

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: «Удосконалення конструкції пристрою
для навішування жатки на трактор»
КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ

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

Керівник: КАНІВЕЦЬ 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

Олександр СНІСАРЕНКО

1 Тема роботи: *«Удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки на трактор»*

керівник роботи ***канд. техн. наук, доцент КАНІВЕЦЬ Олександр,***
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 Національної бібліотеки України імені Володимира Вернадського; аналіз літературних джерел Полтавської обласної універсальної наукової бібліотеки імені Івана Котляревського; 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: *кресленик загального виду пристрою; складальний кресленик вузла пристрою, що виносить на розгляд; робочі кресленики деталей вузла пристрою.*

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	Інна МИКОЛЕНКО, професор 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 _____ Олександр ШІСАРЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Олександр КАНІВЕЦЬ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 4 розділи, 1 додаток, 5 рисунків, 13 таблиць, 25 використаних джерел, 46 сторінок.

Об'єкт розробки – процес агрегування жатки з трактором під час виконання збиральних робіт.

Предмет розробки – конструкція пристрою для навішування жатки на трактор та параметри його роботи.

Постановка актуальної технічної задачі – дослідити існуючі конструкції пристроїв для навішування жаток, визначити шляхи підвищення їх надійності та ефективності, а також удосконалити конструкцію пристрою для навішування жатки на трактор з метою покращення експлуатаційних показників агрегату.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки на трактор та виконання необхідних конструкторських розрахунків.

Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра – підвищення ефективності використання тракторних агрегатів під час збирання зернових культур, зменшення витрат на виконання збиральних робіт та покращення техніко-економічних показників роботи машинно-тракторного парку.

У **загальному розділі** наведено аналіз сучасного стану механізації збиральних робіт, розглянуто конструктивні особливості валкових жаток, виконано огляд існуючих способів їх агрегування з тракторами та обґрунтовано напрямки удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки.

У **технологічному розділі** розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Направляюча», виконано аналіз технологічності конструкції, розроблено маршрут виготовлення, вибрано технологічне обладнання та режими обробки.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

У конструкторському розділі розроблено удосконалену конструкцію пристрою для навішування жатки на трактор, описано його будову та принцип роботи, виконано необхідні конструкторські розрахунки основних елементів конструкції.

У розділах економіки, охорони праці та охорони навколишнього середовища визначено техніко-економічну доцільність впровадження розробки, запропоновано заходи щодо безпечної експлуатації обладнання та зменшення негативного впливу виробничих процесів на довкілля.

Практичні результати роботи – розроблено удосконалену конструкцію пристрою для навішування жатки на трактор, яка забезпечує підвищення надійності агрегування, покращення умов роботи механізатора та ефективніше використання наявної техніки.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – розробка може бути використана в сільськогосподарських підприємствах, фермерських господарствах і машинно-технологічних станціях під час виконання робіт зі збирання зернових культур.

Сфера застосування результатів роботи – сільськогосподарські підприємства, фермерські господарства та інші аграрні формування, що здійснюють механізоване збирання зернових культур.

Графічна частина роботи становить 3 аркуші формату А1.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою сервісу StrikePlagiarism: унікальність 81,26%.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню конструкції пристрою для навішування жатки на трактор, яка забезпечує підвищення надійності агрегування, покращення умов роботи механізатора та ефективніше використання наявної техніки.

ЖАТКА, ТРАКТОР, ПРИСТРІЙ, ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, СКОШУВАННЯ ХЛІБНОЇ МАСИ, ФРОНТАЛЬНИЙ НАБАНТАЖУВАЧ.

ANNOTATION

This thesis is devoted to improving the design of a device for mounting a combine harvester on a tractor, which ensures greater reliability of the combination, improves working conditions for the operator, and enables more efficient use of existing equipment.

HARVESTER, TRACTOR, DEVICE, TRACTOR COMBINATION, CROP HARVESTING, FRONT-LOADER.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Стан та перспективи механізації збирання зернових культур	9
1.2 Конструктивні особливості жаток та існуючі способи навішування їх на трактори	10
1.3 Аналіз конструкцій пристроїв для навішування жаток на трактори	11
1.5 Обґрунтування напряму удосконалення конструкції пристрою для навішування жаток на трактори	14
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	16
2.1 Аналіз технологічності деталі	16
2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення деталі	18
2.3 Обробка поверхонь деталі	21
2.4 Розробка схем базування деталі	23
2.5 Розробка маршруту виготовлення деталі	26
2.6 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів	28
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	31
3.1 Призначення, будова, принцип дії та технічна характеристика	31
3.2 Конструктивні розрахунки	32
3.3 Розрахунок приводу	34
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	39
4.1 Техніко-економічне обґрунтування розробки	39
4.2 Охорона праці	42
4.3 Охорона навколишнього середовища	44
ВИСНОВКИ	46
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	47
ДОДАТКИ	49

					КРБ.133ГМбд_31[2].22.00.00.000 ПЗ
Змн	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив		Снісаренко О.І.			Удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки на трактор
Перевішив		Канівець О.В.			
Н. Контр.		Канівець О.В.			
Керівник		Канівець О.В.			
Зав.кафедр		Попов С.В.			
					Лім. Арк. Аркушів
					46
					ПДАУ, каф. МЕІ

ВСТУП

Сільське господарство України є однією з провідних галузей економіки, а виробництво зернових культур займає важливе місце у забезпеченні продовольчої безпеки держави та формуванні її експортного потенціалу. Ефективність вирощування зернових культур значною мірою залежить від своєчасного та якісного виконання комплексу механізованих робіт, серед яких особливе значення мають операції зі збирання врожаю. Порушення оптимальних строків збирання призводить до значних втрат зерна, погіршення його якості та зниження економічної ефективності виробництва [14, 21].

Важливим напрямом підвищення ефективності збиральних робіт є застосування валкових жаток, які використовуються при роздільному способі збирання зернових культур. Використання жаток дозволяє виконувати скошування хлібної маси у валки, забезпечуючи рівномірне дозрівання зерна та зменшення втрат під час подальшого обмолоту. Разом із тим ефективність роботи жатки значною мірою залежить від надійності та конструктивної досконалості пристрою для її навішування на енергетичний засіб [10, 21].

У багатьох господарствах існує проблема недостатньої кількості спеціалізованих машин для скошування зернових культур у валки. Водночас значна кількість тракторів обладнана фронтальними навантажувачами, конструктивні можливості яких можуть бути використані для агрегування жаток. Такий підхід дозволяє більш повно використовувати наявний машинно-тракторний парк, скорочувати витрати на придбання спеціалізованої техніки та підвищувати продуктивність збиральних робіт.

Удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки на трактор спрямоване на підвищення надійності роботи агрегату, покращення умов експлуатації, забезпечення необхідної міцності несучих елементів і зменшення витрат часу на монтаж та демонтаж жатки. Важливим завданням є також забезпечення раціонального розподілу навантажень між елементами конструкції

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

та підвищення довговічності її роботи в умовах інтенсивної експлуатації.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки на трактор.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- провести аналіз існуючих конструкцій пристроїв для навішування жаток,
- обґрунтувати напрямк удосконалення конструкції,
- виконати необхідні конструкторські розрахунки,
- оцінити техніко-економічну ефективність запропонованого рішення та розробити заходи з охорони праці та навколишнього середовища.

Об'єктом дослідження є процес агрегування жатки з трактором під час виконання збиральних робіт.

Предметом дослідження є конструкція пристрою для навішування жатки на трактор та шляхи підвищення її ефективності.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання удосконаленого пристрою в умовах сільськогосподарських підприємств для підвищення продуктивності збиральних робіт, зменшення навантаження на зернозбиральні комбайни та скорочення витрат на виконання технологічних операцій.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1 Стан та перспективи механізації збирання зернових культур

Виробництво зернових культур є однією з найважливіших галузей аграрного сектору України. Від ефективності виконання збиральних робіт значною мірою залежать втрати врожаю, якість зерна та економічні результати діяльності господарств. Одним із відповідальних етапів збирання є скошування хлібної маси у валки під час застосування роздільного способу збирання.

У сучасних умовах більшість сільськогосподарських підприємств експлуатує зернозбиральні комбайни зі значним ступенем фізичного зносу. У період масового збирання врожаю часто виникає дефіцит високопродуктивних самохідних жаток і валкових комбайнів. Це призводить до затримки виконання технологічних операцій та збільшення втрат зерна.

Одним із напрямів підвищення ефективності використання наявного машинно-тракторного парку є застосування тракторних агрегатів для скошування зернових культур у валки. Такий підхід дозволяє частково розвантажити зернозбиральні комбайни, скоротити строки виконання робіт і забезпечити більш рівномірне використання техніки протягом збирального періоду.

Особливу актуальність набуває використання навісних і напівнавісних пристроїв для агрегування жаток із тракторами загального призначення. При цьому значна увага приділяється підвищенню надійності, міцності та технологічності конструкцій пристроїв навішування [12,17, 22, 24].

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2 Конструктивні особливості жаток та існуючі способи навішування їх на трактори

Жатки валкові призначені для скошування зернових культур та укладання скошеної маси у валки. Вони складаються з рами, різального апарата, мотовила, трансмітуючих пристроїв, приводу робочих органів та механізмів копіювання рельєфу поля.

Серед найбільш поширених моделей можна виділити ЖВН-6А, ЖВП-3.4, ЖВП-4,9 та інші. Дані машини забезпечують ширину захвату від 4 до 9 метрів і можуть агрегатуватися як із самохідними тракторами, так і з тракторами.

Основними вимогами до конструкції жаток є забезпечення якісного зрізування рослин, мінімальні втрати зерна, надійність роботи приводу та можливість копіювання поверхні ґрунту [3, 10, 19, 21].

Для агрегування жаток із тракторами використовуються різні конструктивні рішення. Найбільш поширеними є фронтальні, бокові та напівнавісні системи навішування [12, 17, 23].

Фронтальне навішування забезпечує добру оглядовість робочої зони та зручність керування технологічним процесом. Однак такі системи потребують додаткових механізмів приводу робочих органів і підсилення передньої частини трактора.

Бокове розміщення жатки дозволяє використовувати стандарти трактори без суттєвих конструктивних змін, проте погіршує маневреність агрегату та ускладнює транспортування.

Напівнавісні системи характеризуються меншою масою навантаження на трактор і забезпечують достатню стійкість агрегату. Разом з тим вони мають складнішу конструкцію та більшу кількість шарнірних з'єднань.

