

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

**Кафедра механічної та електричної інженерії**

**Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи**

**на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»**

**на тему: «Технологічні аспекти процесу відновлення складових  
контрприводу похилої камери комбайна КЗС-9-1 «Славутич»**

**КРБ.133 ГМ бд\_2023[2](стн.(Зр)).021.00.00.000 ПЗ**

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
«Машини та обладнання  
сільськогосподарського виробництва»  
спеціальності 133 «Галузеве  
машинобудування»  
рівня вищої освіти бакалавр  
групи 133 ГМ бд\_2023[2](стн.(Зр))  
Руслан МИТРОПАН

Керівник: д.т.н., професор  
Володимир КОВБАСА

Полтава 2026 р.

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

**Кафедра механічної та електричної інженерії**

Освітньо-професійна програма

«Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Рівень вищої освіти *«бакалавр»*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри к.т.н., доцент**

---

Станіслав ПОПОВ  
«25» грудня 2025 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**Митропан Руслан Анатолійович**

(ПІБ здобувача вищої освіти)

1. Тема роботи: **«Технологічні аспекти процесу відновлення складових похилої камери комбайна КЗС-9-1 «Славутич»**

керівник роботи д.т.н., професор, професор кафедри механічної та електричної інженерії Ковбаса В. П.

(наук. ступ., вч. звання, посада, прізвище та ініціали керівника)

затверджені наказом ПДАУ від «25» грудня 2025 року № 1583-ст

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи « 01» червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- сучасні технології виконання ТО і ремонтів сільськогосподарської техніки;
- конструкційні, технічні та технологічні характеристики зернозбиральних комбайнів КЗС-9-1 «Славутич»;
- навчальна, технічна, наукова література.

4. Зміст пояснювальної записки (*перелік питань, які потрібно розробити*):

РОЗДІЛ 1. Загальний розділ

Розділ 2. Технологічний розділ

Розділ 3. Конструкторський розділ

Розділ 4. Економіка, охорона праці та навколишнього середовища

5. Перелік графічного матеріалу *робочий кресленик деталі та її заготовки; структура та зміст технологічних операцій обробки деталі;*

складальний кресленик технологічного оснащення або робочі кресленики деталей.

6. Консультанти розділів дипломного проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Охорона праці	Дудник В. В., к. т. н., доцент	25.12.25 р.	01.06.26 р.
Охорона навколишнього середовища	Писаренко П. В., д. с.-г. н., професор	25.01.25 р.	01.06.26 р.
Економічна частина	Загребельна І. Л., к.е.н., доцент	25.01. 25 р.	01.06.26 р.

7. Дата видачі завдання: «25» грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Вибір і затвердження теми кваліфікаційної роботи	25.12.2025р.	Виконано
2	Складання і затвердження розгорнутого плану та завдання на кваліфікаційну роботу	22.01.2026р.	Виконано
3	Опрацювання літературних джерел	10.04.2026р.	Виконано
4	Збір, вивчення і обробка інформації, необхідної для виконання роботи	23.04.2026р.	Виконано
5	Виконання розділів пояснювальної записки роботи	11.05.2026р.	Виконано
6	Оформлення тексту роботи	14.05.2026р.	Виконано
7	Оформлення графічного матеріалу роботи	25.05.2026р.	Виконано
8	Попередній захист роботи на кафедрі	27.05.2026р.	Виконано
9	Нормоконтроль	01.06.2026р.	Виконано
10	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій	01.06.2026р.	Виконано
11	Захист кваліфікаційної роботи	з 08.06.2026р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Руслан МИТРОПАН  
(підпис) (Прізвище, ім'я здобувача)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Володимир КОВБАСА  
(підпис) (Прізвище, ім'я керівника)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота виконана на тему: «Технологічні аспекти процесу відновлення складових контрприводу похилої комбайна КЗС-9-1 «Славутич» складається з 60 аркушів розрахунково-пояснювальної записки, в тому числі яка містить схеми, малюнки, цифрові таблиці, аналітичні формули. Доповненням до пояснювальної частини є графічна частина. Презентація за темою кваліфікаційної роботи складається з 10 слайдів.

Метою роботи є удосконалення технологічних та технічних аспектів процесу відновлення складових молотильно-сепарувального пристрою зернозбирального комбайна українського виробництва КЗС-9-1 «Славутич».

Щодо об'єкту дослідження за кваліфікаційною роботою, то він визначений як складові елементи конструктивно-технологічного забезпечення технічного обслуговування і ремонту зернозбиральних комбайнів типу КЗС-9-1 «Славутич» та Скф-310.

Предметом кваліфікаційної роботи є виробничо-технологічні складові та елементи проектування технологій відновлення та технологій удосконалення вузлів та агрегатів, а також адаптерів вітчизняного зернозбирального комбайну КЗС-9-1 «Славутич».

Крім того, в третьому розділі кваліфікаційної роботи запропоновано конструкторську розробку з комплексування та використання агрегату на базі трактора класу 14 кН і жатки. За основу взятий трактор ЮМЗ-6КЛ і начітна жатка ЖВН-6А. Таке конструкційне рішення запропоновано як покращена альтернатива використанню зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич» на скошуванні валків з жаткою ЖВН-06.

Врахування елементів екологічної експертизи спрямоване на усунення шкідливих факторів відносно пестицидного навантаження в сільськогосподарському виробництві. Проведено техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки.

Ключові слова: ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИЙ КОМБАЙН, ВАЛКОВА ЖАТКА, ПІДБАРАБАННЯ, СЕРВІС, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, РЕМОНТ, ВІДНОВЛЕННЯ, УДОСКОНАЛЕННЯ.

					КРБ.133 ГМ д2023[2](стн.(Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		4

## ЗМІСТ

Реферат .....	4
Вступ .....	6
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....	7
1.1. Конструктивні особливості українського зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич» .....	7
1.2. Особливості технічного обслуговування та ремонту українського зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич» .....	10
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	14
2.1 Аналіз конструкції вузла та вибір раціонального способу відновлення деталі .....	14
2.2. Обробка інформації про пошкодження деталі та вибір способів її відновлення .....	18
2.3. Розробка технологічного процесу відновлення муфти фланця кардана КЗС-9-1 .....	24
2.4. Розробка технологічного процесу відновлення зношеної деталі КЗС-9-1 .....	32
2.5. Вибір обладнання, інструменту, пристосувань та матеріалів для відновлення .....	36
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	40
3.1. Призначення, будова і принцип дії пристосування .....	40
3.2 Стабільний розрахунок агрегату .....	41
3.3. Розрахунок кронштейна .....	43
4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	49
4.1. Охорона праці .....	49
4.2. Охорона навколишнього середовища .....	52
4.3. Техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки .....	56
Загальні висновки .....	59
Список використаних джерел .....	61
Додатки .....	65

						Арк.
						КРБ.133ГМ бд2023[2](стн.(3р).021.00.000 ПЗ
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

Метою роботи є удосконалення технологічних та технічних аспектів процесу відновлення складових молотильно-сепарувального пристрою зернозбирального комбайна українського виробництва КЗС-9-1 «Славутич».

Щодо об'єкту дослідження за кваліфікаційною роботою, то він визначений як складові елементи конструктивно-технологічного забезпечення технічного обслуговування і ремонту зернозбиральних комбайнів типу КЗС-9-1 «Славутич» та Скф-310.

Предметом кваліфікаційної роботи є виробничо-технологічні складові та елементи прослідування технологій відновлення та технологій удосконалення вузлів та агрегатів, а також адаптерів вітчизняного зернозбирального комбайну КЗС-9-1 «Славутич».

Крім того, в третьому розділі кваліфікаційної роботи пропонується конструкторська розробка з комплексування та використання агрегату на базі трактора класу 14 кН і жатки типу ЖВН-6. За основу взятий трактор ЮМЗ-6КЛ вітчизняного виробництва та начіпна жатка ЖВН-6А. Таке конструкційне рішення пропонується як покращена альтернатива використанню зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич» на скошуванні валків з жаткою ЖВН-06.

Врахування елементів екологічної експертизи спрямоване на усунення шкідливих факторів відносно пестицидного навантаження в сільськогосподарському виробництві. Проведено техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки.

					КРБ.133 ГМ 60_2023[2](стн.(3р)).021.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Митропан Р. А.			Технологічні аспекти процесу відновлення складових контролприводу похилої камери комбайна КЗС-9-1 «Славутич»	Літ.	Арк.	Акрупів
Перевір.		Ковбаса В. П.					6	60
Консульт.						ПДАУ, каф МЕІ		
Н. Контр.								
Затверд.		Попов С. В.						

## 1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1. Конструкційні особливості українського зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич»

Загальна характеристика машини. Зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 Славутич є самохідною сільськогосподарською машиною середнього класу, призначеною для прямого та роздільного збирання зернових, зернобобових і деяких технічних культур. Машина забезпечує виконання повного циклу технологічних операцій: скошування або підбирання маси, обмолочування, сепарацію зерна, очищення та накопичення його в бункері з подальшим вивантаженням у транспортні засоби.

Комбайн розроблений з урахуванням вимог енергоефективності, ремонтпридатності та адаптації до умов експлуатації в різних агрокліматичних зонах України. Його конструкція орієнтована на поєднання високої продуктивності з відносною простотою обслуговування.

Загальна компоновка та структурна схема. Конструктивно комбайн виконаний за класичною схемою з поздовжнім розташуванням робочих органів. Основні функціональні блоки включають: жаткову частину (жниварку); похилу камеру подачі; молотильно-сепарувальний пристрій; систему очищення зерна; зерновий бункер; ходову частину; силову установку; систему керування та гідравліку.

Така компоновка забезпечує послідовність технологічного процесу та мінімізацію втрат зерна на всіх етапах обробки хлібної маси.

Жаткова частина (жниварка). Жатка є першим робочим органом технологічного процесу та призначена для зрізання хлібної маси і подачі її до похилої камери.

Конструкція включає: різальний апарат ножового типу; мотовило для подачі маси; шнековий транспортер; механізми регулювання висоти зрізу.

Особливістю є можливість адаптації до різної висоти та густоти посівів. Регулювання положення мотовила та частоти його обертання дозволяє

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стп.Ср)).021.00.000 ПЗ	Арк. 7
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

забезпечити рівномірну подачу маси до молотильного апарата, що знижує втрати та підвищує стабільність роботи.

Похила камера подачі. Похила камера є проміжним транспортуючим елементом між жаткою та молотильним апаратом. Вона виконує функцію рівномірної подачі маси та стабілізації потоку.

У конструкції використовуються: ланцюгово-планчастий транспортер; механізми натягування ланцюгів; запобіжні муфти перевантаження.

Основною вимогою до роботи цього вузла є забезпечення безперервного потоку маси без її забивання та нерівномірної подачі.

Молотильно-сепарувальний пристрій

Центральним вузлом комбайна є молотильний апарат барабанного типу, який виконує обмолочування зерна та первинне відокремлення зернової маси від соломи. Основні елементи: молотильний барабан; підбарабання; деко та сепаруючі елементи; приводний механізм.

Підбарабання відіграє ключову роль у процесі обмолоту, оскільки забезпечує інтенсивну взаємодію маси з барабаном. Її конструкція може бути регульованою, що дозволяє змінювати зазор залежно від культури та вологості зерна.

Система сепарації забезпечує відокремлення зерна від соломи ще на етапі обмолоту, що підвищує загальну ефективність роботи машини.

Система очищення зерна. Після обмолоту зернова маса надходить у систему очищення, яка призначена для відділення домішок (полова, дрібні рослинні залишки, пил).

Система включає: струсні дошки; решітний стан; вентиляторну установку; регульовальні механізми повітряного потоку.

Робота системи базується на поєднанні вібраційного та повітряного очищення. Повітряний потік від вентилятора відділяє легкі домішки, а решітний стан забезпечує механічну сепарацію за розміром частинок.

Зерновий бункер та система вивантаження. Очищене зерно надходить у бункер, який виконує функцію тимчасового накопичувача. Бункер оснащений:

					КРБ.133ГМ бд2023[2](ст.3р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		8

датчиками рівня заповнення; шнековою системою вивантаження; механізмами герметизації.

Вивантаження зерна здійснюється через шнековий транспортер у транспортні засоби без зупинки комбайна, що підвищує продуктивність збирального процесу.

Ходова частина. Ходова система забезпечує пересування комбайна по полю та стабільність роботи агрегату. Вона включає: ведучі та керовані колеса; трансмісію; гідростатичний або механічний привід; систему керування рухом.

Особливістю є можливість плавного регулювання швидкості руху, що дозволяє адаптувати роботу комбайна до різних умов поля та врожайності.

Силова установка. Комбайн оснащується дизельним двигуном внутрішнього згоряння, який забезпечує привід усіх робочих органів. Силова установка характеризується високим крутним моментом; економічною витратою палива; адаптацією до змінних навантажень.

Передача потужності здійснюється через систему ремінних та ланцюгових передач, а також гідравлічні контури.

Гідравлічна та електрична системи. Гідравлічна система комбайна забезпечує: керування робочими органами; регулювання положення жатки; привід допоміжних механізмів.

Електрична система включає: систему освітлення; контрольні прилади, датчики навантаження та блокування; систему сигналізації.

Система керування та ергономіка. Робоче місце оператора спроектоване з урахуванням ергономічних вимог. Кабіна забезпечує: захист від пилу, шуму та вібрацій; огляд робочої зони; зручне розташування органів керування.

Система керування дозволяє оператору контролювати всі основні параметри роботи комбайна в режимі реального часу.

Технологічні та експлуатаційні особливості. Комбайн КЗС-9-1 Славутич відзначається такими конструктивно-експлуатаційними перевагами: універсальність застосування для різних культур;

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн.Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		9

можливість роботи в складних польових умовах;  
відносно проста конструкція та ремонтпридатність;  
достатня продуктивність для середніх господарств;  
можливість регулювання технологічних режимів.

