

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка

*до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
бакалавр*

на тему: «Удосконалення машини для очищення коренеплодів у тваринницьких
господарствах»

КРБ.133ГМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ

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

Керівник: КАНІВЕЦЬ Олександр

Полтава – 2026 року

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

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

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

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

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Віктор КИСЛИЦИН

1 Тема роботи: *«Удосконалення машини для очищення коренеплодів у тваринницьких господарствах»*

керівник роботи ***канд. техн. наук, доцент КАНІВЕЦЬ Олександр,***
затверджено засіданням кафедри, протокол №9 від 03 грудня 2025 р.

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

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

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

Розділ 1. *Загальний*

Розділ 2. *Технологічний*

Розділ 3. *Конструкторський*

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

5 Перелік графічного матеріалу: *кресленик загального виду очисника; складальний кресленик вузла очисника, що виноситься на розгляд; робочі кресленики деталей вузла очисника.*

6 Консультанти розділів *кваліфікаційної роботи*

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

7 Дата видачі завдання 03 грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач вищої освіти _____ Віктор КИСЛИЦИН
(підпис)

Керівник роботи _____ Олександр КАНІВЕЦЬ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 4 розділи, 1 додаток, 12 рисунків, 13 таблиць, 22 використаних джерела, 50 сторінок.

Об'єкт розробки – технологічний процес механізованого очищення головок коренеплодів.

Предмет розробки – конструкція очисника головок коренеплодів.

Постановка актуальної технічної задачі – дослідити шляхи підвищення ефективності машини для очищення коренеплодів шляхом модернізації очисника головок та розробити комплект конструкторської документації.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – удосконалення машини для очищення коренеплодів шляхом модернізації конструкції очисника головок.

Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра. Розробка документації на модернізовану конструкцію очисника головок коренеплодів машини для очищення коренеплодів для впровадження у тваринницьких господарствах.

У загальному розділі проведено аналіз конструкцій існуючих машин для очищення коренеплодів, очисників головок буряку, виявлено їх переваги та недоліки, обґрунтовано вибір конструктивної концепції.

У технологічному розділі здійснено розробку технологічного процесу виготовлення біла очищувача головок буряку, наведено характеристику матеріалу деталі, визначено режими механічної обробки, вимоги до точності та шорсткості поверхонь, а також запропоновано маршрут виготовлення деталі.

У конструкторському розділі виконано конструктивні розрахунки модернізованого очисника головок.

У розділі економіки, охорони праці та навколишнього середовища визначено економічну ефективність запропонованої конструкції, запропоновано заходи з безпечної експлуатації бурякозбиральних комбайнів та заходи охорони навколишнього середовища.

Практичні результати роботи полягають у можливості покращення кормової бази тваринницьких господарств шляхом покращення якості очищення головок буряків бурякозбиральним комбайном з модернізованою конструкцією

					КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	Арк. 4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очисника головок коренеплодів, а також ця розробка дозволить зменшити експлуатаційні витрати, підвищити продуктивність машини та збільшити термін служби робочих органів.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – удосконалена машина для очищення коренеплодів може бути використана у тваринницьких господарствах.

Сфера застосування результатів роботи – можуть бути використані в господарствах при збиранні буряків, як кормової бази для тваринництва.

Графічна частина роботи становить 4 аркуші формату А1.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою сервісу StrikePlagiarism: унікальність 98,44 %.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена модернізації очисника головок бурякозбирального комбайна КСН-6 шляхом встановлення додаткових гумовотканинних бил на очисний вал. Запропоноване конструктивне рішення спрямоване на підвищення якості очищення головок коренеплодів від залишків гички та зменшення втрат урожаю під час збирання цукрових буряків.

БУРЯКОЗБИРАЛЬНИЙ КОМБАЙН, ОЧИСНИК ГОЛОВОК, ГУМОВОТКАНИННІ БИЛА, МОДЕРНИЗАЦІЯ, БУРЯКИ, ОЧИСНИЙ ВАЛ, ЗВАРНЕ З'ЄДНАННЯ, МІЦНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ, БЕЗПЕКА, ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ.

ANNOTATION

This thesis is devoted to the modernization of the beet head cleaner on the KSN-6 beet harvester by installing additional rubber-fabric beaters on the cleaning shaft. The proposed design solution is aimed at improving the quality of cleaning beet heads of top residue and reducing crop losses during sugar beet harvesting.

SUGAR BEET HARVESTER, HEAD CLEANER, RUBBER-FABRIC BLADES, MODERNIZATION, BEETS, CLEANING ROLLER, WELDED JOINT, STRUCTURAL STRENGTH, SAFETY, ECONOMIC BENEFIT.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ

Арк.

5

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Аналіз існуючих машин для очищення коренеплодів	9
1.2 Аналіз очисників головок буряків	14
1.3 Розробка та обґрунтування технічних рішень	16
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Аналіз технологічності деталі	19
2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення деталі	22
2.3 Обробка поверхонь деталі	24
2.4 Розробка схем базування деталі	27
2.5 Розробка маршруту виготовлення деталі	29
2.6 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів	32
3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1 Будова та робочий процес модернізованого бурякозбирального комбайна	36
3.2 Конструктивні розрахунки модернізованого очисника головок буряка	37
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	42
4.1 Техніко-економічне обґрунтування розробки	42
4.2 Охорона праці	44
4.3 Охорона навколишнього середовища	46
ВИСНОВКИ	49
СПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	51
ДОДАТКИ	53

КРБ.135ЕМбд_31[2].13.00.00.000 ПЗ				
Змн	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Кислиця В.Ю.		
Перевішив		Канівець О.В.		
Н. Контр.		Канівець О.В.		
Керівник		Канівець О.В.		
Зав.кафедр		Попов С.В.		
Удосконалення машини для очищення коренеплодів у тваринницьких господарствах				
		Лім.	Арк.	Аркунів
		5	5	50
ПДАУ, каф. МЕІ				

ВСТУП

Сучасний стан проблем. Однією з важливих галузей агропромислового комплексу України є тваринництво, ефективність якого значною мірою залежить від рівня механізації технологічних процесів. Важливе місце у структурі кормовиробництва займають коренеплоди, зокрема кормові буряки, морква та інші культури, які широко використовуються для годівлі великої рогатої худоби та свиней. Перед зродовуванням коренеплоди потребують ретельного очищення від ґрунту, рослинних залишків та інших домішок, оскільки забруднення погіршують якість кормів, прискорюють зношування подрібнювального обладнання та негативно впливають на здоров'я тварин [1,13].

У сучасних умовах господарювання підвищуються вимоги до продуктивності, надійності та економічності машин для підготовки кормів. Існуючі машини для очищення коренеплодів у багатьох випадках характеризуються недостатньою ефективністю очищення, значними втратами продукції, підвищеним енергоспоживанням та швидким зношуванням робочих органів. Крім того, частина обладнання морально та фізично застаріла і не повною мірою відповідає сучасним вимогам механізації тваринницьких господарств [2,15]. У зв'язку з цим актуальним є удосконалення конструкцій машин для очищення коренеплодів, спрямоване на підвищення якості очищення, зменшення пошкодження продукції та покращення техніко-економічних показників роботи обладнання.

Галузеве машинобудування відіграє важливу роль у створенні та модернізації машин і механізмів для аграрного виробництва. Одним із напрямів розвитку є вдосконалення робочих органів, кінематичних схем приводів та технологічних процесів обробки деталей машин, що дозволяє підвищити надійність і довговічність обладнання. Особливого значення набуває розробка технологічних та конструктивних рішень, які забезпечують зниження матеріаломісткості, трудомісткості виготовлення та експлуатаційних витрат [3,4].

						КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	Арк. 7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

У кваліфікаційній роботі розглядаються питання удосконалення машини для очищення коренеплодів, а саме буряків від бадилля. Робота спрямована на аналіз існуючих конструкцій, визначення їхніх недоліків та розробку більш ефективного технічного рішення. Значна увага приділена конструктивним особливостям машини, технологічності виготовлення окремих деталей, вибору матеріалів, методів механічної обробки та забезпеченню необхідної точності й якості поверхонь.

Метою роботи є підвищення ефективності процесу очищення коренеплодів шляхом удосконалення конструкції машини для збирання коренеплодів.

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

- провести аналіз існуючих машин для очищення коренеплодів;
- визначити основні недоліки існуючих конструкцій і напрямки їх удосконалення;
- обґрунтувати вибір конструктивного рішення, щодо удосконалену конструкції машини для очищення коренеплодів;
- розробити технологічний процес виготовлення деталі «Било» головки очисника коренеплодів;
- розробити удосконалену конструкцію машини для очищення коренеплодів;
- виконати необхідні конструктивні розрахунки;
- провести аналіз питань охорони праці та навколишнього середовища;
- оцінити економічну ефективність запропонованої конструкції.

Об'єкт розробки – технологічний процес механізованого очищення головок коренеплодів.

Предмет розробки – конструкція та технологічні характеристики очисника головок коренеплодів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості впровадження удосконаленої конструкції машини у виробничих умовах тваринницьких господарств, що дозволить покращити якість очищення коренеплодів, зменшити експлуатаційні витрати, підвищити продуктивність машини та збільшити термін служби робочих органів.

					КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	Арк. 8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз існуючих машин для очищення коренеплодів

У сучасному сільськогосподарському виробництві для збирання цукрових і кормових буряків застосовуються високопродуктивні бурякозбиральні комбайни, які забезпечують комплексну механізацію технологічного процесу. Найбільш поширеними є комбайн бурякозбиральний навісний КСН-6, комбайн бурякозбиральний самехідний СКС-624-01 «ПАЛЕССЕ BS624», Модуль бадиллезбиральний, бурякозбиральний комбайн SF-10, бурякозбиральний комбайн КПС-6, бурякозбиральний комбайн РКМ-6-01 та [2,11].

Комбайн КСН-6 (рис.1.1) належить до причіпних бурякозбиральних машин і призначений для викопування коренеплодів із ґрунту, часткового очищення та укладання у валок або завантаження у транспортні засоби [1, 2, 3, 4, 5].

