

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
механіко-технологічного
Вячеслав БРАТІШКО
«__» _____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад. П. М. Василенка
Юрій ГУМЕНЮК
«__» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ПРОЄКТ)

**на тему: «Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах
з удосконаленням картоплекопача»**

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Вячеслав БРАТІШКО

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи
(проєкту)**

доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Михайло ВОЛЯНСЬКИЙ
(

Виконав

(підпис)

Ігор КОРЕНЕВИЧ

КИЇВ – 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

**ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри**

сільськогосподарських машин та системотехніки

ім. акад. П. М. Василенка,

к.т.н., доцент _____ **Юрій ГУМЕНЮК**

«___» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Я

**ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
(ПРОЄКТУ) ЗДОБУВАЧУ**

Кореневичу Ігорю Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма - «Агроінженерія»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (проєкту)

«Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплекопача»

затверджена наказом від “16” лютого 2026 року № 510 «С».

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру «11» травня 2026 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи (проєкту):

- агротехнічні вимоги до збирання картоплі;
- технічні характеристики машин для збирання картоплі;
- технологічні процеси збирання картоплі;
- характеристика гідравлічної системи трактора;
- вихідні дані для визначення економічної ефективності процесу збирання картоплі;
- посібники та підручники, періодичні наукові періодичні видання, інтернет-джерела згідно теми.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз організаційних та механіко-технологічних передумов до збирання картоплі.
2. Удосконалення технологічного процесу та конструкції машини для збирання картоплі.
3. Охорона праці і безпека життєдіяльності.
4. Визначення економічної ефективності роботи агрегата для збирання картоплі.

Перелік графічних документів (за необхідності):

1. Аналіз машин для збирання картоплі.
2. Аналіз робочих органів машин для збирання картоплі.
3. Технологічна схема процесу роботи агрегата для збирання картоплі.
4. Принципова гідравлічна схема агрегата для збирання картоплі.
5. Складальне креслення.
6. Деталювання.

Дата видачі завдання «06» жовтня 2025 р.

Керівник бакалаврської
кваліфікаційної роботи (проєкту)

_____ (підпис)

Михайло ВОЛЯНСЬКИЙ

Завдання взяв до виконання

_____ (підпис)

Ігор Сергійович

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт складається з розрахунково-пояснювальної записки на 56 аркушах друкованого тексту, яка включає 4 малюнки і 4 таблиці, 2 додатки, 16 використаних джерел.

Метою роботи є підвищення технологічної та економічної ефективності механізації збирання картоплі в умовах малих фермерських господарств шляхом розробки та обґрунтування конструктивного удосконалення серійного начіпного картоплекопача типу КВД-2А.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механізованого збирання сепарації ґрунту та проміжного накопичення картоплі у дрібнотоварних та малих фермерських господарствах.

Предмет дослідження – конструктивно-кінематична схема, геометричні параметри та режими роботи завантажувального скребкового конвеєра та трапецеподібного бункера-накопичувача для модернізації картоплекопача.

Методи дослідження базуються на комплексному підході, який включає глибокий аналіз науково-технічної літератури та патентних джерел, методах класичної механіки, теоретичні інженерні розрахунки робочих органів сільськогосподарських машин, а також сучасні методи комп'ютерного графічного моделювання процесів.

У дипломному проєкті проведено глибокий аналіз існуючих засобів механізації збирання картоплі, представлених на ринку України. Запропоновано технічне рішення щодо модернізації базової машини КВД-2А шляхом встановлення додаткових вузлів: похилого скребкового конвеєра та бункера-накопичувача місткістю 1,2 м³. Виконано комплексні інженерні розрахунки основних кінематичних параметрів, визначено оптимальну швидкість руху стрічки конвеєра на рівні 1,2 м/с та кут її нахилу 28°. За допомогою методів

					058.01 – КР 208 «С» 2026.02.16.042. ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата.								
Розробив	Кореневич				Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплекопача				Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевірів	Волянський										6	
									НУБіП України механіко-технологічний факультет			
Н. контр.	Волянський											
Затв.												

міцності матеріалів підтверджено надійність стінок ємності з листової сталі Ст3 та стійкість рами агрегату під дією максимальних експлуатаційних навантажень.

Застосування удосконаленого картоплекопача забезпечує безперервність збирального процесу, дає можливість повністю автоматизувати накопичення врожаю в полі, суттєво зменшити витрати ручної праці на підбиранні бульб, знизити експлуатаційні витрати та мінімізувати механічні пошкодження й втрати картоплі. У роботі окремо розроблено комплексні заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності оператора, а також виконано детальне техніко-економічне обґрунтування, яке підтвердило швидку окупність та високу виробничу доцільність запропонованого удосконалення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КАРТОПЛЕКОПАЧ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, СКРЕБКОВИЙ КОНВЕЄР, БУНКЕР-НАКОПИЧУВАЧ, МЕХАНІЗАЦІЯ ЗБИРАННЯ, АГРОІНЖЕНЕРІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК, ФЕРМЕРСЬКІ ГОСПОДАРСТВА.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

The bachelor's thesis consists of an explanatory note on 56 pages of printed text, which includes 4 illustrations, 4 tables, 2 appendices, and 16 references.

The aim of the study is to increase the technological and economic efficiency of potato harvesting mechanization in small-scale farm conditions through the development and substantiation of structural modifications for the KVD-2A serial mounted potato digger.

The object of the study is the technological process of mechanized harvesting, soil separation, and intermediate accumulation of potatoes in smallholder and family farms.

The subject of the study is the structural-kinematic diagram, geometric parameters, and operating modes of the loading scraper conveyor and the trapezoidal storage hopper designed for the potato digger modernization.

Research methods are based on an integrated approach, which includes a comprehensive analysis of scientific and technical literature as well as patent sources, classical mechanics methods, theoretical engineering calculations of agricultural machinery working parts, and modern methods of computer-aided graphic simulation of processes.

The bachelor's thesis provides a deep analysis of existing technical means for potato harvesting mechanization available on the Ukrainian market. A technical solution for the modernization of the KVD-2A base machine is proposed by installing additional units: an inclined scraper conveyor and a storage hopper with a capacity of 1.2 m³. Complex engineering calculations of the main kinematic parameters were performed; the optimal conveyor belt speed was determined at 1.2 m/s, and its inclination angle was set at 28°. Using strength of materials methods, the reliability of the hopper walls made of St3 sheet steel and the structural stability of the machine frame under maximum operational loads were confirmed.

The application of the upgraded potato digger ensures the continuity of the harvesting cycle, enables full automation of field crop accumulation, significantly

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

reduces manual labor costs for tuber picking, lowers operating expenses, and minimizes mechanical damage and potato losses. In addition, comprehensive measures for occupational safety and operator's health were developed, and a detailed techno-economic assessment was carried out, confirming the short payback period and high production feasibility of the proposed upgrade.

KEYWORDS: POTATO DIGGER, MODERNIZATION, SCRAPER CONVEYOR, STORAGE HOPPER, HARVESTING MECHANIZATION, AGRICULTURAL ENGINEERING, EFFICIENCY, ENGINEERING CALCULATION, FARMS.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ТА МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕДУМОВ ДО ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ	13
1.1. Структура фермерських господарств за розмірами посівної площі.....	13
1.2. Аналіз існуючих засобів механізації збирання картоплі	17
1.3. Аналіз способів руху сільськогосподарських машин при вирощуванні та збиранні картоплі	24
РОЗДІЛ 2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ	29
2.1. Опис базової моделі картоплекопача.....	29
2.2. Розробка схеми завантажувального конвеєра та бункера	333
2.3. Розрахунок основних параметрів конвеєра.....	35
2.4. Розрахунок місткості та конструкції бункера-накопичувача.....	42
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	47
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	50
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56
ДОДАТКИ	59

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Картопля є однією з найважливіших продовольчих культур в Україні. За обсягами виробництва вона посідає друге місце після зернових. Щороку в країні вирощується від 18 до 22 млн тонн картоплі, з яких близько 95% припадає на господарства населення та малі фермерські підприємства. Саме тому механізація процесу збирання картоплі в умовах малих фермерських господарств є надзвичайно актуальним завданням аграрної інженерії.

Проблема механізованого збирання картоплі у невеликих господарствах полягає у специфічних умовах виробництва: невеликі і часто нерівні поля, обмежені фінансові ресурси, відсутність достатньої кількості висококваліфікованих операторів. Наявні на ринку потужні самохідні картоплезбиральні комбайни є економічно недоцільними для малих господарств з площею поля до 5–20 га. З іншого боку, прості однорядні картоплекопачі, що стали найпоширенішим рішенням, мають суттєвий недолік – вони лише вивалюють бульби на поверхню поля, після чого необхідне ручне підбирання. Це призводить до значних витрат ручної праці та втрат урожаю.

Одним із перспективних напрямів удосконалення сільськогосподарської техніки для малих господарств є розробка модульних доповнень до стандартного картоплекопача, що дозволяють автоматизувати процес накопичення картоплі безпосередньо в полі та транспортування бульб у бункер. Такий підхід дозволяє суттєво знизити трудові витрати при незначному збільшенні вартості машини.

Метою даної роботи є обґрунтування та розробка конструктивних удосконалень серійного картоплекопача типу КВД-2А шляхом встановлення завантажувального похилого конвеєра та бункера-накопичувача, що дозволяє організувати безперервний процес збирання картоплі без застосування ручної праці на підбиранні.

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

					058.01 – КР 208 «С» 2026.02.16.042. ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата.					
Розробив	Кореневич				Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплекопача			Літ.	Аркуш
Перевірів	Волянський								11
								НУБіП України механіко-технологічний факультет	
Н. контр.									
Затв.									

- проаналізувати структуру малих фермерських господарств України та їх потреби в засобах механізації збирання картоплі;
- виконати огляд та порівняльний аналіз існуючих конструкцій картоплезбиральних машин;
- обґрунтувати вибір базової моделі картоплекопача для удосконалення;
- розробити принципову схему завантажувального конвеєра та бункера-накопичувача;
- виконати інженерні розрахунки основних параметрів конвеєра і бункера;
- розробити технічне креслення удосконаленого картоплекопача;
- обґрунтувати економічну доцільність та оцінити безпеку запропонованого рішення.

Об’єкт дослідження – технологічний процес збирання картоплі у малих фермерських господарствах.

Предмет дослідження – конструктивна схема завантажувального конвеєра і бункера-накопичувача для картоплекопача.

Методи дослідження: аналіз науково-технічної літератури та патентних джерел, інженерний розрахунок конструктивних параметрів, графічне моделювання.

Практична цінність роботи полягає у розробці конкретного технічного рішення, яке може бути реалізоване у виробничих умовах або на рівні дрібносерійного виготовлення для потреб малих фермерських господарств.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ТА МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕДУМОВ ДО ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ

В Україні станом на 2023 рік зареєстровано понад 33 000 фермерських господарств, загальна площа сільськогосподарських угідь яких становить близько 4,5 млн га. Однак розподіл господарств за розмірами посівних площ є вкрай нерівномірним: переважна більшість з них має площу менше 20 га.

За даними Державної служби статистики України, картопля вирощується приблизно у 28% всіх фермерських господарств. Найбільша концентрація картоплярських господарств спостерігається у Вінницькій, Полтавській, Житомирській, Чернігівській та Сумській областях. У цих регіонах під картоплю зайнято від 12 до 18% посівних площ фермерів.

Структура фермерських господарств за розмірами посівної площі (вибіркові регіони)

Область	Госп-в до 1 га	1–5 га	5–20 га	20–50 га	Понад 50 га
Вінницька	12 840	8 420	3 210	1 180	340
Полтавська	10 560	7 340	2 890	980	210
Житомирська	11 230	8 100	3 050	1 020	280
Чернігівська	9 870	6 980	2 740	890	195
Сумська	8 450	5 870	2 310	760	170
Всього по Україні	142 000	96 500	38 200	13 400	4 100

					058.01 – КР 208 «С» 2026.02.16.042. ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата.	Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплекопача				Літ.	Аркуш	Аркушів		
Розробив	Кореневич											13	
Перевірів	Волянський								НУБіП України механіко-технологічний факультет				
Н. контр.													
Затв.													