Водночас конструкція вимагає точного дотримання регламентів технічного обслуговування для забезпечення стабільної роботи.

Таким чином, зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 Славутич є технічно збалансованою машиною класичної компоновки, яка забезпечує повний цикл збирання зернових культур. Його конструкція поєднує надійність, функціональність і адаптивність до різних умов експлуатації.

Рациональне компонування основних вузлів, ефективна система обмолоту та очищення, а також можливість регулювання робочих режимів забезпечують високу технологічну ефективність машини. У сукупності це дозволяє розглядати даний комбайн як доцільне рішення для механізованого збирання зернових культур у сучасному аграрному виробництві України.

## **1.2. Особливості технічного обслуговування та ремонту українського зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич»**

Надійна та ефективна експлуатація зернозбирального комбайна КЗС-9-1 Славутич можлива лише за умови систематичного виконання комплексу технічного обслуговування (ТО) та своєчасного ремонту. Технічне обслуговування є сукупністю організаційно-технічних заходів, спрямованих на підтримання справного стану машини, попередження відмов, зменшення зносу вузлів і забезпечення стабільних техніко-експлуатаційних показників.

У структурі експлуатації комбайна ТО виконує функцію профілактичного впливу на технічний стан і є визначальним фактором підвищення ресурсу машини, зниження простоїв у період жнив та зменшення витрат на капітальний ремонт.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стр. 1р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		10

Система технічного обслуговування включає: щозмінне обслуговування (ЩО); періодичне технічне обслуговування (ТО-1, ТО-2); сезонне обслуговування; поточний та капітальний ремонт.

Особливості конструкції, що впливають на ТО та ремонт. Конструкція комбайна КЗС-9-1 «Славутич» має класичну компоновальну схему з послідовним розташуванням основних агрегатів: жатка – похила камера – молотильний апарат, система очищення – бункер – ходова частина – силова установка.

Така компоновка забезпечує відносну доступність вузлів, однак деякі конструктивні особливості впливають на специфіку технічного обслуговування: велика кількість пилкових і ланцюгових передач; значне число регульованих механічних з'єднань, високонавантажений молотильно-сепарувальний блок, складна гідравлічна система управління, комбіновані механічно-гідравлічні приводи.

З огляду на це, ТО комбайна має бути строго регламентованим та виконуватись у визначені інтервали напрацювання.

Щозмінне технічне обслуговування. Щозмінне обслуговування виконується перед початком та після завершення роботи комбайна. Його основна мета – забезпечення безпечного запуску та стабільної роботи в межах однієї робочої зміни.

До основних операцій належать: перевірка рівня моторного масла та охолоджувальної рідини; контроль герметичності паливної та гідравлічної систем; огляд ремінних та ланцюгових передач; очищення робочих органів від рослинних залишків; перевірка натягу приводних ременів; контроль роботи сигналізації та освітлення; перевірка стану ріжучого апарата жатки.

Особлива увага приділяється очищенню молотильного апарата та системи очищення зерна, оскільки залишки рослинної маси можуть викликати дисбаланс, підвищене навантаження та пожежонебезпеку.

Періодичне технічне обслуговування (ТО-1, ТО-2). ТО-1 виконується через встановлений інтервал напрацювання та включає більш глибокий

					КРБ.133ГМ бд2023[2](ст.1(зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		11

контроль технічного стану. Основні операції ТО-1: перевірка та регулювання зазорів у підшипникових вузлах; контроль стану ножів жатки та їх заточування; регулювання мотовила та шнекових транспортерів; перевірка натягу ременів приводу молотильного барабана; діагностика гідросистеми на наявність витоків; мастило вузлів тертя згідно з картою змащування.

ТО-2 є більш складним видом обслуговування і передбачає часткове розбирання окремих вузлів. До основних робіт ТО-2 належать: перевірка технічного стану молотильного барабана та підбарабання; контроль зносу бичів та решіт; регулювання системи очищення зерна; перевірка редукторів та приводних валів; діагностика двигуна внутрішнього згоряння; перевірка стану електрообладнання та датчиків. У ході ТО-2 можуть виконуватись заміна зношених елементів та відновлення геометрії робочих органів.

Сезонне обслуговування. Сезонне обслуговування виконується при переході до весняно-літнього або осінньо-зимового періоду експлуатації.

Основні операції: повна консервація або розконсервація машини; заміна мастильних матеріалів; очищення паливної системи; перевірка акумуляторних батарей; обробка антикорозійними засобами металевих поверхонь; перевірка стану шин та ходової частини.

Типові несправності та їх усунення. У процесі експлуатації комбайна КЗС-9-1 «Славутич» найчастіше виникають такі групи несправностей:

Молотильний апарат: нерівномірний обмолот, підвищене дроблення зерна; забивання підбарабання. Причини: неправильні зазори, зношення бичів, перевантаження подачі.

Система очищення: погіршення якості очищення зерна; втрати зерна з полови. Причини: неправильне регулювання решіт або вентилятора.

Ходова частина: підвищений знос шин; люфти в кермовому управлінні; нестабільність руху. Причини: перевантаження, порушення регулювання.

Гідросистема: падіння тиску; витік робочої рідини; повільна реакція виконавчих механізмів. Причини: знос ущільнень, забруднення фільтрів.

Ремонтні роботи та їх класифікація. Ремонт комбайна поділяється на:

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стп.(3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		12

поточний ремонт; середній ремонт; капітальний ремонт.

Поточний ремонт виконується без значного розбирання машини та включає: заміну ременів і ланцюгів; регулювання вузлів; усунення дрібних дефектів; заміну зношених підшипників.

Капітальний ремонт є найбільш складним видом відновлення працездатності та включає: повне розбирання комбайна; дефектацію всіх вузлів; ремонт або заміну двигуна; відновлення молотильного апарата; ремонт гідросистеми та електрообладнання; фарбування та антикорозійний захист.

Згідно з практикою експлуатації, капітальний ремонт дозволяє відновити ресурс комбайна до рівня 80–90 % від нового стану.

Організація ремонту та технічної діагностики. Сучасна система ремонту комбайнів передбачає використання діагностичних методів: вібраційна діагностика підшипників; контроль температурного режиму вузлів; аналіз тиску в гідросистемі; електронна перевірка двигуна.

Рациональна організація ремонту базується на принципах: попереджувальності; плановості; агрегатного методу ремонту; мінімізації простоїв у період жнив.

Таким чином, Технічне обслуговування та ремонт зернозбирального комбайна КЗС-9-1 Славутч є ключовими факторами забезпечення його надійної та ефективної роботи в умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва.

Своєчасне виконання регламентних робіт ТО дозволяє: зменшити інтенсивність зношування вузлів; підвищити безвідмовність роботи; знизити експлуатаційні витрати; забезпечити стабільну продуктивність у період збирання врожаю.

Комплексний підхід до технічного обслуговування та ремонту, що включає діагностику, профілактику та відновлення вузлів, є необхідною умовою ефективної експлуатації комбайна в сучасних агротехнічних умовах.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стр. 3р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		13

## РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛГІЧНИЙ РОЗДІЛ.

### 2.1. Аналіз конструкції вузла та вибір раціонального способу відновлення деталі

Одним із визначальних чинників, що впливають на експлуатаційну надійність, довговічність та ефективність роботи транспортних і технологічних машин агропромислового комплексу, є стан поверхневого шару деталей та його фізико-механічні властивості. Саме поверхневі шари деталей у процесі експлуатації сприймають основні механічні, динамічні та контактні навантаження, зазнають впливу сил тертя, абразивного середовища, температурних коливань і корозійних процесів. Унаслідок цього відбувається поступове зношування робочих поверхонь, що призводить до погіршення технічних характеристик машин, зниження точності роботи вузлів і механізмів, а також до втрати їх працездатності.

У більшості випадків зношування деталей потребує їх заміни, що супроводжується збільшенням витрат на ремонт і технічне обслуговування машин. Крім того, виготовлення нових деталей часто є економічно неоправданим через високу вартість матеріалів, складність технологічної обробки та значну трудомісткість виробничих операцій. У зв'язку з цим у сучасному машинобудуванні та на підприємствах технічного сервісу широкого застосування набувають технології відновлення та зміцнення деталей, які дозволяють відновити їх експлуатаційні властивості, продовжити ресурс роботи та знизити витрати на ремонт.

Для підвищення фізико-механічних характеристик поверхневого шару та забезпечення необхідної довговічності деталей застосовуються різні способи відновлення, зокрема напівплавлення, металізація, електромеханічне зміцнення, термічна обробка, нанесення захисних покриттів та інші технологічні методи. Використання сучасних технологій відновлення дозволяє не лише компенсувати зношування, а й у ряді випадків покращити

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн.(Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		14

експлуатаційні характеристики деталей порівняно з початковими параметрами.

У кваліфікаційній роботі на тему «Технологічні аспекти процесу відновлення складових контрприводу похилої камери комбайна КЗС-9-1 «Славутич» основною метою є розроблення раціонального технологічного процесу відновлення деталей із забезпеченням необхідних технічних вимог та мінімальних виробничих витрат. Виконання роботи спрямоване на формування практичних навичок розроблення технологічних процесів ремонту, вибору способів відновлення, обладнання, матеріалів та засобів технологічного оснащення.

Одним із основних вузлів контрприводу похилої камери комбайна КЗС-9-1 «Славутич» є важільний механізм, конструкція якого включає важіль 15, втулку 14, коромисло 13 та шків 5 у зборі з кільцем 1, підшипником 2 і втулкою 3. Кріплення елементів вузла здійснюється за допомогою гайок 7 та шайб 6. У процесі експлуатації даний вузол працює в умовах змінних навантажень, зворотній та дії пилу й абразивних частинок, що спричиняє зношування спряжених поверхонь і зниження надійності роботи механізму.

На основі проведеного конструктивного аналізу вузла розробляється структурна схема складання важеля контрприводу похилої камери комбайна КЗС-9-1 «Славутич». Така схема дозволяє визначити послідовність виконання складальних операцій, взаємозв'язок між елементами конструкції, а також забезпечити раціональну організацію процесу складання та ремонту вузла.

Технологічним процесом складання називається сукупність операцій з'єднання деталей у вузли, вузлів у механізми, а механізмів — у готову машину або агрегат. Усі елементи, що беруть участь у процесі складання, — деталі, вузли та механізми — називаються складальними одиницями. Раціональна організація складального процесу забезпечує необхідну точність взаємного розташування деталей, надійність з'єднань, працездатність механізмів і довговічність експлуатації машини в цілому.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стп.Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		15

Рисунок 2.1. - Елемент контрприводу похилої камери. 1 – кільце; 2 – підшипник; 3 – втулка; 4 – шків; 5 – шків; 6 – шайба; 7 – гайка; 8 – планка; 9 – шайба; 10 – шплінт; 11 – втулка; 12 – маслянка; 13 – коромисло; 14 – втулка; 15 – важіль.

Схема складання складальної одиниці є важливим елементом технологічної документації та використовується як вихідна інформація під час розроблення технологічного процесу складання і розбирання виробу. Її застосування дозволяє наочно відобразити послідовність виконання операцій, взаємозв'язок між складовими елементами конструкції та порядок формування складальної одиниці. Крім того, схема складання може використовуватись як самостійний технологічний документ безпосередньо на робочому місці під час виконання складальних-розбиральних робіт.

За наявності даних про трудомісткість виконання операцій схема складання дозволяє обґрунтувати визначити необхідну кількість робочих місць, раціонально організувати виробничий процес та забезпечити оптимальний розподіл робіт між виконавцями. Особливістю схеми є можливість відображення як послідовного, так і паралельного виконання

						КРБ.133ГМ бд2023[2](ст.3р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата			16

окремих операцій, що сприяє підвищенню ефективності організації ремонтного виробництва та скороченню тривалості технологічного циклу.

Складання складальної одиниці виконується у визначеній технологічній послідовності, яка залежить від конструктивних особливостей виробу, характеру з'єднань між деталями, умов базування та необхідності забезпечення точності взаємного розташування елементів. Раціональна послідовність складання забезпечує зручність монтажу, зменшення трудомісткості робіт і підвищення якості складальної операції.

Технологічний процес складання на схемі подається у вигляді прямої вертикальної або горизонтальної лінії, яка відображає загальний напрям виконання операцій. До цієї лінії у відповідних місцях приєднуються прямокутники, що умовно позначають окремі деталі або складальні одиниці виробу. Для підвищення наочності прямокутники, які відповідають складальним одиницям, виконуються подвійними паралельними лініями, що дозволяє відізнати їх від окремих деталей.

На схемі розбирання прямокутники, які позначають складальні одиниці, що демонтуються, розташовуються зліва від основної лінії процесу, тоді як окремі деталі — справа. Для схеми складання застосовується протилежний принцип: складальні одиниці, що встановлюються, розміщують праворуч, а окремі деталі — ліворуч від основної лінії. Такий підхід забезпечує логічність сприйняття та уніфікацію оформлення технологічної документації.

Початковим елементом схеми розбирання є готовий виріб або складальна одиниця, а завершальним — базова деталь, на яку встановлюються інші елементи конструкції. Для схеми складання, навпаки, процес починається з базової деталі та завершується формуванням готового виробу або складальної одиниці.

Кожний прямокутник на схемі поділяється на чотири інформаційні поля, у яких зазначаються:

- найменування деталі або складальної одиниці;
- позначення елемента;

						КРБ.133ГМ бд2023[2](ст.3р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата			17

- кількість деталей;
- номер позиції відповідно до специфікації основного конструкторського креслення.