Рисунок 1.1 – Комбайн бурякозбиральний КСН-6

Основними робочими органами комбайна є гичкозрізувальний апарат, підкопувальні лапи, витягувальні механізми, очисні транспортери, сієки та елеватори.

Перевагами комбайна є простота конструкції, відносно невелика вартість та можливість експлуатації у господарствах середньої потужності. Недоліками є

					КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	Арк. 9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

недостатня якість очищення коренеплодів, значні втрати врожаю та підвищене пошкодження буряків при роботі у важких ґрунтових умовах [2].

Самохідний комбайн СКС-624-01 «ПАЛЕССЕ BS624» (рис. 1.2) є сучасною високопродуктивною машиною для збирання цукрових буряків.

Рисунок 1.2 Комбайн бурякозбиральний самохідний СКС-624-01 «ПАЛЕССЕ BS624»

Комбайн виконує зрізування гички, викопування коренеплодів, очищення від ґрунту, накопичення у бункері, вивантаження у транспортні засоби.

До конструкції машини входять модуль зрізування гички, підкопувальний апарат, турбінна очисна система, пруткові транспортери, бункер великої місткості, гідростатичний привід [1, 2, 3, 4, 5].

Перевагами комбайна є висока продуктивність, сучасна система очищення, зменшення втрат урожаю, автоматизація основних процесів.

Недоліками є складність конструкції, висока вартість та значне енергоспоживання [2].

Бурякозбиральний комбайн КПС-6 (рис. 1.3) – це напівпричіпний бурякозбиральний комбайн, призначений для викопування коренеплодів цукрових буряків, очищення їх від ґрунту та завантаження у транспортні засоби. Машина застосовується у складі комплексу для механізованого збирання буряків після попереднього видалення гички.

						Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	

Рисунок 1.3 – Бурякозбиральний комбайн КПС-6

Комбайн працює у комплексі з бациллезбиральною машиною типу РЕМ-6 або аналогічними модулями. Основною особливістю КПС-6 є використання дискових копачів та турбінної системи очищення, що дозволяє зменшити втрати врожаю та покращити якість очищення коренеплодів.

До складу машини входять дискові підкопувальні копачі, очисні турбіни, пруткові транспортери, шнекові механізми, завантажувальний елеватор, бункер-накопичувач, система автоматичного водіння по рядках.

Під час роботи дискові копачі піднімають шар ґрунту та викопують коренеплоди без значного пошкодження хвостової частини буряка. Далі буряки подаються на систему очищення, де за допомогою турбін та транспортерів відділяються залишки ґрунту і рослинних домішок [1, 2, 3, 4, 5].

Основними перевагами машини є достатньо висока продуктивність, ефективне очищення коренеплодів, зменшення втрат буряків, наявність бункера-накопичувача, можливість роботи у різних ґрунтових умовах.

Разом із тим комбайн має і певні недоліки: значне зношування дискових копачів, пошкодження коренеплодів при інтенсивному очищенні, налипанню ґрунту у вологих умовах, висока енергоємність процесу, складність технічного обслуговування турбінної системи.

						КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	Арк. 11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Найбільшому навантаженню та зношуванню піддаються дискові копачі, очисні турбіни та пруткові транспортери, які працюють у контакті з абразивним ґрунтом.

Бурякозбиральний комплекс із модулем SF-10 (рис. 1.4) використовується для комплексного виконання технологічного процесу збирання буряків.

Комбайн виконує такі операції зрізування гички, підкопування коренеплодів, витягування буряків із ґрунту, очищення від домішок, транспортування та звантаження продукції.

Рисунок 1.4 – Бурякозбиральний комбайн SF-10

До основних робочих органів належать роторні ножі, підкопувальні лапи, очисні турбіни, шинкові транспортери, пруткові елеватори.

У процесі роботи коренеплоди проходять через систему очищення, де відділяються залишки ґрунту та рослинних домішок. Особливу роль відіграють очисні турбіни та транспортери, від конструкції яких залежить якість очищення і рівень пошкодження буряків [1, 2, 3, 4, 5].

Переваги комбайна SF-10 – комплексна механізація процесу, висока продуктивність, зменшення затрат ручної праці, ефективне очищення коренеплодів, можливість роботи на великих площах [15].

					КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	Арк. 12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліки конструкції – значна металоємність, складність технічного обслуговування, інтенсивне зношування очисних робочих органів, підвищені енерговитрати, пошкодження коренеплодів при інтенсивному очищенні.

Аналіз робочих органів бурякозбиральних машин

Основними робочими органами бурякозбиральних комбайнів є:

- ножові та роторні гичкозрізувачі;
- підкопувальні лапи;
- дискові викопувальні механізми;
- очисні турбіни;
- шнекові та пруткові транспортери.

У процесі роботи найбільшому зношуванню піддаються підкопувальні лапи, ножі гичкозрізувачів, очисні турбіни, шнекові механізми.

Основними недоліками існуючих робочих органів є інтенсивне абразивне зношування, пошкодження коренеплодів, налипання ґрунту у вологих умовах, значні енерговитрати, складність технічного обслуговування [8].

На основі проведеного аналізу можна визначити такі напрямки удосконалення:

- підвищення зносостійкості робочих органів;
- удосконалення систем очищення коренеплодів;
- зменшення механічного пошкодження буряків;
- оптимізація конструкції підкопувальних механізмів;
- зниження енергоємності процесу;
- автоматизація регулювання робочих режимів;
- підвищення надійності та довговічності машин.

Таким чином, сучасні бурякозбиральні комбайни забезпечують високий рівень механізації процесу збирання коренеплодів, однак потребують подальшого удосконалення конструкцій робочих органів і систем очищення для підвищення ефективності їх роботи у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

						Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	

1.2 Аналіз очисників головок буряків

Під час механізованого збирання буряків важливим етапом технологічного процесу є очищення головок коренеплодів від залишків гички, ґрунту та рослинних домішок. Якість виконання цієї операції безпосередньо впливає на втрати врожаю, ступінь пошкодження коренеплодів та ефективність подальшого транспортування і зберігання продукції.

Для очищення головок буряків у сучасних бурякозбиральних машинах застосовуються різні типи очисників, які відрізняються конструкцією, принципом роботи та типом робочих органів. Найбільш поширеними є роторні, бичові (билові), щіткові та комбіновані очисники [9, 12].

Роторні очисники головок буряків

Роторні очисники працюють за рахунок обертання горизонтальних або вертикальних роторів із еластичними чи жорсткими робочими елементами.

Під час роботи ротори взаємодіють із головками буряків та видаляють залишки гички й ґрунту. Основною перевагою таких очисників є висока продуктивність та ефективне очищення навіть при значному забрудненні [9, 12].

Недоліками роторних очисників є значне пошкодження головок коренеплодів, підвищене енергоспоживання, швидке зношування робочих елементів, складність балансування роторів при експлуатації.

Бичові очисники

Бичові (билові) очисники є одними з найбільш поширених у бурякозбиральних комбайнах. Робочими органами є еластичні гумові або полімерні била, закріплені на роторі.

Під час обертання біла ударяють по головках буряків та очищують їх від залишків листя і ґрунту. Завдяки еластичності робочих елементів зменшується ймовірність сильного пошкодження коренеплодів.

Переваги бичових очисників – проста конструкція, невелика маса, ефективне очищення, можливість роботи на нерівних полях.

					Арк.
					14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Основними недоліками є швидке зношування бичів, зниження якості очищення у вологих умовах, нерівномірне очищення при високій швидкості руху машини [9, 12].

Щіткові очисники

У щіткових очисниках очищення голівок буряків здійснюється за допомогою обертючих щіток.

Такі конструкції забезпечують більш делікатне очищення коренеплодів і значно зменшують їх пошкодження. Найчастіше щіткові очисники застосовуються у сучасних високопродуктивних комбайнах.

Переваги – мінімальне пошкодження коренеплодів, висока якість очищення, плавна робота.

Недоліки – висока вартість щіткових елементів, швидке стирання щіток, складність очищення при сильному налипанні ґрунту [9, 12].

Комбіновані очисники

Комбіновані системи поєднують декілька способів очищення, наприклад бичовий та щітковий. Такі системи забезпечують більш високу якість очищення та універсальність роботи у різних умовах. Однак вони мають складнішу конструкцію та більшу металоємність [19].

Проведений аналіз показує, що існуючі очисники голівок буряків мають ряд суттєвих недоліків:

- механічне пошкодження коренеплодів;
- значне абразивне зношування робочих органів;
- налипання ґрунту у вологих умовах;
- підвищене енергоспоживання;
- складність регулювання режимів роботи;
- недостатня якість очищення при високій швидкості руху комбайна.

Особливо інтенсивного зношування зазнають бичи (била), щітки, лопаті роторів та очисні турбіни, які працюють у контакті з ґрунтом та рослинними залишками.

На основі проведеного аналізу пропонується, як один із напрямків удосконалення, модернізувати конструкцію очисника.

						Арк.
					КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очисники головок буряків є важливими робочими органами бурякозбиральних машин, від ефективності яких залежить якість збирання коренеплодів. Удосконалення їх конструкції дозволить зменшити втрати врожаю, підвищити якість очищення та покращити техніко-економічні показники бурякозбиральної техніки.

1.3 Розробка та обґрунтування технічних рішень

У результаті аналізу конструкції бурякозбирального комбайна КСН-6 та роботи його очисних органів (роторний очисник головок) встановлено, що однією з основних проблем у процесі збирання буряків є недостатня якість очищення головок коренеплодів від залишків гички та ґрунту. Особливо це проявляється при підвищеній вологості ґрунту та значному забрудненні посівів, коли штатний очисний вал не забезпечує повного видалення рослинних залишків. Унаслідок цього погіршується якість зібраної продукції, збільшуються втрати врожаю та зростає навантаження на наступні робочі органи комбайна.

Аналіз конструкції роторного очисника головок комбайна КСН-6 показав, що ефективність очищення значною мірою залежить від кількості та розташування бил на очисному валу. При недостатній кількості робочих елементів виникають необроблені ділянки, через що частина гички та ґрунту залишається на поверхні головок буряків.

