7 валкоутворюючого транспортера 3 по своїй довжині дорівнює довжині лівої секції 5 рами 1, при цьому рама 11 зазначеної секції транспортера в поздовжньому напрямку так само виконана із двох шарнірно з'єднаних частин 12, 13. Шарнір 14 цього з'єднання при крайньому лівому положенні секції 7 валкоутворюючого транспортера 3 розташовується від шарніра 9 на відстані ширини центрального викидного вікна 15 [6].

Механізм привода містить реверсний редуктор 16, що приводиться від трансмісії машини, установлений на рамі 1 жнивварки, а також елементи його зв'язку з коромислом 17 привода ножа різального апарата 2 і елементи зв'язку редуктора з ведучими валами 18, 19 секцій 7, 8 валкоутворюючого транспортера 3. Крім цього механізм привода містить пристрій 20 для переміщення секцій 7, 8 валкоутворюючого транспортера 3 по рамі жнивварки уздовж різального апарата 2. Зазначений пристрій містить керований від гідротрансмісії машини 10 гідроциліндр 21 і з'єднане ним коромисло 22, установлене поворотно на рамі 1. Вільне плече коромисла 22 шарнірно з'єднано з рамою 11 секції 7 валкоутворюючого транспортера 3.

Елементи зв'язку реверсного редуктора 16 з коромислом 17 привода ножа різального апарата 2, являють собою встановлений на валу зазначеного редуктора кривошип 23 і з'єднуючий його з коромислом шатун 24.

Елементи зв'язку редуктора 16 з ведучими каналами 18 і 19 секцій 7, 8 валкоутворюючого транспортера 3 містять контрприводной вал 25, постійно з'єднаний з редуктором ланцюговою передачею 26, з валом 19 ремінним контуром 27 і двома ланцюговими контурами 28, 29, які обгинають зону центрального викидного вікна 15, при цьому ланцюгові контури 28, 29 виконані у виді передачі, що шарнірно–складається, з вільно плаваючим блоком зірочок 30.

Приводний вал 18 лівої секції 7 валкоутворюючого транспортера 3 у

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

залежності від положення секції приводиться в обертання чи безпосередньо від контрприводного вала 25 чи від приводного вала 19 правої секції 8 валкоутворюючого транспортера 3. Коли зазначена секція транспортера знаходиться в крайньому лівому положенні, вал 18 розташовується на осі контрприводного вала 25 і з'єднується з ним безпосередньо за допомогою глухої муфти, як зазначено в додатку А. Коли ж ліва секція 7 валкоутворюючого транспортера 3 зміщена в крайнє праве положення, то її приводний вал 18 з'єднується з валом 19 правої секції ланцюговим контуром.

3.2 Організація робіт із застосування розроблювальної конструкції

У залежності від обраного способу роботи валкової жнивarki відповідним чином розташовуються і секції валкоутворюючого транспортера. Відповідно до цього переналагодженню піддаються також елементи їхнього привода. Так, наприклад, при підготовці жнивarki з утворенням одного валка за один прокіс секції 7, 8 валкоутворюючого транспортера 3 установлюють по краях жнивarki з утворенням центрального викидного вікна 15. При цьому приводний вал 18 лівої секції 7 з'єднують безпосередньо з контрприводним валом 25, а реверс редуктора встановлюють у положення для обертання його вала в напрямку проти годинної стрілки.

Утворення двох валків за один прокіс жнивarki в порівнянні з раніше описаним положенням елементів жнивarki, досягається лише зміною обертання реверсного редуктора 16 і поворотом на 180° ременя 27 на ведучому шківі 31.

Для утворення одного здвоєного валка з двох суміжних прокосів спочатку від'єднують ведучий вал 18 лівої секції 7 валкоутворюючого транспортера 3 від контрпривода 25 і потім, впливаючи на гідроциліндр 21, переміщають ліву секцію транспортера до кінця вправо. У цьому положенні кінці секції з'єднують замками, а на кінці вала 18 установлюють змінну зірочку

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

і ланцюговим контуром з'єднують її з зірочкою вала 19. Потім обидві секції 7, 8 валкоутворюючого транспортера 3 переміщують у крайнє ліве положення і змінюють напрямок обертання редуктора 16 на зворотнє. При такому настроюванні жниварка робить перший прокіс. Для другого прокоосу обидві секції 7, 8 валкоутворюючого транспортера 3 гідروциліндром 21 переміщують до кінця вправо, а напрямок обертання редуктора 16 у порівнянні з першим прокосом змінюють на зворотнє.

При роботі жниварки на будь-якій схемі рама жниварки завдяки наявності осьового шарніра 9 легко пристосовуються до змін рельєфу поля, що дозволяє скошувати хлібну масу на низькому її рівні.

3.3 Розрахунок вала контрпривода жниварки

Рисунок 3.1 – Розрахункова схема валу.

Умовні значення: число оборотів валу $n = 400 \text{ хв}^{-1}$, передана потужність $N = 13,2 \text{ кВт}$.