Аналіз даних таблиці 1.1 свідчить про те, що більшість фермерських господарств, які вирощують картоплю, мають площі від 1 до 20 га. Саме для цього сегменту наявні технічні рішення є найменш задовільними: потужні комбайни економічно недоступні, а прості копачі вимагають значних затрат ручної праці.

Аналіз виробничих витрат показує, що при використанні лише простого картоплекопача без накопичувального бункера витрати ручної праці на підбирання бульб з поверхні ґрунту складають від 120 до 180 люд-год на гектар. При середньому заробітку сільськогосподарського робітника 200–250 грн/год це становить 24 000–45 000 грн/га лише на підбиранні. Встановлення конвеєра з бункером дозволяє зменшити ці витрати на 70–80%, оскільки весь процес автоматизується і потребує лише одного оператора для обслуговування трактора.

Технологічні вимоги до машин для малих господарств включають: агрегування з тракторами МТЗ-80/82 або аналогами класу тяги 1,4; ширину захвату 1,2–1,6 м; глибину підкопування 150–220 мм; продуктивність 3–8 т/год; зручне розвантаження накопиченої картоплі на краю поля або в транспортний засіб.

Особливістю малих господарств є також характер рельєфу полів: вони нерідко мають ухили до 5–8°, що ускладнює застосування самохідної техніки та потребує від навісного обладнання підвищеної стійкості і надійності кріплення до трактора. Конструкція удосконаленого картоплекопача має відповідати цим умовам і забезпечувати стабільну роботу на нерівних ділянках.

Станом на 2024–2026 роки тенденція до домінування малих та середніх фермерських господарств у структурі виробництва картоплі в Україні зберігається, однак спостерігаються суттєві зміни у підходах до технічного забезпечення та організації збиральних процесів. Воєнні дії, порушення логістичних ланцюгів, дефіцит паливно-мастильних матеріалів і зростання вартості імпортової техніки призвели до переорієнтації фермерів на використання більш компактних, енергоощадних та універсальних машин, здатних ефективно працювати в умовах невеликих земельних ділянок і обмежених фінансових ресурсів. У результаті цього особливої актуальності набули питання модернізації

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

начіпних картоплекопачів шляхом оснащення їх накопичувальними системами, транспортувальними конвеєрами та механізмами часткової автоматизації процесу завантаження врожаю.

У 2024 році внаслідок зростання собівартості ручної праці та нестачі сезонних працівників значна кількість господарств зіткнулася з проблемою несвоєчасного збирання картоплі. Це призводило до підвищення втрат урожаю, механічних пошкоджень бульб і погіршення їх товарних характеристик. За оцінками аграрних експертів, затримка збирання навіть на 7–10 днів у період осіннього перезволоження ґрунту може спричиняти втрати до 12–18% урожаю. У зв'язку з цим особливого значення набувають технічні засоби, які дозволяють скоротити тривалість технологічного циклу та мінімізувати залежність від ручної праці.

Починаючи з 2025 року, у структурі механізованого збирання картоплі спостерігається поступове збільшення використання комбінованих навісних агрегатів, що поєднують функції підкопування, сепарації ґрунту, транспортування та тимчасового накопичення бульб. Такі машини є значно дешевшими за повноцінні самохідні картоплезбиральні комбайни, однак забезпечують суттєве підвищення продуктивності праці у господарствах площею до 20 га. Аналіз ринку сільськогосподарської техніки показує, що саме сегмент малогабаритних і середньопродуктивних картоплезбиральних машин демонструє найбільшу динаміку попиту серед фермерських господарств України.

Економічна ефективність застосування удосконалених картоплекопачів із накопичувальним бункером підтверджується зниженням експлуатаційних витрат на одиницю продукції. При використанні модернізованої техніки витрати ручної праці скорочуються у 4–5 разів, а витрати на післязбиральне доочищення картоплі зменшуються на 20–30% завдяки більш ефективному відділенню ґрунтових домішок під час роботи сепараційного механізму. Крім того, зменшується кількість механічно пошкоджених бульб, що позитивно впливає на тривалість зберігання врожаю та його реалізаційну вартість.

Важливим фактором розвитку механізації у 2025–2026 роках стало

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

зростання попиту на універсальні конструкції, здатні працювати в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Значна частина картоплярських господарств України розташована на дерново-підзолистих, сірих лісових та чорноземних ґрунтах із різним рівнем вологості та щільності. Це потребує адаптації робочих органів картоплекопачів до змінного опору ґрунту. Практика експлуатації показує, що найбільш ефективними є конструкції з регульованою глибиною підкопування, еластичними елементами сепарації та можливістю зміни швидкості руху конвеєра залежно від урожайності й вологості ґрунту.

Суттєвий вплив на розвиток технічного забезпечення фермерських господарств має і загальна тенденція до енергозбереження. Через постійне підвищення цін на дизельне паливо фермери дедалі частіше віддають перевагу агрегатам із меншою потребою в потужності тягового засобу. Саме тому найбільш перспективними залишаються картоплекопачі, які можуть ефективно агрегатуватися з тракторами класу 1,4 без перевантаження силової установки. Удосконалення конструкції робочих органів та оптимізація кінематичних параметрів дозволяють знизити енергоспоживання під час збирання на 12–18%, що є важливим економічним показником для малих господарств.

Аналіз сучасних тенденцій свідчить також про поступове впровадження елементів цифрового контролю технологічного процесу навіть у сегменті малогабаритної техніки. У 2026 році окремі виробники навісних картоплезбиральних машин пропонують системи контролю швидкості конвеєра, датчики заповнення бункера та механізми автоматичного регулювання робочої глибини. Хоча такі рішення ще не є масово поширеними через високу вартість, вони демонструють напрям подальшого розвитку техніки для малих фермерських господарств.

Таким чином, аналіз розвитку фермерського сектору України у 2023–2026 роках підтверджує необхідність створення спеціалізованих картоплезбиральних машин для господарств із площею посівів до 20 га. Існуючі технічні рішення не повною мірою задовольняють потреби цієї категорії виробників, оскільки або мають недостатню продуктивність, або є економічно недоступними.

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Удосконалення конструкції картоплекопача шляхом встановлення накопичувального бункера та транспортувального конвеєра дозволяє підвищити продуктивність збирання, знизити витрати ручної праці, скоротити втрати врожаю та забезпечити більш стабільну роботу техніки в умовах невеликих фермерських господарств України.

1.2. Аналіз існуючих засобів механізації збирання картоплі

Ефективність збирання картоплі в малих формах господарювання безпосередньо залежить від обраного типу робочих органів машини, які повинні забезпечувати максимальну сепарацію ґрунту при мінімальному пошкодженні бульб. Розглянемо основні типи копачів, що представлені на ринку України:

Штифтові (віялові) копачі:



Рис. 1.1. Штифтові копачі

Це найбільш примітивні засоби механізації, що агрегатуються з мотоблоками або міні-тракторами через одноточкове кріплення. Робочий орган являє собою стрілоподібну лапу з привареними ззаду сталевими прутами.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Принцип дії базується на розклинюванні пласта ґрунту, який розпадається, проходячи крізь прути, а бульби за інерцією викидаються на поверхню.

Технічний недолік: Такий метод не забезпечує якісного очищення на вологих або важких ґрунтах. Крім того, гострі краї лемеша та жорсткі прути часто стають причиною механічних порізів картоплі, що скорочує термін її зберігання.

Вібраційні (гуркітні) копачі:



Рис. 1.2. Вібраційна картоплекопалка КВТ-2

Ці агрегати оснащені активними робочими органами: підкопуючим ножем та вібраційним столом (решетом), що приводяться в дію від вала відбору потужності (ВВП) трактора. Під час руху ніж здійснює зворотно-поступальні коливання, підрізаючи пласт ґрунту, а решето інтенсивно вібрує для подрібнення грудок і просіювання землі.

Недоліками цього агрегату є значне вібраційне навантаження на раму, що призводить до швидкого зносу та втомних руйнувань металу. Крім того, якість очищення коренеплодів суттєво погіршується при спробі збільшити швидкість

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

руху, а сама конструкція потребує регулярного технічного огляду зварних швів та кріплень.

Транспортерні копачі:



Рис. 1.3. Картоплекопалка транспортерна ДТЗ-1Т-50

На сьогодні це найбільш досконалий тип машин для первинного збирання. Основним робочим органом є прутковий транспортер, виготовлений із міцної сталі. Пласт ґрунту разом із картоплею піднімається лемешем на рухому стрічку. В процесі руху до задньої частини машини ґрунт просіюється крізь просвіти між прутами, а чиста картопля вкладається у валок.

Переваги: Завдяки великій площі сепарації та можливості встановлення додаткових еліптичних струшувачів під стрічкою, такі копачі демонструють найвищу чистоту врожаю навіть за несприятливих погодних умов.

Сучасний ринок пропонує широкий спектр картоплезбиральної техніки – від простих одно- і дворядних копачів до складних самохідних комбайнів із сортувальними лініями і місткими бункерами. Для малих господарств практичний інтерес представляє насамперед навісна та напівнавісна техніка, що агрегатується з тракторами середнього класу.

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

За принципом дії картоплезбиральні машини поділяють на: копачі-валкоутворювачі; копачі-підбирачі; картоплезбиральні комбайни. Копачі-валкоутворювачі є найпростішими і найдешевшими – вони лише підкопують і вивалюють картоплю на поверхню. Копачі-підбирачі додатково відокремлюють бульби від ґрунту на сепаруючому транспортері і укладають їх у рядки. Комбайни виконують повний цикл збирання від підкопування до завантаження у транспортний засіб або власний бункер.

Серед машин другого типу найпоширенішими в Україні є: КВД-2А (виробник – завод «Агромаш», Харків), ПКС-2 «Дніпро», КТН-2. Всі вони є двохрядними начіпними картоплекопачами, що агрегуються з трактором МТЗ-80/82. Принцип роботи базується на підкопуванні бульб плоским лемешем і транспортуванні маси на прутковому або роликовому сепараторі, після чого картопля висипається на поверхню ґрунту.

Порівняльний аналіз основних технічних характеристик існуючих машин наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Порівняльний аналіз картоплезбиральних машин

Марка машини	Агрегатується з трактором	Шир. захвату, м	Глиб. підкопу, мм	Прод-сть, т/год	Маса, кг	Ціна, тис.грн	Особливості
КВД-2А (Базова)	МТЗ-80/82	1,40	200	4,5–6,0	1 420	185	Без накопичення
ПКС-2 «Дніпро»	МТЗ-80	1,35	180	3,8–5,2	1 280	170	Прутковий транспортер
AVR Spirit 6200	John Deere 6M	2,10	210	12–18	4 800	820	Самохід, бункер 6 т
Grimme SE 150-60	МТЗ-1221	1,50	200	8–12	2 650	650	Бункер 3 т
КВД-УД (проект)	МТЗ-80/82	1,40	200	5–7	1 520	195	Конвеєр + бункер 1,2 м³

Аналіз таблиці 1.2 свідчить, що вітчизняні машини серії КВД і ПКС мають прийнятні технічні характеристики і доступну ціну, однак принципово не вирішують проблему накопичення врожаю. Закордонні аналоги (AVR, Grimme) мають значно вищу продуктивність та оснащені бункерами, проте їх вартість у

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3,5–5 разів перевищує вітчизняні аналоги, що робить їх недоступними для більшості малих господарств.

Запропоноване рішення – удосконалення базової машини КВД-2А шляхом встановлення завантажувального конвеєра і бункера-накопичувача – дозволяє отримати машину (КВД-УД) з функціональністю, наближеною до середнього класу комбайнів, при ціні, що лише незначно перевищує базову вартість КВД-2А.