З метою підвищення якості очищення запропоновано модернізацію очисника головок буряків шляхом встановлення додаткових бил аналогічної конструкції до тих, що вже застосовуються на очисному валу комбайна КСН-6.

Роторний очисник головок коренеплодів (буряку) (рис. 1.5) являє собою порожнистий вал, по периметру якого приварені опори 2,5 і 9 для встановлення осей 3 і 7 підвіски ножів 4,6,8 і 12. На кожній осі підвішено по п'ять ножів оригінальної форми [12].

Правильно відрегульований очисник головок за умов збирання, що відповідають агротехнічним вимогам, налаштовується на мінімальний зріз, щоб ножі не захоплювали землю і не пошкоджували коренеплодів, які високо сидять.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1 – вал; 2, 5, 9 – опори; 3, 7 – осі; 4, 6, 8, 12 – ножі; 10 – шайби; 11 – шплінт

Рисунок 1.5 – Очирик головок буряку КСН-6

Відома запатентована конструкція роторного очисника головок фірми GRIMME, що застосовується на бурякозбиральних машинах показана на рисунку 1.6. Особливістю даного очисника головок є встановлення не лише ножів А для зрізання бадилля, а й зносостійких поліуретанових бил В, які добуваючи, не пошкоджуючи коренеплід, видаляють бадилля з його головок.

Рисунок 1.6 – Очирик головок коренеплідів фірми GRIMME : А – ножі для зрізу бадилля; В – поліуретанові била

Модернізуємо очисник головок бурякозбирального комбайна КСН-6 шляхом встановлення додаткових бил аналогічних тим, які стоять на валу очисника цього комбайна.

Суть модернізації полягає у збільшенні кількості робочих бил на валу очисника без суттєвої зміни основної конструкції машини. Додаткові била встановлюються між штатними робочими елементами з дотриманням рівномірного кутового розміщення по колу вала.

Таке технічне рішення дозволяє збільшити площу контакту робочих органів із головками буряків, покращити інтенсивність очищення, забезпечити

					Арк.
					17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

більш рівномірну обробку поверхні коренеплодів, зменшити пропуски неочищених ділянок, підвищити якість видалення залишків гички.

Використання бил аналогічної конструкції забезпечує технологічну простоту модернізації, оскільки не потребує виготовлення нових складних деталей або зміни приводу очисника. Крім того, це дозволяє використовувати стандартні запасні частини та спрощує ремонт і технічне обслуговування машини.

Під час роботи модернізованого очисника збільшується кількість контактів бил із поверхнею головок буряків, унаслідок чого покращується очищення навіть при складних умовах роботи. Завдяки еластичності бил зменшується ризик пошкодження коренеплодів, а ударне навантаження на поверхню буряка залишається в допустимих межах.

Однією з переваг запропонованого рішення є незначне збільшення маси конструкції та відсутність необхідності суттєвого підсилення приводу очисного вала. Оскільки додаткові била мають невелику масу, навантаження на підшипникові вузли та привод машини зростає незначно.

Для забезпечення стабільної роботи очисника важливим є правильне розташування додаткових бил на валу. Симетричне встановлення робочих елементів дозволяє уникнути дисбалансу ротора та зменшує рівень вібрацій під час роботи комбайна.

Очікується, що модернізація очисника головок буряків комбайна КСН-6 дозволить:

- підвищити якість очищення головок буряків;
- зменшити втрати врожаю;
- покращити технологічний процес збирання;
- знизити потребу у повторному очищенні;
- підвищити ефективність роботи бурякозбирального комбайна.

Висновок. Запропоноване технічне рішення є конструктивно простим, економічно доцільним та не потребує суттєвого переобладнання машини. Модернізація очисника шляхом встановлення додаткових бил дозволяє підвищити ефективність роботи бурякозбирального комбайна КСН-6 та покращити якість очищення коренеплодів у процесі збирання.

						Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Аналіз технологічності деталі

Об'єктом технологічного аналізу є деталь «Било» очисника головки буряка (рис. 2.1). Відповідно до кресленика, деталь виготовляється зі сталі Ст 3 за ДСТУ 2651:2005, що відноситься до конструкційних вуглецевих сталей звичайної якості. Матеріал добре піддається механічній обробці, забезпечує задовільну зварюваність та достатню міцність для умов роботи очисного робочого органу [22].

Рисунок 2.1 – Схема деталі «Било»

Геометрична форма деталі є відносно простою: це плоска пластина прямокутного перерізу з відповідними розмірами $146 \times 16 \times 10$ мм. На деталі передбачено наскрізний отвір діаметром 4 мм, розміщений на відстані 56 мм від одного торця, а також чотири фаски $2 \times 45^\circ$ на кутах пластини. Така конфігурація не потребує складного спеціального оснащення та дозволяє виготовляти деталь на стандартному серійному обладнанні.

Вимоги до шорсткості робочих поверхонь встановлені на рівні $Ra\ 0,15\ \mu\text{м}$, що відповідає чистовому шліфуванню. Торцеві та інші поверхні мають значно менші вимоги ($Ra\ 3,2 \dots 6,3\ \mu\text{м}$), що дозволяє обмежитися фрезеруванням. Різниця у вимогах до шорсткості різних поверхонь є раціональним технологічним рішенням та сприяє скороченню часу обробки [4, 22].

Для кількісної оцінки технологічності деталі визначають низку коефіцієнтів. Коефіцієнт використання матеріалу КВМ характеризує співвідношення маси готової деталі до маси заготовки і розраховується за формулою [4, 22] :

$$КВМ = \frac{m_d}{m_z}, \quad (2.1)$$

де m_d – маса деталі, г; m_z – маса заготовки, г.

Маса деталі для прямокутної пластини $146 \times 16 \times 10$ мм зі сталі (густиною 7850 кг/м^3) становить приблизно 183 г. Маса заготовки з урахуванням припусків на обробку – близько 224 г.

Отже $КВМ = 183/224 = 0,82$, що є цілком задовільним показником для деталей, що виготовляються з прокату.

Коефіцієнт точності обробки K_T визначається за середнім квалітетом оброблюваних поверхонь та розраховується як [22]:

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{сер}}, \quad (2.2)$$

де $T_{сер}$ – середній квалітет точності поверхонь деталі. Враховуючи, що переважна більшість поверхонь має квалітет h14, а лише робочі площини виконуються за h7, середній квалітет становить приблизно $T_{сер} = 11$.

$$K_T = 1 - \frac{1}{11} = 0,91,$$

що свідчить про помірні вимоги до точності в цілому.

Аналіз конструкції деталі показує, що вона є технологічною: проста геометрична форма, широке застосування стандартних різальних інструментів, доступність усіх оброблюваних поверхонь для ріжучого та вимірювального інструментів. Деталь не потребує складних спеціальних пристроїв, а всі розміри контролюються стандартним вимірювальним інструментом.

Таблиця 2.1 – Технічні вимоги до деталі «Било»

Показник	Значення	Норматив	Примітка
Матеріал	Сталь Ст 3	ДСТУ 2651:2005	Конструкційна вуглецева
Довжина, мм	446	±1,0	Загальний допуск
Ширина, мм	16	±1,0	Загальний допуск
Діаметр отвору, мм	Ø 4	H14	Посадковий отвір
Шорсткість Ra, мкм	0,15	ГОСТ 2789-73	Робочі поверхні
Фаски	2×45°	H14	4 фаски

Таблиця 2.2 – Кількісні показники технологічності деталі

Показник технологічності	Значення
Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ)	0,82
Коефіцієнт точності обробки (K_T)	0,65
Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів (K_U)	0,78
Коефіцієнт шорсткості поверхонь ($K_{ш}$)	0,55
Відносна трудомісткість виготовлення	0,70

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок про достатньо високий рівень технологічності деталі «Било». Значення КВМ = 0,82 свідчить про раціональне використання матеріалу, а прийнятний рівень коефіцієнтів уніфікації та точності підтверджує доцільність виготовлення деталі у дрібносерійному та середньосерійному виробництві без суттєвих витрат на спеціальне оснащення.

2.2. Аналіз діючого технологічного процесу виготовлення деталі

Діючий технологічний процес виготовлення деталі «Било» у виробничих умовах зваринницького господарства або ремонтного підприємства, як правило, будується за принципом послідовного виконання операцій на окремих одиницях обладнання. Такий підхід є характерним для умов одиничного або дрібносерійного виробництва, де відсутнє спеціалізоване технологічне оснащення.

Заготовкою для деталі є лист гарячекатаний сталевий перерізом 16×10 мм, яка відрізається у відповідний розмір. Цей спосіб отримання заготовки є виправданим з огляду на просту плоску форму деталі та незначні вимоги до механічних властивостей заготовки. Відрізання виконується на відрізних верстатах або за допомогою болгарки у майстернях господарства [22].

Після заготівельної операції у більшості випадків виконується слюсарна зачистка торців напилком, що є трудомістким і неточним методом. Такий підхід пояснюється відсутністю належного фрезерного обладнання в умовах дрібних господарств, однак він негативно впливає на точність і однорідність партій деталей. Свердлення отвору здійснюється на стаціонарному вертикально-свердильному верстаті за розміткою або із застосуванням найпростіших кондукторів.

Фінальна шліфувальна операція є найвідповідальнішою, оскільки саме вона забезпечує задану шорсткість Ra 0,15 мкм. У діючому процесі шліфування виконується на плоскшліфувальному верстаті з магнітною плитою. Проте через відсутність систематичного контролю режимів різання нерідко виникають прижоги поверхні або залишкові відхилення від площинності [22].