Схема розбирання або складання може додатково супроводжуватись ескізом складальної одиниці та специфікацією її елементів. Усі складові частини виробу на ескізі нумеруються відповідно до позицій, наведених у специфікації. Номери позицій наносяться на полицях ліній-виносок, які проходять від відповідних елементів конструкції. На самій схемі номери позицій зазначаються у верхньому лівому полі прямокутника.

Структурна схема розбирання фільтра наведена на першому аркуші графічної частини роботи та використовується для наочного відображення послідовності демонтажу складальної одиниці, визначення взаємозв'язків між її елементами та організації технологічного процесу виконання розбирально-складальних операцій.

## 2.2. Обробка інформації про пошкодження деталі та вибір способів її відновлення

У даному пункті потрібно виконати конструктивний аналіз деталі, виділити основні, допоміжні, технологічні та вільні поверхні, описати умови роботи, навести характеристику дефектів та вибрати спосіб їх усунення.

Для цього складаємо технічну характеристику деталі на основі вивчення робочого креслення деталі та технологічного процесу її виготовлення. Основні характеристики деталі зводимо в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика муфти фланця кардана

Назва і позначення деталі	Матеріал	Твердість робочої поверхні	Маса, кг	Габаритні розміри, мм
Муфта фланця кардана КЗС-9-1	Сталь 30ХС	HRC 42	1,3	128×176

Основними видами зношування деталей типу ступиць і валів є абразивне, молекулярно-механічне та корозійно-механічне зношування. Абразивне зношування виникає внаслідок дії твердих частинок, які потрапляють у зону тертя та викликають поступове руйнування поверхневого шару матеріалу. Молекулярно-механічне зношування пов'язане з процесами схоплювання та мікрозварювання контактуючих поверхонь під дією навантажень і температур. Корозійно-механічне зношування обумовлене одночасною дією механічних навантажень і агресивного середовища, що прискорює руйнування поверхневого шару металу.

Найбільш інтенсивному зношуванню піддаються посадочні поверхні під підшипники, різбові елементи та шпонкові пази, оскільки саме ці ділянки сприймають основні експлуатаційні навантаження і працюють в умовах тертя та змінних контактних напружень. Граничні значення зношування, при яких необхідно відновлення поверхонь, визначаються технічними вимогами та умовами експлуатації деталі:

- посадочні поверхні під підшипники підлягають відновленню при зношуванні понад 0,017...0,06 мм;
- поверхні нерухомих з'єднань зокрема місця під ступиці зі шпонковими пазами, відновлюють за допомогою додаткових деталей при зношуванні понад 0,04...0,13 мм;
- поверхні рухомих з'єднань потребують відновлення при зношуванні понад 0,4...1,3 мм;
- поверхні під ущільнення відновлюють при величині зношування понад 0,15...0,20 мм.

Під час відновлення ступиць необхідно забезпечити відповідність відновлених поверхонь установленім технічним вимогам. До основних вимог належать:

- забезпечення необхідних геометричних розмірів;
- досягнення заданих параметрів шорсткості поверхні;
- забезпечення необхідної твердості поверхневого шару;

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стл. (р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		19

- суцільність і рівномірність нанесеного покриття;
- достатня міцність зчеплення відновленого шару з основним металом;
- забезпечення співвісності, симетричності, а також допустимих значень радіального та торцевого биття.

Для відновлення ступиць найбільшого поширення набули різні способи наплавлення, які забезпечують ефективне відновлення зношених поверхонь та необхідні фізико-механічні властивості металу. До основних способів належать:

- наплавлення в середовищі вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>);
- вібродугове наплавлення;
- наплавлення під шаром флюсу.

Зазначені способи доцільно застосовувати при величині зношування поверхонь понад 0,5 мм, оскільки вони забезпечують формування достатнього шару металу з необхідними експлуатаційними характеристиками. При незначному зношуванні, до 0,2 мм, більш ефективними є методи електромеханічного осадження та вигладжування, які дозволяють відновити поверхню з мінімальними тепловими деформаціями та високою якістю поверхневого шару.

Особливу увагу під час ремонту необхідно приділяти відновленню шліцьових поверхонь валів і ступиць, оскільки саме ці елементи забезпечують передавання крутного моменту та працюють у складних умовах контактного навантаження. Крім усунення дефектів, характерних для гладких валів, необхідно забезпечити відновлення профілю шліців, точності їх геометричних параметрів та необхідної міцності поверхневого шару.

Відновлення шліцьових поверхонь здійснюють різними способами наплавлення, серед яких найбільш поширеним є наплавлення дротом марки Нп-30ХГСА під шаром флюсу або в середовищі CO<sub>2</sub>. Використання даного матеріалу дозволяє отримати наплавлений шар з високими показниками міцності, зносостійкості та опору динамічним навантаженням.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн(Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		20

Для обґрунтування вибору способу відновлення проводиться аналіз технічних характеристик деталі та дефектів, який включає оцінювання:

- матеріалу деталі;
- твердості поверхневого шару;
- точності та шорсткості робочих поверхонь;
- величини й характеру дефектів;
- умов експлуатації деталі;
- можливості роботи поверхонь у спряженні;
- технічних і виробничих можливостей способів відновлення.

На основі проведеного аналізу та характеристик дефектів, наведених у таблиці 2.2, здійснюється вибір основних і допустимих способів усунення дефектів. При цьому враховуються не лише технічна ефективність способу відновлення, але й його економічна доцільність, продуктивність, складність реалізації та можливість забезпечення необхідного ресурсу відновленої деталі.

Таблиця 2.2 – Характеристика дефектів муфти фланця кардана

Найменування дефектів	Величина параметру, мм			Найменування операцій для відновлення
	По кресленню	Без ремонту	Допустимий знос	
1. Знос шліцьових пазів по ширині	$5^{+0,0,0,8}$	5,15	0,35	Вібродугове наплавлення, точіння, довбання
2. Пошкодження різьби	Вм'ятини, забоїни, викришування і зрив більше двох ниток різьби не допускається			Вібродугове наплавлення, точіння, нарізання різьби

Ступиця муфти працює в умовах дії значних радіальних і змінних динамічних навантажень, що виникають у процесі передавання крутного моменту та взаємодії елементів механізму. У процесі експлуатації найбільшому навантаженню піддаються посадочні поверхні та шліцьові

						КРБ.133ГМ бд2023[2](ст.3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата			21

з'єднання, які є основними зонами концентрації контактних напружень і, відповідно, джерелами інтенсивного зношування.

Аналіз технічного стану деталі показав, що основними дефектами ступиці муфти є:

- знос шліцьових пазів по ширині під вісь шнеку праву;
- задири та заусениці на робочій поверхні під притискне кільце;
- локальні пошкодження поверхневого шару, що погіршують точність спряження та експлуатаційні характеристики деталі.

Наявність зазначених дефектів призводить до збільшення зазорів у спряженні, погіршення умов передавання навантажень, виникнення додаткових ударних навантажень і зниження надійності роботи вузла в цілому. Тому відновлення працездатності ступиці муфти потребує застосування технологічних операцій, здатних забезпечити відновлення геометричних параметрів, точності та зносостійкості робочих поверхонь.

Для усунення виявлених дефектів обрано комплекс технологічних способів відновлення, до складу якого входять:

- вібродугове наплавлення;
- чорнове та чистове точіння;
- протягування шліцьових пазів.

Вібродугове наплавлення застосовується для компенсації зношування поверхонь шляхом нанесення додаткового шару металу. Даний спосіб забезпечує достатню продуктивність процесу, високу міцність зчеплення наплавленого металу з основою та можливість відновлення поверхонь складної конфігурації з мінімальними тепловими деформаціями.

Після наплавлення виконуються операції чорнового та чистового точіння, метою яких є видалення надлишкового шару металу, відновлення правильної геометричної форми поверхонь, забезпечення необхідної точності розмірів і параметрів шорсткості. Чорнова обробка забезпечує попереднє формування поверхні, тоді як чистове точіння дозволяє отримати остаточні розміри та якість поверхневого шару відповідно до технічних вимог.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн(Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		22

Для відновлення шліцьових пазів використовується операція протягування, яка забезпечує високу точність профілю шліців, стабільність геометричних параметрів і необхідну чистоту обробленої поверхні. Застосування даного способу дозволяє забезпечити надійне спраження деталей і відновити працездатність вузла.

Ремонтне креслення деталі є одним із основних документів техніко-економічної документації на відновлення деталі. Воно містить повний обсяг інформації, необхідної для підготовки ремонтного виробництва, виконання технологічного процесу та контролю якості відновленої деталі. На основі ремонтного креслення здійснюється розроблення технологічного маршруту, вибір обладнання, оснащення та методів контролю.

Ремонтні креслення розробляються відповідно до технічного завдання на створення технологічного процесу відновлення. Основним призначенням таких креслень є забезпечення розроблення раціонального технологічного процесу, визначення вимог до відновленої поверхні та організація контролю якості після виконання ремонтних операцій.

Вихідними даними для розроблення ремонтного креслення є:

- робоче креслення деталі або креслення деталі імпортного обладнання;
- технічні вимоги на ремонт машини та дефектування деталі;
- перелік виявлених дефектів і їх характеристика.

У технічних вимогах на ремонт наводиться ескіз деталі або складальної одиниці з позначенням місць розташування дефектів, їх характеру та ступеня зношування. Крім того, зазначаються допустимі розміри робочих поверхонь, вимоги до точності та шорсткості, а також способи і засоби контролю параметрів після відновлення.

Таким чином, розроблення ремонтного креслення та вибір раціонального технологічного процесу відновлення ступиці муфти забезпечують можливість відновлення її експлуатаційних характеристик,

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стр. 4р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		23

підвищення надійності роботи вузла та продовження ресурсу деталі в умовах подальшої експлуатації.

Ремонтне креслення муфти фланця кардана представлено на другому аркуші А1 графічної частини.

В даному розділі проведено детальний опис складальної одиниці для розробки схеми складання, а також проведено дефектування деталі для відновлення, де вказано величину зносу та вибір способів відновлення.

### 2.3. Розробка технологічного процесу відновлення муфти фланця кардана КЗС-9-1

У даному розділі кваліфікаційної роботи бакалавра виконано розроблення технологічного процесу відновлення деталі, що включає проведення технологічних розрахунків для збраного способу відновлення, підбір технологічного обладнання, інструменту та матеріалів, нормування технологічних операцій усунення дефектів, а також сформування комплексу технологічної документації відповідно до вимог чинних стандартів.

Під час формування технологічного маршруту визначається раціональна послідовність виконання технологічних операцій, яка повинна забезпечувати отримання відновленої деталі з параметрами, що відповідають вимогам робочого креслення, технічним умовам та експлуатаційним характеристикам. Побудова маршруту здійснюється з урахуванням конструктивних особливостей деталі, характеру дефектів, технологічних можливостей обладнання та економічної доцільності застосування обраного способу відновлення.

На початковому етапі технологічного процесу передбачаються операції зі створення або відновлення технологічних баз, необхідних для забезпечення точності подальшої механічної обробки та взаємного розташування поверхонь. Перед нанесенням металевих покриттів або виконанням операцій нарощування здійснюється підготовка зношених поверхонь, яка включає

					КРБ.133ГМ бд2023[2](ст. Ср).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		24

видалення дефектних шарів металу, усунення залишкових пошкоджень, відновлення геометричної форми поверхонь (циліндричності, прямолінійності, співвісності) та формування необхідної шорсткості. Такі операції забезпечують підвищення адгезії нанесеного шару та стабільність подальшого технологічного процесу.

Після виконання підготовчих робіт реалізуються основні операції відновлення, до яких належать народування матеріалу, чорнова механічна обробка, термічна обробка або гартування (за необхідності), чистова та оздоблювальна обробка поверхонь. Завершальним етапом технологічного процесу є контроль якості, під час якого перевіряються геометричні параметри, точність розмірів, шорсткість поверхонь, твердість та інші показники, визначені технічною документацією.

Під час розроблення технологічного маршруту особливу увагу приділяють операціям, спрямованим на усунення або зниження негативного впливу енергетичної дії технологічних процесів, зокрема теплових деформацій, внутрішніх напружень і структурних змін матеріалу. Для цього можуть передбачатися проміжні операції термічної стабілізації, відпуску або механічного вирівнювання поверхонь.

Подальша механічна обробка організується таким чином, щоб у першу чергу оброблялися поверхні, при видаленні металу з яких жорсткість деталі зменшується мінімально. Такий підхід дозволяє знизити ризик виникнення прогинів, деформацій і вібрацій під час обробки інших поверхонь, що позитивно впливає на точність та якість відновлення. Поверхні з незначними пошкодженнями, зокрема різьбові елементи, обробляються на завершальних етапах технологічного процесу.

Розроблення операцій технологічного процесу відновлення деталі передбачає комплексне вирішення таких основних завдань:

- визначення змісту технологічних операцій та встановлення раціональної послідовності переходів;

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн. (Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		25

- вибір матеріалів, технологічного оснащення, ріжучого та вимірювального інструменту;
- вибір і розрахунок режимів обробки;
- визначення норм часу та трудомісткості виконання операцій;
- забезпечення необхідної точності, якості поверхонь і експлуатаційної надійності відновленої деталі;
- забезпечення економічної ефективності та технологічності процесу відновлення.

Таким чином, розроблений технологічний процес відновлення деталі повинен забезпечувати досягнення необхідних технічних характеристик виробу, стабільність якості виконання операцій та раціональне використання виробничих ресурсів.

Вихідні дані:

1. Назва та номер деталі – муфта фланця кардана комбайна КЗС-9-1 «Славутич»

2. Назва дефекту:

- 1) знос шліцьових пазів по ширині;
- 2) пошкодження різьби.

3. Спосіб відновлення: ручне наплавлення поверхонь 1, 2.

Проектуємо процес наплавлення шліцьових пазів ручним електродуговим наплавленням змінним струмом.