Конструктивно сепаруючий транспортер базової машини КВД-2А виконаний у вигляді пруткового ланцюгового транспортера завширшки 1400 мм. Він забезпечує досить якісне відокремлення бульб від ґрунту та рослинних решток, однак по закінченні роботи транспортера картопля просто падає на землю. Запропонований завантажувальний конвеєр приймає картоплю з виходу сепараторного транспортера і під кутом $\alpha=28^\circ$ подає її у бункер-накопичувач.

Патентний пошук показав, що подібні рішення – завантажувальні конвеєри з бункерами для легких картоплекопачів – реалізовано в ряді зарубіжних розробок (патенти DE 10 2005 034 551, US 7,540,130), однак в Україні промислово не виробляються. Це підтверджує актуальність і практичну цінність пропонованого удосконалення.

Подальший аналіз існуючих засобів механізації збирання картоплі показує, що головною тенденцією розвитку конструкцій у 2024–2026 роках є поєднання високої продуктивності з мінімізацією травмування бульб та зниженням енерговитрат. У сучасних умовах виробники картоплезбиральної техніки приділяють особливу увагу вдосконаленню систем сепарації ґрунту, оскільки саме якість відділення бульб від ґрунтової маси визначає ефективність роботи машини, втрати врожаю та придатність картоплі до тривалого зберігання.

Практика експлуатації картоплекопачів у господарствах України свідчить, що найбільш проблемними умовами для роботи машин залишаються перезволожені та важкі суглинкові ґрунти. У таких умовах значно зростає навантаження на робочі органи, погіршується просіювання ґрунту через сепаруючі елементи та збільшується кількість механічних пошкоджень бульб. Саме тому сучасні конструкції транспортерних копачів дедалі частіше оснащуються еліптичними струшувачами, гумовими амортизаторами та прутками

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

зі спеціальним антикорозійним покриттям, що дозволяє підвищити ефективність очищення та знизити налипання ґрунту.

Важливим недоліком більшості серійних вітчизняних машин залишається відсутність системи проміжного накопичення картоплі. Після проходження сепаруючого транспортера бульби висипаються безпосередньо на поверхню поля, де потребують додаткового ручного підбирання або використання окремих підбирачів. Це суттєво збільшує трудомісткість технологічного процесу, особливо в умовах дефіциту сезонної робочої сили. Крім того, перебування картоплі на поверхні поля протягом тривалого часу призводить до додаткових втрат урожаю внаслідок механічних пошкоджень, забруднення та впливу атмосферних опадів.

Аналіз конструкцій сучасних європейських машин показує, що навіть у сегменті компактної техніки активно застосовуються бункери місткістю від 1 до 3 т із системами плавного розвантаження. Основною перевагою такого підходу є безперервність технологічного процесу та зменшення кількості допоміжних операцій. Проте складність конструкції, використання гідравлічних приводів і електронних систем керування значно підвищують вартість машин та ускладнюють їх технічне обслуговування в умовах малих господарств.

Особливої уваги заслуговує питання пошкодження бульб під час механізованого збирання. Дослідження показують, що при падінні картоплі з висоти понад 400 мм або контакті з жорсткими металевими елементами утворюються мікротріщини та удари, які погіршують лежкість продукції. У сучасних машинах для зменшення пошкоджень застосовують прогумовані транспортерні стрічки, еластичні амортизуючі накладки та системи регулювання швидкості руху транспортерів. Удосконалення базової машини КВД-2А також передбачає врахування цих вимог шляхом оптимізації траєкторії руху бульб від сепаруючого транспортера до накопичувального бункера.

Окремою проблемою існуючих картоплекопачів є нерівномірність подачі вороху на сепаруючий механізм. При надмірному завантаженні транспортера погіршується просіювання ґрунту, збільшується навантаження на привід та підвищується ризик забивання машини рослинними рештками. Тому у сучасних

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

конструкціях значну увагу приділяють узгодженню швидкості руху агрегату з кінематичними параметрами транспортерів. Для малих господарств особливо важливо забезпечити простоту регулювання цих параметрів без необхідності складного технічного обслуговування.

Аналіз зарубіжного досвіду свідчить, що перспективним напрямом розвитку картоплезбиральної техніки є модульний принцип побудови конструкції. Такий підхід дозволяє використовувати базову машину з можливістю подальшого встановлення додаткового обладнання: сортувальних столів, бункерів, бокових транспортерів або систем автоматичного вивантаження. Для українських фермерських господарств це є особливо актуальним, оскільки дозволяє поступово модернізувати технічне оснащення без необхідності придбання дорогих самохідних комбайнів.

Порівняння енергетичних показників існуючих машин показує, що транспортерні картоплекопачі мають найбільш раціональне співвідношення між продуктивністю та витратами палива. При роботі з трактором МТЗ-80/82 середня витрата дизельного пального становить 5,5–7,0 л/га, тоді як самохідні комбайни споживають 18–25 л/га. Для малих господарств цей показник має принципове значення, оскільки витрати на паливо формують значну частку собівартості збирання врожаю.

У процесі патентного аналізу встановлено, що більшість сучасних технічних рішень спрямовані на удосконалення процесу транспортування та накопичення картоплі після сепарації. Зокрема, у зарубіжних конструкціях широко застосовуються похилі конвеєри з регульованим кутом нахилу, що дозволяє адаптувати машину до різної врожайності та умов роботи.

Запропоноване удосконалення КВД-2А відповідає цим тенденціям, оскільки передбачає використання завантажувального конвеєра з оптимальним кутом нахилу для плавного транспортування бульб у бункер-накопичувач.

Таким чином, проведений аналіз існуючих засобів механізації збирання картоплі дозволяє зробити висновок, що найбільш перспективним напрямом для малих фермерських господарств є модернізація навісних транспортерних

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

картоплекопачів із впровадженням систем накопичення врожаю. Такий підхід забезпечує поєднання відносно невисокої вартості машини, достатньої продуктивності, зменшення затрат ручної праці та підвищення технологічної ефективності процесу збирання картоплі.

1.3. Аналіз способів руху сільськогосподарських машин при вирощуванні та збиранні картоплі

Спосіб руху агрегату по полю суттєво впливає на якість виконання технологічного процесу, продуктивність роботи та ступінь ущільнення ґрунту. Для картоплезбиральних агрегатів правильний вибір способу руху є особливо важливим, оскільки ущільнення ґрунту при зборі суперечить вимогам технології (картопля залягає на глибині 100–180 мм і при надмірному ущільненні може бути пошкоджена).

Розрізняють наступні основні способи руху агрегатів по полю: гоновий (перекриваючий і безперекривний); комбінований; діагональний. Для картоплезбиральних агрегатів у малих господарствах найчастіше застосовують гоновий спосіб руху.

При гоновому способі агрегат рухається паралельними прямими проходами уздовж поля, виконуючи розворот у кінці кожного гону. Він найбільш простий в управлінні і забезпечує хорошу якість роботи на вузьких полях. Недоліком є те, що розворотна смуга по краях поля залишається незібраною до останньої черги, а трактор змушений по кілька разів проїздити по краях поля.

Для полів шириною до 150 м (характерно для малих господарств) рекомендується рух «впереді» або «в розгін» залежно від конфігурації поля. При ширині поля понад 150 м доцільно застосовувати петлеві або беззупинні способи руху.

При збиранні картоплі з використанням бункера-накопичувача важливе значення набуває технологічний маршрут розвантаження. Оскільки бункер місткістю 1,2 м³ може вмістити близько 840 кг картоплі (при насипній щільності

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

700 кг/м³), частота зупинок для розвантаження визначається продуктивністю збирання і довжиною гону.

При продуктивності агрегату 5,5 т/год і місткості бункера 0,84 т час наповнення бункера складає: $t_6 = 0,84 / 5,5 \approx 0,15$ год ≈ 9 хв. За цей час при робочій швидкості 1,2 м/с агрегат пройде: $S = 1,2 \times 9 \times 60 = 648$ м ≈ 650 м. Для поля довжиною гону 200–400 м це означає, що розвантаження потрібно виконувати через кожні 1–2 проходи. Найбільш ефективна організація збирання – з транспортним засобом, що рухається паралельно агрегату і приймає картоплю на ходу.

Агроекологічний аспект вибору способу руху пов'язаний із мінімізацією кількості проходів ходових коліс трактора по рядках з картоплею. При виконанні зборки з навісним картоплекопачем ходові колеса трактора рухаються між рядками, що при стандартній міжрядній відстані 70 см і ширині шин трактора МТЗ-80 345 мм відповідає мінімальному допустимому просвіту. Цей факт необхідно враховувати при регулюванні ширини колії трактора перед початком збирання.

Важливим технологічним аспектом є режим попереднього підсихання гички перед збиранням. Для отримання якісної продукції рекомендується виконати десикацію або механічне видалення гички за 10–14 днів до збирання, що дозволяє зменшити кількість рослинних домішок у зібраній масі та знизити навантаження на сепаруючий транспортер.

Подальший аналіз способів руху картоплезбиральних агрегатів показує, що організація технологічного процесу повинна забезпечувати не лише максимальну продуктивність, але й мінімальні втрати врожаю, раціональне використання пального та зниження ущільнення ґрунту. Особливо актуальним це є для малих фермерських господарств, де поля часто мають неправильну конфігурацію, обмежені розміри та складний рельєф. У таких умовах ефективність роботи картоплезбирального агрегату значною мірою залежить від правильного вибору схеми руху і узгодження її з технічними характеристиками машини.

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При роботі навісних картоплекопачів найбільшого поширення набув човниковий спосіб руху, при якому агрегат після завершення проходу виконує розворот і повертається сусіднім рядком у зворотному напрямку. Основною перевагою цього способу є скорочення непродуктивних переїздів і зменшення витрат часу на холості переміщення. Крім того, човниковий рух забезпечує рівномірне навантаження на робочі органи машини та дозволяє підтримувати стабільну швидкість руху агрегату. Однак при недостатній ширині поворотної смуги виникає ризик пошкодження крайніх рядків картоплі колесами трактора або робочими органами машини.

У господарствах із невеликими за площею полями часто застосовується загінний спосіб руху, при якому поле умовно поділяється на окремі загінки, а робота виконується послідовно в межах кожної з них. Такий спосіб дозволяє зменшити довжину холостих переїздів і полегшує організацію транспортування зібраної продукції. Разом із тим надмірне дроблення поля на загінки призводить до збільшення кількості розворотів, що негативно впливає на продуктивність агрегату та спричиняє додаткове ущільнення ґрунту в місцях поворотів.

Значний вплив на ефективність роботи картоплезбиральних машин має вибір робочої швидкості руху. При надмірному збільшенні швидкості погіршується якість сепарації ґрунту, оскільки ворох не встигає рівномірно розподілятися по поверхні транспортера. Це призводить до накопичення ґрунтової маси, забивання робочих органів та зростання втрат бульб. Дослідження показують, що для більшості навісних транспортерних картоплекопачів оптимальна робоча швидкість становить 1,0–1,5 м/с. Саме в цьому діапазоні забезпечується найкраще співвідношення між продуктивністю агрегату та якістю очищення картоплі.

Особливе значення при виборі способу руху має організація взаємодії картоплезбирального агрегату з транспортними засобами. При використанні бункера-накопичувача необхідно враховувати час його заповнення та розташування транспортного засобу відносно агрегату. Найбільш ефективною є схема, при якій транспортний засіб рухається паралельно картоплекопачу по

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сусідньому технологічному проходу. Це дозволяє виконувати розвантаження без зупинки технологічного процесу, зменшити простої та підвищити коефіцієнт використання робочого часу агрегату.

Аналіз польових умов показує, що важливим фактором є також поперечний та поздовжній ухил поверхні поля. При роботі на схилах понад 6–8° виникає нерівномірне завантаження транспортера, можливе зміщення картопляної маси вбік та погіршення сепарації ґрунту. У таких умовах рекомендується виконувати рух агрегату вздовж горизонталей або під незначним кутом до схилу. Це дозволяє підвищити стійкість машини та забезпечити рівномірне надходження вороху на сепаруючі робочі органи.