Аналіз існуючих конструкцій показує, що більшість пристроїв мають значну металомісткість, недостатню універсальність та обмежені можливості регулювання положення жатки відносно поверхні поля.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.3 Аналіз конструкцій пристроїв для навішування жаток на трактори

Під час збирання зернових культур важливе значення має забезпечення надійного та ефективного агрегування жатки з енергетичним засобом. Від конструкції пристрою навішування значною мірою залежить якість виконання технологічного процесу, продуктивність агрегату, зручність керування та довговічність роботи машин. У сучасному сільськогосподарському виробництві для навішування жаток використовуються різноманітні конструктивні рішення, які відрізняються способом кріплення, особливостями передачі навантажень і складністю виготовлення [17, 23].

Найбільш поширеними є навісні системи, що базуються на використанні стандартної триточкової навіски трактора (рис.1.1). Такі системи характеризуються простотою конструкції, відносно невисокою вартістю та широкою уніфікацією елементів. Разом з тим їх використання для агрегування широкозахватних жаток є обмеженим через значні навантаження на задню навіску трактора та недостатню оглядовість робочої зони для механізатора. Крім того, збільшення маси навішеної машини негативно впливає на стійкість агрегату та ускладнює виконання транспортних операцій [3, 12].

Рисунок 1.1 – Триточкова задня навіска трактора

Більш досконалим рішенням є застосування фронтальних навісних систем (рис.1.2). Розміщення жатки перед трактором дозволяє значно покращити умови контролю за роботою робочих органів, підвищити точність ведення агрегату та забезпечити своєчасне реагування механізатора на зміни умов роботи.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Фронтальна схема агрегування створює сприятливі умови для копіювання поверхні поля та забезпечує рівномірну висоту зрізу рослин. Разом із тим такі конструкції потребують наявності додаткових вузлів кріплення та посиленних несучих елементів, здатних сприймати значні динамічні навантаження [12, 17].

Рисунок 1.2 – Фронтальна навіска трактора

У багатьох господарствах для навішування різноманітних робочих органів широко використовуються фронтальні навантажувачі типу ПКУ-0,8 (рис. 1.4) та їх аналоги. Конструкція таких навантажувачів включає раму, стріли, систему важелів, гідроциліндри та механізм навішування змінного обладнання. Наявність потужної несучої системи та гідравлічного приводу створює передумови для використання навантажувача як бази для встановлення жатки. При цьому значна частина вузлів залишається серійною, що спрощує виготовлення пристрою та знижує витрати на його впровадження [17, 23].

Рисунок 1.4 – Фронтальний навантажувач трактора з гідравлічним механізмом піднімання

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Практика експлуатації подібних агрегатів показує, що основними елементами, які визначають надійність роботи пристрою навішування, є рама, кронштейни кріплення, шарнірні вузли та елементи гідравлічної системи. Саме на ці деталі передаються статичні навантаження від маси жатки та динамічні навантаження, що виникають під час руху агрегату по нерівній поверхні поля. Недостатня жорсткість окремих елементів конструкції може призводити до появи деформацій, погіршення умов роботи жатки та передчасного зношування деталей [2, 8, 17].

Аналіз існуючих конструкцій показує, що значна кількість пристроїв для навішування жаток була розроблена для конкретних моделей машин і має обмежену універсальність. У багатьох випадках монтаж жатки потребує значних витрат часу та використання додаткових пристосувань. Також недоліком окремих конструкцій є значна металоемність, яка збільшує масу агрегату та навантаження на ходову частину трактора.

Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарського машинобудування спрямовані на створення універсальних навісних систем із підвищеною міцністю та довговічністю. Значна увага приділяється зменшенню маси конструкцій, використанню високоміцних сталей, удосконаленню шарнірних вузлів та підвищенню технологічності виготовлення. Перспективним напрямом є застосування швидкознімних з'єднань, які дозволяють скоротити тривалість монтажу та демонтажу робочих органів [1,12].

Висновок. Таким чином, проведений аналіз свідчить про доцільність удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки на трактор шляхом використання фронтального навантажувача як базового елемента агрегування. Таке рішення дозволяє забезпечити необхідну міцність конструкції, підвищити зручність експлуатації, покращити умови роботи механізатора та ефективніше використовувати наявний машино-тракторний парк господарства.

1.4 Обґрунтування напрямку удосконалення конструкції пристрою для навішування жаток на трактори

Аналіз існуючих способів агрегування жаток із тракторами показав, що в умовах сільськогосподарських підприємств залишається актуальною проблема нестачі спеціалізованих самохідних жаток та високої вартості сучасної збиральної техніки. У період збирання врожаю це призводить до збільшення строків виконання робіт, нерівномірного завантаження зернозбиральних комбайнів і, як наслідок, до додаткових втрат зерна. Одним із найбільш доступних шляхів вирішення даної проблеми є використання наявних тракторів загального призначення для виконання операцій зі скошування зернових культур у валки [22, 23].

Встановлено, що застосування жатки ЖВН-6А у складі тракторного агрегату дозволяє значно розширити функціональні можливості трактора МТЗ-80 та зменшити навантаження на парк зернозбиральних комбайнів. Проте існуючі пристрої навішування не завжди забезпечують необхідну жорсткість конструкції, надійність кріплення жатки та зручність її монтажу і демонтажу. Крім того, значні динамічні навантаження, що виникають під час роботи на нерівному рельєфі, можуть призводити до підвищеного зношування окремих елементів навіски.

У зв'язку з цим напрямком удосконалення конструкції обрано розробку пристрою для навішування жатки на трактор, який встановлюється на фронтальний навантажувач ПКУ-0,8 та забезпечує надійне з'єднання жатки ЖВН-6А з трактором МТЗ-80. Запропонована конструкція передбачає використання посиленої рами, системи кронштейнів і шарнірних з'єднань, що забезпечують рівномірний розподіл навантажень між елементами конструкції та підвищують її довговічність.

Важливою перевагою запропонованого рішення є можливість використання серійних вузлів і деталей, які широко застосовуються у

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

сільськогосподарському машинобудуванні. Це спрощує виготовлення пристрою, знижує його собівартість та полегшує технічне обслуговування в умовах ремонтних майстерень господарств.

Удосконалена конструкція також забезпечує покращення умов роботи механізатора завдяки кращій оглядовості робочої зони та можливості оперативного керування положенням жатки за допомогою гідравлічної системи трактора. Це сприяє підвищенню продуктивності агрегату, зменшенню втрат урожаю та покращенню якості виконання технологічного процесу.

Таким чином, удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки на трактор є технічно обґрунтованим і спрямоване на підвищення надійності роботи агрегату, ефективності використання наявного машинно-тракторного парку та зниження витрат на проведення збиральних робіт.

Висновок. У загальному розділі проведено аналіз сучасного стану механізації процесів збирання зернових культур та визначено роль жаток у забезпеченні своєчасного й якісного виконання збиральних робіт. Розглянуто існуючі способи агрегування жаток із тракторами, проаналізовано конструктивні особливості валкових жаток і пристроїв для їх навішування.

Встановлено, що використання тракторних агрегатів із навісними жатками є ефективним напрямом підвищення продуктивності збиральних робіт та зменшення навантаження на зернозбиральні комбайни. Аналіз існуючих конструкцій показав наявність недоліків, пов'язаних із недостатньою жорсткістю окремих елементів, складністю монтажу та нерівномірним розподілом навантажень у процесі експлуатації.

На підставі проведеного аналізу обґрунтовано доцільність удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки ЖВН-6А на трактор МТЗ-80 з використанням фронтального навантажувача ПКУ-0,8. Запропонований напрямок удосконалення дозволить підвищити надійність роботи агрегату, покращити умови керування жаткою, знизити втрати врожаю та забезпечити більш ефективне використання наявного машинно-тракторного парку господарства.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Аналіз технологічності деталі

Деталь «Направляюча» (рис. 2.1) входить до складу пристрою для навігування жатки на трактор та виконує функцію орієнтування рами жатки під час її стикування з начіпним механізмом. Виготовляється деталь зі сталі 20Х за ДСТУ 7806:2015. Маса деталі складає 1,2 кг, габаритні розміри 308×105×12,5 мм. Конфігурація деталі належить до плоских деталей типу пластин зі складним контуром та центральним напівкруглим вирізом радіусом 41 мм [6].

Рисунок 2.1 – Кресленик деталі «Направляюча»

Конструкція деталі забезпечує вільний доступ ріжучого інструмента до всіх оброблюваних поверхонь, оскільки робочі поверхні розташовані з одного боку заготовки. Симетрична відносно поздовжньої осі форма спрощує базування та закріплення на верстатах. Технологічний напівкруглий виріз R41 формується одним переходом фрезерування кінцевою фрезою або шліхом газокисневого різання з подальшою механічною обробкою.

Шорсткість основних поверхонь Ra 25 досягається механічним різанням без подальшої чистової обробки. Робоча поверхня контакту з направляючим пальцем потребує шорсткості Ra 12,5, що забезпечується чорновим та чистовим фрезеруванням. Допуски на лінійні розміри відповідають якості IT14, на

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

отвори Н14, що належить до економічно вигідних класів точності для деталей сільськогосподарського машинобудування.

Кількісну оцінку технологічності виконано через коефіцієнти уніфікації конструктивних елементів K_u , коефіцієнт точності обробки $K_{т.ч.}$ та коефіцієнт шорсткості поверхонь $K_{ш.}$ [9, 11, 18].

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів обчислюється за формулою:

$$K_u = \frac{Q_{у.е.}}{Q_e} \quad (2.1)$$

де $Q_{у.е.}$ – кількість уніфікованих конструктивних елементів; Q_e – загальна кількість конструктивних елементів деталі.

Підставляючи значення $Q_{у.е.} = 8$ (контурні поверхні, виріз, фаски, отвори) та $Q_e = 9$, отримаємо $K_u = 8/9 = 0,89$. Значення перевищує граничне $K_u \geq 0,6$, що свідчить про достатню уніфікацію конструктивних елементів деталі.

Коефіцієнт точності обробки визначається співвідношенням:

$$K_{т.ч.} = 1 - \frac{1}{T_{сер}} \quad (2.2)$$

де $T_{сер.}$ – середній квалітет точності обробки поверхонь деталі.

Середній квалітет обробки для деталі складає $T_{сер.} = 14$, тоді $K_{т.ч.} = 1 - 1/14 = 0,93$. Деталь належить до категорії технологічних за критерієм точності, оскільки $K_{т.ч.} > 0,8$.