Вибираємо діаметр електрода  $d_e = 3$  мм [1].

Визначаємо силу струму наплавки за формулою:

$$I_p = \beta \cdot d_e, \quad (2.1)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт щільності струму  $\beta = 40 \dots 60$  А/мм.

$$I_p = 40 \cdot 3 = 120 \text{ А.}$$

Правильність сили струму перевіряємо за коефіцієнтом добротності  $D$ , який визначаємо за формулою:

$$D = \frac{I_M}{I_p}, \quad (2.2)$$

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стр. 5р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		26

де  $I_M$  – струм короткого замикання трансформатора ТС-300, до 200 А.

$$D = \frac{200}{120} = 1,7.$$

Визначаємо робочу напругу зварювання за формулою:

$$U_p = \alpha + k \cdot l, \quad (2.3)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт падіння напруги на електроді, для наплавочних електродів  $\alpha = 10 \dots 12$ ;

$k$  – падіння напруги визначення до 1 мм довжини дуги,  $k = 3 \dots 5$ ;

$l$  – довжина наплавочної дуги,  $l = \frac{d_e}{2} + 1$ ;  $l = \frac{3}{2} + 1 = 2,5$ .

Тоді:

$$U_p = 11 + 4 \cdot 2,5 = 21 \text{ В.}$$

Коефіцієнт наплавлення, який характеризує питомі показники швидкості наплавлення, визначаємо за формулою:

$$K_H = 2,3 + 0,065 \frac{I_p}{d}, \quad (2.4)$$

$$K_H = 2,3 + 0,065 \frac{120}{2} = 4,9 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{год}}$$

Швидкість наплавлення визначаємо за формулою:

$$V_H = \frac{K_H I_p}{100 \cdot F \cdot \gamma}, \quad (2.5)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу наплавочного волокна,  $\text{мм}^2$ ;

$\gamma$  – густина металу шва.

Далі визначаємо операційний час наплавлення:

$$T_o = \frac{L}{V_H} \cdot i, \quad (2.6)$$

де  $L$  – довжина наплавлюваної поверхні, м;

$i$  – кількість проходів.

$$T_o = \frac{0,08}{1,5} \cdot 2 = 0,11 \text{ год.}$$

Далі розраховуємо режими технічного обробітку нарощеної поверхні.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](ст.3р).021.00.000 ПЗ	Арк. 27
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Проводимо токарний обробіток поверхні 1.

Швидкість різання розраховуємо за формулою [3]:

$$V_p = \frac{C_v}{t^x \cdot S^{yx} \cdot T^m}, \quad (2.7)$$

де  $t$  – різання, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$T$  – стійкість різця, хв.

Для чорнового точіння:

$$V_{p1} = \frac{42}{0,18^{0,18} \cdot 0,2^{0,27} \cdot 90^{0,15}} = 32 \text{ м / хв.}$$

Для чистового точіння:

$$V_{p1} = \frac{42}{0,5^{0,18} \cdot 0,1^{0,27} \cdot 90^{0,15}} = 45 \text{ м / хв.}$$

Частота обертання шпинделя токарно-гвинторізного верстату розраховуємо за формулою [7]:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D}, \quad (2.8)$$

де  $D$  – діаметр деталі, мм.

Для чорнового точіння:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 32}{3,14 \cdot 44} = 231 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо  $n_1 = 250 \text{ хв}^{-1}$ .

Для чистового точіння:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 44} = 325 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо  $n_1 = 370 \text{ хв}^{-1}$ .

Розраховуємо операційний час токарного обробітку за формулою [3]:

$$T_o = \frac{l \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.9)$$

де  $l$  – довжина ходу різця, мм;

$i$  – кількість проходів.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стл.1р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		28

Довжина ходу різця розраховуємо за формулою:

$$l = l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.10)$$

де  $l_1$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$l_2$  – довжина врізання інструменту, мм;

$l_3$  – довжина виходу інструмента, мм;  $l_3 = 2 \dots 5$  мм.

Довжина врізання інструмента визначаємо за формулою [4]:

$$l_2 = \frac{t}{t_g \cdot \varphi}, \quad (2.11)$$

де  $\varphi$  – головний кут в плані різця.

$$l_2 = \frac{0,1}{10} = 0,1 \text{ мм.}$$

Тоді  $l = 84 + 0,1 + 3 = 87,1$  мм.

Розраховуємо час обробітку:

Час новий обробіток:

$$T_o = \frac{87,1}{250 \cdot 0,1} = 1,7 \text{ хв.}$$

Чистовий обробіток:

$$T_{oz} = \frac{87,1}{370 \cdot 0,1} = 2,3 \text{ хв.}$$

Далі проводимо обробіток поверхні на довальному верстаті. Швидкість різця розраховуємо використовувачи формулу (3.7):

$$V_p = \frac{55}{2^{0,18} \cdot 0,2^{0,27} \cdot 0,00^{0,15}} = 41,4 \text{ м / хв.}$$

Розраховуємо операційний час довального обробітку поверхні:

$$T_o = \frac{L}{V_p} \cdot i, \quad (2.12)$$

де  $L$  – довжина ходу ріжучого інструменту, м;

$i$  – кількість проходів.

Довжина ходу різця розраховуємо за формулою:

$$l = l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.13)$$

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн. (3р)).021.00.000 ПЗ	Арк. 29
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

де  $l_1$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$l_2$  – довжина врізання інструменту, мм;

$l_3$  – довжина виходу інструмента, мм;  $l_3 = 2 \dots 5$  мм.

Довжина врізання інструмента визначаємо за формулою [5]:

$$l_2 = \frac{t}{t_g \cdot \varphi}, \quad (2.11)$$

де  $t_g \varphi$  – головний кут в плані різця

$$l_2 = \frac{0,1}{10} = 0,01 \text{ мм.}$$

Тоді  $l = 84 + 0,1 + 5 = 89,1 \text{ мм.}$

$$T_o = \frac{89,1}{41,4} \cdot 16 = 34,4 \text{ хв.}$$

Пропонуємо процес наплавлення поверхні 2 електродуговим наплавленням змінним струмом.

Вибірємо діаметр електрода  $d_e = 3$  мм [5].

Визначаємо силу струму наплавлення за формулою (2.1):

$$I_p = 40 \cdot 3 = 120 \text{ А.}$$

Правильність сили струму, робочу напругу, коефіцієнт наплавлення визначаємо за формулами (2.2; 2.3; 2.4):

$$C = \frac{200}{120} = 1,7.$$

$$U_p = 11 + 4 \cdot 2,5 = 21 \text{ В.}$$

$$K_n = 2,3 + 0,065 \frac{120}{3} = 4,9 \frac{\text{р}}{\text{А} \cdot \text{год}}$$

Швидкість наплавлення визначаємо за формулою (2.5):

$$V_n = \frac{4,9 \cdot 120}{100 \cdot 0,7 \cdot 7,9} = 1,1 \frac{\text{м}}{\text{год}}$$

Далі розраховуємо режими обробітку наплавленої поверхні. Проводимо токарний обробіток поверхні 2. Швидкість різання розраховуємо за формулою (2.7).

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стп.(Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докum	Підпис	Дата		30

Для чорнового точіння:

$$V_{P1} = \frac{42}{1,5^{0,18} \cdot 0,2^{0,27} \cdot 90^{0,15}} = 30,9 \text{ м / хв.}$$

Для чистового точіння:

$$V_{P1} = \frac{42}{1^{0,18} \cdot 0,1^{0,27} \cdot 90^{0,15}} = 40 \text{ м / хв.}$$

Частота обертання шпинделя токарно-гвинторізного верстату розраховуємо за формулою (2.8):

Для чорнового точіння:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 30,9}{3,14 \cdot 56} = 175 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо  $n_1 = 250 \text{ хв}^{-1}$ .

Для чистового точіння:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 56} = 227,4 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо  $n_1 = 250 \text{ хв}^{-1}$ .

Швидкість різання при нарізанні різьби розраховуємо за формулою (2.7):

$$V_P = \frac{42}{3,5^{0,18} \cdot 3^{0,27} \cdot 90^{0,15}} = 16 \text{ м / хв.}$$

Частота обертання шпинделя токарно-гвинторізного верстату розраховуємо за формулою (3.8):

$$n = \frac{1000 \cdot 16}{3,14 \cdot 56} = 90 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо  $n = 90 \text{ хв}^{-1}$ .

Розраховуємо операційний час нарізання різьби за формулою (3.9):

$$T_o = \frac{16}{90 \cdot 3} \cdot 4 = 0,23 \text{ год.}$$

Маршрутна карта на відновлення і збирання деталі описується в технологічному процесі. Операційна карта на відновлення і складання деталі наводиться в графічній частині.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн(зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		31

## 2.4. Вибір обладнання, інструментів, пристосувань та матеріалів для відновлення деталі

Вибір технологічного обладнання є одним із ключових етапів розроблення процесу відновлення деталей, оскільки саме від характеристик обладнання залежить забезпечення необхідної точності обробки, продуктивності виконання операцій та якості відновленої поверхні. Підбір обладнання здійснюється з урахуванням конструктивних особливостей деталі, прийнятого способу відновлення, технічних вимог ремонтного креслення та умов виробництва.

Під час вибору обладнання необхідно дотримуватись таких основних умов:

1. Обладнання повинно забезпечувати формування відновлених поверхонь відповідно до встановлених технічних вимог щодо точності розмірів, геометричної форми, взємного розташування поверхонь, шорсткості та фізико-механічних властивостей.

2. Габаритні розміри та конструктивні параметри обладнання повинні відповідати розмірам і масі відновлюваної деталі, забезпечуючи можливість її надійного встановлення, базування та закріплення під час виконання технологічних операцій.

3. Використання вибраного обладнання повинно бути технічно та економічно доцільним, забезпечуючи максимальну продуктивність, мінімальні витрати часу й ресурсів, а також ефективність виконання технологічного процесу порівняно з альтернативними варіантами.

Вибір технологічного оснащення здійснюється на основі аналізу можливості реалізації технологічного процесу з урахуванням технічних вимог до деталі, характеристик обладнання та конструктивних особливостей відновлюваних поверхонь. До технологічного оснащення належать пристрої для базування та закріплення деталей, спеціальні оправки, пристосування,

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стп. (р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		32

ріжучий і вимірювальний інструмент, а також допоміжні засоби, необхідні для забезпечення стабільності та точності технологічного процесу.

Під час підбору обладнання враховують вид виконуваної обробки, необхідну точність і шорсткість поверхні, продуктивність обладнання, економічність виконання операцій, а також технічні характеристики верстатів та установок. До основних параметрів, які аналізуються при виборі обладнання, належать:

- габаритні характеристики (висота центрів, відстань між центрами, розміри робочої зони тощо);
- кінематичні параметри (частота обертання шпинделя, діапазон подач, швидкість переміщення робочих органів);
- потужність приводу та жорсткість конструкції;
- можливість реалізації прийнятої схеми базування та закріплення деталі;
- рівень автоматизації та універсальність обладнання;
- надійність, ремонтпридатність і безпечність експлуатації.

Важливим критерієм вибору обладнання є забезпечення стабільності технологічного процесу та мінімізації впливу деформацій, вібрацій і похибок обробки на якість відновлення. У випадках відновлення відповідальних або високоточних деталей перевага надається обладнанню з підвищеною жорсткістю та точністю позиціонування.

Таким чином, раціональний вибір технологічного обладнання та оснащення забезпечує ефективну реалізацію процесу відновлення деталей, підвищення якості виконання технологічних операцій, скорочення виробничих витрат і забезпечення необхідних експлуатаційних характеристик відновлених деталей.

Технологічне оснащення повинне по можливості підбиратися стандартизованих типорозмірів із зазначенням загальноприйнятих позначень.

Для наплавлення під шаром флюсу використовують голівки для наплавлення А 384, А 409, АВС, які встановлюють на токарні верстати або

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стп.Зр).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		33

спеціалізовані наплавочні напівавтомати типів А580М, А1408, А1409 і ін.

Апарат А580М встановлюється на супорті будь-якого токарного верстата, який відповідає габаритам відновлюваних деталей і оснащеного редуктором для зниження частоти обертання. Подовжнє переміщення голівки здійснюється за допомогою супорта верстата.

Вибір матеріалів та визначення норм їх витрати є важливим етапом розроблення технологічного процесу відновлення деталей, оскільки від правильності підбору матеріалів значною мірою залежать якість відновлення, експлуатаційна надійність деталі та економічна ефективність ремонтного виробництва.

Таблиця 2.1 – Відомість обладнання та пристосувань для відновлення деталей

Найменування операції	Найменування обладнання, пристосування та інструменту	Марка, позначення
Вібродугове наплавлення	Установка для ВДН	
	Голівка для наплавки на внутрішні поверхні	ОКС
	Видлячач	ВДУ-506У
	Дріт	Нп-30ХГСА
	Флюс	АН-348А
	Патрон 3х кулачковий	
	Центр	
Токарна	Штангенциркуль	ШЦ-ІІ-250-0,05
	Токарно-гвинторізний верстат	1К62
	Патрон 3-х кулачковий	
	Центр	
	Різець прохідний	Т5К10
Довбання	Штангенциркуль	ШЦ-ІІ-250-0,05
	Мікрометр	ММ 50-2
	Торцювально-протягувальний верстат	7Б55
	Набір шаблонів (для контролю)	

За функціональним призначенням матеріали, що застосовуються під час відновлення деталей, поділяються на основні та допоміжні. До основних матеріалів належать матеріали, які безпосередньо формують відновлений шар

або забезпечують відновлення геометричних параметрів деталі. До них відносять наплавний дріт, стрічки, металеві порошки, присадкові матеріали, покриття електродів тощо. Допоміжні матеріали використовуються для забезпечення стабільності технологічного процесу та покращення якості виконання робіт. До них належать флюси, захисні та технологічні гази, охолоджувальні рідини, мийні засоби та інші технологічні матеріали.