Обумовлений переданий крутний момент [23]:

$$M_{кр} = \frac{N}{\omega}, \quad (3.1)$$

де ω – кутова швидкість:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = 0,105 \cdot n, \quad (3.2)$$

$$\omega = 0,105 \cdot 400 = 42 \text{ рад./сек.}$$

$$M_{кр} = \frac{13200}{42} = 314 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Визначаємо зусилля натягу ремня P_1 у площині YZ:

$$P_1 = 2S_o \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + Q, \quad (3.3)$$

де Q – окружне зусилля:

$$Q = \frac{N}{V}, \quad (3.4)$$

$$Q = \frac{6,2 \cdot 10^3}{6,3} = 964H.$$

$$S_o = \sigma_o \cdot F, \quad (3.5)$$

де S_o – зусилля попереднього натягу;

σ_o – напруження від попереднього натягу, $\sigma_o = 1,2 \text{ Н/мм}^2$;

F – площа поперечного перерізу ремня, $F = 138 \text{ мм}^2$;

α – кут обхвату ременем шківа, $\alpha = 180^\circ$.

$$P_1 = 2 \cdot 138 \cdot 1,2 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} + 964 = 1314H,$$

Визначаємо зусилля натягу ланцюга P_2 у площині XZ:

$$P_2 = Q + 2K_t \cdot q \cdot g \cdot A \quad (3.6)$$

де Q – окружне зусилля, $Q = 4190 \text{ Н}$;

K_t – коефіцієнт, що залежить від положення зірочок, $K_t = 6$;

q – маса одного метра ланцюга, $q = 7 \text{ кг}$;

A – відстань між осями зірочок, $A = 1,4 \text{ м}$.

$$P_2 = 4190 + 2 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 9,8 \cdot 1,4 = 5342H.$$

Визначаємо еквівалентний момент:

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + 0,75M_{\text{кр}}^2}, \quad (3.7)$$

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{52,5^2 + 193,7^2 + 0,75 \cdot 314^2} = 320 \text{ кН} \cdot \text{мм}.$$

По характеру епюр установлюємо місце положення небезпечного перерізу валу і знаходимо його діаметр по формулі [23]:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\text{екв}}}{\pi \cdot [\sigma_{-1}]_u}}. \quad (3.8)$$

де $[\sigma_{-1}]_u$ – допустиме напруження.

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 320 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 60}} = 35,97 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр 36 мм.

Побудова епюр згинальних моментів.

Рисунок 3.2 – Епюри згинальних моментів.

Перевіряємо вал на міцність [23].

Коефіцієнт запасу: для нормальних напружень.

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma D} \cdot \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m}, \quad (3.9)$$

для дотичних напружень:

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau D} \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m}. \quad (3.10)$$

При одночасній дії нормальних і дотичних напружень визначаємо:

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} \geq [n], \quad (3.11)$$

де σ_1 – границя витривалості при вигині, $\sigma_1 = 450$ МПа;

τ_1 – границя витривалості при крутінні, $\tau_1 = 250$ МПа;

σ_a, τ_a – амплітуда номінальних напружень;

σ_m, τ_m – середні значення номінальних напружень;

$\psi_{\sigma}, \psi_{\tau}$ – коефіцієнти чутливості матеріалу до асиметрії циклу напружень, $\psi_{\sigma} = 0,15$, $\psi_{\tau} = 0,1$;

$K_{\sigma D}, K_{\tau D}$ – коефіцієнти концентрації напружень, $K_{\sigma D} = 2,6$; $K_{\tau D} = 2$.

$$\sigma_a = \sigma, \sigma_m = 0,$$

$$\tau_a = \tau, \tau_m = 0.$$

$$\sigma = \frac{M_u}{W_o}, \quad (3.12)$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p}, \quad (3.13)$$

де $M_u, M_{кр}$ – згинаючий і крутний моменти;

W_o, W_p – осьовий і полярний моменти опору.

$$W_o = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \approx 0,1d^3, \quad (3.14)$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \approx 0,2d^3, \quad (3.15)$$

де d – діаметр валу, м.

$$W_o = 0,1 \cdot 36^3 = 4666 \text{ мм}^3.$$

$$W_p = 0,2 \cdot 36^3 = 9331 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma = \frac{201 \cdot 10^3}{4666} = 43 \text{ Н / мм}^2.$$

$$\tau = \frac{314 \cdot 10^3}{9331} = 34 \text{ Н / мм}^2.$$

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$n_{\sigma} = \frac{450}{2,6 \cdot 43} = 4,02$$

$$n_{\tau} = \frac{250}{2 \cdot 34} = 3,67$$

$$n = \frac{4,02 \cdot 3,67}{\sqrt{4,02^2 + 3,67^2}} = 2,7$$

Запас міцності в небезпечному перерізі валу допускається $[n] \geq 2 \dots 2,5$.

У нашому випадку $n \geq [n]$, отже, вал по міцності відповідає нашим умовам.

3.4 Розрахунок шпонкового з'єднання

Рисунок 3.3 – Розрахункова схема шпонкового з'єднання.

1. Визначаємо тип шпонки.

