

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

\_\_\_\_\_Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти  
на тему:**

«Механізація вирощування картоплі з модернізацією картоплекопача»

Виконав здобувач вищої освіти 4 курсу,

групи АІ-22мб-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_Шевченко Станіслав Юрійович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Керівник роботи

професор, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_Катеринич С.Є.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

м. Кропивницький

**Центральноукраїнський національний технічний університет**

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої

освіти бакалавр

Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма Агроінженерія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«  »            2024 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ  
(БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ  
ОСВІТИ**

Шевченко Станіслав Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування картоплі з модернізацією картоплекопача

2. Керівник роботи (проекту)

Васильковський Олексій Михайлович, к.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 15 червня 2024 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Підвищити ефективність збирання товарної картоплі

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Операційно-технологічна карта збирання картоплі, 2. Функціональна схема картоплекопача, 3. Складальне креслення удосконаленого вузла, 4. Деталювання

Всього: 4 арк. А1 (масштабованих)

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Васильковський О.М.		

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	15.05.2024	
2	Графічна частина	30.05.2024	
3	Перевірка роботи на доброчесність	01-15.06.2024	
4	Захист роботи	15-30.06.2024	

Дата видачі завдання

«5» березня 2025 р.

Підпис керівника \_\_\_\_\_ Васильковський О.М.

Завдання прийнято до виконання

«5» березня 2025 р.

Підпис здобувача \_\_\_\_\_ Шевченко С.Ю.

## **Анотація**

В роботі здійснено вивчення агротехнологій вирощування картоплі та розроблено операційну технологію збиральних робіт машинно-тракторним агрегатом у складі трактора МТЗ-80 і картоплекопача КСТ-1,4А.

На основі проведених розрахунків обґрунтовано основні параметри збиральної операції і розроблено операційно-технологічну карту.

Удосконалено конструкцію картоплекопача, що дозволяє знизити втрати та пошкодження бульб.

Суть виконаних удосконалень наведено у ілюстративній частині роботи.  
**картопля, збирання, технологія, картоплекопач, леміш, сепарація ґрунту**

## **Abstract**

The paper studies the agricultural technologies of potato cultivation and develops the operational technology of harvesting operations by a machine-tractor unit consisting of a MTZ-80 tractor and a KST-1.4A potato digger.

Based on the calculations, the main parameters of the harvesting operation are substantiated and an operational and technological map is developed.

The design of the potato digger has been improved, which allows reducing losses and damage to tubers.

The essence of the improvements is given in the illustrative part of the paper.

**potatoes, harvesting, technology, potato digger, share, soil separation**



## ЗМІСТ

1. Вступ.....	6
2. Аналіз технології вирощування картоплі .....	8
3. Операційна технологія викопування картоплі.....	14
4. Інженерна частина.....	24
5. Висновки.....	31
Список використаної літератури.....	32
Додатки.....	44

					<i>ДП 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

## 1. Вступ

Картопля традиційно займає важливе місце в структурі овочівництва України. В сучасних умовах, пов'язаних з воєнними діями, зміною клімату та необхідністю забезпечення продовольчої автономії, значення картоплярства набуває особливої актуальності.

Україна володіє потужним потенціалом для розвитку картоплярства завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам. На території країни налічується понад 4,2 млн гектарів земель, придатних для вирощування картоплі, що становить близько 15% від загальної площі сільськогосподарських угідь. Особливо перспективними є регіони Полісся та Лісостепу, де поєднання помірного клімату, достатньої кількості опадів і родючих дерново-підзолистих та сірих лісових ґрунтів створює оптимальні умови для отримання високих і стабільних врожаїв.

Незважаючи на значний потенціал, українське картоплярство стикається з низкою системних проблем, що стримують його розвиток. Урожайність картоплі в Україні становить лише 16-18 т/га, що в 1,5-2 рази менше, ніж у провідних європейських країнах. Основними причинами цього є застаріла матеріально-технічна база, недосконалі технології вирощування та збирання, низький рівень сортооновлення.