Вибір матеріалів здійснюється з урахуванням способу відновлення, конструктивних особливостей деталі, умов її експлуатації та вимог ремонтного креслення. Застосовані матеріали повинні забезпечувати необхідні механічні властивості відновленої поверхні, зносостійкість, міцність зчеплення нанесеного шару з основним металом, а також відповідність геометричних і фізико-механічних параметрів установленим технічним вимогам.

Сучасні технології відновлення деталей характеризуються широким спектром використовуваних матеріалів, що дозволяє ефективно відновлювати деталі різного конструктивного виконання та призначення. Відомості щодо призначення, складу технологічних властивостей і режимів застосування матеріалів наводяться у спеціалізованій довідковій, нормативній та навчальній літературі, а також у технічній документації виробників матеріалів.

Норма витрати основних і допоміжних матеріалів визначається з метою забезпечення раціонального використання ресурсів та планування виробничих витрат. Розрахунок норм витрати може виконуватись різними методами, серед яких найбільш поширеними є дослідно-експериментальний та статистичний методи.

Дослідно-експериментальний метод базується на проведенні практичних випробувань або виробничих експериментів, у процесі яких визначають фактичну витрату матеріалів за конкретних умов виконання технологічного процесу. Такий метод забезпечує високу точність визначення норм, проте потребує додаткових часових і матеріальних витрат.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн. (3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		35

Статистичний метод ґрунтується на аналізі фактичних даних експлуатації та результатів виконання аналогічних технологічних процесів у виробничих умовах. Він дозволяє встановити усереднені норми витрати матеріалів на основі накопиченої статистичної інформації.

У практиці ремонтного виробництва допускається визначення норм витрати матеріалів на основі типових технологічних процесів, галузевих нормативів або літературних джерел, із подальшим коригуванням та перерахунком отриманих значень відповідно до конструктивних параметрів конкретної деталі, розмірів зношування та прийнятого способу відновлення.

Таким чином, обґрунтований вибір матеріалів і правильне визначення норм їх витрати забезпечують стабільність технологічного процесу, підвищення якості відновлення деталей, зниження матеріальних витрат та підвищення економічної ефективності ремонтного виробництва.

Норма витрати дроту для наплавлення розраховується окремо на кожну наплавлену поверхню по формулі:

$$m = 0,1 \cdot h \cdot F_{нов} \cdot \gamma \cdot K_1, \quad (2.14)$$

де  $m$  – маса дроту, що витрачається на наплавлення поверхні, г;  $h$  – товщина наплавленого шару, мм;  $F_{нов}$  – площа наплавленої поверхні, см<sup>2</sup>;  $\gamma$  – питома маса наплавленого матеріалу,  $\gamma = 7,8$  г/см<sup>2</sup>;  $K_1$  – коефіцієнт, що враховує витрати матеріалу на розбризування,  $K_1 = 1,15$ .

Для поверхні 1:  $m = 0,1 \cdot 0,9 \cdot 80 \cdot 7,8 \cdot 1,15 = 60$  г.

## 2.5. Розробка технологічної документації процесу відновлення

Комплект технологічної документації на процес відновлення деталей формується відповідно до вимог нормативно-технічної документації та повинен забезпечувати повний опис технологічного процесу, засобів оснащення, параметрів виконання операцій і методів контролю якості. До складу комплексу входять такі документи.

- титульний аркуш;
- відомість технологічних документів;

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стр. 1р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змін	Арк	№ докум	Підпис	Дата		36

- відомість оснащення;
- маршрутна карта;
- операційні карти на основні технологічні операції;
- операційна карта контролю.

Титульний аркуш (ТЛ) є основним документом комплексу технологічної документації та призначений для ідентифікації технологічного процесу ремонту виробу або відновлення деталі. У титульному аркуші зазначаються найменування виробу, позначення документації, підприємство-розробник, відповідальні особи, а також інші реквізити, передбачені чинними стандартами.

Відомість технологічних документів (ВТД) використовується для відображення повного переліку документів, що входять до складу технологічного процесу ремонту або відновлення деталі. Документ забезпечує систематизацію технологічної документації та спрощує її облік, перевірку й супровід у процесі виробництва.

Відомість оснащення (ВО) призначена для обліку технологічного оснащення, необхідного під час виконання операцій технологічного процесу. У документі наводяться дані про застосовувані пристрої, інструмент, контрольно-вимірювальні засоби, спеціальне оснащення та допоміжне обладнання.

Маршрутна карта (МК) є документом маршрутного або маршрутно-операційного опису технологічного процесу. У ній встановлюється послідовність виконання технологічних операцій із зазначенням обладнання, технологічного оснащення, режимів обробки, норм витрат матеріалів та трудомісткості виконання робіт. Маршрутна карта забезпечує узгодженість виконання всіх етапів відновлення деталі та є базовим документом для організації виробничого процесу.

Операційна карта (ОК) призначена для детального опису окремої технологічної операції. У документі визначається послідовність виконання переходів, наводяться параметри технологічних режимів, використовуване

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн. (Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		37

оснащення, інструмент, контрольні параметри та норми часу. Операційні карти застосовуються переважно під час розроблення одиничних і дрібносерійних технологічних процесів, де необхідна підвищена деталізація виконання робіт.

Під час оформлення технологічної документації необхідно дотримуватись установлених вимог щодо заповнення граф і внесення інформації. Записи виконуються відповідно до вимог чинних стандартів і нормативної документації, зокрема ДСТУ. Основні вимоги до оформлення документів полягають у такому:

- кожний рядок документа умовно поділяється по горизонталі на дві частини; інформація вноситься лише в нижню частину рядка, тоді як верхня залишається резервною для можливого внесення змін або коригувань;
- записи повинні виконуватись чітко та не перетинати лінії граф документа;
- допускається використання стандартизованих скорочень і умовних позначень, регламентованих ДСТУ;
- незаповнені графи свідчать про наявність відповідної інформації в інших документах комплекту; за відсутності необхідних даних у графі проставляється прочерк довжиною 4–5 мм;
- внесення інформації здійснюється построчно з обов'язковим застосуванням службових символів, які визначають вид і структуру записуваних даних;
- допускається не повторювати службові символи в наступних рядках, якщо вони стосуються тієї самої операції та містять аналогічний тип інформації.

Такий підхід до оформлення технологічної документації забезпечує уніфікацію структури документів, підвищує зручність їх використання у виробничих умовах та сприяє зниженню ймовірності помилок під час реалізації технологічного процесу відновлення деталей.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн.Зр).021.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Отже, правильно сформований комплект технологічної документації є необхідною умовою ефективної організації процесу відновлення деталей та ремонту виробів. Наявність структурованих і нормативно оформлених документів забезпечує чітку послідовність виконання технологічних операцій, раціональне використання обладнання та оснащення, а також підвищує рівень контролю якості виконуваних робіт.

Застосування маршрутних та операційних карт дозволяє стандартизувати виробничий процес, забезпечити повторюваність технологічних режимів і знизити ймовірність виникнення технологічних помилок. Крім того, дотримання вимог ДСТУ під час оформлення документації сприяє уніфікації технологічних процесів, покращує взаємодію між виробничими підрозділами та покращує супровід документації на всіх етапах експлуатації й ремонту виробів.

Таким чином, технологічна документація виступає не лише інформаційною основою виробничого процесу, а й важливим інструментом забезпечення технічної надійності, економічної ефективності та стабільної якості відновлення деталей.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стт(39)).021.00.000 ПЗ	Арк. 39
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

### 3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА

#### 3.1. Призначення, будова і принцип дії пристосування

При розподільному збиранні зернової культури скошують у валки начіпними жатками, які навішуються на комбайни КЗС-9-1 «Славутич». Але такий варіант машинно-тракторного агрегату має суттєві недоліки: так збільшується ущільнення ґрунту, за рахунок великої ваги агрегату (близько 90 кН); двигун завантажений лише на 25-30%, перевитрачається паливо; зношуються вузли та деталі доволі недешевого комбайна.

Такі недоліки можливо усунути при використанні агрегату на базі трактора класу 14 кН і жатки. За основу взятий трактор ЮМЗ-6КЛ і начіпна жатка ЖВН-6А.

Агрегування здійснюється наступним чином. Жатку навішують на трактор за допомогою підйомної рами, взятої від начіпного копновозу КУН-10, до якої жатку під'єднують як і до похилої номери комбайна. З'єднання здійснюється за допомогою кронштейна прикріпленого до рами за допомогою чотирьох хомутів 6, а вже до кронштейна під'єднується жатка як до похилої камери. Тяги 4 довжиною 970 мм із сталевого дротка діаметром 10 мм одним кінцем з'єднують через вушко з рамою жатки, а другим – з пружинними блоками 2, які закріплені на жатці і стояками 3 копновоза.

Щоб досягти рівноваги, на начіпному пристрої трактора підвішений ківш 7, з вантажем масою 1300-1500 кг, при цьому ківш піднімають вгору до кінця і закріплюють.

Робочі органи жатки приводять в рух від валу відбору потужності (ВВП) трактора через ланцюгову передачу, шарнірно-телескопічні вали 10 і кінцевий редуктор.

Всі деталі приводу взяті від відомих агрегатів або машин. В системі приводу жатки обов'язково повинна бути запобіжна муфта. Її розміщуємо на відомій зірочці ланцюгової передачі. Трубу рами жатки з'єднуємо з вушком

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стп. (р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		40

рами копновоза за допомогою тягового ланцюга, виготовленого з проволочи діаметром не менше 8 мм. Ці гнучкі елементи повинні мати деякий запас довжини, тоді жатка буде копіювати нерівності поля в повздовжньому і поперечному напрямках, а ланцюги при підніманні в транспортне положення будуть утримувати її так, щоб рамки кронштейна 8 не сходили з реборд на рамі жатки.

Блоки пружин натягують так же, як і при навісці жатки на комбайн. Натяг встановлюємо таким, щоб копіювальні башмаки можна було підтягти над ґрунтом із зусиллям не більше 300 Н.

Щоб тягу 1 блока легше було з'єднати з кронштейном рами копновоза, після встановлення ланцюга 5 жатку необхідно рівняти над ґрунтом так, щоб телескопічний вал не торкався вихлопної труби трактора.

Положення мотовила і частоту його обертання змінюють за допомогою гідравлічної системи трактора. Внаслідок значної віддаленості кабіни трактора від жатки огляд її робочих органів дещо погіршується. Тому праву надстановку вітрового щитка розміщуємо на стояках із зазором 300 мм від щита. Решта зон (положення мотовила, вивантажувальне вікно жатки, стерня з обок боків) проглядаються. Порушення процесу зрізу і подачі стебла у вигрузне вікно легко визначити.

Агрегат має високу маневреність. Під час роботи на дуже полеглих і засмічених полях технічні можливості жатки з пелюньною начіпкою на трактор не погіршуються. Щоб уникнути попадання пилу і рослинних решток капот перед радіатором закривають марлевою тканиною.

### 3.2. Статичний розрахунок агрегату

Під час використання агрегату ЮМЗ-6КЛ+ЖВН-6А виникає питання про те, які зусилля буде на передній вісі трактора, який тиск буде на шини передніх коліс внаслідок фронтального зачеплення жатки. З цією метою проводимо статичний розрахунок агрегату.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн(Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		41

Нам відомо, що вага ковша з вантажем: 13...15 кН, вага трактора з націпленою на нього рамою від копногоза КУН-10 та кронштейнами складає: 33,7 кН, жатки – 7,8 кН, розміри по схемі (рис. 1) приймаємо:  $a = 1,02$  м;  $b = 1,16$  м;  $c = 1,21$  м;  $d = 1,7$  м

Складіємо рівняння рівноваги по даній схемі.

Сума моментів відносно точки А

$$\sum M_A = G_{\text{ж}}(b+c+d) - R_{\text{в}}(b+c) + G \cdot b - G_{\text{к}} \cdot a = 0,$$

де  $G_{\text{ж}}$  – вага жатки, кН;

$R_{\text{в}}$  – реакція передніх колес, кН;

$G$  – вага трактора, кН;

$b$  – відстань від вісі задніх колес до центра ваги трактора, м;

$c$  – відстань від центра ваги трактора до вісі передніх колес, м;

$d$  – відстань від вісі передніх колес до центра ваги жатки, м;

$a$  – відстань від центра ваги ковша до осі задніх колес, м.



Рисунок 3.1 - Схема дій сил на агрегат.

Звідси знаходимо реакцію передніх колес:

$$R_{\text{в}} = \frac{G_{\text{ж}}(b+c+d) + G \cdot b - G_{\text{к}} \cdot a}{b+c} \quad (3.1)$$

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн.(3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		42

$$R_B = \frac{7,8(1,16+1,21+1,70)+33,7 \cdot 1,16 - 13 \cdot 1,02}{1,16+1,21} = 24,294 \text{ кН.}$$

З метою перевірки складеного нами рівняння визначимо реакцію задніх колес  $R_a$ .

Сума моментів відносно точки В.

$$\sum M_B = G_{ж} \cdot d + R_a (b+c) - G \cdot c - G_k (a+b+c). \quad (3.2)$$

Звідси знаходимо реакцію опори.

$$R_a = \frac{G_k (a+b+c) + G \cdot c - G_{ж} \cdot d}{b+c}, \quad (3.3)$$

$$R_a = \frac{13 \cdot (1,02+1,16+1,21) + 33,7 \cdot 1,21 - 7,8 \cdot 1,70}{1,16+1,21} = 30,205 \text{ кН.}$$

Зробимо перевірку нашого рівняння відносно вісі у.

Сума проєкцій всіх сил на вісь у повинна дорівнювати нулю.

$$-13 + 30,205 - 33,7 + 24,994 - 7,8 = 0.$$

Рівняння складено вірно.