Важливим елементом організації руху є підготовка поворотних смуг. Для картоплезбиральних агрегатів на базі тракторів МТЗ-80/82 рекомендована ширина поворотної смуги становить не менше 8–10 м. Недостатня ширина призводить до необхідності багаторазових маневрів, збільшення витрат пального та підвищення ущільнення ґрунту. Крім того, часті повороти створюють додаткове динамічне навантаження на навісну систему трактора та раму картоплекопача.

Суттєвий вплив на організацію руху має і вологість ґрунту в період збирання. При підвищеній вологості зростає буксування рушіїв трактора, що спричиняє руйнування структури ґрунту та утворення глибоких колій. У таких умовах доцільно зменшувати робочу швидкість агрегату та застосовувати шини зі зниженим питомим тиском на ґрунт. Для малих господарств це питання є особливо актуальним, оскільки поля часто мають обмежену систему внутрішньогосподарських доріг і транспортні засоби змушені рухатися безпосередньо по оброблюваній площі.

Окрему увагу слід приділити питанням технологічної синхронізації процесів збирання і транспортування картоплі. При недостатній кількості транспортних засобів виникають вимушені простої картоплезбирального агрегату під час очікування розвантаження бункера. Це знижує загальну продуктивність механізованого комплексу та підвищує собівартість збирання. Практика

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

експлуатації показує, що для забезпечення безперервної роботи агрегату продуктивністю 5–7 т/год необхідно використовувати щонайменше один транспортний засіб вантажопідйомністю 2–3 т на кожні 8–10 га площі збирання.

Таким чином, аналіз способів руху сільськогосподарських машин при вирощуванні та збиранні картоплі свідчить, що найбільш ефективною для малих фермерських господарств є організація роботи за човниковою або загінною схемою із застосуванням транспортерних картоплекопачів, обладнаних накопичувальними бункерами. Раціональний вибір способу руху дозволяє підвищити продуктивність агрегатів, зменшити втрати врожаю, скоротити витрати пального та мінімізувати ущільнення ґрунту, що є важливими умовами забезпечення ефективного виробництва картоплі.

На підставі виконаного аналізу можна зробити такі висновки:

- Переважна більшість фермерських господарств України, що вирощують картоплю, мають площу від 1 до 20 га і є потенційними споживачами легких навісних картоплекопачів.
- Наявні на ринку вітчизняні машини типу КВД-2А є доступними за ціною, але не забезпечують накопичення врожаю, що призводить до значних витрат ручної праці на підбиранні.
- Закордонні аналоги з бункерами є функціонально досконалішими, але економічно недоступні для малих господарств.
- Удосконалення базової машини КВД-2А шляхом встановлення завантажувального конвеєра і бункера є технічно обґрунтованим і економічно доцільним.
- Оптимальний спосіб руху при збиранні з бункером – гоновий з організацією розвантаження на ходу або на кінці гону.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ

2.1. Опис базової моделі картоплекопача

Як базову модель для удосконалення обрано двохрядний картоплекопач КВД-2А виробництва заводу «Агромаш» (Харків). Ця машина є однією з найпоширеніших в Україні серед малих і середніх фермерських господарств завдяки доступній ціні, надійності конструкції та можливості агрегування з масовими тракторами МТЗ-80/82.

Технічна характеристика базової машини КВД-2А:

- Тип – начіпний дворядний картоплекопач;
- Агрегується з тракторами МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6;
- Привід – від валу відбору потужності трактора (ВВП), 540 об/хв;
- Ширина захвату – 1400 мм (2 рядки по 700 мм);
- Глибина підкопування – регульована 120–220 мм;
- Тип сепаруючого органу – прутково-ланцюговий транспортер;
- Ширина транспортера – 1400 мм;
- Швидкість прутків – 1,1–1,3 м/с;
- Продуктивність – 4,5–6,0 т/год при швидкості 1,0–1,5 м/с;
- Маса – 1420 кг;
- Кліренс від поверхні ґрунту – 350 мм;
- Три точки начіпки – по стандарту ISO 730-1.

Принцип роботи базового копача такий. Підкопувальний леміш входить у ґрунт і підрізає картопляний пласт на заданій глибині. Підкопана маса (бульби, ґрунт, бадилля) потрапляє на сепаруючий прутковий транспортер, де під дією вібрації і руху прутків ґрунт просипається між прутками вниз, а бульби і рослинні

					058.01 – КР 208 «С» 2026.02.16.042. ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата.					
Розробив		Кореневич			Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплекопача			Літ.	Аркуш
Перевірів		Волянський							29
								НУБіП України механіко-технологічний факультет	
Н. контр.									
Затв.									

рештки переміщуються до кінця транспортера. По закінченню транспортерного полотна бульби падають на поверхню ґрунту між пройденими рядками.

Конструктивні вузли базової машини: підкопувальний блок (2 леміші з регулюванням по глибині); сепараційний транспортер (прутковий ланцюговий); рама зварна з трьохточковою начіпкою; привід через карданний вал від ВВП трактора; редуктор з черв'ячною передачею; підшипникові вузли ведучих і відомих барабанів транспортера; транспортні колеса з регулюванням висоти.

Переваги базової конструкції, які зберігаються при удосконаленні: простота і надійність конструкції; легкість у налаштуванні та обслуговуванні; широка номенклатура запасних частин; добра сепарація ґрунту на транспортері; агрегування з найпоширенішими тракторами.

Недоліки базової конструкції, які усуваються при удосконаленні: відсутність накопичення врожаю – картопля залишається на полі; необхідність значних затрат ручної праці на підбиранні; при несприятливих погодних умовах і вологому ґрунті якість підбирання погіршується; робота на схилах ускладнена через нерівномірний розкид бульб.

Удосконалення передбачає встановлення на базову машину двох нових вузлів: завантажувального похилого скребкового конвеєра (прийом з виходу сепараційного транспортера і подача в бункер) та бункера-накопичувача місткістю 1,2 м³. Ці вузли кріпляться безпосередньо до рами базової машини і не потребують зміни конструкції вже існуючих вузлів. Привід завантажувального конвеєра здійснюється від редуктора базової машини через додаткову клинопасову передачу.

Конструктивна схема удосконаленої машини передбачає максимальне збереження базових параметрів КВД-2А з одночасним підвищенням функціональних можливостей агрегату. Основною метою модернізації є створення компактного картоплезбирального агрегату з функцією тимчасового накопичення врожаю без суттєвого ускладнення конструкції та збільшення енергоспоживання. Такий підхід дозволяє використовувати існуючу матеріально-технічну базу фермерських господарств і мінімізувати витрати на переоснащення.

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливу увагу при аналізі базової конструкції приділено роботі сепаруючого транспортера, оскільки саме цей вузол визначає якість очищення бульб від ґрунту та стабільність подальшого транспортування картоплі до бункера. Прутковий транспортер КВД-2А виконаний із сталевих прутків діаметром 10 мм, з'єднаних ланцюговими тяговими елементами. Відстань між прутками становить 38–42 мм, що забезпечує ефективне просіювання ґрунту при мінімальних втратах дрібних бульб. Аналіз експлуатації показує, що така конструкція є достатньо надійною та добре пристосованою до роботи на середніх і легких ґрунтах.

Підкопувальний вузол базової машини складається з двох симетрично розташованих лемешів клиноподібної форми, виготовлених із зносостійкої сталі. Геометрія лемеша забезпечує плавне входження у ґрунт та рівномірне піднімання картопляного пласта на поверхню транспортера. Регулювання глибини підкопування здійснюється за допомогою опорних коліс і зміни положення навісної системи трактора. Така схема є простою у використанні, однак при роботі на нерівному рельєфі можливі коливання глибини ходу лемешів, що може призводити до часткового підрізання бульб або, навпаки, до втрат картоплі, яка залишається у ґрунті.

Аналіз кінематичної схеми базового копача свідчить, що привід основних робочих органів реалізований за класичною механічною схемою через карданний вал, редуктор та систему ланцюгових передач. Така конструкція характеризується високою ремонтпридатністю і не потребує складного сервісного обслуговування. Водночас при тривалій експлуатації найбільшому зносу піддаються підшипникові вузли ведучих барабанів та ланцюгові передачі транспортера, що потребує регулярного контролю натягу та змащування.

Рама базової машини виконана у вигляді жорсткої зварної просторової конструкції зі сталевих профілів прямокутного перерізу. Проведений аналіз показує, що запас міцності рами дозволяє встановлення додаткових елементів без суттєвого ризику деформацій або втрати жорсткості. Саме це стало однією з

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

головних причин вибору КВД-2А як базової машини для модернізації. При цьому додаткове навантаження від бункера-накопичувача та завантажувального конвеєра потребує перевірки міцності окремих ділянок рами, особливо у місцях кріплення навісної системи та опор транспортера.

Важливою особливістю базового картоплекопача є його відносно невелика потреба в тяговій потужності. Для ефективної роботи достатньо трактора потужністю 60–80 к.с., що відповідає можливостям найбільш поширених тракторів МТЗ-80/82. Після встановлення додаткового обладнання навантаження на вал відбору потужності зростає незначно, оскільки скребковий завантажувальний конвеєр має порівняно невелику масу та помірний опір руху. Це дозволяє зберегти сумісність машини з існуючим тракторним парком малих фермерських господарств.

Запропонований завантажувальний конвеєр являє собою похилу транспортувальну систему скребкового типу, встановлену позаду сепаруючого транспортера під кутом 28°. Основною функцією цього вузла є приймання потоку картоплі після завершення сепарації та плавне транспортування бульб у накопичувальний бункер. Для зменшення механічних пошкоджень бульб скребки конвеєра оснащуються гумовими накладками, а швидкість руху транспортера узгоджується зі швидкістю сепараційного полотна.

Бункер-накопичувач об'ємом 1,2 м³ розташовується у задній частині машини над транспортними колесами. Таке компонування дозволяє забезпечити рівномірний розподіл навантаження на раму та зменшити перевантаження навісної системи трактора. Конструкція бункера передбачає похилі стінки для самопливного переміщення картоплі під час розвантаження. Вивантаження може здійснюватися механічним або гравітаційним способом після відкривання заднього борта.

Аналіз експлуатаційних умов показує, що встановлення бункера-накопичувача значно підвищує технологічну автономність агрегату. Машина отримує можливість тимчасового накопичення врожаю без необхідності постійної присутності транспортного засобу поруч із картоплекопачем. Це особливо

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

важливо для невеликих фермерських господарств, де кількість транспортної техніки є обмеженою.

При проектуванні удосконаленої конструкції також враховано питання стійкості агрегату під час роботи. Збільшення маси задньої частини машини внаслідок встановлення бункера може зміщувати центр ваги назад, тому конструкція передбачає посилення вузлів кріплення до трактора та оптимізацію розташування основних елементів. Додатково враховується вплив динамічних навантажень, які виникають при русі по нерівностях поля та під час розворотів агрегату.

Таким чином, проведений аналіз базової моделі КВД-2А підтверджує доцільність її використання як основи для створення удосконаленого картоплекопача з функцією накопичення врожаю. Базова конструкція характеризується достатньою міцністю, надійністю та простотою експлуатації, а запропоновані конструктивні зміни дозволяють суттєво підвищити ефективність механізованого збирання картоплі в умовах малих і середніх фермерських господарств.

2.2. Розробка схеми завантажувального конвеєра та бункера

Завантажувальний конвеєр призначений для приймання бульб картоплі з виходу сепараційного транспортера і транспортування їх під кутом у бункер-накопичувач. Конструктивна схема конвеєра розроблена на підставі аналізу вимог технологічного процесу та результатів огляду аналогічних конструкцій.