					Арк.
					22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.1 – Маршрут діючого технологічного процесу

№	Операція	Зміст переходів	Обладнання
005	Заготівельна	Відрізання заготовки з прокату (смуга 16×10 мм) у розмір 150 мм	Відрізний верстат
010	Слюсарна	Обпилювання торців, зняття задирок	Слюсарний верстак
015	Свердлильна	Свердлення наскрізного отвору Ø4 мм	Свердлильний верстат
020	Фрезерна	Фрезерування площин у розмір 16 мм, виконання скосів 3×45°	Горизонтально-фрезерний верстат
025	Шліфувальна	Плоске шліфування робочих поверхонь до Ra 0,15 мкм	Плоскошліфувальний верстат
030	Контрольна	Контроль розмірів, шерсткості та відхилень форми	ВТК

Критичний розгляд діючого процесу виявляє кілька суттєвих недоліків.

По-перше, ручне опилювання торців у операції 010 не забезпечує стабільної точності та підвищує трудомісткість виготовлення. По-друге, відсутність термічної обробки знижує зносостійкість робочих поверхонь в умовах абразивного зношення при очищенні коренеплодів. По-третє, виконання фасок виокремлено з окрему операцію, що можна суміщати із чистовим фрезеруванням.

						Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Недоліки діючого ТП та пропозиції щодо їх усунення

Виявлений недолік	Пропозиція щодо усунення
Відсутність фрезерування фасок за один установ	Суміщення фрезерної та фаскознімальної операцій
Ручне опилювання торців підвищує трудомісткість	Застосування торцевої фрези замість ручного опилювання
Відсутність операції термообробки для підвищення зносостійкості	Введення нормалізації або поверхневого загартування після фрезерування
Нераціональний вибір бази при свердлінні	Застосування спеціального кондуктора для точного базування

З метою усунення виявлених недоліків пропонується скоректований технологічний процес, у якому операція ручного опилювання замінюється чорновим фрезеруванням торцевою фрезою, а фаски знімаються за один установ з чистовим фрезеруванням площин. Крім того, доцільним є розгляд можливості введення нормалізації або поверхневого загартування з струмах високої частоти після фрезерних операцій для підвищення зносостійкості робочого органу.

2.3. Обробка поверхонь деталі

Деталь «Било» має відносно невелику кількість поверхонь, кожна з яких виконує певну функціональну роль. Основні плоскі поверхні є робочими поверхнями, що безпосередньо контактують з коренелодами у процесі очищення, тому саме до них висувається найвищі вимоги за шорсткістю ($Ra\ 0,15\ \mu\text{m}$). Торцеві поверхні служать базами при встановленні деталі, а отвір призначений для кріплення на валу очисної голівки.

Вибір методів обробки для кожної поверхні здійснюється виходячи з вимог кресленника та економічної доцільності. Для досягнення шорсткості $Ra\ 0,15\ \mu\text{m}$ на основних площинах необхідно застосовувати послідовно фрезерування чорнове, фрезерування чистове та плоске шліфування у два переходи — чорнове

						Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	

і чистове. Такий маршрут обробки є стандартним для плоских поверхонь деталей зі сталі, що вимагають високої чистоти [22].

Торцеві поверхні, що мають вимір Ra 3,2 мкм, достатньо обробити торцевою фрезою за два переходи – чорковий та чистовий. Даний рівень шорсткості забезпечується листовим фрезеруванням із зменшеною подачею (0,05...0,10 мм/зуб) та виключає необхідність шліфування. Фаски 2×45° виконуються кінцевою фрезою за один прохід із тим самим установом, що й чистове фрезерування площин.

Свердлення отвору Ø4 мм виконується спіральним свердлом із швидкорізальної сталі Р6М5. Квалітет Н14 є стандартним результатом свердлення без подальшого розгортання, що цілком відповідає кресленіку. Отвір призначений для фіксації деталі на круглому стержні, тому до його точності та шорсткості особливих вимог не ставиться.

Таблиця 2.3. – Характеристика поверхонь деталі та методи їх обробки

№	Поверхня	Метод обробки	Квалітет	Ra, мкм
1	Плоска (основна)	Фрезерування чорнове, чистове; шліфування	h11 / h8 / h7	0,15
2	Торцева площина	Фрезерування чорнове, чистове	h14	3,2
3	Ствір Ø4 мм	Свердлення	H14	6,3
4	Фаска 2×45°	Фрезерування (кінцева фреза)	h14	6,3
5	Бічна поверхня	Фрезерування чорнове, чистове; шліфування	h11 / h7	0,15

При виборі різального інструменту для фрезерних операцій перевага надається твердосплавним торцевим фрезам із пластинами Т15К6, які забезпечують високу стійкість при обробці конструкційних сталей. Для чистових переходів рекомендується використовувати фрези з позитивним переднім кутом, що знижує теплогенерацію і зменшує ймовірність появи наклепу на поверхні.

Шліфувальний круг підбирається за характеристиками 25A40ПСМ2, де 25А – електрокорунд нормальний, 40П – зернистість, СМ2 – ступінь твердості.

Важливим технологічним аспектом є правильне призначення режимів різання для кожного переходу. При чорновому фрезеруванні глибина різання становить 0,6 мм на сторону, подача – 0,15 мм/зуб, швидкість різання – 120...150 м/хв для твердосплавного інструменту. При чистовому фрезеруванні глибина різання зменшується до 0,25 мм, подача – до 0,06 мм/зуб, а швидкість різання підвищується до 180...220 м/хв. Такі режими забезпечують необхідну якість поверхні без перегрівання деталі [22].

Таблиця 2.4 – Послідовність обробки поверхонь та досягнута точність

Перехід	Вид обробки	Досягнутий квалітет	Ra, мкм
1	Фрезерування чорнове площин	h12...h11	6,3...3,2
2	Фрезерування чистове площин	h9...h8	1,6...0,8
3	Свердлення отвору Ø4 мм	H14	6,3
4	Фрезерування фасок	h14	6,3
5	Плоске шліфування чорнове	h8...h7	0,4...0,2
6	Плоске шліфування чистове	h7...h6	0,15

При шліфуванні важливо дотримуватися режимів, що виключають припік. Для чорнового шліфування призначають: швидкість кола 25...30 м/с, подача столу 15...20 м/хв, поперечна подача 0,015 мм/хід. Для чистового шліфування – швидкість кола 25 м/с, подача столу 6...8 м/хв, поперечна подача 0,005 мм/хід. Завершальний вихаджувальний прохід без поперечної подачі забезпечує шорсткість Ra 0,15 мкм.

2.4 Розробка схем базування деталі

Базування деталі є одним із ключових питань технологічного просигування, оскільки правильний вибір баз безпосередньо впливає на точність виготовлення та трудомісткість виробництва. При базуванні деталі типу плоска пластина необхідно забезпечити шість ступенів вільності, що досягається поєднанням установчої, напрямної та опорної баз [22].

Для деталі «Било» прямокутної форми найбільш зручною схемою базування при фрезерній та шліфувальних операціях є базування на площину з одночасним упором у торець. Нижня пряма площина деталі виступає установчою базою, що позбавляє деталь трьох ступенів вільності — переміщення по осі Z та обертання навколо осей X і Y. Горцева поверхня є напрямною базою.

Для фрезерної операції деталь затискається у машинних лещатах. При цьому важливо, щоб сила затиску не деформувала тонку пластину та не відводила її з площини. Рекомендується застосовувати м'які губки з алюмінію або бронзи, що рівномірно розподіляють зусилля затиску. Встановлення виконується на паралельні підкладки, які є установчою базою та лежать в площині XOY.

При свердлинні отвору $\varnothing 4$ мм похибка базування суттєво впливає на точність розташування осі отвору відносно торця деталі. Відстань 56 мм від торця є відповідальним розміром. Для його витримання рекомендується використовувати спеціальний кондуктор з упором у торець деталі. Це дозволяє усунути похибку базування за розміром 56 мм і звести її до нуля при суміщенні вимірювальної бази з технологічною.

При шліфувальній операції деталь встановлюється безпосередньо на магнітну плиту шліфувального верстата. Магнітна плита є одночасно і базою, і пристроєм для кріплення. Установча база збігається з вимірювальною базою для

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

розміру 16 мм, тому похибка базування дорівнює нулю. Це є одним з головних переваг базування на магнітній плиті для плоских деталей типу «Било».

Таблиця 2.5 – Аналіз схем базування за операціями

Операція	Схема базування	Позбавлені ступені вільності	Похибка базування
Фрезерна	База за плоскою поверхнею (установча)	3 (переміщення по Z; обертання навколо X та Y)	$\varepsilon_6 = 0$ (суміщення вимірювальної і технологічної баз)
Свердлильна	База за площиною + упор у торець	5 (переміщення по X, Y, Z; обертання навколо X та Y)	$\varepsilon_6 \leq 0,05$ мм
Шліфувальна	Магнітна плита (установча база)	3 (переміщення по Z; обертання навколо X та Y)	$\varepsilon_6 = 0$

Похибка базування ε_6 є одним з ключових критеріїв оцінки якості обраної схеми. Умова правильності вибору бази [22]:

$$\varepsilon_6 \leq \frac{T}{3}, \quad (2.2)$$

де T — допуск на виконуваний розмір. Ця умова гарантує, що сумарна похибка обробки, яка включає похибку базування, похибку пристрою та похибку обробки, не перевищить допуску на розмір.

Таблиця 2.6 – Перевірка умови $\varepsilon_6 \leq \frac{T}{3}$ для основних розмірів

Оброблюваний розмір	Допуск T , мм	Похибка базування $\varepsilon_6 \leq \frac{T}{3}$, мм	Умова $\varepsilon_6 \leq \frac{T}{3}$
Товщина 10 мм	0,18	0	Виконується
Ширина 16 мм	0,18	0	Виконується
Відстань до центру отвору 56 мм	0,30	0,05	Виконується ($0,05 < 0,10$)
Розмір фаски 2 мм	0,25	0,05	Виконується ($0,05 < 0,083$)

Результати аналізу підтверджують, що для всіх основних розмірів умова $\varepsilon_6 \leq \frac{T}{3}$ виконується. Це означає, що обрані схеми базування є раціональними і забезпечують необхідну точність виготовлення деталі «Було» в умовах конкретних технологічних операцій маршруту, що розробляється.