Після комплектування агрегату уточнюється вага балансу в ковші.

### 3.3. Розрахунок кронштейну

Під час експлуатації даного агрегату виникає питання про те, чи витримає він критичні навантаження. З цією метою проведемо перевірочний розрахунок кронштейнів.

За вихідні дані приймемо відстані в розрахунковій схемі:  $a = 0,53 \text{ м}$ ,  $b = 0,355 \text{ м}$  (із креслення кронштейна).

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стл.1р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		43

На даний кронштейн діє сила  $P$ , яка обумовлена вагою жатки і зрізаних стебел на транспортері, а також додаткового навантаження  $P = 24$  кН.

Складаємо рівняння рівноваги у вигляді суми моментів усіх сил відносно точки  $A$ .

$$\sum M_A = P \cdot a - R_B \cdot (a + v) = 0 \quad (3.4)$$

$$R_B = \frac{R \cdot a}{a + v} \quad (3.5)$$

$$R_B = \frac{24,0 \cdot 0,53}{0,53 + 0,355} = 14,373 \text{ кН.}$$

Складаємо рівняння рівноваги моментів усіх сил відносно точки  $B$ .

$$\sum M_B = R_A \cdot (a + v) = 0, \quad (3.6)$$

$$R_A = \frac{P \cdot v}{a + v} \quad (3.7)$$

$$R_A = \frac{24,0 \cdot 0,355}{0,53 + 0,355} = 9,627 \text{ кН.}$$

Для перевірки вірності знайдених значень  $R_A$  і  $R_B$  складаємо рівняння:

$$\sum y = R_A + R_B - P = 0, \quad (3.8)$$

$$9,627 + 14,373 - 24,000 = 0.$$

Отже, реакція опор знайдена вірно.

Балка, яку ми розглядаємо, має дві ділянки.

Складаємо вираз для поперечної сили  $Q$  і моменту згину

$$Q = \sum y_{\text{лів}} = -\sum y, \quad (3.9)$$

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн.(3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		44

де  $\sum y_{\text{лів}}$  - сума зовнішніх сил прикладених до лівої частини бруса, на нормаль до його поздовжньої вісі, проведена в попередньому перерізі (ця нормаль розміщена в площині дій зовнішніх сил);

$\sum y$  - сума проєкцій на цю ж нормаль всіх зовнішніх сил, прикладених до правої частини бруса.

Рисунок 3.2 - Схема до статичного розрахунку кривитейна.

$$M = \sum M_{\text{лів}} = -\sum M_{\text{пр}} \quad (3.10)$$

де  $\sum M_{\text{лів}}$  і  $\sum M_{\text{пр}}$  - сума моментів відносно центральної вісі цього перерізу усіх зовнішніх сил, прикладених відносно до лівої і правої частини бруса.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн(3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		45

Відрізок I ( $0 \leq x \leq a$ )

$$Q^I = \sum y_{\text{лів}} = R_A = \frac{P \cdot b}{a + b}, \quad (3.11)$$

$$Q^I = \frac{24,0 \cdot 0,355}{0,53 + 0,355} = 9,627 \text{ кН.}$$

$$M^I = \sum M_{\text{лів}} = R_A \cdot x = \left( \frac{P \cdot b}{a + b} \right) x, \quad (3.12)$$

При  $x = 0$ ,  $M^I = 0$ .

При  $x = a$ ,

$$M^I = M^{\text{I}} = 9,627 \cdot 0,53 = 5,102 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Для відрізка II знайдемо значення  $Q^{\text{II}}$ :

$$Q^{\text{II}} = \sum y = -R_B = -\frac{P \cdot a}{a + b} \quad (3.13)$$

$$Q^{\text{II}} = -\frac{24,0 \cdot 0,53}{0,53 + 0,355} = -14,373 \text{ кН.}$$

З умови міцності при згині:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_x^{\text{max}}}{W_x} \leq [\sigma] \quad (3.14)$$

де  $M_x^{\text{max}}$  – момент небезпечного перерізу, кН·м;

$W_x$  – момент опору перерізу, м<sup>3</sup>;

$[\sigma]$  – допустима напруга на розтяг або стиск, МПа.

Для вуглецевої конструкційної сталі  $[\sigma] = 60 \dots 250$  МПа. Приймаємо

$[\sigma] = 60$  МПа.

Визначаємо момент опору переріза  $W_x$ :

$$W_x = \frac{M_x^{\text{max}}}{[\sigma]}, \quad (3.15)$$

$$W_x = \frac{5,102}{62} = \frac{5102}{6000} = 85 \text{ см}^3.$$

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стп.Зр).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		46

Нами був вибраний квадрат  $\frac{100 - \text{В ДСТУ}25 - 91 - 88}{30 - \text{а} - 2 \text{ ДСТУ} 1050 - 88}$ , розміри сторін якого наступні (рис. 3):  $a = 100 \text{ мм}$ ,  $b = 76 \text{ мм}$  [3].

Рисунок 3.3 - Поперечний переріз бруса, який розраховується

Використовуючи вираз для прямокутного перерізу (рис. 3.4)

↓

Рисунок 3.4 - Переріз суцільного квадратного бруса

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (3.16)$$

Знаходимо моменти опору зовнішніх  $W_{xz}$  і внутрішній  $W_{xv}$  контурів:

$$W_{xz} = \frac{a^3}{6} \quad (3.17)$$

$$W_{xz} = \frac{100^3}{6} = 166666 \text{ м}^3.$$

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стп.Ор).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		47

$$W_{XB} = \frac{B^3}{6}, \quad (3.18)$$

$$W_{XB} = \frac{76^3}{6} = 7316 \text{ м}^3.$$

Визначимо дійсне значення моменту по даному перерізу по виразу

$$W_X = W_{X3} - W_{XB}, \quad (3.19)$$

$$W_X = 1666,666 - 73,16 = 93,5 \text{ см}^3.$$

Перевіряємо вибраний нами квадрат на умові міцності на згин по формулі (3.14)

$$\sigma_{\max} = \frac{510237,76}{93,5} = 5457,1 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2} < 6000 \frac{\text{Н}}{\text{см}^2}.$$

Умова виконується. Вибраний квадрат витримає навантаження, прикладене до нього без руйнування.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стт.1р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		48

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4. 1. Охорона праці

Підвищення рівня безпеки та поліпшення умов праці є однією з ключових соціально-економічних задач сучасного сільськогосподарського виробництва. Її ефективне вирішення вимагає від керівного та інженерно-технічного персоналу системних знань у сфері охорони праці, ергономіки та організації виробничих процесів, а також практичних навичок управління ризиками.

Науково-технічний прогрес у аграрному секторі має подвійний вплив на умови праці. З одного боку, впровадження високопродуктивної техніки та автоматизованих технологічних комплексів сприяє зниженню фізичного навантаження на працівників. З іншого боку зростає рівень виробничих ризиків, що пов'язано із:

- ускладненням конструкції сільськогосподарських машин і агрегатів;
- підвищенням швидкісних режимів роботи обладнання;
- впровадженням інтенсивних технологічних процесів;
- застосуванням хімічних засобів захисту рослин із недостатньо вивченими токсикологічними характеристиками,
- збільшенням психофізіологічного навантаження на оператора.

У зв'язку з цим необхідним є комплексний підхід до забезпечення безпеки праці, що включає:

- розробку та впровадження ефективних інженерних засобів захисту;
- регламентовані режими праці та відпочинку;
- зниження психоемоційного навантаження шляхом раціональної організації праці;
- професійний відбір працівників і системне підвищення їх кваліфікації;
- постійний моніторинг стану виробничого середовища.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стр.3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		49

Організація охорони праці повинна базуватися на системному підході, що передбачає перехід від окремих заходів до інтегрованої, планово-цільової системи управління безпекою. До основних елементів такої системи належать:

- аналіз рівня виробничого травматизму та професійної захворюваності;
- оцінка безпеки машин, обладнання та технологічних процесів;
- паспортизація та атестація робочих місць;
- впровадження системи стимулювання безпечної праці (матеріальної та нематеріальної);
- чіткий розподіл відповідальності між працівниками та керівниками підрозділів.

Вимоги безпеки при експлуатації зернозбиральних комбайнів полягають у наступному:

До роботи на зернозбиральних комбайнах допускаються лише працівники, які відповідають встановленим кваліфікаційним вимогам, а саме:

- вік не менше 18 років;
- проходження первинного та періодичного інструктажу з охорони праці;
- наявність посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії;
- знання та практичне застосування безпечних методів виконання робіт.

Оператори комбайнів повинні бути забезпечені справними засобами індивідуального захисту, зокрема: спецодягом пілозахисного типу (комбінезон або костюм), захисними рукавицями та окулярами.

Експлуатація сільськогосподарської техніки повинна здійснюватися з дотриманням таких вимог:

- забороняється передача керування стороннім особам;
- встановлення додаткових місць для сидіння не допускається;
- запуск несправної техніки категорично заборонений;
- перед початком роботи виконується обов'язковий технічний огляд комбайна;
- інструмент повинен бути справним та зберігатися у спеціально обладнаному ящику;

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стр.3р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		50

запасні частини ріжучих елементів зберігаються у безпечній упаковці.

Організація робочого процесу повинна включати:

визначення безпечних місць відпочинку поза зоною роботи машин;

заборону перебування працівників у небезпечних зонах (під машинами, у валках, коліцях тощо);

обов'язкову наявність двосторонньої сигналізації на агрегатах;

заборону роботи у стані алкогольного сп'яніння;

забезпечення плавності руху всіх механізмів без ривків;

контроль справності систем керування та повернення органів управління в нейтральне положення.

Перед початком роботи оператор зобов'язаний:

отримати завдання та маршрут руху;

ознайомитися з рельєфом поля та потенційно небезпечними ділянками;

перевірити відсутність сторонніх осіб у зоні руху;

подати звуковий сигнал перед початком руху.

У разі виникнення несправностей (сторонні шуми, перегрів вузлів, іскріння, дим) робота повинна бути негайно припинена. При виникненні пожежі необхідно максимально відвести техніку від посівів, повідомити відповідні служби та розпочати гасіння наявними засобами.

У випадку травмування працівника необхідно:

надати першу домедичну допомогу;

організувати транспортування до медичного закладу;

зберегти місце події до прибуття комісії з розслідування або зафіксувати його схему у разі неможливості збереження.

Заходи щодо покращення умов праці

Для підвищення рівня безпеки та покращення виробничих умов у господарстві необхідно впровадити комплекс організаційно-технічних заходів:

призначення відповідального за охорону праці на період польових робіт;

систематичне навчання працівників безпечним методам праці;

					КРБ.133ГМ бд2023[2](ст.3р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		51

повне забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту;

посилення контролю технічного стану транспортних засобів перед виходом у роботу;

виготовлення та застосування інженерних засобів безпеки (підставки, фіксатори, блокувальні пристрої);

оснащення техніки аптечками, вогнегасниками та пожежним інвентарем;

обладнання машин світловими та звуковими сигналами;

розробка та доведення маршрутів руху до кожного механізатора;

ведення журналів виїзду та повернення техніки;

облаштування побутових умов для працівників (пересувні душові, місця відпочинку);

належне оснащення пожежних щитів та контроль їх використання;

встановлення протипожежних систем та блискавкозахисту у виробничих приміщеннях і складах.

Висновок

Комплексне впровадження організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки праці у сільськогосподарському виробництві. Системний підхід до охорони праці забезпечує зниження виробничого травматизму та професійної захворюваності, підвищення надійності експлуатації техніки, а також зростання продуктивності праці. У результаті створюються більш безпечні, стабільні та економічно ефективні умови функціонування аграрного підприємства.

#### 4.2. Охорона навколишнього середовища

Збереження навколишнього природного середовища є одним із ключових пріоритетів державної екологічної політики України. З цією метою сформовано та впроваджено систему нормативно-правових актів, які регламентують раціональне використання природних ресурсів, обмеження

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн(Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		52

антропогенного навантаження, запобігання забрудненню довкілля та забезпечення екологічної і санітарно-гігієнічної безпеки населення.

Вплив агрохімікатів на стан довкілля. Інтенсивне ведення сільськогосподарського виробництва супроводжується значним використанням мінеральних добрив, гербіцидів, пестицидів та інших засобів захисту рослин. Зростання обсягів застосування агрохімікатів підвищує ризик їх міграції в компоненти навколишнього середовища, зокрема:

- у ґрунтовий покрив;
- у поверхневі та підземні води;
- в атмосферне повітря.

Основними технологічними етапами, на яких виникають втрати агрохімікатів, є транспортування, перевантаження, зберігання та внесення у ґрунт.

Значні втрати поживних речовин і хімічних засобів спостерігаються також під час їх логістичного переміщення від виробника до місця використання. У цьому процесі особливу екологічну небезпеку становлять склади зберігання хімічних засобів, які повинні відповідати санітарно-захисним нормам і розміщуватися на безпечній відстані від житлової забудови.

Транспортування агрохімікатів повинно здійснюватися виключно справними транспортними засобами з використанням герметичної тари, що виключає можливість розсипання, витоку або випаровування небезпечних речовин.

Вплив агрохімікатів на водні ресурси. Однією з найбільш критичних екологічних проблем є вимивання мінеральних добрив із ґрунту внаслідок атмосферних опадів та зрошення. У результаті цього відбувається:

- забруднення поверхневих водних об'єктів;
- деградація водних екосистем;
- накопичення нітратів та фосфатів у воді;
- вторинне забруднення підземних водоносних горизонтів.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн.(зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		53

Підземні води, які часто використовуються для питного водопостачання через колодязі та свердловини, можуть ставати джерелом надходження токсичних сполук в організм людини. Це створює потенційні ризики для здоров'я населення, включаючи розвиток хронічних та гострих захворювань.