Приймаємо шпонку призматичну з округленими торцями за ГОСТ 23360.

2. Визначаємо розмір шпонки, виходячи, з розмірів валу конгрпривода і довжини маточини зірочки $b \cdot h \cdot l = 12 \cdot 8 \cdot 36$

3. Перевіряємо міцність шпонкового з'єднання вал – маточина по напруженням зминання [23]:

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{см} = \frac{M_{кр}}{0,5d \cdot 0,5h \cdot l_p} \leq [\sigma]_{см}, \quad (3.16)$$

де l_p – робоча довжина шпонки;

$$l_p = l - b, \quad (3.17)$$

$$l_p = 36 - 12 = 24 \text{ мм},$$

де d – діаметр валу, $d = 36$ мм;

$[\sigma]_{см}$ – напруження зминання, що допускається, без значних поштовхів і ударів, $[\sigma]_{см} = 120 \text{ Н/мм}^2$.

$$\sigma_{см} = \frac{200 \cdot 10^3}{0,5 \cdot 36 \cdot 0,5 \cdot 8 \cdot 24} = 109 \text{ Н/мм}^2.$$

При обраних розмірах умова міцності $\sigma_{см} \leq [\sigma]_{см}$ виконується. Отже, міцність шпонки буде забезпечена.

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки

Економічна ефективність запропонованої модернізації валкової жниварки визначається за рахунок підвищення продуктивності, зменшення витрат палива та скорочення втрат урожаю. Для розрахунків приймаємо:

площа збирання $F = 100$ га;

продуктивність базової жниварки $W_1 = 1,0$ га/год;

модернізованої $W_2 = 1,3$ га/год;

витрати палива $q_1 = 8$ л/га та $q_2 = 6,8$ л/га;

вартість палива $C_{\text{п}} = 85$ грн/л,

урожайність $Y = 4$ т/га,

ціна зерна $C_3 = 9000$ грн/т;

втрати зерна $\Pi_1 = 3\%$, $\Pi_2 = 2,2\%$;

вартість модернізації $K = 45000$ грн.

Тривалість виконання робіт визначається за формулою [24]:

$$T = F / W, \quad (4.1)$$

де F – площа збирання, га;

W – продуктивність машини, га/год.

Для базової жниварки:

$$T_1 = 100 / 1,0 = 100 \text{ год.}$$

Для модернізованої:

$$T_2 = 100 / 1,3 = 76,9 \text{ год.}$$

Економія часу становить:

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 100 - 76,9 = 23,1 \text{ год.}$$

Витрати палива визначаються за формулою [25]:

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$Q = F \cdot q, \quad (4.2)$$

де q – витрати палива, л/га.

Для базової жнивarki:

$$Q_1 = 100 \cdot 8 = 800 \text{ л.}$$

Для модернізованої:

$$Q_2 = 100 \cdot 6,8 = 680 \text{ л.}$$

Економія палива становить:

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2 = 800 - 680 = 120 \text{ л.}$$

Економія коштів на паливі визначається:

$$E_{\text{п}} = \Delta Q \cdot \text{Ц}_{\text{п}} = 120 \cdot 85 = 10200 \text{ грн.}$$

Валовий збір зерна визначається за формулою:

$$\text{ВЗ} = F \cdot \text{У} = 100 \cdot 4 = 400 \text{ т.}$$

Втрати зерна визначаються:

$$\text{З} = \text{ВЗ} \cdot \text{П} / 100,$$

де П – втрата зерна.

Для базової жнивarki:

$$\text{З}_1 = 400 \cdot 3 / 100 = 12 \text{ т.}$$

Для модернізованої:

$$\text{З}_2 = 400 \cdot 2,2 / 100 = 8,8 \text{ т.}$$

Зменшення втрат становить:

$$\Delta \text{З} = \text{З}_1 - \text{З}_2 = 12 - 8,8 = 3,2 \text{ т.}$$

Економічний ефект від зменшення втрат визначається [24]:

$$E_3 = \Delta \text{З} \cdot \text{Ц}_3 = 3,2 \cdot 9000 = 28800 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект становить:

$$E_p = E_{\text{п}} + E_3 = 10200 + 28800 = 39000 \text{ грн.}$$

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_o = K / E_p = 45000 / 39000 = 1,15 \text{ року.}$$

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 4.1 – Результати розрахунку

Показник	Значення
Економія часу	23,1 год
Економія палива	120 л
Економія коштів	10200 грн
Зменшення витрат зерна	3,2 т
Додатковий дохід	28800 грн
Загальний економічний ефект	39000 грн
Строк окупності	1,15 року

Проведені розрахунки показали, що модернізація валкової жнивarki є економічно доцільною. Вона забезпечує підвищення продуктивності, зменшення витрат палива та витрат урожаю. Загальний економічний ефект становить 39000 грн, а строк окупності – 1,15 року, що підтверджує ефективність впровадження розробки.