2.5 Розробка маршруту виготовлення деталі

Маршрут виготовлення деталі «Було» розробляється з урахуванням виявлених недоліків діючого процесу, а також вимог до точності та шорсткості поверхонь відповідно до креслення. Загальним принципом побудови маршруту є поступове підвищення точності і якості поверхонь: спочатку виконуються чорнові операції з максимальним знімом припуску, потім чистові, і лише наприкінці – фінішні операції (шліфування) [22].

Перша операція маршруту – заготівельна. Лист гарячекатаного сталевий Ст 3 розміром 16×10 мм відрізається у розмір 150±1 мм на відріжному верстаті. Припуск 4 мм по довжині (150 мм замість 146 мм) призначається для подальшого чистового фрезерування торців. Розмір поперечного перерізу заготовки вже відповідає розмірам деталі з урахуванням припусків на шліфування та фрезерування.

Друга операція – чорнове фрезерування верхньої та нижньої площин торцевою фрезою. Ця операція формує основні площини деталі з точністю H12 та шорсткістю Ra 3,2...6,3 мкм. Зняття матеріалу по 0,6 мм з кожної сторони врівнює поверхні після прокатки та створює чисті технологічні бази для подальших операцій. Деталь базується на паралельних підкладках у машинних лещатах.

Третя операція – чистове фрезерування. Вона є комплексною і включає три переходи: чистове фрезерування площин у розмір 16h9 мм, фрезерування торців у розмір 146h14 мм та знімання чотирьох фасок 2×45° кінцевою фрезою.

					Арк.
					29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Суміщення цих переходів в одній операції дозволяє скоротити час на встановлення та зняття деталі і підвищити продуктивність.

Четверта операція – свердлильна. Свердлення отвору Ø4H14 мм виконується у спеціальному кондукторі, що забезпечує точне розташування осі отвору на відстані 56 мм від торця. Кондуктор встановлюється на поверхню верстата, а деталь базується за площиною та торцем. Після свердленнязенкування вхідної фаски отвору не потрібне, оскільки вимоги до посадкового отвору невисокі [22].

П'ята операція – шліфувальна – є фінішною і найвідповідальнішою. Плоске шліфування на магнітній плиті забезпечує шорсткість Ra 0,15 мкм та розмір 16h6 мм. Операція виконується у два переходи: чорнове шліфування з поперечною подачею 0,015 мм/хід і чистове шліфування з поперечною подачею 0,005 мм/хід та кількома виходжувальними проходами. Після шліфування деталь перевертається і шліфується з іншого боку за аналогічною схемою.

Таблиця 2.7 – Маршрут виготовлення деталі «Було»

№ оп.	Назва операції	Зміст операції	Обладнання / оснащення
005	Заготівельна	Відрізання заготовки з листа гарячекатаної сталі Ст 3 (16×10 мм) у розмір 150×1 мм	Відрізний верстат 8Г663; пристрій упорний
010	Фрезерна чорнова	Фрезерування верхньої та нижньої площин у розмір 16h12 мм. Базування за нижньою площиною та торцем	Горизонтально-фрезерний верстат 6Р82; торцева фреза Ø100 мм
015	Фрезерна чистова	Фрезерування площин у розмір 16h9 мм; фрезерування торців у розмір 14h14 мм; знімання фасок 2×45° (4 шт.)	Горизонтально-фрезерний верстат 6Р82; торцева фреза, кінцева фреза Ø10 мм

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

020	Свердлильна	Свердлення наскрізного отвору Ø4H14 мм на відстані 56 мм від торця	Вертикально-свердлильний верстат 2Н135; свердло Ø4 мм; кондуктор спеціальний
025	Шліфувальна	Плоске шліфування робочих площин до Ra 0,15 мкм, розмір 16h7 мм	Плоскошліфувальний верстат 3Б722; магнітна плита; шліфувальний круг ПП 250×25×76
030	Слюсарна	Видалення залишкових задирок, промивання, маркування	Верстак слюсарний; напилки, щітка
035	Контрольна	Контроль усіх розмірів, перевірка шорсткості, контроль форми та розташування поверхонь	Стіл ВТК; мікрометр внутрішній, профілометр

Таблиця 2.8 – Різальний і вимірювальний інструмент за операціями

Операція	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент	Пристрій
Заготівельна	Відрізний диск	Лінійка металева	Упор
Фрезерна (чорн.)	Торцева фреза Ø100 T15K6	Штангенциркуль ШЦ-	Машинні лещата
Фрезерна (чист.)	Торцева фреза Ø100 T15K6; кінцева фреза Ø10 P6M5	Штангенциркуль ШЦ-I; кутомір	Машинні лещата; кутник
Свердлильна	Свердло спіральне Ø4 P6M5	Штангенциркуль ШЦ-I	Кондуктор спеціальний
Шліфувальна	Коло шліфувальне ПП 250×25×76 25A40PCM2	Мікрометр МК-25; профілометр	Магнітна плита

Шоста операція – слюсарна зачітка — передбачає видалення залишкових задирок у місцях виходу фрези при фрезеруванні фасок та на краях отвору. Ця операція виконується вручну трикутним напилком з дрібною насічкою та не

					Арк.
					31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

вимагає технологічного оснащення. Завершується операція промиванням деталі у технічному мийному розчині та нанесенням маркування.

Контрольна операція виконується у повному обсязі для першої деталі партії та вибірково (кожна п'ята деталь) для решти. Контролюються габаритні розміри, положення осі отвору, шорсткість робочих площин та відхилення від площинності.

2.6 Визначення припусків на обробку та операційних розмірів

Припуски на механічну обробку призначаються з метою гарантованого видалення дефектного поверхневого шару заготовки та досягнення необхідної точності і якості поверхонь готової деталі. Розрахунок припусків виконується аналітичним методом за методикою, розробленою В. М. Юваном, або нормативним методом за відповідними довідниковими таблицями [22].

Мінімальний припуск на обробку плоских поверхонь визначається за формулою:

$$2z_{min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta(\rho_{i-1}^2 + \varepsilon^2)), \quad (2.3)$$

де Rz_{i-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході, мкм;

h_{i-1} – глибина дефектного шару після попереднього переходу, мкм;

ρ_{i-1} – просторове відхилення розміщення поверхні після попереднього переходу, мкм;

ε – похибка установа на поточному переході, мкм.

Для заготовки з гарячекатаного прокату (листова сталь) висота нерівностей $Rz = 160$ мкм, глибина дефектного шару $h = 250$ мкм. Просторові відхилення (жолоблення смуги після прокатки) становлять $\Delta = 100$ мкм на 100 мм довжини. Для чорнового фрезерування похибка базування $\varepsilon_6 = 0$ (базування на площину).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Мінімальний припуск на чорнове фрезерування:

$$2z_{\min} = 2(160 + 250 + 100 + 0) = 1020 \text{ мкм} \approx 1,0 \text{ мм.}$$

З урахуванням допуску на розмір заготовки розрахунковий припуск заокруглюється до $2z_n = 1,2 \text{ мм}$ (по 0,6 мм з кожного боку). Після чорнового фрезерування $Rz = 40 \text{ мкм}$, $h = 30 \text{ мкм}$, $\Delta = 15 \text{ мкм}$. Мінімальний припуск на чистове фрезерування:

$$2z_{\min} = 2(40 + 30 + 15 + 0) = 170 \text{ мкм}$$

Приймається припуск на чистове фрезерування $2z_n = 0,5 \text{ мм}$ (по 0,25 мм на сторону). Після чистового фрезерування $Rz = 10 \text{ мкм}$, $h = 15 \text{ мкм}$, $\Delta = 5 \text{ мкм}$.

Мінімальний припуск на чорнове шліфування:

$$2z_{\min} = 2(10 + 15 + 5 + 0) = 60 \text{ мкм.}$$

Приймається припуск на чорнове шліфування $2z_n = 0,24 \text{ мм}$ (по 0,12 мм). Після чорнового шліфування $Rz = 2 \text{ мкм}$, $h = 5 \text{ мкм}$, $\Delta = 2 \text{ мкм}$. Мінімальний припуск на чистове шліфування:

$$2z_{\min} = 2(2 + 5 + 2 + 0) = 18 \text{ мкм}$$

Приймається припуск на чистове шліфування $2z_n = 0,10 \text{ мм}$ (по 0,05 мм на кожну сторону).

Зведений розмір заготовки за розміром 16 мм становить:

$$16,0 + 0,10 + 0,24 + 0,50 + 1,20 = 18,04 \text{ мм.}$$

З урахуванням допуску на прокат ($\pm 1,3 \text{ мм}$ для h_{10}) фактичний розмір смуги 16 мм є достатнім, оскільки гарантовано покриває сумарний припуск 2,04 мм з урахуванням запасу.

					Арк.
					33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.9 – Зведена таблиця припусків на обробку розміру 16 мм

Перехід обробки	Квалітет	Припуск 2z, мм	Допуск T, мм	Операційний розмір, мм
Заготовка (прокат)	h16	–	1,20	17,3
Фрезерування чорнове	h12	$2 \times 0,6 = 1,2$	0,18	16,1 +0/-0,18
Фрезерування чистове	h9	$2 \times 0,25 = 0,5$	0,043	16,05 +0/-0,043
Шліфування чорнове	h7	$2 \times 0,12 = 0,24$	0,018	16,02 +0/-0,018
Шліфування чистове	h6	$2 \times 0,05 = 0,10$	0,011	16,0 +0/-0,011

Розрахунок операційних розмірів ведеться від готової деталі до заготовки (у зворотному напрямку). Починаючи з розміру готової деталі 16,0h6 мм, послідовно додаються номінальні припуски кожного переходу. Такий метод розрахунку забезпечує правильне призначення розмірів заготовок на кожному етапі технологічного процесу. Допуски на операційні розміри призначаються відповідно до досяжної точності методу обробки.

Для отвору Ø4 мм свердління є єдиним переходом, тому операційний розмір збігається з розміром готової деталі Ø4H14 мм. Допуск по H14 для діаметра 4 мм становить +0,30 мм, що цілком досягається стандартним свердлінням. Нижнє відхилення дорівнює нулю (номінал є нижньою межею для H14).