Таблиця 2.1 – Конструктивно-технологічна характеристика деталі [9,11]

Параметр	Значення	Одиниця
Найменування деталі	Направляюча	–
Позначення креслення	133ГМБд 31121.23.00.00.004	–
Матеріал	Сталь 20Х ДСТУ 7896:2015	–
Маса деталі	1,2	кг
Габаритні розміри	308×105×12,5	мм
Тип виробництва	Серійний	–
Клас деталі	Плоска пластина складного контуру	–
Кількість оброблюваних поверхонь	9	шт.

Таблиця 2.2 – Кількісна оцінка технологічності деталі [9, 11]

Показник технологічності	Розрахункове значення	Граничне значення	Висновок
Коефіцієнт уніфікації K_u	0,89	$\geq 0,60$	Технологічна
Коефіцієнт точності $K_{т.ч.}$	0,93	$\geq 0,80$	Технологічна
Коефіцієнт шорсткості $K_{ш}$	0,85	$\geq 0,32$	Технологічна
Коефіцієнт використання матеріалу	0,72	$\geq 0,70$	Технологічна

Узагальнюючи результати, конструкція деталі "Направляюча" відповідає вимогам технологічності для умов серійного виробництва. Виробничий цикл реалізується на універсальному та спеціалізованому обладнанні, без потреби в унікальних технологічних процесах.

2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення деталі

Діючий технологічний процес виготовлення направляючої передбачає отримання заготовки з листового прокату товщиною 12,5 мм. Розкрій листа виконується методом газокисневого різання на портально-розкрийному верстаті. Контур деталі вирізається з припуском 3 мм на сторону під подальшу механічну обробку фрезеруванням.

На першій механічній операції заготовка надходить на вертикально-фрезерний верстат ФР2 для обробки бокових кромки та формування напівкруглого вирізу R41. Фазування здійснюється по торцевій поверхні та двом необробленим базам у спеціальному пристосуванні з пневматичним затиском. Час виконання операції за діючою картою складає 13,4 хв при штучному часі 14,2 хв.

Контроль точності розмірів виконується універсальними засобами вимірювання: штангенциркулем ШЦ-ІІ-250-0,05 за ДСТУ ГОСТ 166:2009 та шаблонами для перевірки кутових елементів. Контроль шорсткості поверхонь здійснюється методом порівняння з еталонами шорсткості за ДСТУ 2789-94 [7, 11, 18].

Аналіз діючого технологічного процесу виявляє ряд недоліків. Газокисневе різання спричиняє утворення зони термічного впливу глибиною до 2 мм, що погіршує оброблюваність кромки різанням. Базування на необроблених поверхнях знижує точність відносного розташування контуру та вирізу. Штучно-калькуляційний час фрезерної операції перевищує нормативний на 22 відсотки внаслідок невдалого вибору режимів різання.

Норми часу за діючим процесом розраховуються за класичною формулою [9, 11]:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (2.3)$$

де $T_{шт.}$ – штучний час виконання операції, хв; $T_{п.з.}$ – підготовчо-заклучний час, хв; n – розмір партії запуску, шт.

Розрахункова партія запуску за діючим процесом становить $n = 120$ шт, підготовчо-заклучний час $T_{п.з.} = 32$ хв. Тоді $T_{шт.к.} = 14,2 + 32/120 = 14,47$ хв. Сумарна трудомісткість виготовлення партії 120 деталей сягає 28,9 годин, що обмежує продуктивність ділянки.

Структура штучного часу містить машинний час, час допоміжних рухів та час обслуговування робочого місця. Машинний час фрезерування периметра деталі визначається довжиною оброблюваного контуру та хвилинною подачею:

$$T_m = \frac{L \cdot i}{S_{хв}} \quad (2.4)$$

де L – довжина робочого ходу інструмента, мм; i – кількість проходів; $S_{хв}$ – хвилинна подача, мм/хв.

За діючою картою $L = 980$ мм, $i = 2$, $S_{хв} = 180$ мм/хв. Машинний час складає $T_m = 980 \cdot 2 / 180 = 10,9$ хв, що становить 76% штучного часу. Решта часу витрачається на установку, закріплення та зняття деталі.

					КРБ.133ГМ6д_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Таблиця 2.3 – Структура діючого технологічного процесу

№ операції	Найменування	Обладнання	Тшт.к., хв
005	Заготівельна (різання листа)	Кристал-2,5К	8,5
010	Фрезерна (контур + R41)	6P12	14,47
015	Свердлильна (отвір кріплення)	2Н135	2,2
020	Слюсарна (зачистка кромки)	Верстат слюсарний	5,8
025	Термічна (цементация + загартування)	Камерна піч СНО-4 8.2,5/10	-
030	Шліфувальна (робоча поверхня)	3Б722	3,4
035	Контрольна	Контрольний стіл	2,1

Таблиця 2.4 – Виявлені недоліки діючого технологічного процесу

Етап процесу	Недолік	Пропоноване вирішення
Заготівельна операція	Зона термічного впливу 2 мм при газокисневому різанні	Заміна на плазмове різання з ЧПК
Базування при фрезеруванні	Використання необроблених баз	Введення підготовчої фрезерної операції
Режими різання	Хвильовна подача 180 мм/хв занижена	Підвищення до 240 мм/хв
Контроль розмірів	Виключно універсальні засоби	Введення спеціального калібру-шаблону
Послідовність операцій	Слюсарна обробка після фрезерної	Об'єднання в один устаток

Перелічені недоліки створюють резерв скорочення штучно-калькуляційного часу не менше 28 відсотків та підвищення точності відносного

розташування поверхонь. Удосконалений технологічний процес розробляється з урахуванням виявлених резервів.

2.3 Обробка поверхонь деталі

Поверхні деталі «Направляюча» поділяються на функціональні групи за призначенням. Робоча поверхня напівкруглого вирізу R41 контактує з направляючим пальцем механізму навішування та визначає точність орієнтування жатки. Бокові кромки контурної форми не мають функціональних вимог окрім запобігання травмування. Торцеві площини отримуються з прокату та зберігають вихідну якість поверхні листа.

Робоча поверхня вирізу R41 обробляється послідовно фрезеруванням чорновим, чистовим та шліфуванням. Чорнове фрезерування виконується кінцевою фрезою діаметром 50 мм зі сталі P6M5 за один прохід з глибиною різання $t = 3$ мм. Чистове фрезерування формує точність розміру в межах квалітету H12 та шорсткість Ra 6,3. Завершальне шліфування забезпечує шорсткість Ra 12,5 згідно вимог треслення [11].

Швидкість різання при фрезеруванні визначається табличним методом з урахуванням поправкових коефіцієнтів за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (2.5)$$

де C_v – табличний коефіцієнт швидкості; D – діаметр фрези, мм; T – стійкість фрези, хв; t – глибина різання, мм; S_z – подача на зуб, мм/зуб; B – ширина фрезерування, мм; z – число зубів фрези; K_v – поправковий коефіцієнт

Для умов чистового фрезерування сталі 20Х твердосплавною фрезою з пластинами BK8: $C_v = 352$, $q = 0,2$, $m = 0,2$, $x = 0,1$, $y = 0,4$, $u = 0,2$, $p = 0$, $T = 180$ хв, $D = 50$ мм, $t = 0,5$ мм, $S_z = 0,08$ мм/зуб, $B = 12,5$ мм, $z = 8$. Розрахунок дає $V = 156$ м/хв.

Частота обертання шпинделя розраховується через діаметр інструмента:

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.6)$$

Підставляючи $V = 156$ м/хв та $D = 50$ мм, $n = 1000 \cdot 156 / (3,14 \cdot 50) = 993$ об/хв.

За паспортом верстата 6P13 приймається найближча менша $n = 950$ об/хв.

Фактична швидкість різання $V_{\phi} = 149$ м/хв.

Бокові поверхні контуру оброблюються циліндричною фрезою діаметром 80 мм за один прохід. Шорсткість Ra 25 досягається без подальшої обробки. Сила різання при фрезеруванні визначається через експериментальну формулу та використовується для перевірки потужності верстата.

Свердління отворів кріплення виконується спіральним свердлом зі сталі Р6М5 діаметром, що відповідає якості Н14. Глибина свердління дорівнює товщині деталі 12,5 мм. Подача на оберт приймається 0,2 мм/об, швидкість різання 25 м/хв. Зенкування фасок виконується зенківкою кутом 90 градусів [9, 11, 18].

Таблиця 2.5 – Класифікація оброблених поверхонь деталі

Поверхня	Розмір/допуск	Шорсткість Ra	Метод обробки
Контурні бокові поверхні	$\pm IT14/2$	25	Фрезерування циліндричною фрезою
Виріз напівкруглий	R41 H12	12,5	Фрезерування + шліфування
Торцеві поверхні	$12,5 \pm 0,3$	25	Без обробки (прокат)
Отвір кріплення	$\varnothing H14$	25	Свердління
Фаски	$1,5 \times 45^\circ$	25	Зенкування
V-подібний виріз	$\pm IT14/2$	25	Фрезерування кінцевою фрезою

Таблиця 2.6 – Режими різання для основних поверхонь

Поверхня	Інструмент	V, м/хв	S, мм/об	t, мм
Контур чорновий	Фреза Ø80 P6M5	85	0,15	3,0
Контур чистовий	Фреза Ø80 BK8	165	0,08	1,0
Виріз чорновий	Фреза Ø50 P6M5	78	0,12	3,0
Виріз чистовий	Фреза Ø50 BK8	149	0,08	0,5
Отвір Ø	Свердло P6M5	25	0,20	–
Шліфування R41	Круг 24A25CМ	32 м/с	0,01	0,05

Підсумкові режими забезпечують виконання вимог креслення за точністю та шорсткістю при раціональному використанні ріжучого інструмента. Загальна машинна трудомісткість всіх операцій механічної обробки складає 9,8 хв на одну деталь.

2.4 Розробка схем базування деталі

Базування деталі під час механічної обробки визначає точність відносного розташування поверхонь та впливає на стабільність технологічного процесу. Для деталі «Направляюча» розроблено три основні схеми базування відповідно до етапів обробки.

На фрезерній операції 010 застосовується базування за необробленою торцевою площиною заготовки та двома точковими опорами на боковій промі. Такий комплект баз позбавляє заготовку шести ступенів вільності: торцева площа позбавляє трьох ступенів (одне переміщення вздовж нормалі та два обертання), бокова кромка з двома точками позбавляє двох ступенів (переміщення вздовж кромки та обертання навколо нормалі), упор у торець по довжині позбавляє останнього ступеня.