4.2 Охорона праці

Охорона праці під час експлуатації та обслуговування валкової жнивarki є важливою складовою забезпечення безпеки працівників і безперебійної роботи техніки. Виконання технологічних операцій з використанням сільськогосподарських машин пов'язане з дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів, до яких належать рухомі частини механізмів, підвищений рівень шуму і вібрації, пил, а також можливість травмування при обслуговуванні агрегату [26].

Основними небезпечними факторами при роботі жнивarki є обертові частини валкоутворюючого транспортера, різальний апарат, привідні механізми та рух агрегату. Наявність відкритих передач і робочих органів створює ризик потрапляння частин тіла або одягу працівника в зону їх дії. Крім того, під час роботи виникає підвищене запилення повітря, що негативно впливає на органи дихання оператора.

Для забезпечення безпечних умов праці конструкція жнивarki повинна відповідати вимогам нормативних документів з охорони праці [26]. Усі рухомі

частини механізмів повинні бути обладнані захисними кожухами, які запобігають доступу до небезпечних зон під час роботи. Особливу увагу необхідно приділяти огороженню приводних передач і ріжучих елементів.

Перед початком роботи оператор повинен провести зовнішній огляд машини, перевірити справність усіх вузлів, наявність захисних огорожень, рівень мастильних матеріалів та надійність кріплення елементів конструкції. Забороняється експлуатація жнивarki при наявності несправностей або відсутності захисних пристроїв.

Під час роботи забороняється виконувати будь-які регулювальні або ремонтні операції при увімкненому приводі [26]. Усі роботи з технічного обслуговування повинні виконуватись лише після повної зупинки агрегату та вимкнення двигуна. Особливо небезпечними є операції очищення робочих органів від рослинної маси, які повинні виконуватись із застосуванням спеціального інструменту.

З метою зниження рівня травматизму оператор повинен використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема спецодяг, захисні рукавички, окуляри та засоби захисту органів слуху при тривалій роботі. Одяг повинен бути щільно прилягаючим, без вільних елементів, які можуть потрапити у рухомі частини механізмів [27].

Важливим аспектом є забезпечення пожежної безпеки, оскільки робота жнивarki здійснюється в умовах підвищеної пожежної небезпеки через наявність сухої рослинної маси. Машина повинна бути оснащена первинними засобами пожежогасіння, а також необхідно регулярно очищати її від пилу та залишків рослин.

Під час виконання робіт необхідно дотримуватись безпечної швидкості руху агрегату, уникати різких маневрів і роботи на небезпечних ділянках поля [26]. Особлива обережність повинна дотримуватись при роботі на схилах і при транспортуванні машини.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці, використання захисних

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

засобів та правильна організація роботи забезпечують безпечну експлуатацію валкової жнивarki, знижують ризик травматизму та сприяють підвищенню ефективності виконання технологічних процесів.

4.3 Охорона навколишнього середовища

Під час експлуатації сільськогосподарської техніки важливе значення має дотримання вимог охорони навколишнього середовища, оскільки виконання технологічних операцій супроводжується впливом на атмосферне повітря, ґрунт та рослинний покрив [28]. Робота валкової жнивarki пов'язана з викидами відпрацьованих газів, утворенням пилу, шумовим навантаженням, а також ризиком забруднення ґрунту паливно-мастильними матеріалами.

Одним із основних джерел негативного впливу є двигун внутрішнього згорання, який під час роботи виділяє оксиди азоту, оксид вуглецю, вуглеводні та тверді частинки. Зменшення шкідливих викидів досягається підтриманням двигуна у справному технічному стані, своєчасною заміною фільтрів, регулюванням паливної апаратури та використанням якісного палива. Рациональний режим роботи агрегату, зокрема оптимальна швидкість руху та навантаження, дозволяє знизити витрати палива і, відповідно, обсяг викидів у навколишнє середовище.

Під час роботи жнивarki утворюється значна кількість пилу, що негативно впливає на повітряне середовище та умови праці оператора. Основними джерелами пилу є взаємодія робочих органів з ґрунтом і рослинною масою. Зниження запиленості досягається правильним регулюванням висоти зрізу, вибором оптимальної швидкості руху та дотриманням агротехнічних вимог. Також важливим є використання справних повітряних фільтрів і підтримання герметичності кабіни машини [28].

Важливим екологічним аспектом є збереження структури та родючості ґрунту [29]. Надмірна кількість проходів техніки призводить до ущільнення

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

грунту, що погіршує його водно-повітряний режим і знижує врожайність. Запропонована конструкція жнивarki дозволяє формувати валки за один прохід, що зменшує кількість проходів по полю та знижує рівень механічного впливу на ґрунт. Це сприяє збереженню його природних властивостей і підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва.

Особливу увагу необхідно приділяти запобіганню забрудненню ґрунту та водних ресурсів паливно-мастильними матеріалами. Під час заправки та технічного обслуговування необхідно використовувати справні ємності, уникати проливів і витоків, а також застосовувати спеціальні піддони або поглинаючі матеріали. Відпрацьовані мастила повинні збиратися у спеціальні контейнери та передаватися на утилізацію відповідно до встановлених вимог [28].