					Арк.
					34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.10 – Зведена відомість операційних розмірів деталі «Було»

№ оп.	Назва операції	Розмір (номінал), мм	Допуск, мм	Операційний розмір, мм
005	Заготівельна	150	$\pm 1,0$	$150 \pm 1,0$
010	Фрезерна чистова	16,1	-0,18	$16,1 h12$
015	Фрезерна чистова	146; 16,05	$h14; -0,043$	$146h14; 16,05h9$
020	Свердлильна	$\varnothing 4,0$	+0,30	$\varnothing 4,0 H14$
025	Шліфувальна	16,0	0,011	$16,0 h6$

Висновок. Розроблений технологічний процес з визначеними припусками та операційними розмірами забезпечує виготовлення деталі «Було» відповідно до вимог кресленника. Сумарний припуск на обробку плоских поверхонь становить 2,04 мм на товщину, що є технологічно обгрунтованим і відповідає нормам для деталей із гарячекатаного прокату при застосуванні послідовних методів обробки.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Будова та робочий процес модернізованого бурякозбирального комбайна

Модернізований очисник головок складається з порожнистого вала 1 (рис.3.1), на якому парнірно закріплені ножі 2 і били 3.

1 – вал; 2 – ніж; 3 – била; 4 – лінія руху били; 5 – лінія руху ножа

Рисунок 3.1 – Запропонована конструкція очисника головок

Під час роботи били 3 рухаються за більшим радіусом і дістають до головок коренеплодів, дбайливо очищаючи їх від залишків бадилля. Ця модернізація дасть змогу якісніше виконувати технологічний процес, який виконує бурякозбиральний комбайн КСН-6. Біли 3 частково закидатимуть залишки бадилля до вивідного шнека, так як це роблять ножі очисника головок, що дасть змогу отримати краще очищення коренеплодів і зменшити засмічення залишками бадилля коренеплодів, викопаних і вкладених у валок для досушування.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ

Арк.
36

Під час руху комбайна флюгерні колеса спрямовують міжряддями. Ножі очисника головок 3 (рис. 3.2) зрізають бадилля буряків, а встановлені нами били очищають голівки коренеплодів і разом із ложами закидають на шнек 4, який подає бадилля на лопатки очисника головок для розкидання по полю або до відбивача для вкладання у валок (на схемі не показано). Очисник 5 головок коренів гумовотканинними пластинами очищає голівки коренеплодів перед остаточним обрізуванням їх ножами дообрізувачів 6. Вібраційні копачі 8 підкопують коренеплоди та видавлюють їх із ґрунту, а доочищувач коренів 9 гумовотканинними пластинами закидає коренеплоди на валкоукладач 10, після якого граблини 12 формують валок 12.

- 1 – флюгерні колеса; 2 – буряки в рядках; 3 – очисник головок; 4 – шнек;
 5 – очищувач; 6 – дообрізувач; 7 – прискорювач із силосопроектором;
 8 – вібраційні копачі; 9 – доочищувач; 10 – валкоукладач; 11 – опорні колеса;
 12 – граблини; 13 – буряки у валку

Рисунок 3.2 – Схема виконання технологічного процесу комбайном КСН-6

3.2 Конструктивні розрахунки модернізованого очисника головок

Для встановлення додаткових бил на очисник головок нам необхідно приварити вухо 1 до труби очисника головок 2 (рис. 3.3), стиснути скобами 4 гумовотканинні били 5 і закріпити їх за допомогою болтових з'єднань 6 і закріпити на трубі за допомогою осі 3.

						Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 – вухо; 2 – труба; 3 – вісь; 4 – скоба; 5 – била; 6 – болтове з'єднання

Рисунок 3.3 – Били встановлені на очисник головок

Необхідно розрахувати зварне з'єднання вуха 1 із трубою очисника головок 2, провести розрахунок на зріз осі 3.

Визначення зусилля, що виникає під час роботи бил очисника [10, 21]

Під час роботи бил очисника виникатимуть дві сили, сила відцентрова і сила, що діє з боку головок коренеплодів, які очищаються. Під час роботи важливо, щоб била розташовувалася перпендикулярно до труби очисника головок, це можливо тільки в тому разі, якщо відцентрова сила значно більша за силу, що діє з боку головок коренеплодів. Тому приймаємо за основну діючу силу – відцентрову силу.

$$P = m \cdot a_n = m \cdot \omega^2 \cdot r_0, \quad (3.1)$$

де m – маса всіх бил із болтовими з'єднаннями віссю кріплення і вухами;
вага болта М 10 довжиною 50 мм = 43 г = 0,43 Н;

гайки М 10 = 9 г = 0,09 Н;

шайби 10 = 2 г = 0,02 Н;

гумовотканіних бил 240 г = 2,4 Н;

вісь кріплення бил = 200 гр = 2 Н;

вухо = 90 г = 0,9 Н;

загальна маса становитиме 5,84 Н;

ω – частота обертання очисника головок, рад/с.

Визначаємо частоту обертання ω , значчи оберти $n=720$ об/хв.:

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

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 720}{30} = 75,4 \text{ рад/с.}$$

Тоді: $P = 5,84 \cdot 75,4^2 \cdot 0,12 = 3984 \text{ Н} \approx 4 \text{ кН.}$

Розрахунок зварного з'єднання вуха-труба [10, 21]

Розраховуємо стикове зварне з'єднання планки 1 зі стійками 2 на міцність (рис. 3.4). Розрахунок такого з'єднання проводиться за перевіркою на розтяг

На розтяг розрахунок проводиться за такою залежністю:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{b \cdot k} \leq [\sigma], \quad (3.3)$$

де k – катет шва, мм;

b – довжина шва, мм;

$[\sigma]$ – допустиме напруження для зварних з'єднань, для сталі 35

$$[\sigma] = 0,9 \cdot [\sigma]_p = 0,9 \cdot 162 = 145,8 \text{ МПа;}$$

F – навантаження на зварне з'єднання Н.

Навантаження на зварне з'єднання дорівнює виходячи з розрахунків наведених вище $F = \frac{P}{2} = 2 \text{ кН.}$

1 – вуха, 2 – труба

Рисунок 3.4 – Схема зварного з'єднання

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Тоді напруження дорівнюватиме:

$$\sigma = \frac{2000}{3 \cdot 47} = 14,2 \text{ МПа} \leq [\sigma].$$

Це задовольняє умову, оскільки $[\sigma] = 145,8 \text{ МПа} > 14,2 \text{ МПа}$. Зварне з'єднання зможе витримати робоче навантаження.

Розрахунок на зріз осі кріплення бил [10, 21]

Під час розрахунку деталей на міцність враховуємо, що $d = 1,2 \text{ см}$, прийнято з конструктивних міркувань, n – число площин зрізу дорівнює 2.

Визначимо площу зрізу $A_{зр}$ і площу зминання $A_{зм}$.

Рисунок 3.5 – Розрахункова схема

$$A_{зр} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}; \quad (3.4)$$

$$A_{зм} = d \cdot t. \quad (3.5)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$A_{зр} = \frac{3,14 \cdot 12^2}{4} = 113 \text{ мм}^2,$$

$$A_{зм} = 12 \cdot 5 = 60 \text{ мм}^2.$$

Допустиме напруження на зріз для Ст 40 $\rightarrow [\tau]_{зр} = 115 \text{ МПа}$;

Допустиме напруження на зминання для Ст 40 $\rightarrow [G]_{зм} = 280 \text{ МПа}$;

$$F_{зр} \leq n \cdot A_{зр} \cdot [\tau]_{зр}, \quad (3.6)$$

$$F_{зм} \leq A_{зм} \cdot [G]_{зм}. \quad (3.7)$$

Підставивши значення отримаємо:

					Арк.
					40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$F_{зр} \leq 2 \cdot 113 \cdot 115 = 26 \text{ кН},$$

$$F_{зм} \leq 60 \cdot 280 = 16,8 \text{ Н}.$$

Приймаємо значення $[F] = F_{зр} = 26 \text{ кН}$.

Знаючи силу, що діє на вісь, яка дорівнює 4 тН, можемо зробити висновок, що вісь витримає це навантаження. Вісь даного діаметра буде стійко працювати.

Висновок Під час виконання розділу було запропоновано модернізацію очисника головок шляхом встановлення на нього додаткових бил, які очищатимуть головки коренеплодів. Дана модернізація дасть змогу більш якісно виконувати технологічний процес, який виконує бурякозбиральний комбайн КСН-6.

						Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	

4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Техніко-економічне обґрунтування розробки [7]

Вихідні дані:

Площа збирання буряків – 100 га

Урожайність – 400 ц/га, або 40 т/га

Валовий збір:

$$Q = F \cdot Y, \quad (4.1)$$

де F – площа збирання, га;

Y – урожайність, т/га.

$$Q = 100 \cdot 40 = 4000 \text{ т}$$

Визначення втрат до модернізації:

До модернізації втрати коренеплодів через недостатнє очищення, пошкодження та залишки гички приймаємо 2,5 %.

$$Q_{\text{вт1}} = \frac{Q \cdot P_1}{100}, \quad (4.2)$$

де P_1 – втрати до модернізації, % (2,5%)

$$Q_{\text{вт1}} = \frac{4000 \cdot 2,5}{100} = 100 \text{ т}$$

Визначення втрат після модернізації:

Після встановлення додаткових бил втрати приймаємо 1,7 %.

$$Q_{\text{вт2}} = \frac{Q \cdot P_2}{100}, \quad (4.3)$$

$$Q_{\text{вт2}} = \frac{4000 \cdot 1,7}{100} = 68 \text{ т}$$

Зменшення втрат продукції:

$$\Delta Q = Q_{\text{вт1}} - Q_{\text{вт2}},$$

$$\Delta Q = 100 - 68 = 32 \text{ т}$$

Отже, за рахунок модернізації додатково зберігається 32 т коренеплодів.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Економічний ефект від зменшення втрат:

Приймаємо ціну коренеплодів 6000 грн/т.

$$E_1 = \Delta C \cdot C, \quad (4.4)$$

де C – ціна 1 т буряку, грн/т

$$E_1 = 32 \cdot 6000 = 192000 \text{ грн}$$

Економічний ефект від зменшення втрат становить 192000 грн.