Похибка базування при цій схемі для розміру нашкруглого вирізу R41 від торця складає [11]:

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$\epsilon_{\text{б}} = \sqrt{T_A^2 + T_B^2} \quad (2.7)$$

де T_A – допуск розміру від технологічної бази до вимірювальної, мм; T_B – допуск розміру від конструкторської бази до вимірювальної, мм.

Підстановка значень $T_A = 0,52$ мм (допуск IT14 для розміру 30 мм) та $T_B = 0,57$ мм (допуск IT14 для розміру 100 мм) дає $\epsilon_{\text{б}} = 1,01$ мм. Розрахунок свідчить про необхідність переходу на схему з обробленими базами на доступних установах.

На свердильній операції 015 деталь базується за обробленою торцевою поверхнею та робочою поверхнею вирізу R41. Самоустановлюваний палець у вирізі забезпечує точне центрування деталі відносно осі свердильня. Сумарна похибка базування знижується до $\epsilon_{\text{б}} = 0,15$ мм, що задовольняє вимогам IT14 для отвору кріплення.

Похибка установки складається з похибки базування, похибки закріплення та похибки положення пристосування:

$$\epsilon_y = \sqrt{\epsilon_{\text{б}}^2 + \epsilon_{\text{з}}^2 + \epsilon_{\text{пр}}^2} \quad (2.8)$$

де $\epsilon_{\text{б}}$ – похибка базування, мм; $\epsilon_{\text{з}}$ – похибка закріплення, мм; $\epsilon_{\text{пр}}$ – похибка положення пристосування, мм.

При $\epsilon_{\text{б}} = 0,15$ мм, $\epsilon_{\text{з}} = 0,08$ мм та $\epsilon_{\text{пр}} = 0,05$ мм похибка установки сягає $\epsilon_y = 0,18$ мм. Значення вкладається в допустимі межі $\omega_{\text{доп}} = 0,30$ мм для якості H14.

На шліфувальній операції 030 базування виконується за магнітною плитою з установкою деталі плоскою торцевою поверхнею. Магнітне закріплення позбавляє трьох ступенів вільності, упор з боку фіксує положення вздовж осі шліфувального круга. Бокова поверхня контактує з призматичним упором для центрування вирізу відносно круга.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 2.7 – Комплекти баз для технологічних операцій

Операція	Основна база	Напрямна база	Опорна база
010 Фрезерна	Торцева площина (необроблена)	Бокова кромка	Торець по довжині
015 Свердлильна	Торцева площина (оброблена)	Виріз R41	Бокова поверхня
020 Слюсарна	Торцева площина	Виріз R41	–
030 Шліфувальна	Магнітна плита	Бокова кромка	Призматичний упор
035 Контрольна	Контрольна плита	Базовий торець	Упорний штифт

Таблиця 2.8 – Розрахунок похибок базування за операціями

Операція	Вимірюваний розмір	εб, мм	εз, мм	εу, мм
010 Фрезерна	Розмір 30 мм до вирізу	1,01	0,12	1,02
015 Фрезерна	Розмір 100 мм по ширині	0,87	0,12	0,89
015 Свердлильна	Координата отвору	0,15	0,08	0,18
030 Шліфувальна	Радіус R41	0,08	0,03	0,09
030 Шліфувальна	Глибина обробки	0,02	0,02	0,03

Аналіз похибок базування підтверджує доцільність переходу на схему з самоустановлюваним пальцем для всіх операцій після першої фрезерної. Сумарне зменшення похибки установки складає 82 відсотки, що забезпечує стабільне отримання заданих допусків.

2.5 Розробка маршруту виготовлення деталі

Маршрут виготовлення деталі «Направляюча» розробляється з урахуванням типу виробництва, точності та шорсткості поверхонь, можливостей наявного парку обладнання. Серійний характер виробництва з річною програмою 2400 шт обумовлює застосування універсального обладнання зі спеціалізованим оснащенням.

Заготівельна операція 005 передбачає плазмове різання листа сталі 20Х товщиною 12,5 мм на установці з ЧПК. Плазмове різання забезпечує ширину різки 1,5 мм та зону термічного впливу не більше 0,5 мм, що в чотири рази менше від газокисневого. Точність контуру після різання відповідає якості ІТ12, припуск на механічну обробку приймається 1,5 мм із сторони.

Фрезерна операція 010 виконується на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК. Програма обробки містить переходи фрезерування контуру по периметру та формування напівкруглого вирізу R41 кінцевою фрезою Ø40 мм. Однократне закріплення в спеціальному пристосуванні з гідравлічним затиском забезпечує обробку всіх контурних елементів без перебазування.

Розрахунок необхідної кількості верстатів виконується за формулою [11]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт.к.}}{60 \cdot F_d} \quad (2.9)$$

де N – річна програма випуску, шт; $T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляційний час операції, хв; F_d – дійсний річний фонд часу роботи верстата, год.

При $N = 2400$ шт, $T_{шт.к.} = 10,5$ хв (після удосконалення), $F_d = 4915$ год. Для двозмінної роботи розрахункова кількість верстатів складає $C_p = 2400 \cdot 10,5 / (60 \cdot 4915) = 0,10$. Коефіцієнт завантаження одного верстата при прийнятому $C_{пр} = 1$ становить 0,10, що дозволяє виконувати інші замовлення на тому ж обладнанні.

Свердлильна операція 015 виконується на радіально-свердлильному верстаті 2Н135 з пневматичним затисканням деталі у спеціальному кондукторі.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Кондуктор забезпечує одночасне свердління отвору кріплення та координатне розташування інших технологічних отворів.

Термічна обробка передбачає цементацію в твердому карбюризаторі на глибину 0,8 мм з подальшим загартуванням у маслі та низьким відпуском при 180 градусах. Цементація підвищує поверхневу твердість до 56-62 HRC, що забезпечує зносостійкість робочої поверхні вирізу R41. Час цементації визначається необхідною глибиною шару:

$$\tau = \left(\frac{h}{K}\right)^2 \quad (2.10)$$

де h – товщина цементованого шару, мм; K – коефіцієнт швидкості цементації для сталі 20X при 930 °С, $K = 0,55$ мм/год^{1/2}.

При $h = 0,8$ мм отримуємо $\tau = (0,8/0,55)^2 = 2,11$ год. З урахуванням часу нагрівання та витримки повна тривалість циклу складає 4,5 години.

Шліфувальна операція 030 виконується на плоскошліфувальному верстаті 3Б722 з магнітною плитою. Робоча поверхня вирізу R41 обробляється профільним кругом 24A25CM27K5 з сколоджуючою рідиною. Режими шліфування забезпечують отримання шорсткості Ra 12,5 за один прохід.

Таблиця 2.9 – Технологічний маршрут виготовлення деталі

№ оп.	Найменування	Обладнання	Оснащення	Тшт.к., хв
005	Заготівельна	Vanad ProFire	Плазмотрон Hypertherm	6,2
010	Фрезерна з ЧПК	Haas VF-2	Специприсосування	10,5
015	Свердлильна	2Н135	Кондуктор	2,8
020	Слюсарна	Верстак слюсарний	Напилки, шкурка	4,1
025	Цементація + загартування	СНО-4.8.2,5/10	Контейнер цементації	-
030	Шліфувальна	3Б722	Магнітна плита, круг 24A25	5,7
035	Контрольна	Контрольний стіл	Калібр, шаблон, ШЦ-ІІ	1,8

Таблиця 2.10 – Розрахунок завантаження обладнання

Операція	$T_{шт.к.}, хв.$	C_p	$C_{пр}$	K_3
005 Заготівельна	6,2	0,062	1	0,062
010 Фрезерна з ЧПК	10,5	0,104	1	0,104
015 Свердлильна	2,8	0,028	1	0,028
020 Стусарна	4,1	0,041	1	0,041
030 Шліфувальна	5,7	0,057	1	0,057
035 Контрольна	1,8	0,018	1	0,018

Сумарний штучно-калькуляційний час механічної обробки складає 31,1 хв, що на 31 відсоток нижче від показника діючого процесу. Зниження досягнуто шляхом застосування плазмового різання, об'єднання фрезерних переходів на верстаті з ЧПК та раціонального вибору режимів різання.

2.6 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

Розрахунок припусків на механічну обробку виконується розрахунково-аналітичним методом за методикою професора В. М. Кована. Метод враховує сумарне значення мікронерівностей попередньої обробки, дефектний шар поверхні, просторові відхилення заготовки та похибку установки на виконуваний операції.

Мінімальний припуск на обробку плоских поверхонь визначається за формулою [9, 11]:

$$2z_{min} = 2(R_{z(i-1)} + h_{(i-1)} + \sqrt{\rho^2_{(i-1)} + \varepsilon^2_i}) \quad (2.11)$$

де $R_{z(i-1)}$ – висота мікронерівностей попередньої обробки, мкм;

$h_{(i-1)}$ – товщина дефектного шару попередньої обробки, мкм;

$\rho_{(i-1)}$ – сумарне просторове відхилення поверхні, мкм;

ε_i – похибка установки на виконуваний операції, мкм.

Для робочої поверхні вірзу R41 виконано розрахунок припусків для двох технологічних переходів: чорнового фрезерування та чистового фрезерування з подальшим шліфуванням.

Для заготовки після плазмового різання приймається $Rz = 200$ мкм, $h = 250$ мкм. Просторове відхилення складається з відхилення від площинності та локального жолоблення:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{пл}^2 + \rho_{ж}^2} \quad (2.12)$$

Підстановка $\rho_{пл} = 320$ мкм та $\rho_{ж} = 150$ мкм дає $\rho_{заг} = \sqrt{320^2 + 150^2} = 353$ мкм. Похибка установки на чорновому фрезеруванні $\epsilon_{y1} = 180$ мкм за результатами розрахунку у підрозділі 2.4.

Мінімальний припуск на чорнове фрезерування складає $2z_{min1} = 2 \cdot (200 + 250 + \sqrt{353^2 + 180^2}) = 2 \cdot (450 + 396) = 1692$ мкм або 1,69 мм. Прийнятий припуск 1,5 мм на сторону відповідає розрахунковому з урахуванням округлення.