Під час експлуатації техніки виникає шумове навантаження, яке може впливати на навколишнє середовище та здоров'я людей. Зниження рівня шуму досягається використанням справних механізмів, своєчасним технічним обслуговуванням, а також застосуванням сучасних конструктивних рішень, що зменшують вібрації та шум.

Додатковим фактором є раціональне використання природних ресурсів. Запропонована модернізація жнивarki дозволяє зменшити витрати палива, скоротити втрати врожаю та підвищити ефективність використання техніки. Це сприяє зниженню енергоспоживання та більш раціональному використанню ресурсів аграрного виробництва.

Таким чином, дотримання вимог охорони навколишнього середовища, правильна організація експлуатації техніки та впровадження ефективних конструктивних рішень дозволяють зменшити негативний вплив на довкілля, забезпечити збереження ґрунтів, атмосферного повітря та природних ресурсів, а також підвищити екологічну безпеку сільськогосподарського виробництва.

ВИСНОВКИ

1. Проведено детальний аналіз умов експлуатації валкової жниварки та процесу формування валків, у результаті якого встановлено, що робота машини відбувається у складних польових умовах, які характеризуються нерівномірністю рельєфу, змінною густиною та вологістю рослинної маси, що суттєво впливає на якість збирання та втрати урожаю.

2. На основі технічного аналізу обрано напрям модернізації жниварки із застосуванням секційного валкоутворюючого транспортера з реверсним приводом. Запропонована конструкція забезпечує можливість зміни напрямку руху рослинної маси та формування різних типів валків без складного переналагодження, що підвищує універсальність і ефективність машини.

3. Встановлено, що використання модернізованої конструкції дозволяє формувати один, два або здвоєний валок за один прохід, що зменшує кількість проходів агрегату по полю, знижує ущільнення ґрунту та підвищує продуктивність виконання технологічних операцій.

4. Розроблено конструкцію жниварки, яка включає секційну раму, валкоутворюючий транспортер, реверсний редуктор та гідравлічний механізм переміщення секцій. Проведені розрахунки показали, що основні елементи конструкції забезпечують необхідну міцність і надійність, зокрема крутний момент на валу становить 314 Н·м, що відповідає умовам експлуатації.

5. Розроблено технологічний процес виготовлення деталі «вал», який включає обґрунтування вибору матеріалу, заготовки, припусків, базування та режимів обробки. Запропонований технологічний маршрут забезпечує досягнення необхідної точності, якості поверхонь та економічності виробництва.

6. Встановлено, що модернізована конструкція забезпечує підвищення продуктивності на 25-30 %, зменшення витрат палива та скорочення втрат зерна, що підтверджує її технічну та економічну доцільність.

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сідашенко О.І., Науменко О.А. Ремонт машин та обладнання агропромислового виробництва. Київ: Ліра-К, 2018. 544 с.
2. Ільченко В.Ю., Лімонт О.В. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. Київ: Урожай, 1993. С. 284.
3. Ільченко В.Ю. Нагірний Ю.П. Машиновикористання в землеробстві. Київ: Урожай, 1996. 208 с.
4. Хелемендик М.М. Напрями і методи розробки робочих органів сільськогосподарських машин. Київ: Аграрна наука, 2001. 208 с.
5. Пастухов В.І., Чигрин А.Г., Джолос П.А., Довідник з машиновикористання в землеробстві. Харків: Весна, 2001. 344 с.
6. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Р.Г. Сільськогосподарські машини. Київ: Каравела, 2018. 552 с.
7. Шмат К.І. Робочі процеси і розрахунок сільськогосподарських машин. Київ: Кондор, 2009. 308 с.
8. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини. Київ: Урожай, 2001. 375 с.
9. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: Харків: ОКО, 2001. 443 с.
10. Гранкін С.Г., Малехов В.С., Черновол М.І. Надійність сільськогосподарської техніки. Київ: Урожай, 1998. 208 с.
11. Лихочвар В.В. Рослинництво. Технології виробництва сільськогосподарських культур. 2-е видання, виправлене. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
12. Надійність машин та обладнання. Ч. 2. Ремонт машин та відновлення деталей. З. В. Ружило та ін. Київ: Видавн. центр НУБіП України, 2023. 310 с.
13. Пришляк В.М., Ковальчук О.В. Сільськогосподарські машини: метод. вказівки для виконання лаб. робіт студ. фак. механізації с.-г. Вінниця:

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

ВДАУ, 2005. 44 с.

14. Черновол М.І., Черкнун В.Ю., Аулін В.В. Надійність сільськогосподарської техніки. Кіровоград: КОД, 2010. 320 с.

15. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.У. Довідник сільського інженера. Київ: Урожай, 1988. 360 с.

16. Трактори та автомобілі. Ч.4. Робоче, додаткове і допоміжне обладнання. навч. посібник. В.М. Антощенко, М.Ф. Бойко, А.Т. Лебедев та ін.; за ред. проф. А.Т. Лебедева. Харків, 2006. 164 с.

17. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: підр. для студ. вищ. навч. закл. Освіти. А.А. Дудніков, І.С. Сірий, Г.О. Іванов та ін.; за ред. А.А. Дуднікова і І.С. Сірого. Київ: Аграрна освіта, 2015. 327 с.

18. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. 492 с.

19. Кадомський С.В. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: курс лекцій для студ. спец. напряму 0902 «Інженерна механіка» всіх форм навч. Київ: НУХТ, 2012. 354 с.

20. Пастухов В.І. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Харків: Факт, 2021. 410 с.

21. Деталі машин. Розрахунок та конструювання: підручник. Г.В. Архангельський, М.С. Воробйов, В.С. Гапонов [та ін.]. Київ: Талком, 2014. 684 с.

22. Міцність та надійність машин. В.Я. Анілович, О.С. Гринченко, В.В. Карабін та ін.; за ред В.Я. Аніловича. Київ: Урожай, 1996. 248 с.

23. Деревенько І.А., Сивак Р.І. Короткий курс опору матеріалів. Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с.

24. Азарова А.О., Нікіфорова Л.О. Економіка підприємства. практикум: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця: ВНТУ, 2016. 216 с.

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

25. Шваб Л.І. Економіка підприємства. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Каравела. 2004, 568 с.

26. Геврик Є.О., Сомар Г.В., Пешко Н.П. Техніка безпеки. Київ: Ельга, 2006. 316 с.

27. Закон України Про охорону праці. Київ: Відомості Верховної Ради України, чинна редакція.

28. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: Київ: Арістей, 2006. 262 с.

29. Закон України «Про екологічну експертизу»: за станом на 9 лютого 1995р. Верховна Рада України. Офіц. вид. Київ: Парлам. вид-во, 1995. 36 с.

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

ДОДАТКИ

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	49
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Додаток А