Критичною проблемою є технічна відсталість галузі. Понад 70% сільськогосподарської техніки для картоплярства в Україні має термін експлуатації понад 15 років, що призводить до значних втрат урожаю та підвищених витрат на вирощування. Застарілі картоплекопачі забезпечують коефіцієнт повноти збирання лише 92-94%, що означає втрати 3-5 т/га готової продукції.

					ДП 00. 000 ПЗ						
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата							
Розроб.	Шевченко				Пояснювальна записка			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Васильковський								6	40	
Н.контр.	Мачок							ЦНТУ гр. АІ-22мб-1			
Затв.	Васильковський										

Збиральна кампанія є найбільш критичним етапом технологічного циклу, оскільки саме на цьому етапі формуються основні втрати врожаю. Традиційні картоплекопачі не забезпечують належної якості збирання в різних ґрунтово-кліматичних умовах, що призводить до механічних пошкоджень бульб, недостатньої сепарації ґрунту та підвищених експлуатаційних витрат.

Аналіз експлуатаційних характеристик показує, що серійний картоплекопач КСТ-1,4А має ряд конструктивних недоліків: недосконала система сепарації призводить до засмічення робочих органів у важких ґрунтових умовах; застаріла конструкція лемешів не забезпечує оптимального кута атаки в різних типах ґрунту; відсутність ефективної системи очищення транспортерів знижує якість сепарації.

Пріоритетними напрямками модернізації є: оптимізація геометричних параметрів лемешів для зменшення тягового опору на 15-20%; інтенсифікація процесу сепарації ґрунту для підвищення якості до 95-97%.

Економічна ефективність модернізації обґрунтовується зниженням втрат урожаю з 6-8% до 2-3%, що для середнього господарства з площею картоплі 100 га означає додатковий дохід 180-250 тисяч гривень на сезон. Водночас зниження енергоємності процесу збирання на 20-25% забезпечить економію палива до 15-20 літрів на гектар.

					ДП 00. 000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		











### *Технологія збирання*

Збирання картоплі в невеликих фермерських господарствах здійснюється переважно картоплекопачами з подальшим ручним збиранням. Найбільш поширеними є однорядні картоплекопачі КТН-1Б та КСТ-1,4А, що забезпечують продуктивність 0,8-1,2 га за зміну.

Коефіцієнт повноти збирання картоплекопачами становить 92-95%, втрати не підкопаної картоплі - 3-5%, пошкодженої - 2-4%. Якість роботи суттєво залежить від вологості ґрунту та регулювання робочих органів.

У господарствах площею понад 100 га економічно виправданим є використання картоплезбиральних комбайнів, що підвищує продуктивність праці в 3-4 рази. Однак висока вартість комбайнів обмежує їх застосування в малих господарствах.

Підвищення ефективності збирання картоплі у малих і середніх господарствах можливе за рахунок підняття рівня механізації процесів та збільшення рівня продуктивності збиральних агрегатів. При цьому, при будь-яких умовах, перевагу слід віддавати найбільш широкозахватним картоплекопачам.

					ДП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		14









-модернізованого:

$$Q_{зм} = 15,2 \cdot 7,0 + 9,4 \cdot 0,5 + 2,1 \cdot 0,5 = 112,15 \text{ кг/зм.}$$

Модернізований агрегат споживає більш ніж удвічі більше дизельного палива, тому визначимо питомі витрати у перерахунку на 1 га:

-базового агрегату:

$$Q_{га}^б = \frac{62,35}{1,9} = 32,8 \text{ кг/га}$$

-модернізованого агрегату:

$$Q_{га} = \frac{112,15}{6,4} = 17,5 \text{ кг/га.}$$

### Розробка операційно-технологічної карти

Визначимо ширину поворотної смуги при (рис. 3.1):

$$E = 1,5 \cdot R_{min} + L_a$$

де  $R_{min}$  – мінімальний радіус повороту агрегату;

$L_a$  - кінематична довжина агрегату, м

Мінімальний радіус повороту:

$$R_{min} = 1,7 \cdot B_p$$

де  $B_p = 1,4$  м – робоча ширина захвату копача КСТ-1,4А.