Після чорнового фрезерування $Rz = 50$ мкм, $h = 50$ мкм, залишкове просторове відхилення:

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_{заг} \quad (2.13)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення, для чорнового фрезерування, $K_y = 0,06$

Підстановка дає $\rho_{ост} = 0,06 \cdot 353 = 21$ мкм. Похибка установки на чистовому фрезеруванні $\epsilon_{y2} = 90$ мкм. Мінімальний припуск на чистове фрезерування $2z_{min2} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{21^2 + 90^2}) = 2 \cdot (100 + 92) = 384$ мкм або 0,38 мм. Приймається припуск 0,5 мм на сторону.

Операційні розміри визначаються від чистового до заготівельного розміру шляхом додавання припусків. Розрахунковий радіус вірзу на чистовому переході R41 H12, тобто $41+0,25$ мм. На чорновому переході R40,5+0,30 мм. Розмір заготовки R39+0,40 мм.

Граничні розрахункові розміри обчислюються:

$$d_{max(i-1)} = d_{max(i)} + 2z_{min(i)} \quad (2.14)$$

Загальний припуск на обробку радіусної поверхні складає

$2z_{\text{общ}} = 2 \cdot (1,5 + 0,5 + 0,3) = 4,6$ мм. Допуск на загальний припуск $Tz = 0,8$ мм. Технологічний процес забезпечує отримання потрібних розмірів з гарантованим запасом.

Таблиця 2.11 – Розрахунок припусків на обробку поверхні R41

Технологічний перехід	Rz, мкм	h, мкм	r, мкм	ε, мкм	2z _{min} , мкм
Заготовка (плазмове різання)	200	250	353	-	
Чорнове фрезерування	50	50	21	180	1692
Чистове фрезерування	25	25	11	90	384
Шліфування	6,3	12		30	176

Таблиця 2.12 – Операційні розміри та допуски

Перехід	Розмір, мм	Допуск, мм	Граничні розміри
Заготовка	R 39,0	+0,40	39,0...39,4
Чорнове фрезерування	R 40,5	+0,30	40,5...40,8
Чистове фрезерування	R 40,9	+0,25	40,9...41,15
Шліфування	R 41,0	+0,16	41,0...41,16
Розмір 100±0,5	100,0	±0,5	99,5...100,5
Розмір 308±0,8	308,0	±0,8	307,2...308,8

Висновки. Розроблений технологічний процес виготовлення деталі «Направляюча» забезпечує виконання вимог робочого креслення за точністю та шорсткістю поверхні. Сумарний штучно-калькуляційний час 31,1 хв на 31 відсоток нижче від показника діючого процесу. Похибка установки на критичних операціях знижена до 0,18 мм за рахунок раціонального вибору комплектів баз. Розрахунок припусків аналітичним методом дозволив обґрунтовано визначити операційні розміри та забезпечити стабільність технологічного процесу в умовах серійного виробництва.

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Призначення, будова, принцип дії та технічна характеристика

В господарстві збирання врожаю в основному проводиться двофазним способом. А самохідних комбайнів для проведення цього процесу не вистачає. Тому пропонуємо для скошування озимої пшениці у валки застосовувати агрегат в складі трактора МТЗ-80 і жатки ЖВН-6А, яка навішується за допомогою розробленого нами пристрою на навантажувач ГКУ-0,8.

Використання запропонованого агрегату дозволить зменшити річне навантаження на зернозбиральні комбайни та зменшити тривалість скошування хлібів.

Підйомний пристрій включає в себе дві панелі навіски, які зв'язані між собою балкою, рамою піднімання і гідропідіймати, шарнірно з'єднані з панелями навіски, систему тяг і кронштейнів, які утворюють з рамою піднімання і гідропідіймати механізм зміни положення робочих органів.

Сам пристрій для навішування жатки має нескладну будову. Це зварна конструкція складена із простих окремих деталей.

Привід робочих органів жатки здійснюється від валу відбору потужності трактора через ланцюгову передачу, шапнірно-телескопічні вали і конічний редуктор, який взято із сільськогосподарської машини КСТ-3А.

Панелі навіски представляють собою зварну конструкцію, яка складається із стійки і балки, які з'єднані між собою трубою.

Внизу до стійки приварений кронштейн з трьома отворами для кріплення балки.

Балка має спереду і ззаду по три отвори для кріплення панелі навіски до лонжерону трактора. Складається із швелера, до торців якого приварений кронштейн з трьома отворами для кріплення до панелей навіски.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

В середині швелера вмонтовані два трубопроводи, які призначені для паралельного з'єднання між собою гідроциліндрів рами піднімання. На один із трубопроводів встановлено дросельний клапан, призначений для повільного опускання рами піднімання.

Рама піднімання складається із двох порожнистих стріл, які з'єднані між собою поперечною трубою. На обох кінцях стріл є однакові втулки для кріплення рами піднімання на панелях навієси.

Технічна характеристика агрегату

Норма виробітку – 30,1 га/зм.

Ширина захвату – 6 м.

Висота зрізу – 120-140 мм.

Робоча швидкість – до 9 км/год.

Копіювання жатки:

а) в поздовжньому напрямку – ±150 мм;

б) в поперечному напрямку – ±170 мм (права сторона);
– ±250 мм (ліва сторона).

Ширина колії трактора: передні колеса – 1680 мм; задні колеса – 1800 мм.

Загальна маса агрегату – 4975 кг.

Обслуговуючий персонал – тракторист.

3.2 Конструктивні розрахунки

Основна частина робіт по виготовленню кронштейна для навішування жатки ЖВН-6А на трактор МТЗ-80 виконується електродуговим зварюванням. Це приварювання ребер до квадрата, кронштейнів, плити.

Для виконання електрозварювальних робіт застосовуємо зварювальні роботи по ГОСТ 5264-80 – ручне електродугове зварювання. Весь об'єм робіт виконуємо електродами діаметром 5 мм, враховуючи товщину матеріалу при струмові 150-250 А і напрузі на дузі 18-25 В. Товщина проварки металу повинна

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

бути 2-3 мм.

Силу зварювального струму вибираємо в залежності від умов зварювання [2, 8]:

$$I_{\tau} = (40 \dots 55) d_e, \quad (3.1)$$

де d_e – діаметр електроду, мм.

$$I_{\tau} = 40 \cdot 5 = 200 \text{ А}$$

При зварюванні з верхнім розміщенням швів електродами діаметром 5 мм і товщиною зварюваної поверхні 12,5 мм розраховуємо шов на розрив за формулою:

$$\sigma_e = \frac{P}{e \cdot \delta} \leq [\sigma_e], \quad (3.2)$$

де P – навантаження на стик, Н;

e – розрахункова довжина зварювального шва, мм;

δ – товщина зварюваної поверхні, мм;

$[\sigma_e]$ – допустиме напруження розтягу стикового зварного з'єднання, МПа;

$[\sigma_e] = 480$ МПа – для електродів Э50 діаметром 5 мм по ДСТУ EN ISO 2560-A.

Середня довжина шва при виконанні робіт $l_{ш} = 190$ мм.

Розрахункова довжина зварювального шва через не проварювання на кінцях буде на 10 мм меншою.

$$e = 190 - 10 = 180 \text{ мм},$$

$$\sigma_e = \frac{11500}{180 \cdot 12,5} = 5,1 \text{ Н/мм}^2 = 51 \text{ МПа};$$

$$\sigma_e < [\sigma_e].$$

Отже, умова виконується.

З'єднання кутовими швами умовно розраховуємо на рівномірність розподілу дотичних напружень перерізу шва.

$$\tau_s = \frac{P}{2 \cdot 0,7 \cdot e \cdot t_n} \leq [\tau_e]. \quad (3.3)$$

де t_n – коефіцієнт, що враховує проварку металу;

$[\tau_e]$ – допустиме дотичне напруження, $[\tau_e] = 400$ МПа.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$t_n = 0,78; \quad (3.4)$$

$$t_n = 0,7 \cdot 12,5 = 8,75;$$

$$\sigma_s = \frac{11500}{2 \cdot 0,7 \cdot 180 \cdot 8,75} = 5,2 \text{ Н/мм}^2 = 52 \text{ МПа}$$

Отже, умова виконується.

Вибрані нами матеріалам відповідають вимогам на міцність для виготовлення виробу і виконання зварювальних робіт пристрою для навішування жатки на трактор.

Перевірочний розрахунок рами піднімання на згин

Рама піднімання сприймає навантаження від навішеної жатки ЖВН-6А та передає його на панелі навіски і гідроциліндри. Для перевірки міцності приймаємо, що основне навантаження діє на дві стріли рами рівномірно.

Масу жатки ЖВН-6А приймаємо орієнтовно: $m = 1350$ кг.

$$\text{Сила ваги жатки: } G = m \cdot g, \quad (3.5)$$

де m – маса жатки, кг;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с².

$$G = 1350 \cdot 9,81 = 13243,5 \text{ Н.}$$

Оскільки рама має дві стріли, навантаження на одну стрілу становить:

$$F = G / 2 = 13243,5 / 2 = 6621,8 \text{ Н.}$$

З урахуванням динамічних навантажень під час руху агрегату приймаємо коефіцієнт запасу за навантаженням: $k_d = 1,3$.

Тоді розрахункове навантаження на одну стрілу:

$$F_p = F \cdot k_d, \quad (3.6)$$

$$F_p = 6621,8 \cdot 1,3 = 8608,3 \text{ Н.}$$

Приймаємо розрахункову довжину стріли: $l = 0,85$ м.

Максимальний згинальний момент визначаємо за формулою:

$$M_{\max} = F_p \cdot l, \quad (3.7)$$

$$M_{\max} = 8608,3 \cdot 0,85 = 7317,1 \text{ Н}\cdot\text{м} = 7317100 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

					КРБ.133ГМ6д_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Для виготовлення стріли приймаємо прямокутну трубу розміром 100×60×6 мм. Момент опору перерізу відносно осі згину приймаємо.

$$W = 59,7 \text{ см}^3 = 59700 \text{ мм}^3$$

Напруження згину визначасмо за формулою:

$$\sigma = M_{\max} / W, \quad (3.8)$$

де M_{\max} – максимальний згинальний момент, Н·мм;

W – момент опору перерізу, мм³.

$$\sigma = 7317100 / 59700 = 122,6 \text{ МПа.}$$

Для сталі Ст3 допустиме напруження приймаємо:

$$[\sigma] = 160 \text{ МПа.}$$

Порівнюємо отримане напруження з допустимим:

$$\sigma = 122,6 \text{ МПа} < [\sigma] = 160 \text{ МПа.}$$

Отже, умова міцності виконується. Прийнятий переріз стріли рами піднімання 100×60×6 мм забезпечує достатню міцність при роботі агрегату з жаткою ЖВН-6А. Конструкція рами може бути використана для навішування жатки на трактор МТЗ-80 із запасом міцності.