Вплив сільськогосподарської техніки на ґрунти. У сучасному інтенсивному землеробстві значно зростає техногенне навантаження на ґрунтовий покрив. Підвищення маси та енергонасиченості машинно-тракторних агрегатів призводить до збільшення питомого тиску ходових систем на ґрунт.

У процесі виконання технологічних операцій техніка здійснює від 5 до 15 проходів по одному полю, при цьому сумарна площа колії може перевищувати площу оброблюваної ділячки.

Наслідком цього є переущільнення ґрунту, яке проявляється:  
підвищенням щільності та механічної міцності ґрунту;  
зниженням повітро- та водопроникності;  
погіршенням умов розвитку кореневої системи рослин.

За даними агротехнічних досліджень, ущільнення чорноземних ґрунтів під впливом важкої техніки може поширюватися до глибини 0,5–0,6 м, що суттєво порушує природний водно-повітряний режим.

У результаті зазначених процесів спостерігається зниження врожайності зернових культур на рівні 15–30 %

Агротехнічні та екологічні вимоги до технологій вирощування сільськогосподарських культур. Технологічний процес вирощування та збирання зернових культур повинен базуватися на науково обґрунтованому застосуванні мінеральних добрив і засобів захисту рослин.

Ефективність системи удобрення забезпечується лише за умови врахування: агрохімічних показників ґрунту; біологічних особливостей культури; кліматичних умов регіону; планового рівня врожайності.

Норми внесення агрохімікатів визначаються агрономічною службою господарства на основі картограм забезпеченості ґрунтів поживними

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн. (3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		54

елементами. Допустиме відхилення фактичної дози внесення від розрахункової не повинно перевищувати 5 %, що забезпечує екологічну безпеку та агротехнічну точність технологічного процесу.

Екологічна оцінка технічного рішення. Застосовуючи даний агрегат, досягаємо того, що зменшуються витрати пального з 6,4 кг/га для комбайна КЗС-9-1 «Славутич» до 1,9 кг/га для ЮМЗ-6КЛ + ЖВН-6А; збільшується продуктивність з 18,1 га/зм до 20,9 га/зм і зменшується ущільнення ґрунту, оскільки агрегат, який проектується значно легший.

Запропоноване конструктивне рішення спрямоване на:  
підвищення ефективності процесу збирання зернових культур;  
зменшення втрат зернової маси;  
покращення енергетичної ефективності роботи машини.

Важливо, що конструктивна модернізація не передбачає збільшення маси комбайна, а отже не призводить до додаткового ущільнення ґрунту під час збиральних робіт. Це має позитивне екологічне значення, оскільки зменшує механічний вплив на ґрунтовий покрив.

Отже, сучасне інтенсивне сільськогосподарське виробництво характеризується значним антропогенним навантаженням на довкілля, що проявляється у використанні агрохімікатів та експлуатації важкої техніки. Порушення технологічних регламентів транспортування, зберігання та внесення добрив і пестицидів може призводити до забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод та негативно впливати на екологічний стан агроecosystem і здоров'я населення.

Одночасно суттєвою проблемою є переущільнення ґрунтів машинно-тракторними агрегатами, що погіршує їх фізико-механічні властивості та знижує врожайність сільськогосподарських культур.

Запропоноване удосконалення агрегату ЮМЗ-6КЛ + ЖВН-6А забезпечує підвищення ефективності технологічного процесу без збільшення маси машини та додаткового навантаження на ґрунт. Реалізація даного технічного рішення сприяє зменшенню втрат зерна, підвищенню

					КРБ.133ГМ бд2023[2](ст.1.3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		55

енергоефективності виробництва та зниженню негативного впливу на навколишнє середовище, що відповідає сучасним вимогам екологічно орієнтованого землеробства.

#### 4.3. Економічна оцінка конструкторської розробки

Економічна оцінка конструктивної розробки визначається за такими показниками: вартість виготовлення конструкції [27]

$$C_{кр} = C_M + C_p, \quad (3.20)$$

де  $C_M$  – вартість матеріалів грн.;

$C_p$  – вартість робіт по виготовленню, включаючи і вартість збирання, грн.

У вартість матеріалів входить: вартість металу, з якого виготовлена начіпка копногоза, вартість приводу ланцюгової передачі і кардана.

Оскільки начіпний пристрій для агрегування жатки ЖВН-6 з трактором ЮМЗ-КД виготовлений із деталей копногоза КУН-10, деталі приводу також із списаних сільськогосподарських машин, то оцінюємо вартість металу через вартість металолому.

В даний час вартість 1 т металолому складає 11000 грн. Маса копногозу становить 1150 кг, маса ковша для противаги складає 375 кг. Загальна маса, а відповідно і ціна складає:

$$C_M \left( \frac{1150 + 375}{1000} \right) \cdot 11000 = 16775 \text{ грн.}$$

До вартості робіт по виготовленню начіпного пристрою входять і затрати на зварювальні роботи; слюсарно-збиральні роботи.

Затрати часу на зварювальні роботи складуть 19 годин, а затрати часу на збиральні роботи складуть 14 годин.

Тарифна ставка робітника по газоелектрозварювальним роботам складе 545 грн. за зміну, а тарифна ставка слюсаря складе 454 грн. за зміну.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стр.3р).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		56

Таким чином вартість виготовлення складе:

$$C_p = 3 \cdot 545 + 2 \cdot 454 = 2543 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на виготовлення начіпного пристрою для агрегування ЮМЗ-6КЛ і ЖВН-6А з урахуванням нарахувань складуть:

$$C_{кр} = 16775 + 2543 \cdot 1,37 = 20258,9 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від застосування даного начіпного пристрою визначимо по формулі:

$$E = \Pi - C_{кр}, \quad (3.21)$$

де  $\Pi$  - вартість зекономленої продукції (матеріалів), грн.

Застосовуючи даний агрегат, досягаємо того, що зменшуються: витрати пального з 6,4 кг/га для комбайна КЗС-9-1 «Славутич» до 1,9 кг/га для ЮМЗ-6КЛ + ЖВН-6А; збільшується продуктивність з 18,1 га/зм до 20,9 га/зм і зменшується ущільнення ґрунту, оскільки агрегат, який проектується значно легший.

Наприклад, в грошовому виразі при скошуванні на площі 220 га економія коштів складе:

$$\Pi = (6,4 - 1,9) \cdot 220 \cdot 75 = 144450 \text{ грн.}$$

Враховуючи продуктивність запропонованого агрегату і агротехнічні строки виконання польових робіт, приймаємо для даного обсягу агрегати в складі ЮМЗ-6КЛ + ЖВН-6А.

Тоді економічний ефект складе:

$$E = 144450 - 3 \cdot 20258,9 = 83673,3 \text{ грн.}$$

Строк окупності пристрою складе:

$$T = \frac{C_{кр}}{\Pi} \quad (3.22)$$

$$T = \frac{3 \cdot 20258,9}{144450} = 0,42 \text{ року.}$$

Отже, даний начіпний пристрій можна рекомендувати для впровадження в господарстві і воно окупить себе за сезон.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн.(3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		57

Таблиця 3.1 - Економічні показники конструкторської роботи

Показники	Варіанти	
	Базовий: КЗС-9-1 +ЖВН-6	Проектний: ЮМЗ- 6КЛ+ЖВН-6
Площа посіву, га	792	792
Витрати пального, кг/га	6,4	1,9
Продуктивність га/змінчу	18,1	20,9
Вартість додаткових капіталовкладень, грн.	-	20258,9
Економічний ефект, грн.	-	83673,3
Строк окупності, рік	-	0,42

Таким чином, запропоноване вдосконалення зменшує витрати пального та підвищує продуктивність виконання операції.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 Славутич є технічно збалансованою машиною класичної компоновки, яка забезпечує повний цикл збирання зернових культур. Його конструкція поєднує надійність, функціональність і адаптивність до різних умов експлуатації. Раціональне компонування основних вузлів, ефективна система обмолоту та очищення, а також можливість регулювання робочих режимів забезпечують високу технологічну ефективність машини. У сукупності це дозволяє розглядати даний комбайн як доцільне рішення для механізованого збирання зернових культур у сучасному аграрному виробництві України.

2. Технічне обслуговування та ремонт зернозбирального комбайна КЗС-9-1 Славутич є ключовими факторами забезпечення його надійної та ефективної роботи в умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва. Своєчасне виконання регламентних робіт ТО дозволяє: зменшити інтенсивність зношування вузлів; підвищити безвідмовність роботи; знизити експлуатаційні витрати; забезпечити стабільну продуктивність у період збирання врожаю. Комплексний підхід до технічного обслуговування та ремонту, що включає діагностику, профілактику та відновлення вузлів, є необхідною умовою ефективної експлуатації комбайна в сучасних агротехнічних умовах.

3. Вибір технологічного обладнання є одним із ключових етапів розроблення процесу відновлення деталей, оскільки саме від характеристик обладнання залежить забезпечення необхідної точності обробки, продуктивності виконання операцій та якості відновленої поверхні. Підбір обладнання здійснюється з урахуванням конструктивних особливостей деталі, прийнятого способу відновлення, технічних вимог ремонтного креслення та умов виробництва.

4. Застосування маршрутних та операційних карт під час ремонтно-відновлювальних робіт дозволяє стандартизувати виробничий процес,

					КРБ.133ГМ бд2023[2](ст.4.(3р)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		59

забезпечити повторюваність технологічних режимів і знизити ймовірність виникнення технологічних помилок. Крім того, дотримання вимог ДСТУ під час оформлення документації сприяє уніфікації технологічних процесів, покращує взаємодію між виробничими підрозділами та полегшує супровід документації на всіх етапах експлуатації й ремонту виробів. Таким чином, технологічна документація виступає не лише інформаційною основою виробничого процесу, а й важливим інструментом забезпечення технічної надійності, економічної ефективності та стабільної якості відновлення деталей.

5. При розподільному збиранні зернової культури скошують у валки начіпними жатками, які навішуються на комбайни КЗС-9-1 «Славутич». Але такий варіант машинно-тракторного агрегату має суттєві недоліки: так збільшується ущільнення ґрунту, за рахунок великої ваги агрегату (близько 90 кН); двигун завантажений лише на 25-30%; перевитрачається паливо; зношуються вузли та деталі доволі недешевого комбайна. Такі недоліки можливо усунути при використанні агрегату на базі трактора класу 14 кН і жатки. За основу взятий трактор ЮМЗ-6КЛ і начіпна жатка ЖВН-6А.

6. Застосовуючи даний агрегат, досягаємо того, що зменшуються: витрати пального з 6,4 кг/га для комбайна КЗС-9-1 «Славутич» до 4,9 кг/га для ЮМЗ-6КЛ + ЖВН-6А; збільшується продуктивність з 18,1 га/зм до 20,9 га/зм і зменшується ущільнення ґрунту, оскільки агрегат, який проектується значно легший. Таким чином, запропоноване вдосконалення зменшує витрати пального та підвищує продуктивність виконання операції.

					КРБ.133ГМ бд2023[2](стн(Зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		60

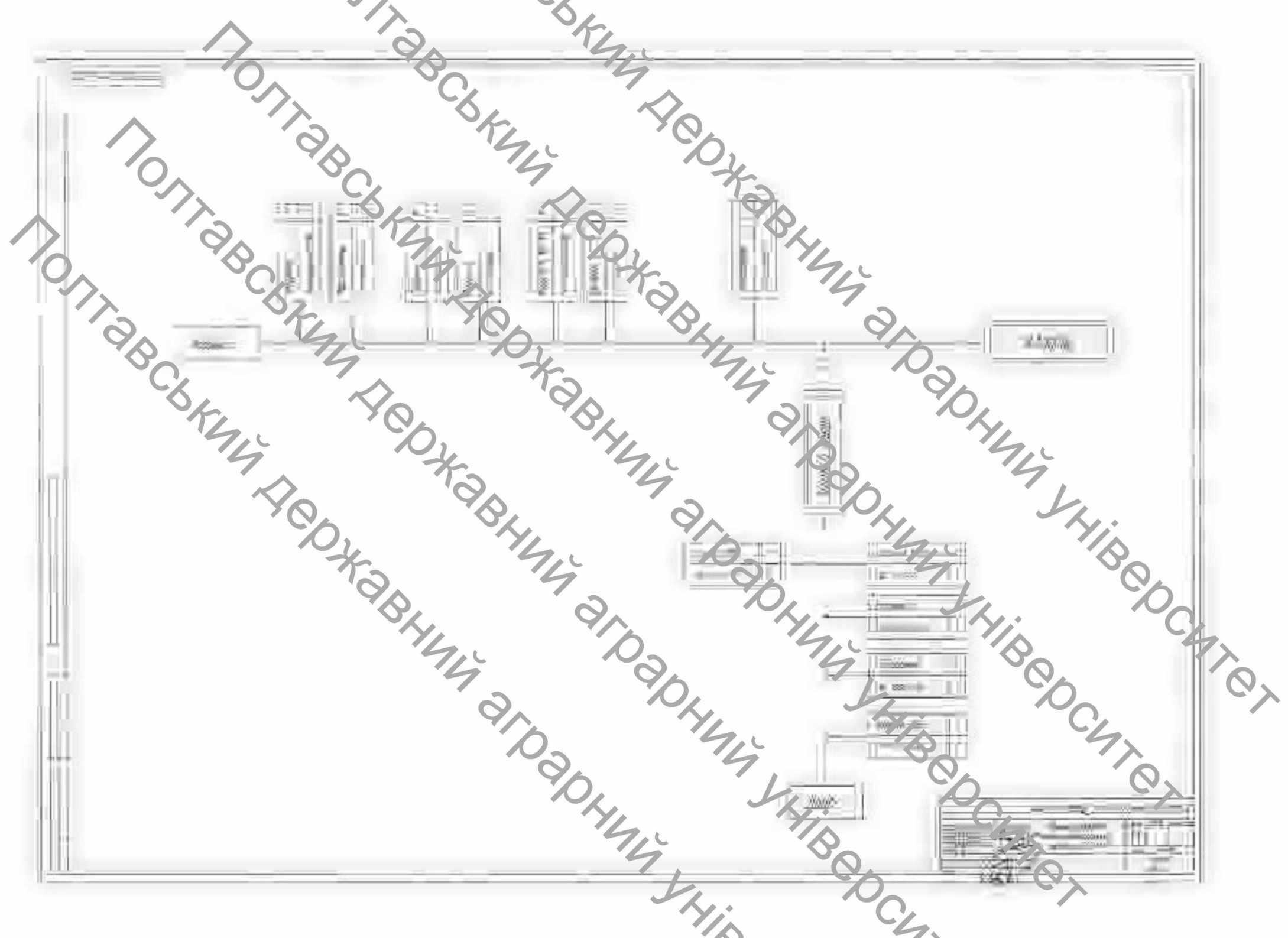
## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