Витрати на модернізацію:

Приймаємо, що для модернізації потрібно встановити 12 додаткових бил.

Вартість одного била – 450 грн.

$$B_6 = n \cdot C_6, \quad (4.5)$$

$$B_6 = 12 \cdot 450 = 5400 \text{ грн}$$

Витрати на монтаж і балансування, $B_{\text{мон}} = 3000$ грн.

Загальні витрати на модернізацію:

$$B_{\text{мод}} = B_6 + B_{\text{мон}}, \quad (4.6)$$

$$B_{\text{мод}} = 5400 + 3000 = 8400 \text{ грн}$$

Отже, загальні витрати на модернізацію становлять 8400 грн.

Річний економічний ефект:

$$E_p = E_1 - B_{\text{мод}}, \quad (4.7)$$

$$E_p = 192000 - 8400 = 183600 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект становить 183600 грн.

Термін окупності:

$$T = \frac{B_{\text{мд}}}{E_p}, \quad (4.8)$$

$$T = \frac{8400}{183600} = 0,05 \text{ року.}$$

Термін окупності модернізації становить приблизно 0,6 місяця.

Результати розрахунків зведені у таблицю 4.1.

					Арк.
					43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники розробки

Показники	До модернізації	Після модернізації
Валовий збір буряків, т	4000	4000
Втрати коренеплодів, %	2,5	1,7
Втрати коренеплодів, т	100	68
Ціна 1 т буряків, грн	8000	8000
Вартість втрачених буряків, грн	800000	544000
Кількість додаткових билав, шт.	–	12
Витрати на модернізацію, грн	–	8 400
Річний економічний ефект, грн	–	183600
Строк окупності, міс		0,6

Модернізація очисника головок буряків комбайна КСН-6 шляхом встановлення додаткових бил дозволяє зменшити втрати коренеплодів на 32 т та отримати річний економічний ефект 183,6 тис. грн. Строк окупності модернізації становить менше одного місяця.

4.2 Охорона праці

Під час експлуатації бурякозбиральних комбайнів значна увага повинна приділятися забезпеченню безпечних умов праці механізаторів та обслуговуючого персоналу. Робота бурякозбирального комбайна КСН-6 пов'язана з дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів, до яких належать рухомі робочі органи, підвищений рівень шуму та вібрації, пил, можливість травмування під час технічного обслуговування та ремонту машини.

Особливу небезпеку становлять очисні вали з билами, транспортери, привідні механізми та обертові робочі органи комбайна. Під час модернізації очисника шляхом встановлення додаткових бил необхідно забезпечити надійність кріплення робочих елементів, дотримання балансування вала та безпечні умови виконання монтажних робіт [18]

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

При роботі бурякозбирального комбайна КСН-6 на працівників можуть впливати такі небезпечні фактори, як рухомі та обертові частини машини, можливість захоплення одягу робочими органами, підвищений рівень шуму, вібрація, пил та вихлопні гази, гострі кромки робочих органів, підвищена запиленість повітря робочої зони, небезпека перекидання техніки при роботі на нерівному рельєфі [14].

Основну небезпеку становлять очисні зали та транспортери, оскільки під час роботи вони обертаються з великою швидкістю. Потрапляння рук або елементів одягу до зони дії робочих органів може призвести до важких травм.

Перед початком роботи механізатор повинен перевірити технічний стан комбайна, переконатися у справності гальмівної системи та рульового керування, перевірити надійність кріплення билав очисного заля, оглянути захисні кожухи та огороження, перевірити справність сигналізації та освітлення, переконатися у відсутності сторонніх предметів у зоні робочих органів.

Забороняється експлуатація комбайна при відсутності захисних кожухів, при пошкодженні билав або елементів кріплення, при підвищеній вібрації очисного заля, при несправності гідравлічної системи.

Під час роботи комбайна механізатор повинен дотримуватися встановленої швидкості руху, не допускати перебування сторонніх осіб поблизу машини, не виконувати очищення чи ремонт робочих органів при увімкненому приводі, контролювати рівень шуму та вібрації, стежити за справністю робочих органів.

При забиранні очисника або транспортерів необхідно повністю зупинити комбайн, вимкнути двигун, дочекатися повної зупинки рухомих частин. Лише після цього виконувати очищення робочих органів.

						Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	

Категорично забороняється очищати очисний вал руками під час його обертання.

Технічне обслуговування та ремонт комбайна повинні виконуватись на спеціально обладнаних майданчиках із дотриманням вимог охорони праці.

При монтажі додаткових бил необхідно використовувати справний інструмент, забезпечити надійну фіксацію вала, виконувати балансування після встановлення робочих органів, користуватися засобами індивідуального захисту.

Під час виконання монтажних робіт працівники повинні використовувати спецодяг, захисні рукавиці, захисні окуляри, спецвзуття.

Бурякозбиральні комбайни працюють в умовах значної кількості пилу та рослинних залишків, що підвищує ризик виникнення пожежі.

Для забезпечення пожежної безпеки необхідно регулярно очищати машину від пилу та рослинних залишків, контролювати справність електропроводки, не допускати витікання паливно-мастильних матеріалів, забезпечити наявність вогнегасника у кабіні комбайна.

Забороняється палити поблизу паливної системи, використовувати відкритий вогонь при технічному обслуговуванні, залишати працюючий комбайн без нагляду.

Отже, дотримання вимог охорони праці при експлуатації модернізованого бурякозбирального комбайна КСН-6 забезпечує безпечні умови роботи механізаторів, знижує ризик травматизму та підвищує надійність роботи машини. Запропонована модернізація очисника головок буряків не погіршує умови праці та може бути впроваджена за умови дотримання вимог безпеки під час монтажу та експлуатації додаткових бил.

4.3 Охорона навколишнього середовища

Сучасне сільськогосподарське виробництво повинно забезпечувати не лише високу продуктивність праці, а й мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище. Під час експлуатації бурякозбиральної техніки

					Арк.
					46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

відбувається вплив на ґрунт, атмосферне повітря, рослинний покрив та навколишнє природне середовище загалом. Тому при модернізації бурякозбирального комбайна КСН-6 важливо враховувати екологічні аспекти його роботи.

Одним із основних негативних факторів під час роботи бурякозбирального комбайна є ущільнення ґрунту ходовою системою машини. Надмірне ущільнення погіршує структуру ґрунту, зменшує його водо- та повітропроникність, що негативно впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Для зменшення ущільнення необхідно дотримуватись оптимальних строків виконання польових робіт, уникати роботи техніки на перезволожених ґрунтах, підтримувати допустимий тиск у шинах, скорочувати кількість проходів техніки по полю.

Під час роботи двигуна внутрішнього згоряння в атмосферу виділяються вихлопні гази, які містять оксиди азоту, оксид вуглецю, сажу та інші шкідливі речовини. Для зниження забруднення атмосферного повітря необхідно, підтримувати двигун у технічно справному стані, використовувати якісне паливо та мастильні матеріали, своєчасно проводити технічне обслуговування паливної системи, не допускати роботи двигуна на перевантажених режимах [17].

Важливим екологічним аспектом є запобігання забрудненню ґрунту та водою паливно-мастильними матеріалами. Підтікання пального, мастила або гідравлічної рідини може призвести до забруднення навколишнього середовища та погіршення екологічного стану території.

Для запобігання забрудненню необхідно регулярно перевіряти герметичність паливної та гідравлічної систем, проводити заправку техніки у спеціально відведених місцях, не допускати потрапляння мастил у ґрунт, відпрацьовані мастильні матеріали збирати у спеціальні ємності та передавати на утилізацію.

Під час роботи очисника головок буряків утворюється значна кількість рослинних залишків та ґрунтових домішок. Запропонована модернізація

						Арк.
					КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очисника шляхом встановлення додаткових билав сприяє більш якісному очищенню коренеплодів і рівномірному розподілу рослинних залишків по поверхні поля. Це дозволяє зменшити втрати продукції, покращити санітарний стан зібраного врожаю, знизити потребу у додатковому очищенні, забезпечити часткове повернення органічної маси у ґрунт.

Таким чином, дотримання вимог охорони навколишнього середовища під час експлуатації модернізованого бурякозбирального комбайна КСН-6 сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля, підвищенню екологічної безпеки та раціональному використанню природних ресурсів. Запропонована модернізація очисника головок буряків є екологічно доцільною, оскільки дозволяє покращити якість збирання коренеплодів та зменшити втрати продукції без суттєвого збільшення навантаження на навколишнє середовище.

						Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання удосконалення очисника головок буряків бурякозбирального комбайна КСН-6 з метою підвищення ефективності технологічного процесу збирання коренеплодів.

У ході виконання роботи проведено аналіз існуючих бурякозбиральних машин та очисників головок буряків, визначено їх конструктивні особливості, переваги та недоліки. Встановлено, що основними проблемами існуючих очисних систем є недостатня якість очищення головок буряків, підвищене пошкодження коренеплодів, значне зношування робочих органів та зниження ефективності роботи у складних польових умовах.

У роботі обґрунтовано доцільність модернізації очисника головок буряків комбайна КСН-6 шляхом встановлення додаткових білаві аналогічної конструкції до штатних робочих елементів очисного вала. Запропоноване технічне рішення дозволяє збільшити площу контакту робочих органів із поверхнею головок буряків, покращити якість очищення та зменшити кількість неочищених ділянок.

Виконано аналіз конструкції модернізованого очисника та наведено обґрунтування прийнятих технічних рішень.

Розроблено технологічний процес виготовлення деталі очисника, визначено способи базування, маршрути механічної обробки, припуски та операційні розміри. Проведено вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту, що забезпечує необхідну точність і якість виготовлення деталей.

Проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори при експлуатації бурякозбирального комбайна КСН-6 та розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці механізаторів і обслуговуючого персоналу.