Висновок. У конструкторському розділі розглянуто конструкцію пристрою для навішування жатки ЖВН-6А на трактор МТЗ-80, наведено опис його будови, принципу дії та основних технічних характеристик. Виконані розрахунки зварних з'єднань підтвердили їх достатню міцність і надійність при сприйнятті робочих навантажень. Також проведено розрахунок ланцюгової передачі приводу жатки, за результатами якого встановлено, що вибрані параметри передачі забезпечують необхідну потужність та відповідають вимогам довговічності і зносостійкості.

Додатково виконано перевірочний розрахунок рами піднімання на згин, який показав, що максимальні напруження не перевищують допустимих значень для прийнятого матеріалу. Це свідчить про достатній запас міцності конструкції та її працездатність в умовах експлуатації.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Отже, розроблений пристрій для навішування жатки ЖВН-6А на трактор МТЗ-80 відповідає вимогам міцності, надійності та технологічності виготовлення, а його використання дозволяє ефективно виконувати скошування зернових культур у валки та зменшити навантаження на зернозбиральні комбайни.

Розрахунок приводу

Основний привід здійснюється ланцюговою передачею. Для приводу використовується ланцюг з кроком $t = 25,4$ мм. Потужність, що передається 10,5 кВт, міжцентрова відстань становить 300 мм, оберти на валу відбору потужності 545 хв⁻¹.

Міжцентрову відстань вибрано з умови:

$$A = (30 \dots 50)t, \quad (3.9)$$

де t – крок ланцюга, мм.

$$A_{min} = 30 \cdot 25,4 = 762 \text{ мм};$$

$$A_{max} = 50 \cdot 25,4 = 1270 \text{ мм}.$$

Число ланок ланцюга визначаємо з виразу [2, 8]:

$$L_t = 2 \frac{A}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left[\left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right) \cdot \frac{t}{A} \right], \quad (3.10)$$

де A – міжцентрова відстань, мм;

z_1 – число зубів ведучої зірочки;

z_2 – число зубів веденої зірочки.

Рекомендоване значення числа зубів меншої зірочки визначаємо по залежності:

$$z_1 = 31 - 2U, \quad (3.11)$$

де U – передавальне число.

$$z_1 = 31 - 2 \cdot 2,5 = 26.$$

Приймаємо $z_1 = 26$.

Визначаємо число зубів веденої зірочки за формулою [2, 8]:

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$Z_2 = Z_1 \cdot U, \quad (3.12)$$

$$Z_2 = 26 \cdot 2,5 = 65.$$

Приймаємо $Z_2 = 63$ зуба.

$$L_t = 2 \cdot \frac{800}{25,4} + \frac{26+65}{2} + \left[\frac{(65-26)}{(2 \cdot 3,14)} \cdot \frac{25,4}{800} \right] = 108,3.$$

Щоб уникнути встановленні перехідної ланки приймаємо 103 ланок
Визначаємо колову швидкість ланцюга за формулою [2, 8]:

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 1000}, \quad (3.13)$$

де n_1 – частота обертання ведучої зірочки, хв.⁻¹.

$$V = \frac{26 \cdot 25,4 \cdot 545}{60 \cdot 1000} = 6 \text{ м/с.}$$

Визначаємо колове зусилля за формулою:

$$F_t = \frac{P}{V}, \quad (3.14)$$

де P – потужність на ведучій зірочці, Вт.

$$F = \frac{10500}{6} = 1750 \text{ Н.}$$

Перевіримо вибраний ланцюг на зношувальну стійкість по тиску в шарнірах за формулою:

$$P = \frac{F_1 \cdot K_E}{F} \leq [P], \quad (3.15)$$

де K_E – коефіцієнт навантаження;

F – площа опорної проекції шарніра, мм²;

$[P]$ – допустимий середній тиску, Н/мм².

$$K_E = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (3.16)$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує характер навантаження, $K_1 = 1,0-1,4$,

K_2 – коефіцієнт, що враховує тривалість роботи, $K_2 = 1,0-1,45$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує тривалість роботи, $K_3 = 1,0-1,45$.

$$K_E = 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,25 = 1,95.$$

Проекцію опорної поверхні шарніра для втулково-роликового ланцюга визначаємо за формулою:

$$F = m \cdot d \cdot (c + 2S), \quad (3.17)$$

де m – число рядів ланцюга, $m = 1$;

d – діаметр осі шарніра, мм;

c – відстань між внутрішніми пластинами ланцюга, мм;

S – товщина пластини, мм.

$$F = 1 \cdot 7,95 \cdot (15,88 + 2 \cdot 3) = 173,95 \text{ мм}^2,$$

$$P = \frac{1870 \cdot 1,95}{173,95} = 20,40 \text{ Н/мм}^2.$$

Допустимий питомий тиск при $n_1 = 545 \text{ хв}^{-1}$ і $t = 25,4 \text{ мм}$, $[P] = 22,7 \text{ Н/мм}^2$ одержано методом інтерполяції. Оскільки $Z_1 \neq 17$, то перемножуємо знайдене значення $[P]$ на поправочних множник:

$$K_Z = 1 + 0,01 (Z_1 - 17), \quad (3.18)$$

$$K_Z = 1 + 0,01 (26 - 17) = 1,09,$$

$$[P] = 22,7 \cdot 1,09 = 24,7 \text{ Н/мм}^2.$$

Таким чином, $\Pi = P < [P]$ і вибраний ланцюг по умові надійності і зносостійкості підходить.

Перевіримо ланцюг на допустимій частоті обертання малої зірочки по формулі:

$$n_1 < [n_1]_{\max}, \quad (3.19)$$

де $[n_1]_{\max}$ – максимально допустима частота обертання ведучої зірочки,

$$[n_1]_{\max} = 500 \text{ хв}^{-1}.$$

Умова $[n_1]_{\max}$ виконується.

Ланцюгова передача в повній мірі задовольняє привід робочих органів жатки ЖВН-6А від ВВП трактора МТЗ-30.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування розробки

Економічна доцільність удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки на трактор визначається можливістю більш повного використання наявного машинно-тракторного парку господарства, зменшенням навантаження на зернозбиральні комбайни та скороченням строків виконання збиральних робіт. Запропонований пристрій дозволяє використовувати трактор МТЗ-80 із фронтальним навантажувачем ПКУ-0,8 для навішування жатки ЖВН-6А і виконання скошування зернових культур у валки.

Використання такого агрегату є доцільним, оскільки господарству не потрібно купувати окрему самохідну валкову жатку або залучати додаткову збиральну техніку. Пристрій має зварну конструкцію, складється з простих деталей, виготовлених із листового та профільного металу, тому може бути виготовлений у ремонтній майстерні господарства.

Вартість виготовлення пристрою визначаємо за формулою [20]:

$$C_{np} = C_m + C_k + C_{zn} + C_{zv} + C_n \quad (4.1)$$

де C_{np} – повна вартість виготовлення пристрою, грн;

C_m – вартість основних матеріалів, грн;

C_k – вартість купованих виробів, грн;

C_{zn} – заробітна плата виробничих робітників, грн;

C_{zv} – відрахування на соціальні заходи, грн;

C_n – накладні витрати, грн.

До основних матеріалів належать листова сталь, швелери, труби, круглий прокат, пластини, косинки та інші заготовки, необхідні для виготовлення рами, кронштейнів і елементів навіски. Орієнтовну масу металу для виготовлення

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

пристрою приймаємо 120 кг. Середню вартість металопрокату приймаємо 45грн/кг.

$$C_m = 120 \cdot 45 = 5400 \text{ грн.}$$

До купованих виробів належать болти, гайки, шайби, пальці, втулки, мастильні елементи, електроди та дрібні комплектуючі. Їх вартість приймаємо:

$$C_k = 3200 \text{ грн.}$$

Трудомісткість виготовлення пристрою включає розмічальні, різальні, свердлильні, зварювальні, слюсарні та складальні роботи. Орієнтовну трудомісткість приймаємо 32 люд.-год. Середню оплату однієї люд.-години приймаємо 120 грн.

$$C_{зп} = 32 \cdot 120 = 3840 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи приймаємо у розмірі 22 % від заробітної плати:

$$C_{зв} = C_{зп} \cdot 0,22, \quad (4.2)$$

$$C_{зв} = 3840 \cdot 0,22 = 844,8 \text{ грн.}$$

Накладні витрати приймаємо у розмірі 40 % від заробітної плати:

$$C_n = C_{зп} \cdot 0,40, \quad (4.3)$$

$$C_n = 3840 \cdot 0,40 = 1536 \text{ грн.}$$

Тоді повна вартість виготовлення пристрою становитиме:

$$C_{пр} = 5400 + 3200 + 3840 + 844,8 + 1536 = 14820,8 \text{ грн.}$$

Для визначення економічного ефекту враховуємо, що застосування агрегату у складі трактора МТЗ-80, навантажувача ПКУ-0,8 та жатки ЖВН-6А дозволяє скоротити витрати на виконання операції скошування зернових культур у валки. У базовому варіанті скошування виконується із залученням дорожчої збиральної техніки або додаткових машин, а в проєктовому варіанті використовується наявний тракторний агрегат.

Норма виробітку агрегату за зміну становить: $W_{зм} = 30,1 \text{ га/зміну}$.

Приймаємо, що в господарстві необхідно виконати скошування зернових культур на площі: $F = 250 \text{ га}$.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Кількість змін, необхідних для виконання роботи, визначаємо за формулою.

$$n_{зм} = F / W_{зм}, \quad (4.4)$$

$$n_{зм} = 250 / 30,1 = 8,3 \text{ зміни.}$$

Приймаємо: $n_{зм} = 9$ змін.

У базовому варіанті витрати на виконання скошування зернових культур приймаємо 750 грн/га. У проектному варіанті завдяки використанню базового трактора та виготовленого пристрою експлуатаційні витрати приймаємо 620 грн/га.