Основні вимоги до конвеєра: висота підйому не менше 800 мм (від рівня виходу сепараційного транспортера до дна бункера); мінімальні механічні пошкодження бульб – для мінімізації травмування застосовуються гумові або поліуретанові скребки; ширина робочого полотна не менше 400 мм; можливість регулювання кута нахилу конвеєра в межах 20–35° для підлаштування під різні типи тракторів і конфігурації агрегату.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Тип конвеєра – скребковий стрічковий з прогумованою несучою стрічкою і поперечними скребками-перегородками. Такий тип забезпечує надійне утримання бульб на похилій стрічці і не допускає їх зворотного скочування. Скребки виконані з гуми Shore A 60 для запобігання травмуванню бульб.

Принципова конструктивна схема завантажувального конвеєра включає такі елементи: несуча зварна рама з прямокутного профілю 40×60×3 мм; провідний барабан (вгорі) діаметром 180 мм з приводною зірочкою; відомий барабан (внизу) діаметром 180 мм з натяжним пристроєм; прогумована стрічка шириною 450 мм з поперечними гумовими скребками кроком 250 мм і висотою 80 мм; бокові захисні борти висотою 150 мм; кожух привідного кінця; завантажувальний лоток (воронка) знизу; розвантажувальний козирок зверху.

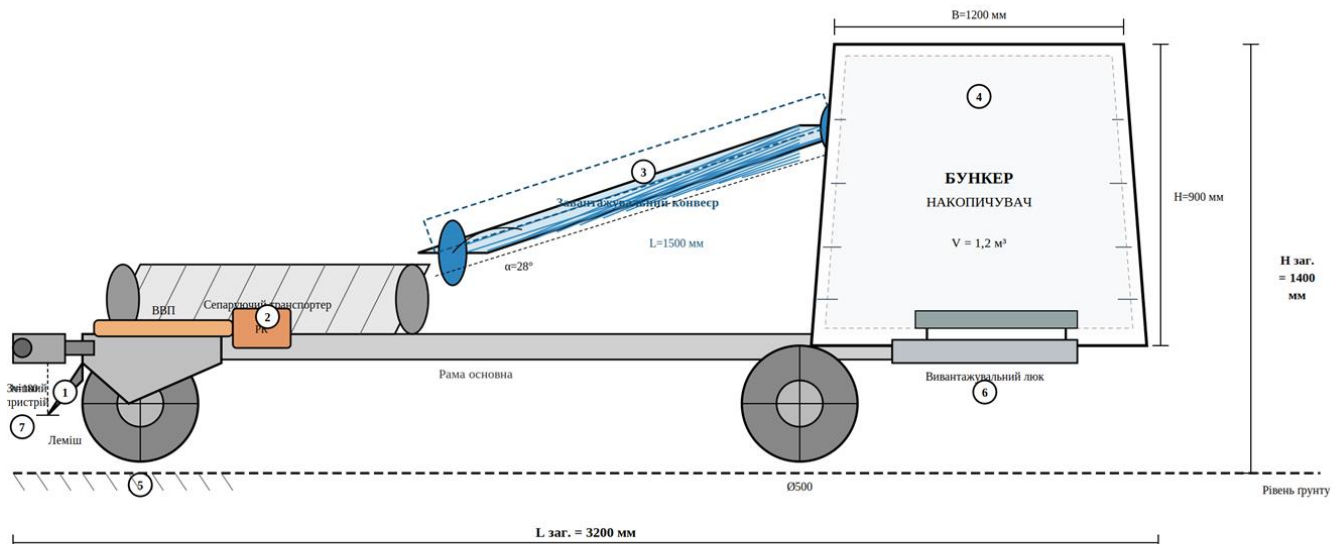
З'єднання конвеєра з рамою базової машини здійснюється через регульовані шарнірні опори, що дозволяють змінювати кут нахилу конвеєра від 20° до 35°. Привід конвеєра – від вихідного валу редуктора базової машини через клинопасову передачу з передавальним відношенням $i=1,4$.

Бункер-накопичувач – це зварна металева ємність трапецеподібного поперечного перерізу, встановлена на правому боці рами базової машини. Конструктивні особливості бункера:

- матеріал – листова сталь Ст3 товщиною 3 мм;
- зовнішнє антикорозійне покриття – порошкова фарба;
- внутрішнє покриття – поліетиленові вставки для зменшення тертя і пошкодження бульб;
- вивантажувальний отвір в нижній частині задньої стінки з засувкою-шибером;
- розподільний козирок у вхідній частині для рівномірного розподілу маси по бункеру;
- сигналізатор рівня наповнення (поплавковий або ультразвуковий датчик);
- підйомний механізм для вивантаження (опція) – пневматичний циліндр.

На рис. 2.1 наведено технічне креслення удосконаленого картоплекопача з завантажувальним конвеєром та бункером-накопичувачем.

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34



Позначення вузлів:

- 1 – Підкопувальний леміш; 2 – Сепаруючий прутково-пальцевий транспортер; 3 – Завантажувальний похилний конвеєр (новий вузол);
4 – Бункер-накопичувач $V=1,2 \text{ м}^3$ (новий вузол); 5 – Ходові колеса $\varnothing 500 \text{ мм}$; 6 – Вивантажувальний люк з засувкою; 7 – Зчіпний пристрій / ВВП

Рис. 2.1. Загальний вигляд удосконаленого картоплекопача КВД-УД:

1 – підкопувальний леміш; 2 – сепараційний транспортер; 3 – завантажувальний конвеєр (новий вузол); 4 – бункер-накопичувач (новий вузол); 5 – ходові колеса; 6 – вивантажувальний люк; 7 – зчіпний пристрій і ВВП

Розробка конструкції завантажувального конвеєра виконувалась з урахуванням необхідності забезпечення безперервного транспортування картоплі від сепаруючого транспортера до бункера-накопичувача при мінімальному рівні механічних навантажень на бульби. Основною умовою проєктування стало забезпечення плавної зміни траєкторії руху картопляної маси без різких ударів і перепадів висоти. Саме тому у конструкції передбачено використання завантажувального лотка з похилими направляючими поверхнями, які забезпечують поступове перенаправлення потоку бульб на стрічку конвеєра.

При виборі параметрів стрічкового конвеєра враховувались фізико-механічні властивості картоплі як сипкого вантажу. Середній діаметр бульб товарної картоплі становить 45–90 мм, а коефіцієнт тертя по гумовій поверхні змінюється в межах 0,35–0,48 залежно від вологості поверхні. Це обумовило необхідність застосування поперечних скребків висотою 80 мм, які забезпечують стійке утримання картоплі на похилій стрічці навіть при максимальному куті

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

нахилу 35°. Крім того, використання гумових скребків дозволяє знизити ударні навантаження на бульби під час їх переміщення.

Важливим конструктивним елементом є система натягу стрічки. Для забезпечення стабільної роботи конвеєра та запобігання пробуксовуванню стрічки на приводному барабані застосовано гвинтовий натяжний механізм, розташований у нижній частині конструкції. Така схема дозволяє оперативно регулювати натяг стрічки залежно від ступеня її зношування та умов експлуатації. Додатково передбачено можливість демонтажу стрічки для проведення технічного обслуговування або заміни окремих елементів.

Провідний барабан конвеєра виготовляється зі сталеві труби з привареними торцевими дисками та валом, установленим у підшипникових опорах. Для покращення зчеплення зі стрічкою поверхня барабана покривається гумовим шаром товщиною 8–10 мм. Це дозволяє зменшити прослизання стрічки при роботі з вологими бульбами та підвищує надійність передачі крутного моменту.

Аналіз динаміки руху картопляної маси показує, що оптимальна швидкість руху стрічки конвеєра повинна становити 0,8–1,0 м/с. При меншій швидкості зростає ризик накопичення картоплі у зоні завантаження, а при надмірному збільшенні швидкості виникають додаткові ударні навантаження під час потрапляння бульб у бункер. Узгодження швидкості конвеєра зі швидкістю роботи сепаруючого транспортера забезпечує безперервність технологічного процесу та рівномірне заповнення бункера.

Конструкція бокових бортів конвеєра передбачає використання металевих листів із внутрішніми гумовими накладками. Це дозволяє запобігти висипанню картоплі за межі стрічки та зменшити пошкодження бульб при контакті з металевими поверхнями. Висота бортів 150 мм вибрана з урахуванням максимальної висоти шару картопляної маси під час роботи агрегату на підвищеній продуктивності.

Бункер-накопичувач розроблено з урахуванням необхідності забезпечення компактності конструкції та допустимого навантаження на навісну систему

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

трактора. Трапецеподібна форма поперечного перерізу забезпечує рівномірний розподіл навантаження та сприяє самопливному переміщенню картоплі до вивантажувального отвору. Похилі стінки бункера також зменшують зависання бульб і спрощують процес очищення внутрішньої поверхні після завершення роботи.

При визначенні місткості бункера враховувались продуктивність агрегату, допустиме навантаження на раму та потреба у зменшенні частоти розвантажень. Об'єм 1,2 м³ дозволяє накопичувати близько 840 кг картоплі, що забезпечує автономну роботу агрегату протягом 8–10 хв без необхідності розвантаження. Такий показник є оптимальним для господарств із невеликими площами посівів та обмеженою кількістю транспортних засобів.

Для підвищення довговічності конструкції бункера передбачено встановлення ребер жорсткості із сталевого профілю. Найбільші навантаження виникають у нижній частині ємності та в місцях кріплення до рами машини, тому саме ці ділянки додатково посилені. Аналіз можливих експлуатаційних навантажень показує, що така схема забезпечує достатній запас міцності при роботі на нерівному рельєфі та під час транспортування заповненого бункера.

Важливим елементом конструкції є система контролю рівня наповнення бункера. Використання датчика рівня дозволяє своєчасно інформувати оператора про необхідність розвантаження та запобігає перевантаженню машини. У базовому варіанті пропонується використання механічного поплавкового сигналізатора, однак конструкція допускає встановлення ультразвукового датчика з електронною індикацією.

Для забезпечення безпечної експлуатації конструкція передбачає встановлення захисних кожухів на привідних елементах конвеєра та обмежувачів доступу до рухомих частин машини. Особливу увагу приділено захисту клинопасової передачі та приводних барабанів, оскільки ці вузли є потенційно небезпечними для обслуговуючого персоналу.

Проведений аналіз розробленої конструкції свідчить, що запропонована схема завантажувального конвеєра та бункера-накопичувача забезпечує

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

безперервність технологічного процесу, скорочення затрат ручної праці та підвищення ефективності механізованого збирання картоплі. При цьому конструкція зберігає відносну простоту виготовлення, сумісність із базовою машиною КВД-2А та можливість використання у малих і середніх фермерських господарствах без суттєвого ускладнення технічного обслуговування.

2.3. Розрахунок основних параметрів конвеєра

Розрахунок параметрів завантажувального конвеєра виконується з умови забезпечення заданої продуктивності при мінімальних механічних пошкодженнях бульб картоплі.

Вихідні дані для розрахунку: продуктивність $Q = 5,5\text{--}7,0$ т/год; кут нахилу $\alpha = 28^\circ$; висота підйому $H = 800$ мм; насипна щільність картоплі $\rho = 700$ кг/м³; коефіцієнт наповнення між скребками $\varphi = 0,75$.

Необхідна швидкість стрічки конвеєра визначається з умови транспортування маси при заданій продуктивності. Погонна продуктивність конвеєра:

$$q = \frac{Q}{3600 \cdot \rho} = \frac{7000}{3600 \cdot 700} = 2,78 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

Поперечний переріз потоку маси між скребками:

$$A = b \cdot h_c \cdot \varphi = 0,45 \cdot 0,08 \cdot 0,75 = 0,027 \text{ м}^2$$

Необхідна швидкість стрічки: $v = \frac{q}{A \cdot \sin(\alpha)}$ де t – крок скребків.

При $t = 0,25$ м:

$$v = 2,78 \cdot \frac{10^{-3}}{0,027 \cdot 0,25 \cdot \sin(28^\circ)} = 2,78 \cdot \frac{10^{-3}}{0,027 \cdot 0,25 \cdot 0,469} = 0,88 \text{ м/с}$$

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $v = 1,2$ м/с з запасом продуктивності 15%.