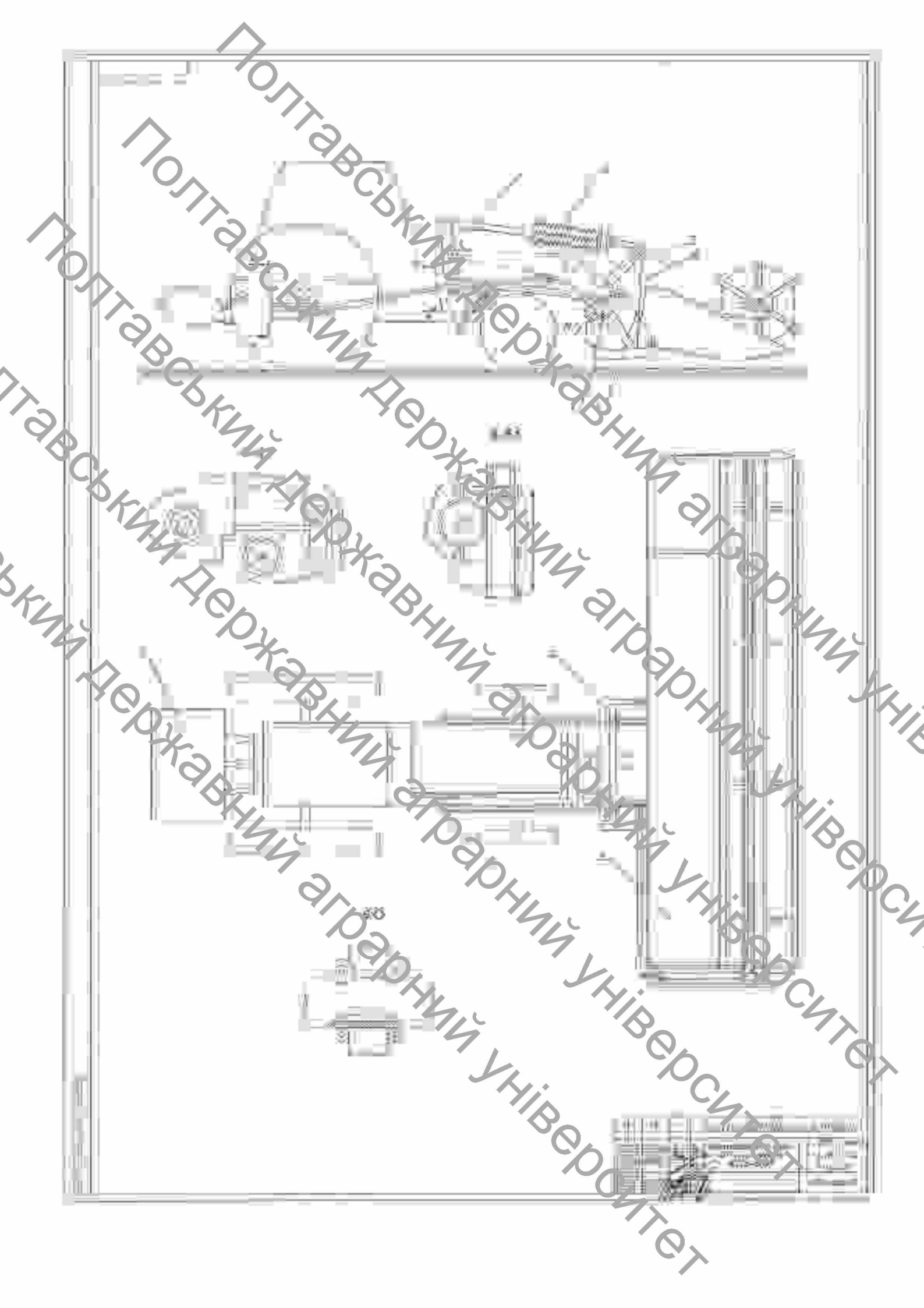
1. Сукач М. К. *Технічний сервіс машин : навч. посіб.* Київ : Ліра-К, 2017. 290 с.
2. Швець Л. В., Паладійчук Ю. Б., Труханська О. О. *Технічний сервіс в АПК : навч. посіб.* Вінниця : ВНАУ, 2019. 648 с.
3. Сідашенко О. І., Тіхонов О. В., Скобло Т. С. та ін. *Практикум з ремонту машин. Т. 2. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин : навч. посіб.* Харків : ТОВ «Пром-Арт», 2018. 491 с.
4. Сідашенко О. І., Науменко О. А., Скобло Т. С. та ін. *Ремонт машин та обладнання : підручник. 2-ге вид., перероб. і доп.* Харків : Міськдрук, 2015. 742 с.
5. *Машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник для студентів спеціальності 6.100.102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» вищих аграрних закладів освіти III-IV рівнів акредитації / М.О. Демидка, С.М. Бондар, Р.В. Шатров, В.Д. Грейкоєй, В.І. Василюк, П.О. Шейко, Н.Б. Шейко; За ред. проф. Демидка М.О. - Ніжин: АСПЕКТ - Поліграф, 2009, - 180 с. : іл.*
6. *Практикум із машиновикористання в рослинництві : навчальний посібник / А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський, В.В. Марченко, В.Л. Гуз, І.М. Грищенко / За ред. І.І. Мельника – К.: Кондор. – 2004. – 284 с.*
7. Офіційний сайт: <https://www.deere.ua/uk-ua>. Дата звернення 04.11.2025р.
8. *Організація виробництва і аграрного бізнесу в сільськогосподарських підприємствах : підручник. За ред. проф. С. П. Азізова. К. : УАЕ, 2001. 834 с.*
9. Сукач М. К. *Технічний сервіс машин : навч. посіб.* Київ : Ліра-К, 2017. 290 с.
10. Швець Л. В., Паладійчук Ю. Б., Труханська О. О. *Технічний сервіс в АПК : навч. посіб.* Вінниця : ВНАУ, 2019. 648 с.
11. Сідашенко О. І., Тіхонов О. В., Скобло Т. С. та ін. *Практикум з ремонту машин. Т. 2. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин : навч. посіб.* Харків : ТОВ «Пром-Арт», 2018. 491 с.
12. Сідашенко О. І., Науменко О. А., Скобло Т. С. та ін. *Ремонт машин та обладнання : підручник. 2-ге вид., перероб. і доп.* Харків : Міськдрук, 2015. 742 с.
13. Кодекс цивільного захисту України. Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#text> (дата звернення: 27.04.2026).
14. ДСТУ ISO 9001:2015. *Системи управління якістю. Вимоги.* Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.
15. ДСТУ ISO 45001:2019. *Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування.* Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.
16. ДСТУ ISO 14001:2015. *Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування.* Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.

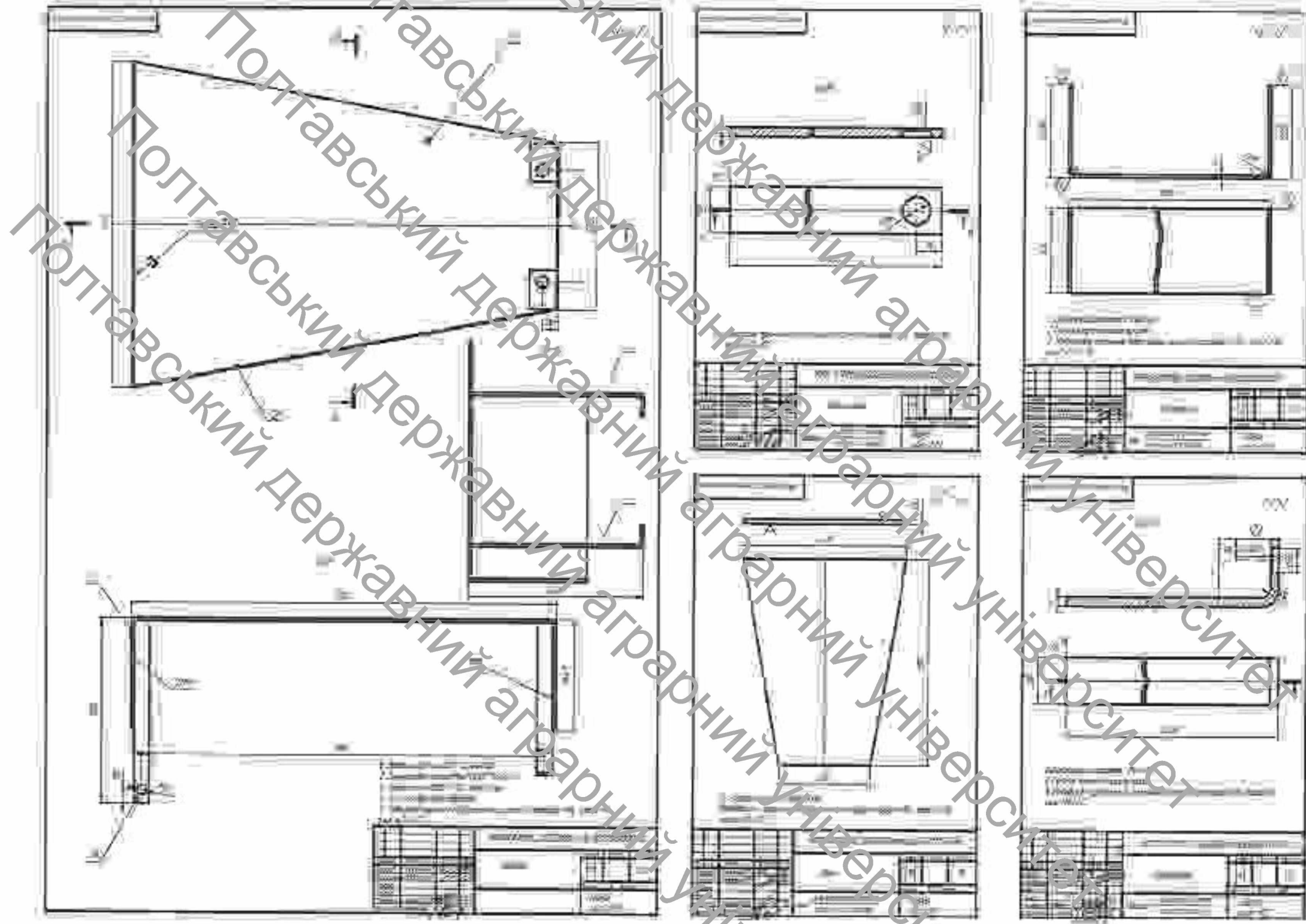
					Арк.
					61
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата	КРБ.133 ГМ д2023[2](стн. 3r).021.00.000 ПЗ

22. Федоров М. І. Охорона праці в галузі: Збірник схем, термінів, довідникових даних, розрахунків та тестів. Полтава: ПДАА, 2009. 176с.
23. Кравчук В.І. Мельчиков Ю.Ф. Машини для збирання зернових та технічних культур. УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке 2009. 200 с.
24. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України. Частина 1: монографія. Частина 1/ Ю.І. Ковтун [Качанов В.В., Мельник В.І., Харченко С.О., Артьомов М.П., Анікеєв О.І., Циганенко М.О., Романашенко О.А., Калюжний О.Д., Сировицький К.Г., Чигрина С.А., Гаєк С.А.] – Х.: ТОВ Плагета-Принт, 2020. – 204 с.
25. Бурлака, О. А., Яхін С. В., Падалка, В. Р., & Бурлака, А. О. (2021). 100 тон за годину, а що далі? Порівнюємо та аналізуємо характеристики флагманських моделей високопродуктивних зернозбиральних комбайнів . *Scientific Progress & Innovations* (3), 274-288. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.34>
26. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах лісостепу України. За ред. Академіка УААН П.Т. Саблука.- К.:Н.Н.ЦДАУ, 2008.-720с.
27. Приказюк О. В. Методи оцінки рентабельності підприємств аграрного сектору / О. В. Приказюк // Облік і фінанси АПК. – 2006. – № 5. – С. 100 – 105.
28. Павлівський В.М. та інші. Проектування технологічних систем рослинництва./ В.М. Павлівський – Тернопіль, 2003.
29. Погорілець О. М., Живокув Г. І. Зернозбиральні комбайни: Навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів інженерних спеціальностей. / О. М. Погорілець, Г. І. Живокув - К.: “Урожай”, 1994 - 232 с.
30. Федоров М. І. Охорона праці в галузі.- Збірник схем, термінів, довідникових даних, розрахунків та тестів (видання 3-тє) М. І. Федоров, Т. Г. Лапенко, О. У. Дрожжана. – Полтава: ПДАА, 2009. – 176с.

					КРБ.133 ГМ д2023[2](стн.(зр)).021.00.000 ПЗ	Арк.
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата		62







Полтавський державний аграрний університет