Річні витрати за базовим варіантом:

$$C_{б} = F \cdot C_{га,б} \quad (4.5)$$

де $C_{га,б}$ – витрати на 1 га у базовому варіанті, грн/га.

$$C_{б} = 250 \cdot 750 = 187500 \text{ грн.}$$

Річні витрати за проектним варіантом:

$$C_{п} = F \cdot C_{га,п} \quad (4.6)$$

де $C_{га,п}$ – витрати на 1 га у проектному варіанті, грн/га.

$$C_{п} = 250 \cdot 620 = 155000 \text{ грн.}$$

Річна економія експлуатаційних витрат становить:

$$E_p = C_{б} - C_{п}, \quad (4.7)$$

$$E_p = 187500 - 155000 = 32500 \text{ грн.}$$

Термін окупності розробки визначаємо за формулою:

$$T_{ок} = C_{пр} / E_p, \quad (4.8)$$

$$T_{ок} = 14821 / 32500 = 0,46 \text{ року} \approx 0,5 \text{ року}$$

Коефіцієнт економічної ефективності визначаємо за формулою:

$$E = E_p / C_{пр}, \quad (4.9)$$

$$E = 32500 / 14821 = 2,19.$$

Одержане значення коефіцієнта економічної ефективності свідчить про доцільність виготовлення та впровадження запропонованого пристрою.

					КРБ.133ГМ6д_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Результати економічних розрахунків зведено в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні показники економічної ефективності розробки

Показник	Значення
Площа скошування зернових культур, га	250
Норма виробітку агрегату, га/зміну	30,1
Необхідна кількість змін	9
Вартість матеріалів, грн	5400
Вартість купованих виробів, грн	3200
Заробітна плата, грн	3840
Відрахування на соціальні заходи, грн	844,8
Накладні витрати, грн	1536
Повна вартість виготовлення пристрою, грн	14821
Витрати за базовим варіантом, грн	187500
Витрати за проектним варіантом, грн	155000
Річна економія, грн	32500
Термін окупності, року	0,46
Коефіцієнт економічної ефективності	2,19

Таким чином, запропонована конструкція пристрою для навішування жатки на трактор є економічно доцільною. Її виготовлення не потребує значних капітальних вкладень, оскільки основні елементи можуть бути виготовлені в умовах ремонтної майстерні господарства. Розрахунки показали, що вартість виготовлення пристрою становить 14821 грн, річна економія експлуатаційних витрат – 32500 грн, а строк окупності – близько 0,5 року. Це підтверджує ефективність впровадження розробки у виробництво.

4.2 Охорона праці

Безпечне виконання робіт під час експлуатації пристрою для навішування жатки на трактор є важливою умовою забезпечення надійної роботи агрегату, збереження здоров'я працівників та запобігання виробничому травматизму. Під час роботи агрегату механізатор піддається впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, до яких належать рухомі частини машин, підвищений

рівень шуму та вібрації, заповненість повітря, можливість контакту з елементами приводу та ризик перекидання техніки під час роботи на складному рельєфі. При використанні розробленого пристрою необхідно дотримуватися вимог чинних нормативних документів з охорони праці та правил безпечної експлуатації сільськогосподарської техніки [15].

До роботи на тракторному агрегаті допускаються особи, які пройшли відповідне навчання, медичний огляд, інструктаж з охорони праці та мають посвідчення тракториста-машиніста встановленого зразка. Перед початком роботи необхідно перевірити технічний стан трактора, справність гідравлічної системи, надійність кріплення пристрою навішування, стан зварних з'єднань, різьбових кріплень і шарнірних вузлів. Особливу увагу слід приділити перевірці фіксації жатки та відсутності тріщин або деформацій у несучих елементах конструкції.

Під час агрегування жатки з трактором усі монтажні роботи повинні виконуватися на рівному майданчику із заглушеним двигуном. Забороняється перебування людей між трактором і жаткою під час під'їзду до машини та виконання з'єднувальних операцій. Навішування жатки необхідно проводити із застосуванням справного інструменту та вантажопідіймальних засобів у разі потреби.

Під час роботи агрегату забороняється виконувати регулювання, очищення або ремонт механізмів при ввімкненому двигуні чи працюючому приводі жатки. Усі роботи з технічного обслуговування виконуються лише після певної зупинки агрегату, вимкнення валу відбору потужності та встановлення жатки на опорні елементи. Особливо небезпечними є зони різального апарата та елементів приводу, тому доступ до них під час роботи машини не допускається.

Для зменшення впливу шуму та вібрації необхідно підтримувати справний технічний стан трактора, своєчасно виконувати регулювання механізмів і проводити технічне обслуговування відповідно до встановлених регламентів. Робоче місце механізатора повинно бути обладнане дзеркалами заднього виду, справними світловими приладами та звуковою сигналізацією. У кабіні трактора

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

необхідно підтримувати належний санітарний стан та забезпечувати достатню вентиляцію повітря.

У разі виконання зварювальних робіт під час виготовлення або ремонту пристрою необхідно дотримуватися вимог пожежної безпеки. Робоче місце зварника повинно бути забезпечене засобами пожежогасіння, а працівник має використовувати спеціальний захисний одяг, рукавиці, захисний щиток або маску. Після завершення робіт необхідно перевірити відсутність осередків займання.

Для забезпечення безпечної роботи агрегату механізатор повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту: спецодягом, захисним взуттям, рукавицями та за необхідності засобами захисту органів слуху. Під час роботи в умовах підвищеної запиленості рекомендується використовувати респіратор.

Отже, дотримання вимог охорони праці під час виготовлення, технічного обслуговування та експлуатації пристрою для навішування жатки на трактор дозволяє знизити ризик виникнення аварійних ситуацій, запобігти травмуванню працівників і забезпечити безпечне виконання збиральних робіт.

4.3 Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища є важливою складовою сучасного сільськогосподарського виробництва. Використання машин і механізмів під час виконання польових робіт повинно забезпечувати не лише високу продуктивність, а й мінімальний негативний вплив на природні ресурси. При експлуатації тракторного агрегату з навішеною жаткою необхідно вживати заходів щодо збереження родючості ґрунтів, зменшення забруднення атмосферного повітря та запобігання потраплянню нафтопродуктів у навколишнє середовище [5].

Одним із основних джерел негативного впливу на довкілля є відрпрацьовані гази двигуна трактора, які містять оксиди азоту, оксид вуглецю, вуглеводні та тверді частинки. Для зменшення викидів шкідливих речовин необхідно підтримувати двигун у технічно справному стані, своєчасно виконувати

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

регулювання паливної апаратури, заміну фільтрів та проводити технічне обслуговування відповідно до встановлених нормативів.

Під час виконання збиральних робіт важливим завданням є збереження структури та родючості ґрунту. Для цього слід уникати необґрунтованих переїздів техніки по полію, особливо за підвищеної вологості ґрунту, що може призводити до його ущільнення. Використання трактора МТЗ-80 з навішеною жаткою дозволяє виконувати технологічні операції з меншою кількістю проходів техніки, що позитивно впливає на стан ґрунтового покриву.

Особливу увагу необхідно приділяти запобіганню забрудненню землі паливно-мастильними матеріалами. Заправлення техніки паливом і мастилами повинно проводитися на спеціально обладнаних майданчиках. Не допускається витікання палива, мастил або робочої рідини гідросистеми на поверхню ґрунту. У разі виникнення розливів необхідно негайно виконати їх локалізацію та очищення забрудненої ділянки.

Під час технічного обслуговування та ремонту агрегату відпрацьовані мастила, використані фільтри, забруднене ганчір'я та інші відходи повинні збиратися у спеціальні ємності та передаватися на утилізацію відповідно до чинних екологічних вимог. Забороняється спалювання відходів або їх складування у невстановлених місцях.

Застосування розробленого пристрою для навішування жатки на трактор сприятиме більш раціональному використанню наявної техніки господарства та дозволить уникнути придбання додаткових самохідних машин. Це забезпечує зменшення загальних витрат паливно-енергетичних ресурсів і відповідно скорочення шкідливих викидів у навколишнє середовище.

Таким чином, дотримання природоохоронних заходів під час виготовлення, експлуатації та технічного обслуговування пристрою для навішування жатки на трактор дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля, забезпечити раціональне використання природних ресурсів та підвищити екологічну безпеку сільськогосподарського виробництва.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальне завдання підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки шляхом удосконалення конструкції пристрою для навішування жатки на трактор. Проведений аналіз сучасного стану механізації збиральних робіт показав доцільність використання тракторних агрегатів для скошування основних культур у валки, що дозволяє підвищити ефективність використання наявного машинно-тракторного парку та зменшити навантаження на зернозбиральні комбайни.

У роботі виконано аналіз існуючих конструкцій жаток і пристроїв для їх агрегування з тракторами, визначено основні недоліки наявних технічних рішень та обґрунтовано напрямки удосконалення конструкції. Запропоновано пристрій для навішування жатки ЖВН-6А на трактор МТЗ-80 з використанням фронтального навантажувача ПКУ-0,8, що забезпечує підвищення надійності роботи агрегату та покращення умов його експлуатації.

Розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Направляюча», виконано аналіз її технологічності, обґрунтовано вибір матеріалу, обладнання та режимів обробки. Проведені конструкторські розрахунки підтвердили придатність і достатню міцність елементів конструкції в умовах експлуатаційних навантажень.

Виконане техніко-економічне обґрунтування підтвердило доцільність впровадження розробки у виробництво. Запропоновані заходи з охорони праці та навколишнього середовища забезпечують безпечну експлуатацію обладнання та мінімізацію негативного впливу на довкілля.

Результати роботи можуть бути використані в сільськогосподарських підприємствах для підвищення продуктивності збиральних робіт, скорочення витрат на виконання технологічних операцій та більш ефективного використання наявної техніки.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бабич А. В., Ткаченко О. П. Підвищення надійності зернозбиральних агрегатів в умовах серійного виробництва. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2021. Вип. 114. С. 45–53.
2. Бабченко М. В. Розрахунок і конструювання сільськогосподарських машин: підручник. Харків : ХНТУСГ, 2021. 312 с.
3. Зойтюк Д. Г., Гаврилук Г. Р. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ : Урожай, 2021. 544 с.
4. Гевко Б. М., Дячун А. Є., Ткаченко І. Г. Технологічне обладнання агропромислового комплексу : підручник. Тернопіль : Крок, 2022. 416 с.
5. Дідух В. Ф., Мислива Т. М., Власенко В. П. Агрономічне ресурсознавство та охорона навколишнього природного середовища : підручник. Житомир : Полісся, 2020. 508 с.
6. ДСТУ 7806:2015. Сталь легвана конструкційна. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 43 с.
7. ДСТУ ГОСТ 166:2009 (ГОСТ 166-89). Штангенциркулі. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.
8. Захарченко В. О., Гублик М. І. Конструювання та розрахунок сільськогосподарських машин. Харків : Міськдрук, 2021. 312 с.
9. Каплун Б. В., Крупа В. В., Мовчан С. І. Технологія машинобудування: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2022. 264 с.
10. Кириченко В. В., Лебідь Є. М. Жатки валкові: конструктивні особливості та технічне обслуговування. Техніка і технології АПК. 2022. № 5. С. 12–19.
11. Козаченко О. В. Технологія виготовлення деталей машин : навч. посіб. Суми : СумДУ, 2021. 198 с.
12. Кравченко В. О. Удосконалення фронтальних навісних систем тракторів для роботи з жатками. Сільськогосподарські машини. 2021. Вип. 47. С. 67–74.
13. Лановий О. Т., Семенюта А. М. Технічний сервіс агропромислового комплексу : навч. посіб. Харків : ХНТУСГ, 2022. 294 с.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

14. Мартиненко В. Я., Дідик М. В. Основи технічного забезпечення агропромисловства : підручник. Полтава : ПДАА, 2023. 378 с.