					ДП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		19

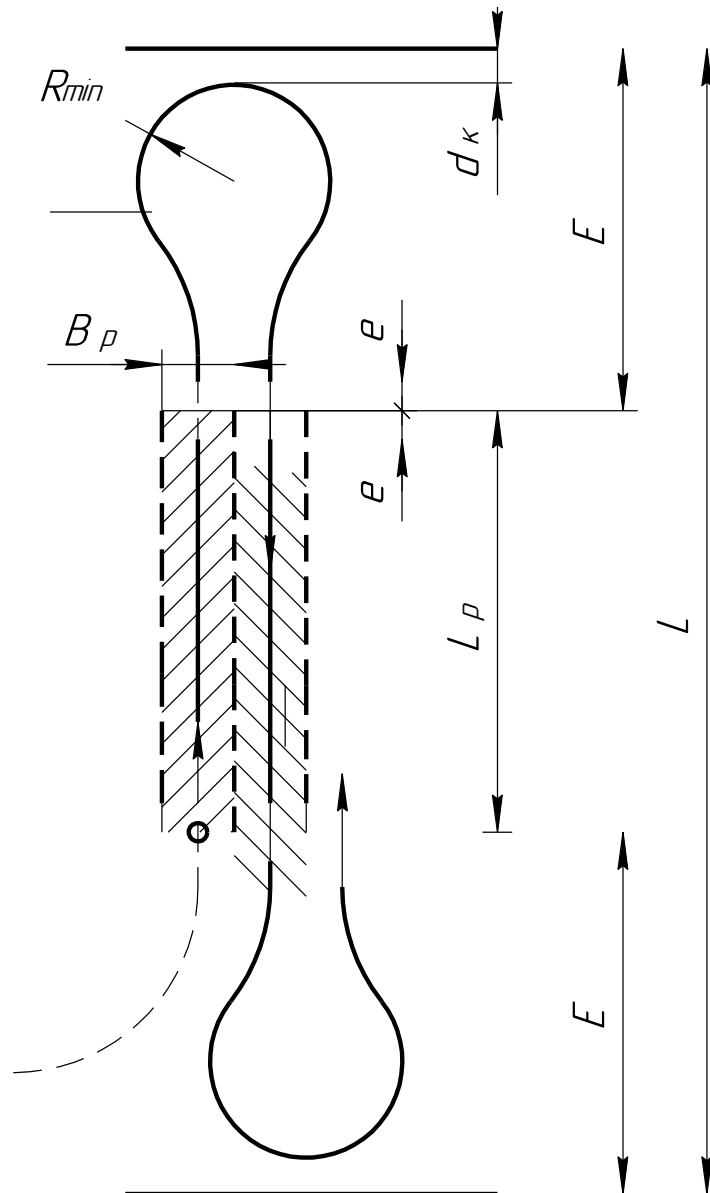


Рис. 3.1. Розрахункова схема організації збиральної операції  
Радіус повороту агрегату:

$$R_{min} = 1,7 \cdot 1,4 = 2,38 \text{ м,}$$

Приймаємо  $R_{min} = 2,4 \text{ м.}$

Кінематична довжина агрегату:

$$L_a = L_{mp} + L_m,$$

де  $L_{mp} = 0,94 \text{ м}$  – кінематична довжина трактора МТЗ-80,

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ДП 00. 000 ПЗ

Арк.

20



Робоча довжина заїмки:

$$L_p = L - 2 \cdot E,$$

де  $L = 640$  м – довжина поля.