Розглянуто вплив бурякозбиральної техніки на довкілля та запропоновано заходи щодо зменшення негативного впливу на ґрунт, атмосферне повітря та навколишнє природне середовище.

						Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	

Проведене техніко-економічне обґрунтування показало, що модернізація очисника головок буряків є економічно ефективною. Завдяки покращенню якості очищення втрати коренеплодів зменшуються, що забезпечує отримання додаткового економічного ефекту та швидку окупність витрат на модернізацію.

Таким чином, поставлену мету кваліфікаційної роботи досягнуто, а запропоноване технічне рішення може бути рекомендоване для впровадження у сільськогосподарських підприємств при експлуатації бурякозбиральних комбайнів КСН-6.

						Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ	

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бендера І. М., Ружи́ло З. В. Маши́ни для виробництва продукції рослинництва. Кам'янець-Подільський : Абетка, 2019. 460 с.
2. Булгаков В. М., Головач І. В. Механізація виробництва цукрових буряків. Київ : Аграрна наука, 2016. – 312 с.
3. Войтюк Д. Г., Дубровін Б. О. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник. Київ : Вища освіта, 2017. 544 с.
4. Войтюк Д. Г., Габрилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник. 2-ге вид., переробл. і доповн. Київ : Хай-Тек Прес, 2008. 552 с.
5. Гуржин А. Г. Сільськогосподарські машини : підручник. Київ : Каравела, 2018. 552 с.
6. ДСТУ ISO 4254-1:2019. Маши́ни сільськогосподарські. Вимоги безпеки. Київ : ДП «УкрНДНЧ», 2019. 52 с.
7. Козьмичук І. П. Економіка та організація аграрного виробництва. – Київ: Центр учбової літератури, 2021. 368 с.
8. Кравчук В. І., Мельник Ю. Ф. Надійність і ремонт сільськогосподарської техніки. Київ : Агроосвіта, 2018. 403 с.
9. Мещук Р. Я. Обґрунтування параметрів і режимів роботи очисника головок коренеплодів цукрових буряків на корені : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11 / Нац. аграр. ун-т. Київ, 2004. 20 с.
10. Ловейкін Б. С., Роговський І. Л. Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин. Київ : ЦП «Компринт», 2020. 418 с.
11. Маши́ни бурякозбиральні. Загальні технічні умови : ДСТУ 2258-93. [Чинний від 1995-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1994. 34 с.
12. Мельник В. В. Аналіз конструкцій очисників головок коренеплодів від залишків гички. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. 2018. № 1. С. 112–120.

					Арк.
					51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ

13. Механізація збирання цукрових буряків : навч. посібник / М. В. Герасимчук та ін. Луцьк : ЛНТУ, 2014. 240 с.

14. НПАОП 01.0-1.02-18. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. Київ : Міністерство соціальної політики України, 2018. 126 с.

15. Погорілий О. В., Лисенко С. П., Кравчук В. І. Машина для збирання та переробки коренеплодів. Харків : ХНТУСГ, 2017. 286 с.

16. Павелчак С. Б. Розробка конструкцій та обґрунтування параметрів очисників коренеплодів : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11. Львів, 2000. 165 с.

17. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: zakon.rada.gov.ua (дата звернення 10.05.2026).

18. Рудь А. В., Барановський В. М. Основи експлуатації машинно-тракторного парку. Тернопіль : Економічна думка, 2019. 296 с.

19. Системи доочищення коренеплодів при їх механізованому збиранні : монографія / В. М. Барановський та ін. Луцьк : Вежа-Друк, 2017. 188 с.

20. Сидорчук Л. Л. Охорона праці в агропромисловому виробництві : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2020. 322 с.

21. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : навч. посіб. / за ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Урожай, 2018. 432 с.

22. Технологічні основи машинобудування: навч. посіб./В.В. Драгобицький та ін. Харків: Вид. «Точка», 2019. 170 с.

					Арк.
					52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ

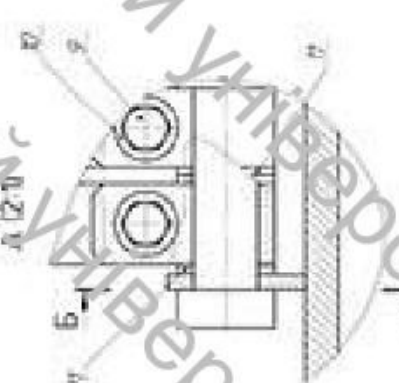
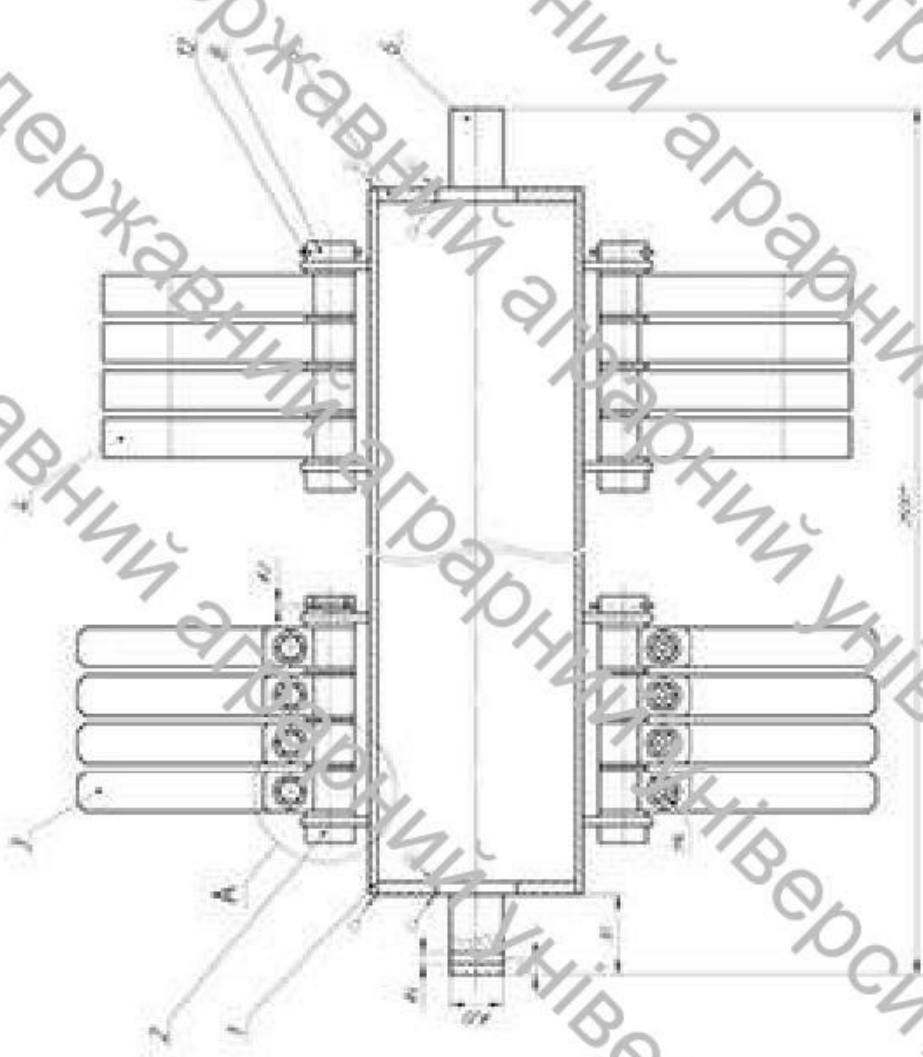
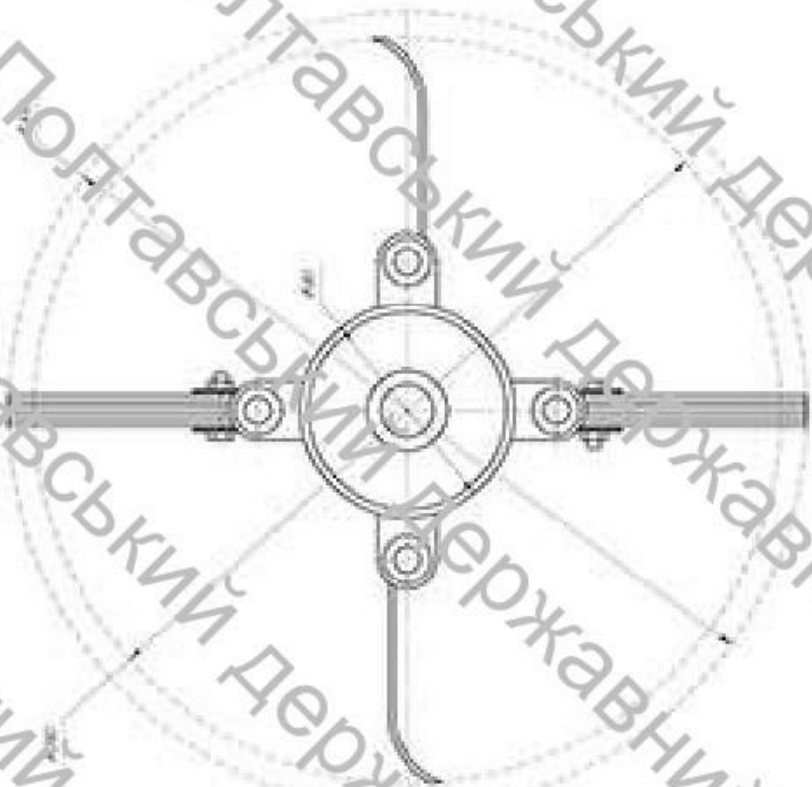
ДОДАТКИ

					Арк.
					53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

КРБ.133ГМбд_31[2] 13.00.00.000 ПЗ

Історія створення		№	667	№	
Вид роботи		Диплом			
Виконав		[Порожнє]			
Перевірив		[Порожнє]			
Затвердив		[Порожнє]			
Дата		[Порожнє]			
Місце		[Порожнє]			

- Листовий набір
1. Лінійні розміри
 2. Діагональний набір
 3. Діагональний набір
 4. Діагональний набір



Висота встановлення
 200 мм
 100 мм
 65 мм