15. НПАОН 0.00-7.11-12. Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників. Київ : Держгірпромнагляд, 2012. 13 с.

16. Олійник Б. С., Пасічнюк В. М. Ресурсозбереження при технічному обслуговуванні сільськогосподарської техніки. Вісник Харківського НТУ сільськогосподарства. 2022. Вип. 236. С. 88–96.

17. Погомаренко С. В., Коваль В. А. Розрахунок і проектування несучих конструкцій наведеного обладнання тракторів : монографія. Дніпро : ДДАФУ, 2021. 195 с.

18. Саввінов В. І., Безугла Л. С. Технологія виготовлення деталей сільськогосподарських машин : навч. посіб. Суми : СумДУ, 2022. 228 с.

19. Семенченко А. К., Мороз С. М., Дмитріз В. Т. Проектування робочих органів збиральних машин : монографія. Дніпро : ДДАФУ, 2023. 256 с.

20. Твердохліб І. В., Гречесій В. Д. Економічне обґрунтування конструкторських розробок у сільськогосподарському машинобудуванні : навч. посіб. Харків : ХНТУСГ, 2021. 180 с.

21. Хомик Н. І., Довбуш А. Д., Цісик Р. В. Сільськогосподарські машини. Жнивні та зернозбиральні комплекси : підручник. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2023. 292 с.

22. Чаплинський А. П., Галатенко О. Ю. Механізація збирання зернових культур в умовах малих господарств. Агровісник Харківщини. 2022. № 3. С. 34–41.

23. Шабельник Б. М., Дем'яненко М. С. Підвищення ефективності агрегування навісного обладнання з тракторами типу МТЗ. Науковий збірник НУБІП України. 2022. № 289. С. 120–128.

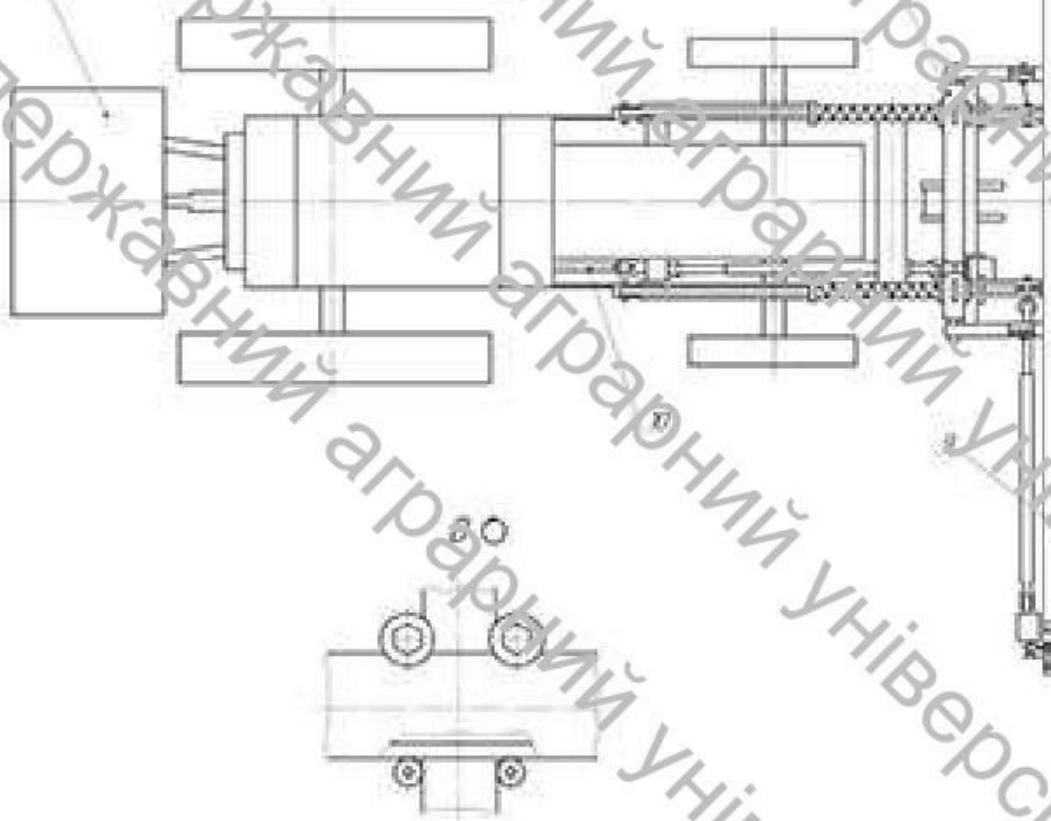
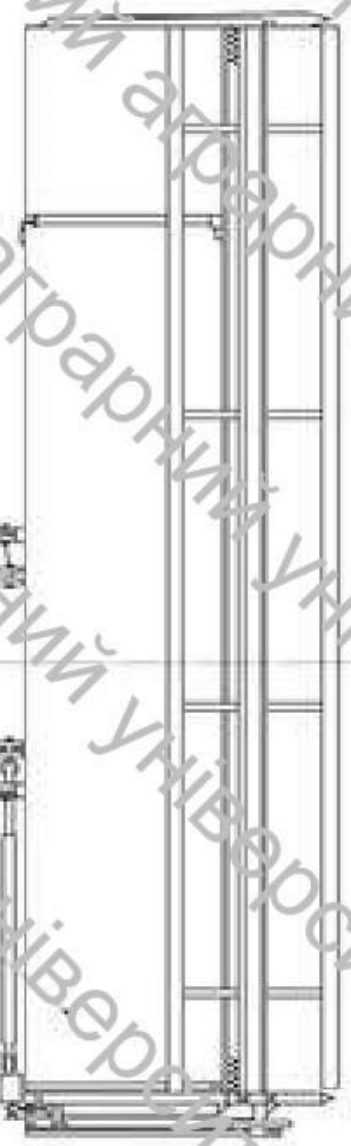
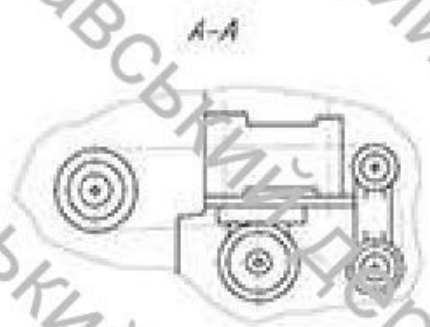
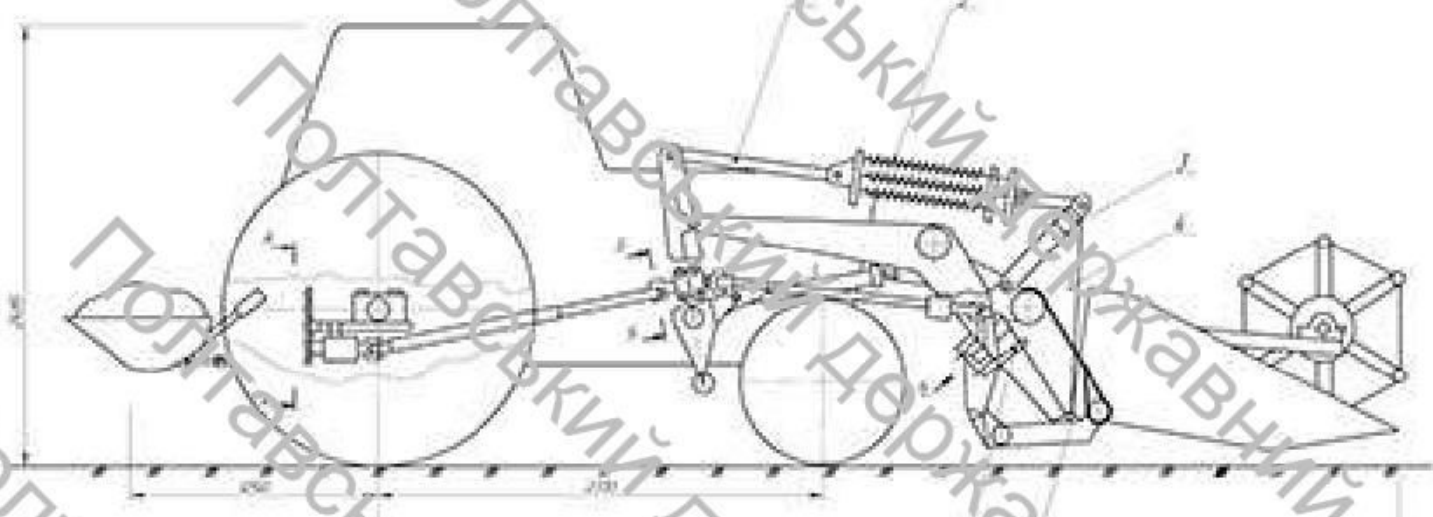
24. Юрченко О. А., Нікітін Є. А., Кетов Б. І. Механіко-технологічні основи взаємодії сільськогосподарських машин із біологічними об'єктами : монографія. Київ : Аграрна наука, 2022. 303 с.

25. Яценко В. Г., Пасічнюк В. М. Технічне обслуговування та ремонт тракторів і сільськогосподарських машин : підручник. Харків : Мачулін, 2023. 480 с.

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

ДОДАТКИ

					КРБ.133ГМбд_31[2].23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49



1. Діаметр шатуна 1.5 м
 2. Діаметр циліндра 2.0 м
 3. Діаметр шатуна 1.5 м
 4. Діаметр циліндра 2.0 м

ІМЕННИЙ ІНДЕКС	
Ім'я	П.П.
Прізвище	П.П.
Група	П.П.
Дата	П.П.