Робоча довжина заїмки:

$$L_p = 640 - 2 \cdot 7,0 = 626 \text{ м};$$

Тривалість циклу:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 626}{10^2 \cdot 6,51} + 2 \cdot 0,1 = 11,8 \text{ хв.} = 0,1995 \text{ год.}$$

Технічна продуктивність за цикл:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau,$$

Підставимо розраховані значення. Технічна продуктивність за цикл становитиме:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 6,51 \cdot 0,195 \cdot 0,9 = 0,16 \text{ га/цикл.}$$

Кількість повних циклів за одну зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}.$$

Підставимо значення складових:

$$n_{\text{ц}} = \frac{6,4}{0,16} = 40 \text{ цикл./зм.}$$

					ДП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		22

















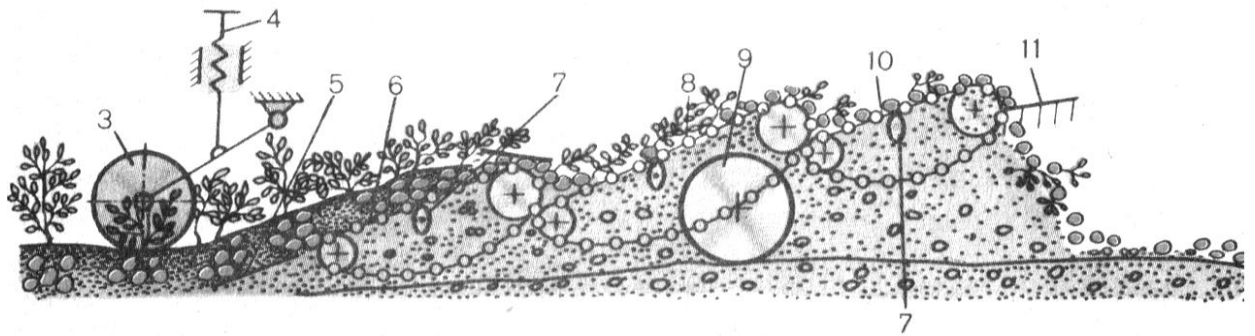


Рис. 4.3. Схема роботи картоплекопача КСТ-1,4А:

3 – колесо; 4 – регулятор глибини; 5 – леміш; 6 – швидкісний транспортер;  
7 – струшувачі; 8 – основний елеватор; 9 – опорні колеса; 10 – каскадний елеватор; 11 – щиток-звужувач

3. Основна сепарація Процес руйнування і сепарації ґрунту триває на основному конвеєрі, що має значну просіювальну поверхню. За рахунок коливання робочої гілки конвеєра через еліптичні зірочки ґрунт інтенсивно просіюється крізь прутки.

4. Остаточне очищення На каскадному конвеєрі відбувається остаточне очищення бульб від домішок. Непросепаровані грудки ґрунту та бадилля спрямовуються на поверхню поля, а очищені бульби формуються у валок.

5. Формування валка Звужувальні щитки формують валок картоплі завширшки 60-90 см на поверхні поля для подальшого підбирання комбайном або ручного збирання.

Основна технічна характеристика картоплекопача наведена нижче:

- ширина захоплення: 1,4 м (2 рядки)
- міжряддя: 60-70 см
- робоча швидкість: 1,9-6,5 км/год
- продуктивність: до 0,9 га/год
- глибина підкопування: 160-250 мм
- тип ґрунтів: всі типи при вологості 10-27%
- агрегування: трактори класу тяги 1,4
- привід: від ВВП трактора (540 об/хв)

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата





Довжина леміша:

$$L = \frac{H}{\sin \alpha_l}$$

де  $H = 0,35$  м – висота підйому;

$\alpha_l = 30^\circ$  - рекомендований кут установки леміша.

Довжина леміша:

$$L = \frac{0,35}{\sin 30} = 0,7 \text{ м}$$

Ширина леміша:

$$B = b + 2 \cdot \delta + 2 \cdot (h - h_k) \cdot \operatorname{ctg} \phi_0$$

де  $b = 0,24 \dots 0,3$  м – ширина гнізда (рис. 4.5);

$\delta = 0,03 \dots 0,05$  м – можливе зміщення осей лемеша і рядка;

$h = 0,25$  м – максимальна глибина підкопування;

$h_k = 0,06 \dots 0,1$  м – глибина розташування максимальної ширини гнізда;