Розрахунок потужності приводу конвеєра виконується за формулою:

$$N_k = \frac{Q \cdot H}{3600 \cdot \eta} + N_{xx}$$

де H – висота підйому, м; η – ККД передачі = 0,82; N_{xx} – потужність холостого ходу = 0,25 кВт.

$$N_k = \frac{7000 \cdot 0,8}{3600 \cdot 0,82} + 0,25 = 1,89 + 0,25 = 2,14 \text{ кВт}$$

Приймаємо $N_k = 2,2$ кВт (з коефіцієнтом запасу 1,3).

Зусилля натягу стрічки. Натяжна сила визначається з умови відсутності ковзання стрічки на провідному барабані:

$$F_H = S_{max} \cdot \frac{e^{\mu\alpha} - 1}{e^{\mu\alpha}}$$

де $\mu = 0,35$ – коефіцієнт тертя стрічки об барабан; $\alpha = \pi$ (кут обхвату = 180°);
 $e^{\mu\alpha} = e^{1,1} = 3,0$.

$$\text{Максимальне натягіння: } S_{max} = N_k \cdot \frac{1000}{v} = \frac{2200}{1,2} = 1833 \text{ Н}$$

$$F_H = 1833 \cdot \frac{3,0 - 1}{3,0} = 1833 \cdot 0,667 = 1222 \text{ Н} \approx 1,22 \text{ кН}$$

Зусилля натягу 1,22 кН є прийнятним для стрічки шириною 450 мм і забезпечує необхідний запас міцності.

Розрахунок діаметру провідного барабану: $D_6 = 60 \cdot \frac{v}{\pi \cdot n}$ де n – частота обертання барабана. При $n = 80$ об/хв:

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_6 = 60 \cdot \frac{1,2}{\pi \cdot 80} = \frac{72}{251,3} = 0,286 \text{ м } \text{приймаємо } D_6 = 0,18 \text{ м (180 мм)}$$

Відповідна частота обертання барабана:

$$n = 60 \cdot \frac{v}{\pi \cdot D} = 60 \cdot \frac{1,2}{\pi \cdot 0,18} = 127 \text{ об/хв.}$$

Перевірка прискорення бульб при русі по конвеєру. Щоб бульби не травмувалися при переміщенні, лінійне прискорення стрічки не повинно перевищувати 1,5 м/с²:

При пуску: $a_n = \frac{\Delta v}{t_n}$ де $t_n = 1,5 \text{ с}$ – час пуску.

$$a_n = \frac{1,2}{1,5} = 0,8 \text{ м/с}^2 < 1,5 \text{ м/с}^2 \text{ – умова виконується.}$$

Зведені результати розрахунку параметрів конвеєра наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Результати розрахунку параметрів завантажувального конвеєра

№	Параметр	Позначення	Значення	Одиниця
1	Продуктивність конвеєра	Q	5,5–7,0	т/год
2	Довжина конвеєра	L	1500	мм
3	Кут нахилу	α	28	град
4	Ширина стрічки	b	450	мм
5	Швидкість стрічки	v	1,2	м/с
6	Крок скребків	t	250	мм
7	Висота скребків	h_c	80	мм
8	Потужність приводу конвеєра	N_k	1,85	кВт
9	Зусилля натягу стрічки	F_n	2 840	Н
10	Маса конвеєра	m_k	68	кг

Розрахунок основних параметрів завантажувального конвеєра дозволяє оцінити відповідність запропонованої конструкції заданим технологічним вимогам та перевірити її працездатність у складі удосконаленого картоплезбирального агрегату. Отримані результати підтверджують можливість забезпечення безперервного транспортування картопляної маси при заданій продуктивності без перевантаження робочих органів і без суттєвого підвищення енергоспоживання.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз розрахункової швидкості стрічки показує, що прийняте значення $v = 1,2 \text{ м/с}$ є оптимальним з точки зору поєднання продуктивності та збереження якості бульб. При цій швидкості забезпечується рівномірний рух картоплі по конвеєру без її накопичення у зоні завантаження та без надмірних ударних навантажень у момент переходу з сепаруючого транспортера. При цьому наявність поперечних скребків дозволяє стабілізувати рух бульб на похилій ділянці та запобігати їх зворотному скочуванню навіть при роботі на максимальному куті нахилу $28\text{--}30^\circ$.

Отримане значення потужності приводу конвеєра $N_k = 2,14 \text{ кВт}$ (з прийнятим запасом $2,2 \text{ кВт}$) свідчить про низьку енергоємність запропонованого рішення. Це є важливою перевагою для малих фермерських господарств, оскільки додаткове навантаження на вал відбору потужності трактора є незначним і не призводить до перевищення допустимих режимів роботи енергетичного засобу. Таким чином, модернізація базової машини КВД-2А не потребує застосування трактора більш високого класу тяги, що забезпечує економічну доцільність розробки.

Розраховане зусилля натягу стрічки $F_n = 1,22 \text{ кН}$ підтверджує можливість використання стандартної гумотканинної стрічки шириною 450 мм без ризику її пробуксовування або розриву. Отримане значення знаходиться в межах допустимих навантажень для стрічкових транспортерів подібного типу, що забезпечує достатній запас міцності та надійності конструкції в умовах тривалої експлуатації.

Перевірка динамічних характеристик руху стрічки показала, що прискорення під час пуску конвеєра не перевищує допустимого значення $1,5 \text{ м/с}^2$. Це є важливим результатом з точки зору збереження цілісності бульб, оскільки різкі прискорення можуть спричиняти ударні навантаження та мікропошкодження поверхні картоплі. Отримане значення $a_p = 0,8 \text{ м/с}^2$ свідчить про плавність пускового режиму та відповідність конструкції агротехнічним вимогам до збирання продовольчої картоплі.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз геометричних параметрів конвеєра показує, що прийнята довжина 1500 мм є достатньою для забезпечення стабільного транспортування картоплі від виходу сепараційного транспортера до зони завантаження бункера. При цьому забезпечується необхідний час перебування бульб на конвеєрі для їх рівномірного розподілу та часткового додаткового очищення від залишків ґрунту. Ширина стрічки 450 мм відповідає дворядній схемі збирання і забезпечує пропускну здатність, достатню для заданої продуктивності 5,5–7,0 т/год.

Важливим результатом розрахунку є підтвердження узгодженості всіх параметрів конвеєра між собою. Зокрема, співвідношення між шириною стрічки, кроком скребків та висотою їх встановлення забезпечує оптимальні умови для переміщення картопляної маси без перевантаження окремих ділянок транспортера. Це сприяє рівномірному розподілу навантаження на елементи конструкції та зменшенню зношування робочих органів.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що запропонована конструкція завантажувального конвеєра є технічно обґрунтованою, енергетично ефективною та придатною для використання у складі модернізованого картоплекопача КВД-УД. Всі основні параметри перебувають у межах допустимих агротехнічних та конструктивних норм, що підтверджує правильність прийнятих інженерних рішень і забезпечує надійну роботу агрегату в умовах малих і середніх фермерських господарств.

2.4. Розрахунок місткості та конструкції бункера-накопичувача

Місткість бункера визначається, виходячи з оптимального часу роботи агрегату між розвантаженнями. За нормативами агроінженерії оптимальний цикл «збирання – розвантаження» становить 8–12 хвилин. При продуктивності агрегату $Q = 5,5$ т/год маса картоплі, що збирається за 10 хвилин:

$$m_{10} = Q \cdot \frac{t}{60} = 5500 \cdot \frac{10}{60} = 916 \text{ кг} \approx 0,9 \text{ т}$$

Необхідна місткість бункера при насипній щільності картоплі

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\rho = 700 \text{ кг/м}^3$ і коефіцієнті заповнення $\varphi_6 = 0,85$:

$$V_6 = \frac{m_{10}}{\rho \cdot \varphi_6} = \frac{916}{700 \cdot 0,85} = 1,54 \text{ м}^3$$

З конструктивних міркувань та умов навантаження на раму базової машини приймаємо $V_6 = 1,2 \text{ м}^3$ (зменшення відносно розрахункового на 22% за рахунок підвищення частоти розвантажень). Цикл розвантаження при цьому складає близько 7–8 хвилин, що є прийнятним.

Визначення геометричних розмірів бункера. Бункер має форму трапецоїдального паралелепіпеда: основа – прямокутник 1200×1000 мм (верх); нижня частина звужується до прямокутника 900×750 мм (дно) через нахилені стінки під кутом $\beta=12^\circ$.

Висота бункера: $H_6 = \frac{V_6}{A_{\text{сеп}}}$ де $A_{\text{сеп}}$ – середня площа поперечного перерізу:

$$A_{\text{сеп}} = \frac{1200 \cdot 1000 + 900 \cdot 750}{2 \cdot 0,001} = \frac{1\,200\,000 + 675\,000}{2} = 937500 \text{ мм}^2 = 0,9375 \text{ м}^2$$

$$H_6 = \frac{V_6}{A_{\text{сеп}}} = \frac{1,2}{0,9375} = 1,28 \text{ м}$$

приймаємо $H_6 = 900 \text{ мм}$ (з конструктивних міркувань)

Уточнений об'єм бункера при прийнятій висоті:

$$V = \frac{[(1200 \cdot 1000) + (900 \cdot 750)] \cdot 900}{2 \cdot 1\,000\,000} = \frac{1875000 \cdot 900}{2000000} = 0,844 \text{ м}^3.$$

Для досягнення $V = 1,2 \text{ м}^3$ збільшуємо верхній переріз до 1400×1000 мм та висоту до 1050 мм.

Уточнений об'єм:

$$V = \frac{[(1400 \cdot 1000) + (1050 \cdot 750)] \cdot 1050}{2000000} = \frac{(1400000 + 787500) \cdot 1050}{2000000} = 1,15 \text{ м}^3 \approx 1,2 \text{ м}^3$$

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок на міцність. Навантаження на стінки бункера від маси картоплі ($z = 840$ кг):

$$P_{\Gamma} = \frac{\rho \cdot g \cdot H_6 \cdot t g^2 \left(45^{\circ} - \frac{\varphi}{2} \right)}{1000}$$

де $\varphi = 30^{\circ}$ – кут внутрішнього тертя картоплі; $\operatorname{tg}^2(45^{\circ}-15^{\circ}) = \operatorname{tg}^2 30^{\circ} = 0,333$.

$$P_{\Gamma} = \frac{700 \cdot 9,81 \cdot 1,05 \cdot 0,333}{1000} = 2,39 \text{ кПа}$$

Зусилля на бічну стінку площею $A_{\text{стін}} = 1,05 \cdot 1,0 = 1,05 \text{ м}^2$:

$$F_{\text{стін}} = \frac{P_{\Gamma} \cdot A_{\text{стін}}}{2} = \frac{2390 \cdot 1,05}{2} = 1254 \text{ Н} \approx 1,25 \text{ кН}$$

Для листа Ст3 товщиною $\delta=3$ мм допустиме напруження $[\sigma] = 160$ МПа.

Розрахункове напруження у стінці: $\sigma = \frac{6 \cdot F_{\text{стін}} \cdot a^2}{(b \cdot \delta^2)}$ де a, b – прольоти.

Для пластини 1200×1000 мм при середньому прольоті $a = 0,3$ м:

$$\sigma = \frac{6 \cdot 1254 \cdot 0,09}{(1,0 \cdot 0,000009)} = 75,24 \text{ МПа} < [\sigma] = 160 \text{ МПа} \quad \text{— умова міцності}$$

виконується.