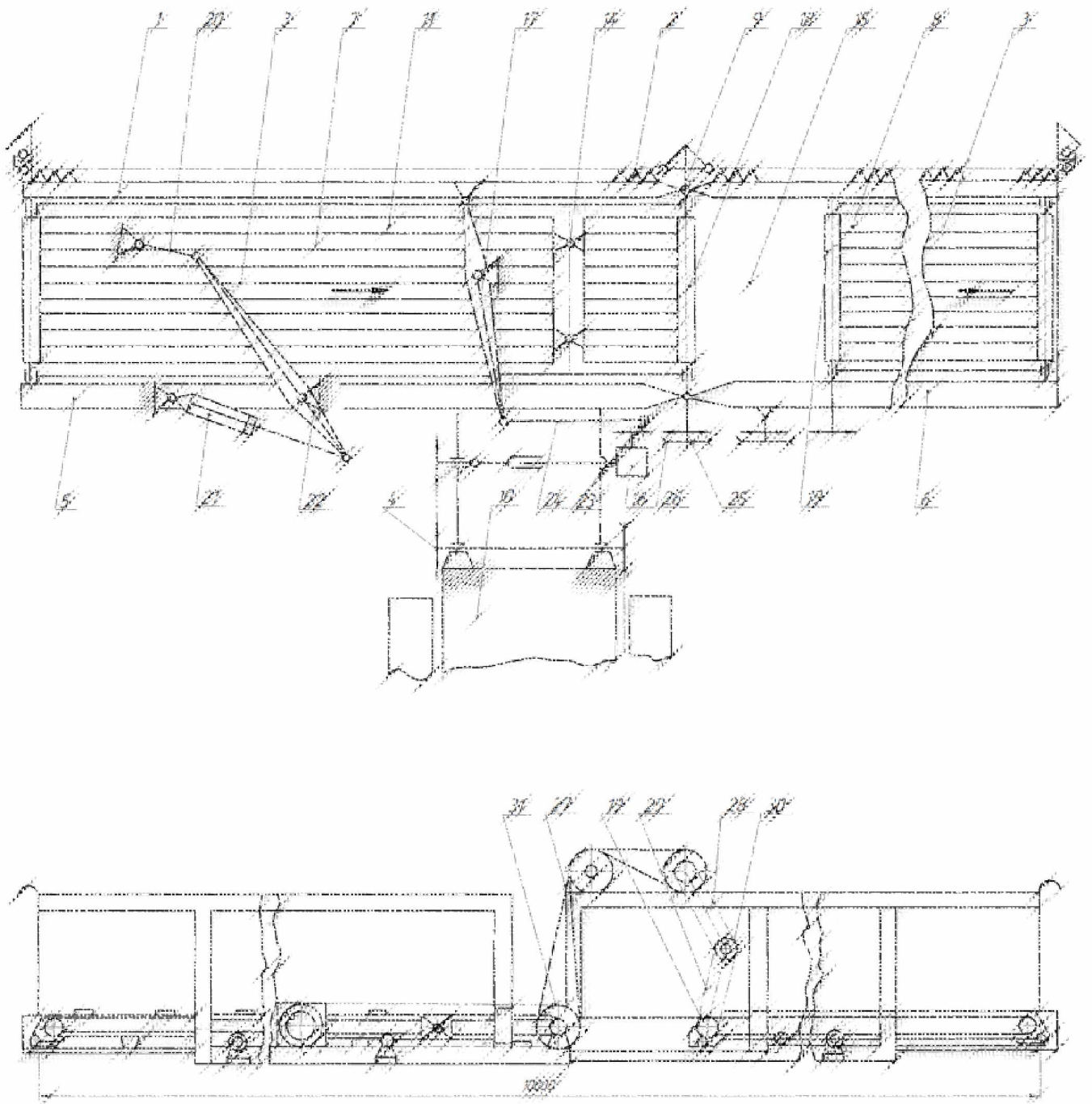


Рисунок А.1 – Загальний вид модернізованої жатки

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

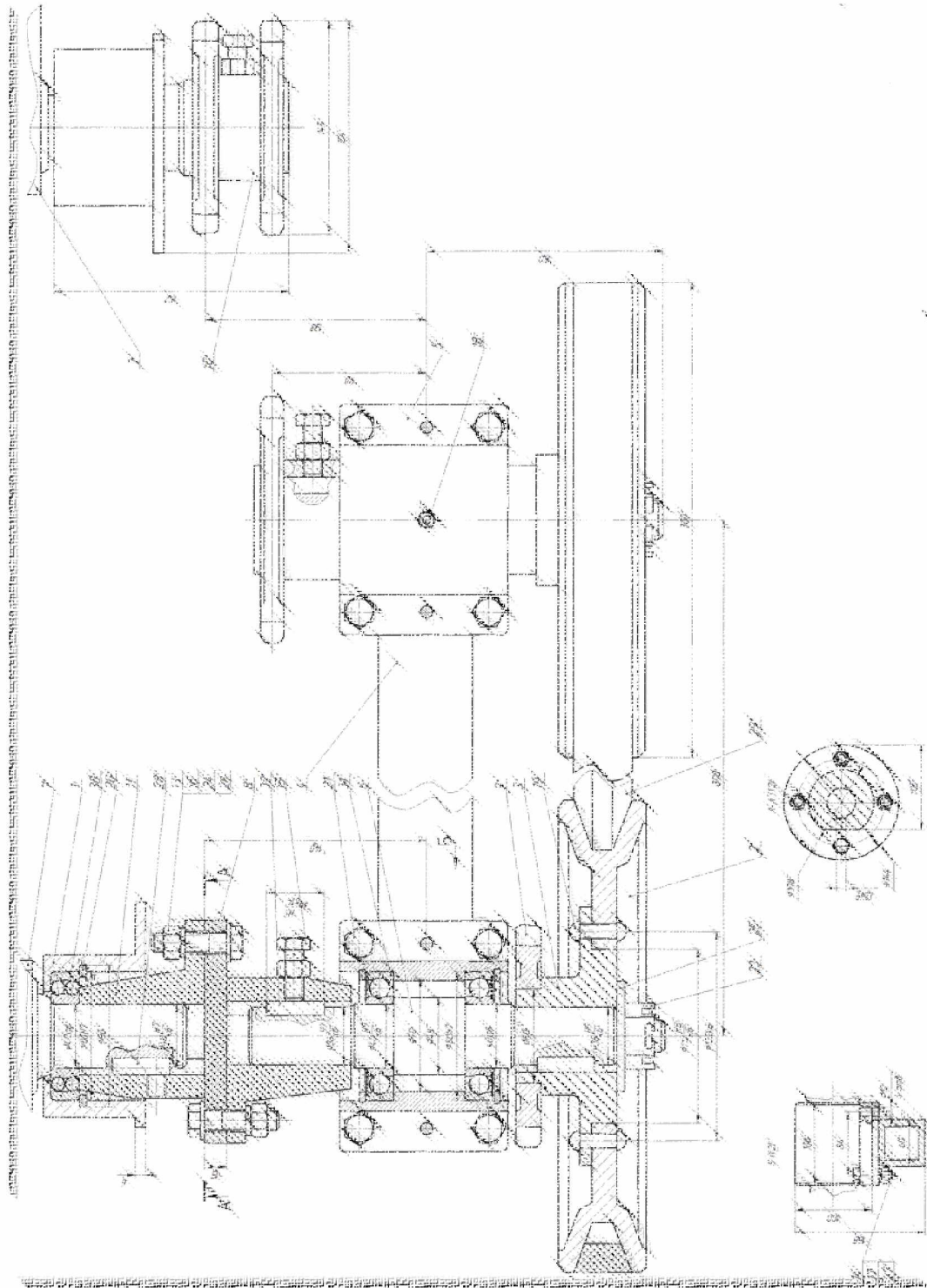


Рисунок А.2 – Модернізований привід жатки