$\phi_0 = 46 \dots 50^\circ$  – кут природного укосу ґрунту

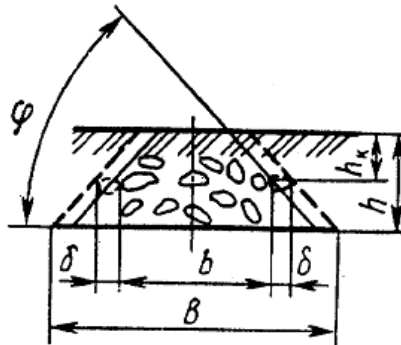


Рис. 4.5. Схема для розрахунку ширини леміша.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата



## Частота обертання коливальників

$$n = \frac{30 \cdot (8,3 \dots 10,5)}{3,14} = 79 \dots 100 \text{ об/хв.}$$

### *Розрахунок приймального (швидкісного) транспортера.*

На приймальний транспортер (рис.4.6) бульби картоплі потрапляють зразу після викопування лемішами.

Довжина приймального (швидкісного) транспортера:

$$A = \frac{Q}{q \cdot B}$$

де  $Q$  = подача на транспортер, кг/с;

$q = 330 \dots 380$  кг/м – допустима питома подача;

$B = 1,4$  м – ширина транспортера.

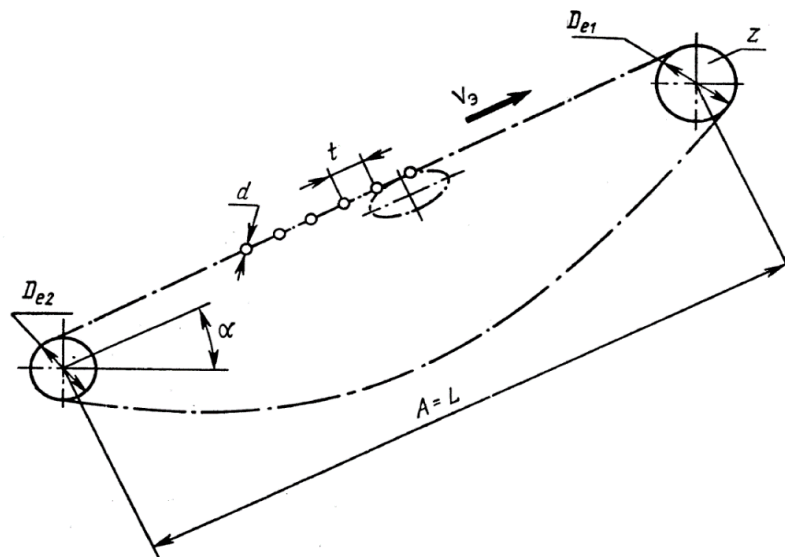


Рис. 4.7. Розрахункова схема швидкісного транспортера-сепаратора.

Подача на транспортер:

$$Q = B_p \cdot h \cdot V_p \cdot \rho_b \cdot (1 - k)$$

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата



Частота обертання приводного валу приймального транспортеру:

$$n = 60 \cdot \frac{1,2}{3,14 \cdot 0,15} = 191 \text{ об/хв.}$$

де 0,15м – прийнятий діаметр ведучої зірочки.

**Розрахунок центрального (основного) транспортера**

Довжина робочої гілки центрального транспортера:

$$A_o = \frac{Q \cdot (1 - \eta)}{q_o \cdot B_o}$$

де  $Q=749,7$  кг/с. – подача на швидкісний транспортер;

$\eta=0,5 \dots 0,7$  – коефіцієнт сепарації на швидкісному транспортері.

$q_o = 180 \dots 220$  кг/м – допустима подача;

$B_o=1,4$  м – ширина полотна.

Довжина робочої гілки центрального транспортера:

$$A_o = \frac{749,7 \cdot (1 - 0,7)}{200 \cdot 1,4} = 0,8 \text{ м.}$$

Кут нахилу транспортера  $\alpha=20^\circ$ .

Висота підйому транспортера:

$$H_o = 0,8 \cdot \sin 20 = 0,42 \text{ м}$$

Частота обертання приводного валу основного транспортеру:

$$n = 60 \cdot \frac{0,8}{3,14 \cdot 0,15} = 102 \text{ об/хв.}$$

					ДП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38













**ДОДАТКИ**

					ДП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		45