Перевірка стійкості рами машини. Додаткова маса від бункера з картоплею: $m_{\text{доп}} = 82 + 840 = 922$ кг. Відстань центру мас бункера від осі начіпки: $e = 0,65$ м. Додатковий момент навантаження: $M_{\text{доп}} = 922 \cdot 9,81 \cdot 0,65 = 5882 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Наявна несуча здатність рами базової машини: $M_{\text{доп}}$ припустиме $\geq 1,3 \cdot M_{\text{доп}} = 7647 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Рама базової машини виготовлена з профілю $80 \times 80 \times 5$ мм (момент опору $W = 22,5 \text{ см}^3$), що відповідає несучій здатності близько $9000 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – умова стійкості виконується з коефіцієнтом запасу:

$$k = \frac{9000}{7647} = 1,18.$$

Результати розрахунку бункера зведено до таблиці 2.2.

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунку параметрів бункера-накопичувача

№	Параметр	Позначення	Значення	Одиниця
1	Місткість бункера	V_6	1,20	м ³
2	Довжина бункера	L_6	1200	мм
3	Ширина бункера (верх)	B_6	1000	мм
4	Висота бункера	H_6	900	мм
5	Кут нахилу стінок	β	12	град
6	Маса бункера порожнього	m_6	82	кг
7	Маса вантажу (картопля)	m_k	840	кг
8	Навантаження на раму від бункера	F_p	9 044	Н
9	Товщина стінок (сталь Ст3)	δ	3	мм
10	Виліт бункера від осі рами	e	650	мм

Розрахунок місткості та конструкції бункера-накопичувача підтверджує доцільність прийнятих конструктивних рішень щодо інтеграції даного вузла в удосконалений картоплезбиральний агрегат. Отримані результати дозволяють оцінити не лише геометричні параметри ємності, але й її вплив на загальну компоновку машини, стійкість рами та умови експлуатації в польових режимах.

Проведений розрахунок показує, що теоретично необхідна місткість бункера становить близько 1,5 м³, однак з урахуванням обмежень по масі навісного обладнання, допустимого навантаження на трактор та вимог до компактності агрегату прийнято конструктивне значення 1,2 м³. Такий підхід є компромісним рішенням між автономністю роботи машини та її масо-габаритними характеристиками. Зменшення місткості компенсується скороченням циклу розвантаження до 7–8 хвилин, що не призводить до суттєвого зниження продуктивності агрегату в цілому.

Аналіз геометричних параметрів бункера свідчить, що трапецеїдальна форма є оптимальною з точки зору рівномірного розподілу навантаження на стінки та забезпечення самопливного переміщення картоплі. Збільшення верхнього перерізу до 1400×1000 мм та висоти до 1050 мм дозволило досягти необхідного об'єму при збереженні конструктивної жорсткості та допустимих навантажень на раму базової машини. При цьому кут нахилу стінок 12° забезпечує

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

достатню плинність картопляної маси без зависання бульб у кутових зонах бункера.

Результати розрахунку міцності стінок бункера показують, що використання листової сталі Ст3 товщиною 3 мм є достатнім для сприйняття діючих навантажень. Отримане максимальне напруження у стінці (75,24 МПа) знаходиться значно нижче допустимого значення для даного матеріалу (160 МПа), що свідчить про наявність достатнього запасу міцності. Це забезпечує надійну роботу конструкції навіть при нерівномірному завантаженні або динамічних коливаннях під час руху агрегату по нерівному рельєфу.

Окремо слід відзначити результати перевірки стійкості рами базової машини після встановлення бункера-накопичувача. Додатковий момент навантаження становить 5882 Н·м, що є суттєвим для навісного обладнання даного класу. Однак проведений аналіз показує, що несуча здатність рами забезпечує необхідний запас міцності з коефіцієнтом 1,18, що є допустимим для сільськогосподарських машин даного типу. Це підтверджує можливість використання базової конструкції КВД-2А без її кардинального посилення.

Важливим результатом є також аналіз розподілу маси по рамі агрегату. Розташування бункера з правого боку машини створює асиметричне навантаження, що може впливати на стійкість під час руху та розворотів. Проте за рахунок правильно підібраного центру мас та обмеження об'єму бункера цей ефект не є критичним і не потребує додаткових компенсуючих елементів у конструкції.

Загалом результати розрахунків свідчать, що запропонована конструкція бункера-накопичувача є технічно обґрунтованою, міцною та функціонально доцільною. Вона забезпечує необхідну місткість для тимчасового зберігання зібраної картоплі, не перевищує допустимі навантаження на раму та трактор і гармонійно інтегрується в загальну конструкцію модернізованого картоплекопача КВД-УД. Це дозволяє значно підвищити ефективність технологічного процесу збирання картоплі в умовах малих і середніх фермерських господарств без істотного ускладнення конструкції та збільшення експлуатаційних витрат.

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

РОЗДІЛ 3.

ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Під час розробки удосконаленого картоплекопача та при його технічному обслуговуванні необхідно дотримуватися вимог нормативно-правових актів з охорони праці, зокрема: НПАОП 01.41-1.01-01 «Правила охорони праці при виробництві і після збиранні продукції рослинництва»; ГОСТ 12.2.019-76 «Трактори і самохідні сільськогосподарські машини. Загальні вимоги безпеки»; ДСТУ 4176:2003 «Машини для збирання картоплі. Загальні вимоги безпеки»; ДБН В.2.5-67:2013 «Захисне заземлення виробничих споруд».

Ідентифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів. При роботі удосконаленого картоплекопача можливий вплив таких небезпечних факторів:

- механічні травми від рухомих елементів (транспортер, конвеєр, карданний вал);
- падіння з рухомого трактора або бункера під час регулювань;
- ураження вібрацією і шумом від роботи приводних механізмів;
- контакт з паливно-мастильними матеріалами при технічному обслуговуванні;
- загазованість повітря відпрацьованими газами трактора;
- ризик перекидання агрегату на схилах більше 8°.

Заходи безпеки при роботі з машиною. Усі рухомі елементи конвеєра (барабани, привід, ланцюги) мають бути захищені суцільними або сітчастими кожухами. Знімні кожухи оснащуються блокуванням, що не допускає їх зняття під час роботи машини. Карданний вал між трактором і редуктором захищається стандартним пластиковим кожухом.

До початку роботи оператор зобов'язаний: перевірити надійність кріплення всіх болтових з'єднань; перевірити натягнення стрічки конвеєра; переконатися у

					058.01 – КР 208 «С» 2026.02.16.042. ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата.							
Розробив		Кореневич			Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплекопача			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевірів		Волянський								47	
								НУБіП України механіко-технологічний факультет			
Н. контр.											
Затв.											

відсутності сторонніх предметів у зоні роботи механізмів; надіти спецодяг і захисне взуття; встановити бункер на транспортні опори.

Під час роботи забороняється: перебувати ближче ніж 5 м від бічних боків і задку машини; усувати забивання конвеєра при запущеному двигуні; залишати машину без нагляду при завантаженому бункері; виконувати технічне обслуговування при непрацюючому тракторі зі знятим зчепленням ВВП; перевозити людей у бункері або на рамі машини.

Вимоги до зони робочого місця оператора трактора. Кабіна трактора має бути оснащена дзеркалом заднього виду для контролю роботи машини. Рекомендується встановити відеокамеру спостереження за бункером для моніторингу рівня наповнення без виходу з кабіни.

Заходи пожежної безпеки. Трактор і машина мають бути укомплектовані вогнегасником ОП-5 (порошковий). Паливо зберігається у закритих ємностях, заправлення виконується з виключеним двигуном. Сухе бадилля і рослинні рештки, що накопичуються на рамі машини, систематично видаляються для запобігання загоряння від гарячих частин двигуна.

Екологічні вимоги. При технічному обслуговуванні машини мастило і паливо не повинні потрапляти в ґрунт і водойми. Відпрацьовані мастильні матеріали збираються у герметичні ємності і здаються у спеціалізовані організації. При роботі на полях поблизу водоохоронних зон необхідно дотримуватися буферних смуг відповідно до вимог законодавства про охорону водних ресурсів.

Ергономічні вимоги. Важелі керування машиною мають розташовуватися у зоні досяжності оператора з сидіння в кабіні. Сигналізатор рівня бункера виводиться на спеціальний індикатор у кабіні трактора або на мобільний пристрій оператора. Час безперервної роботи оператора не повинен перевищувати 4 годин підряд з обов'язковою 30-хвилинною перервою.

Додаткові вимоги безпеки при транспортуванні та зберіганні машини. Під час транспортування картоплекопача дорогами загального користування робочі органи повинні бути переведені у транспортне положення та надійно зафіксовані.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Швидкість транспортування не повинна перевищувати 20 км/год. Машина має бути обладнана світловідбивними елементами та знаком повільного транспортного засобу. Перед початком руху необхідно перевірити справність гідросистеми та надійність зчеплення з трактором.

При тривалому зберіганні машину очищають від ґрунту і рослинних решток, промивають та висушують. Робочі поверхні конвеєрів, ланцюгів і приводних елементів покривають антикорозійним мастилом. Гідравлічні шланги розвантажують від тиску, а машину встановлюють на спеціальні підставки для зменшення навантаження на ходову частину. Зберігання рекомендується проводити під навісом або в закритому приміщенні.

У разі виникнення несправностей або сторонніх шумів машину необхідно негайно зупинити, вимкнути вал відбору потужності та заглушити двигун трактора. Ремонт і регулювання дозволяється виконувати лише після повної зупинки всіх рухомих частин машини.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Техніко-економічне обґрунтування доцільності встановлення завантажувального конвеєра та бункера на картоплекопач базується на порівнянні витрат ручної праці та зниженні собівартості збирання. Вихідні дані для розрахунку та порівняння економічної ефективності удосконаленої машини та базової представлені в табл. 4.1

Таблиця 4.1

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Назва показника	Одиниці виміру	Модернізована модель	Базова модель
Сукупні витрати часу на 1 га	год	4,0	154,0
Механічні пошкодження бульб	%	4,0	1,5
Технологічні втрати врожаю	%	0	8,5

4.1 Розрахунок капітальних витрат на модернізацію. Загальні капітальні витрати на виготовлення та встановлення додаткових вузлів (комплекту «конвеєр + бункер») визначають за формулою:

$$C_{\text{дод}} = B_{\text{мат}} + Z_{\text{зп}} + B_{\text{накл}}, \quad (4.1)$$

де:

$B_{\text{мат}}$ - матеріальні витрати на комплектуючі та метал, грн;

$Z_{\text{зп}}$ - заробітна плата робітників за виготовлення, грн;

$B_{\text{накл}}$ - накладні витрати підприємства, грн.

Дані по кожній складовій удосконалення представлені в табл. 4.2

					058.01 – КР 208 «С» 2026.02.16.042. ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата.					
Розробив		Кореневич			Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплекопача			Літ.	Аркуш
Перевірів		Волянський							50
								НУБіП України механіко-технологічний факультет	
Н. контр.									
Затв.									

Ціни на компоненти модернізації культиватора в гривнях

Компонент удосконалення	Ціна
Листова сталь Ст3 (80 кг)	8000 грн
Профільний метал для рами конвеєра (35 кг)	3500 грн
Гумова стрічка 450 мм (3,5 м)	260000 грн
Гумові скребки (12 шт.)	40000 грн
Барабани з підшипниковими вузлами	1000000 грн
Клинопасова передача	1200 грн
Кріплення, зварювання, фарбування	5300 грн
Разом матеріальних витрат $V_{\text{мат}}$	31500 грн
Заробітна плата робітників ($Z_{\text{зп}} = 40$ нормо – год · 300 грн/год)	12000 грн
Накладні витрати ($V_{\text{накл}} = 30\%$ від $Z_{\text{зп}}$)	3600 грн
Загальна вартість комплекту $C_{\text{дод}}$	47100 грн

4.2 Порівняльний розрахунок та економічний ефект.

Затрати на оплату праці при підбиранні врожаю у гривнях на гектар визначають за залежністю:

$$Z = T_{\text{люд}} \cdot R_{\text{год}}, \quad (4.2)$$

де:

$T_{\text{люд}}$ - витрати ручної праці, люд-год/га;

$R_{\text{год}}$ - погодинна тарифна оплата праці робітника, грн/год.