					КРБ.133ГМбд_31[2].06.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

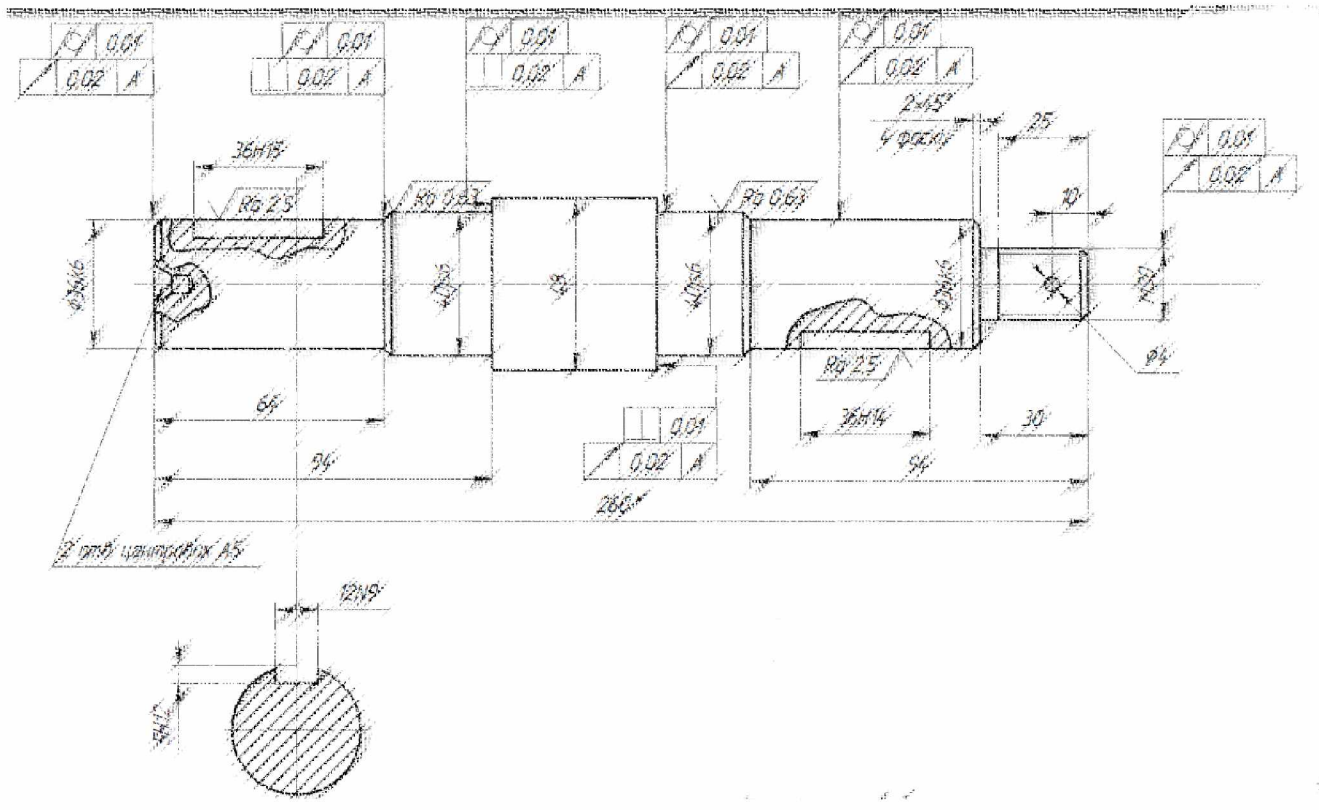


Рисунок А.3 – Вал

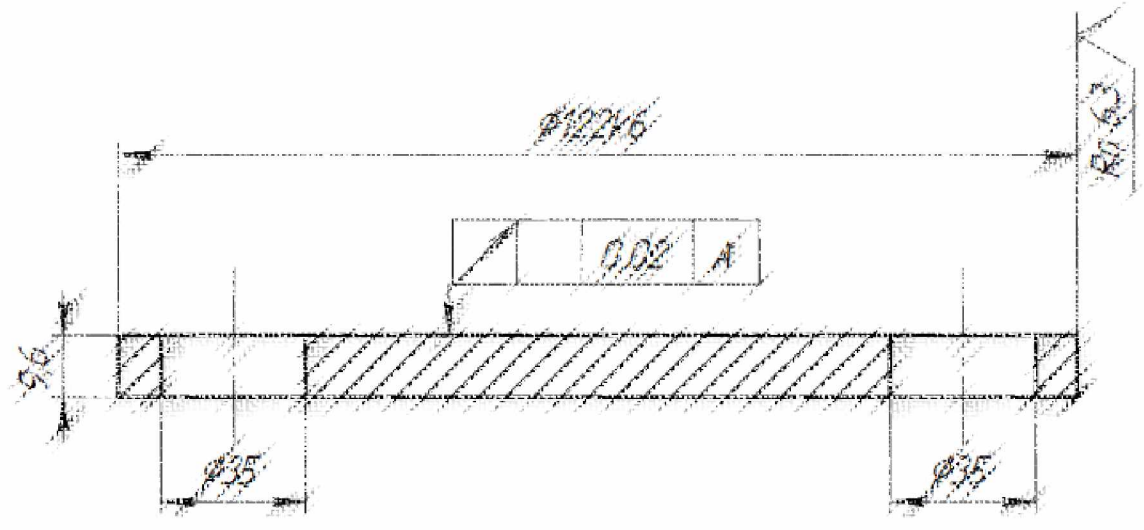


Рисунок А.4 – Плита