Для базового агрегату (ручне підбирання)

$$Z_{\text{Б}} = 150 \cdot 220 = 33000 \text{ грн/га}$$

					01.01 – ДП. 2217"С" 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Для модернізованого агрегату (сортування та фасування) :

$$Z_{\text{м}} = 15 \cdot 220 = 3300 \text{ грн/га}$$

Економічний ефект по заробітній платі на 1 га становить :

$$\Delta B = Z_{\text{б}} - Z_{\text{м}} , \quad (4.3)$$

$$\Delta B = 33000 - 3300 = 29700 \text{ грн/га}$$

Річний (сезонний) економічний ефект при площі збирання 8 га визначається за формулою :

$$\Delta B_{\text{сез}} = \Delta B \cdot S , \quad (4.4)$$

$$\Delta B_{\text{сез}} = 29700 \cdot 8 = 237600 \text{ грн}$$

Отримані результати занесено до загальної таблиці економічної ефективності (табл. 4.3)

Таблиця 4.3

Економічний ефект від удосконалення

Назва показника	Одиниці виміру	Модернізована модель	Базова модель
Витрати на оплату праці	Грн/га	3300	33000
Економічний ефект на 1 га	Грн/га	29700	0
Сезонна економічна вигода (8 га)	Грн/га	237600	0

Розрахуємо окупність в гектарах переобладнання картоплекопача:

$$S = \frac{C_{\text{п}}}{E_3}, \quad (4.4)$$

$$S = \frac{47000}{29700} = 1,58 \text{ га}$$

Де $C_{\text{п}}$ – ціна переобладнання культиватора

Висновок: Капітальні витрати на переобладнання картоплекопача повністю окупаються протягом першого ж сезону експлуатації. Модернізація забезпечує скорочення сукупних витрат часу на гектар у 25–30 разів та мінімізує ризик втрат від несприятливих погодних умов.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи вирішено актуальне науково-практичне завдання – розроблено конструктивне удосконалення серійного картоплекопача КВД-2А шляхом встановлення завантажувального конвеєра і бункера-накопичувача для потреб малих фермерських господарств.

За результатами роботи зроблено такі висновки:

– Аналіз структури фермерських господарств України засвідчив, що більшість підприємств, які вирощують картоплю, мають площу від 1 до 20 га і гостро потребують доступних рішень для механізованого збирання з накопиченням врожаю.

– Обґрунтовано вибір базової моделі КВД-2А, конструкція якої дозволяє встановити конвеєр і бункер без суттєвої модифікації базових вузлів.

– Розроблено принципову конструктивну схему завантажувального скребкового конвеєра з гумовими скребками, що забезпечує подачу картоплі під кутом $\alpha=28^\circ$ з продуктивністю 5,5–7,0 т/год при мінімальних механічних пошкодженнях бульб.

– Виконано розрахунок параметрів конвеєра: швидкість стрічки $v=1,2$ м/с, потужність приводу $N=2,2$ кВт, зусилля натягу 1,22 кН, маса конвеєра 68 кг.

– Розраховано оптимальну місткість бункера $V=1,2$ м³, що забезпечує цикл роботи 7–10 хвилин між розвантаженнями. Виконано перевірку міцності стінок і стійкості рами – всі умови виконуються.

– Техніко-економічне обґрунтування підтвердило доцільність удосконалення: вартість комплексу складає близько 47 000 грн, а термін окупності при площі збирання 8 га/сезон – менше одного сезону.

– Розроблено заходи з охорони праці та безпеки при роботі з удосконаленою машиною відповідно до вимог НПАОП і ДСТУ.

					058.01 – КР 208 «С» 2026.02.16.042. ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата.	Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплекопача				Літ.	Аркуш	Аркушів		
Розробив	Кореневич										54		
Перевірів	Волянський								НУБіП України механіко-технологічний факультет				
Н. контр.	Волянський												
Затв.													

Практична значущість роботи підтверджується конкретним технічним рішенням, готовим до впровадження у виробничих умовах малих фермерських господарств. Запропоноване удосконалення дозволяє зменшити витрати ручної праці при збиранні картоплі у 25–30 разів, підвищити якість збирання і знизити технологічні втрати врожаю.

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Брижицький О. Д. Механізація вирощування картоплі з вдосконаленням конструкції культиватора КСТ-3,8. Кропивницький : ЦНТУ, 2025. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/4a2a3577-584b-444b-a944-acf88f1e8d5e> (дата звернення: 11.05.2026).
2. Грушецький С. М., Рудь А. В., Медведєв Є. П., Семенишина І. В. Модель технологічного процесу коренебульбозбиральних машин. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2019. № 2. URL: https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/113 (дата звернення: 11.05.2026).
3. Заплетнюк Б. В. Удосконалення комплексу машин для виробництва картоплі з удосконаленням однорядного картоплекопача : кваліфікаційна робота : спец. 208 «Агроінженерія». Житомир : Поліський національний університет, 2025. 44 с. URL: <https://ir.polissiauniver.edu.ua/jspui/handle/123456789/17624> (дата звернення: 11.05.2026).
4. Кандзюба О. В. Удосконалення конструкції котків картоплезбиральних машин : кваліфікаційна робота магістра. Полтава : ПДАУ, 2022. 59 с. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/12638> (дата звернення: 11.05.2026).
5. Лук'яненко Н. О. Механізація вирощування картоплі з удосконаленням підкопувального робочого органу картоплекопача : дипломна робота бакалавра : спец. 208 «Агроінженерія». Київ, 2025. 84 с. URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/12786> (дата звернення: 11.05.2026).
6. Моклюк О. Д. Механізація вирощування картоплі з удосконаленням картоплекопача : кваліфікаційна магістерська робота : спец. 208 «Агроінженерія». Кропивницький : ЦНТУ, 2021. 51 с. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/11847> (дата звернення: 11.05.2026).

					058.01 – КР 208 «С» 2026.02.16.042. ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата.					
Розробив		Кореневич			Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплекопача			Літ.	Аркуш
Перевірів		Волянський							56
Н. контр.		Волянський						НУБіП України механіко-технологічний факультет	
Затв.									

7. Поліщук В. А. Обґрунтування параметрів і режимів роботи удосконаленого картоплекопача : дипломна робота магістра : спец. 208 «Агроінженерія». Київ, 2021. 65 с. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/handle/123456789/5836> (дата звернення: 11.05.2026).

8. Рудченко Ю. І. Удосконалення технології виробництва картоплі за рахунок дообладнання картоплесаджалки голчастими дисковими боронами : кваліфікаційна робота магістра. Полтава : ПДАУ, 2021. 57 с. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/12923> (дата звернення: 11.05.2026).

9. Семірненко С. Л., Семірненко Ю. І. Удосконалення технологічного процесу збирання картоплі в умовах агропідприємств малих форм господарювання. 2024. URL: <https://repo.snau.edu.ua/xmlui/handle/123456789/12749> (дата звернення: 11.05.2026).

10. Тягай В. Б. Механізація вирощування картоплі з удосконаленням картоплекопача. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/items/587ff651-eac2-48b6-98fc-c5ace08a0687> (дата звернення: 11.05.2026).

11. Харченко Д. В. Удосконалення технічного процесу збирання картоплі з модернізацією картоплезбирального комбайну : кваліфікаційна робота : спец. 208 «Агроінженерія». Житомир : Поліський національний університет, 2024. 42 с. URL: <https://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/15950> (дата звернення: 11.05.2026).

12. Шевченко С. Ю. Механізація вирощування картоплі з модернізацією картоплекопача : кваліфікаційна бакалаврська робота : спец. 208 «Агроінженерія». Кропивницький : ЦНТУ, 2025. 45 с. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/17176> (дата звернення: 11.05.2026).

13. Яценко Р. В. Дослідження технологічного процесу збирання картоплі : кваліфікаційна робота магістра. Полтава : ПДАУ, 2022. 50 с. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/14422> (дата звернення: 11.05.2026).

14. Gulati S. Design and Development of Two Row Tractor Operated Potato Combine Harvester. Potato Journal. 2019. Vol. 46, No. 1. URL: <https://epubs.icar.org.in/index.php/PotatoJ/article/view/89056> (дата звернення: 11.05.2026).

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Jia B., Sun W., Zhao Z. et al. Design and Field Test of a Remotely Controlled Self-propelled Potato Harvester with Manual Sorting Platform. American Journal of Potato Research. 2023. Vol. 100. P. 193–209. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12230-023-09909-3> (дата звернення: 11.05.2026).

16. Johnson C. M., Cheein F. A. Machinery for potato harvesting: a state-of-the-art review. Frontiers in Plant Science. 2023. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2023.1156734/full> (дата звернення: 11.05.2026).

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Поз.	Найменування деталі	Кіл.	Матеріал	Маса, кг	Стандарт/Крес.	Примітка
1	Рама конвеєра зварна	1	Ст3, пр. 40×60×3	22,5	КПА-УД.01.001	
2	Барабан ведучий	1	Ст45	4,2	КПА-УД.01.002	D=180 мм
3	Барабан відомий	1	Ст45	3,8	КПА-УД.01.003	D=180 мм
4	Стрічка прогумована	1	БКНЛ-65	6,5	ГОСТ 20-85	B=450, L=3500
5	Скребок гумовий	12	Гума ТМКЩ-С	0,28	КПА-УД.01.005	80×450×12 мм
6	Підшипниковий вузол	4	–	1,1	ГОСТ 5721-75	УСР 206
7	Зірочка ведуча	1	Ст45	0,85	КПА-УД.01.007	Z=15, t=19,05
8	Кожух захисний	1	Ст2, δ=2 мм	3,2	КПА-УД.01.008	
9	Пристрій натяжний	2	Ст3	1,8	КПА-УД.01.009	

					058.01 – КР 208 «С» 2026.02.16.042. ПЗ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата.	Механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплекопача					Літ.		Аркуш	Аркушів	
Розробив	Кореневич												59	
Перевірів	Волянський									НУБіП України механіко-технологічний факультет				
Н. контр.	Волянський													
Затв.														

Специфікація деталей бункера-накопичувача

Поз.	Найменування деталі	Кіл.	Матеріал	Маса, кг	Стандарт/Крес.	Примітка
1	Корпус бункера зварний	1	Ст3, $\delta=3$ мм	48,0	КПА-УД.02.001	
2	Козирок вхідний	1	Ст3, $\delta=3$ мм	3,2	КПА-УД.02.002	
3	Засувка-шибер	1	Ст3, $\delta=4$ мм	4,5	КПА-УД.02.003	
4	Підкладка поліетиленова	5	ПЕМС-П $\delta=8$	8,5	–	Для захисту бульб
5	Кронштейн кріплення	4	Ст3	2,8	КПА-УД.02.005	
6	Датчик рівня	1	–	0,3	–	Ультразвук. 5В
7	Ручка засувки	2	Ст3	0,6	–	

					01.01 – ДП. 2217”С” 2023.12.06 021 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет механіко-технологічний

Декларація про академічну доброчесність та використання ШІ

ДЕКЛАРАЦІЯ ЗДОБУВАЧА

Я, Кореневич Ігор Сергійович, здобувач НУБіП України, усвідомлюючи відповідальність за порушення академічної доброчесності, цією заявою підтверджую, що:

1. Моя бакалаврська кваліфікаційна робота (проект) на тему «механізація збирання картоплі у малих фермерських господарствах з удосконаленням картоплезбирача» є результатом моєї особистої праці.

2. Усі запозичення з текстів інших авторів мають відповідні посилання згідно з чинними стандартами.

3. Щодо використання інструментів ШІ зазначаю:

- о інструменти ШІ (ChatGPT, Gemini) були використані для:
 - ☐ перекладу іншомовних джерел;
 - ☐ стилістичного редагування та перевірки граматики.

Я розумію, що надання недостовірної інформації може призвести до скасування результатів захисту та відрахування з числа здобувачів НУБіП України.

« » _____ 2026р.

(підпис)

Ігор Кореневич
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)